

# 第100回

地球電磁気・地球惑星圏学会講演会

100th SGEPSS FALL MEETING

## 講演予稿集

### *ABSTRACTS*

と き 1996年10月21日(月)～24日(木)

ところ 府中市民会館 および  
通信総合研究所

*October 21-24, 1996*

*Fuchu Shimin Kaikan, Tsushin Sogo Kenkyujo*

地球電磁気・地球惑星圏学会

Society of Geomagnetism and Earth, Planetary and Space Sciences

(SGEPSS)

# 地球電磁気・地球惑星圏学会

Society of Geomagnetism and Earth, Planetary and Space Sciences

(SGEPSS)

## 第100回総会・講演会プログラム

日時 1996年10月21日(月)～24日(木)

場所 日によって会場が異なります。ご注意ください!

10月21日(月)、22日(火)、24日(木) 一般講演会及び公開フォーラム

府中市市民会館(ルミエール府中) 東京都府中市府中町2-24

10月23日(水) 特別講演、ポスター発表、総会及び懇親会

郵政省通信総合研究所 4号館大会議室 研究交流棟ほか

東京都小金井市貫井北町4-2-1

臨時電話(会場受付デスク:学会会期中のみ)

TEL: 030-23-91958

FAX: 0423-27-7600 (通信総合研究所 宇宙科学部 業務課)

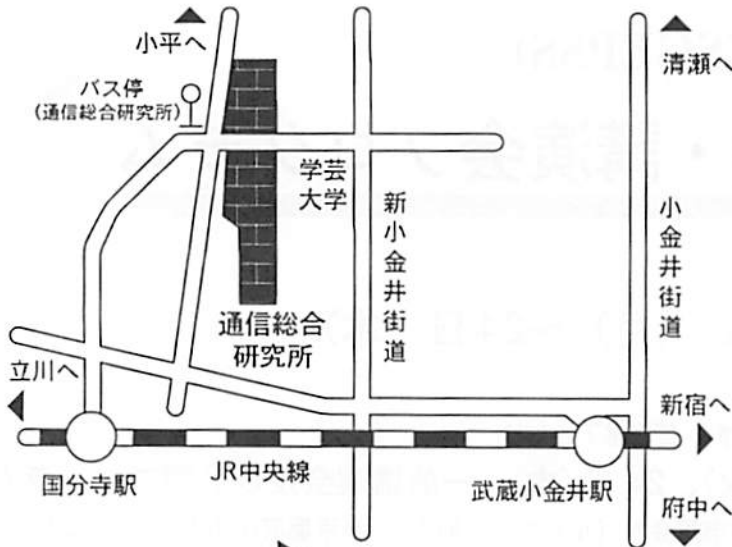
		会場 9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
10月21日(月)	A		フォーラム:地球・惑星圏 研究のフロンティア				フォーラム(続き)			磁気圏電離圏結合-I		
	B								太陽・太陽圏・惑星空間・太陽風			
	C								オーロラダイナミクス			
10月22日(火)	A	磁気圏 電離圏結合-II		磁気圏構造-I			磁気圏構造-II					
	B	ULF					電離圏構造			大気放射		
	C		電気 伝導度-I			電気伝導度-II		地殻活動電磁気学・磁場計測				
10月23日(水)	研 通 信 総 合 研 究 所 4 号 館	ポスター発表				特別講演会		総会		懇親会		
10月24日(木)	B	磁気圏プラズマ波動					太陽風磁気圏相互作用		惑星電磁圏			
	C	主磁場ダイナモ・ 固体惑星		岩石磁気・ 古地磁気-I			岩石磁気・ 古地磁気-II					
	D	大気化学-I					大気化学-II		惑星大気・大気力学			

10月21日、22日、及び24日 府中市市民会館 A会場:飛鳥ホール、B及びD会場:会館2階 C会場:会館3階  
10月23日 通信総合研究所 ポスター会場、特別講演及び総会会場:4号館1-2階、懇親会:研究交流センター

- 講演時間12分(発表10分 討論2分)を厳守して下さい。
- スライドプロジェクター、オーバーヘッドプロジェクター各1台が同時使用可能です。
- ポスターは、10月23日のみ展示できます。ポスターボードのサイズは巾90cm×高さ210cmです。

# 第100回 地球電磁気・地球惑星圏学会 総会・講演会交通案内

日によって会場が異なります ご注意ください!



JR中央線(快速)で新宿より25分  
武蔵小金井駅下車  
(特快は止まりません)  
北口より小平団地行バス10分  
通信総合研究所下車

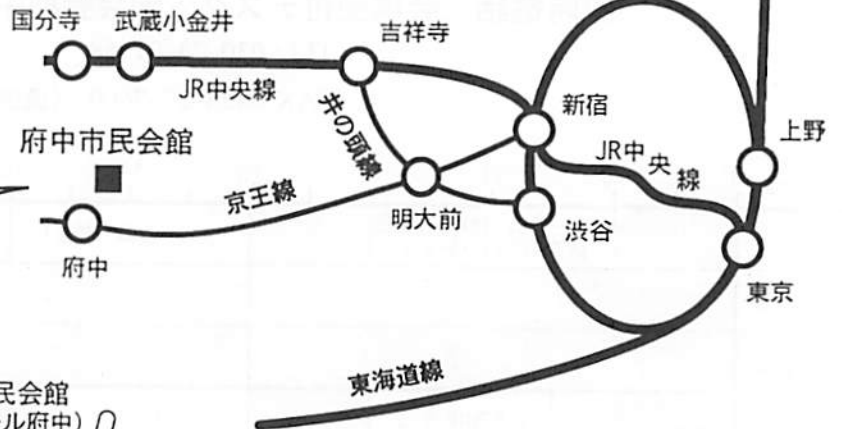
又は

JR中央線(特快)で新宿より20分  
国分寺駅下車  
北口より昭和病院行バス7分  
通信総合研究所下車  
(バスの運行回数は少ない)  
又は徒歩15分

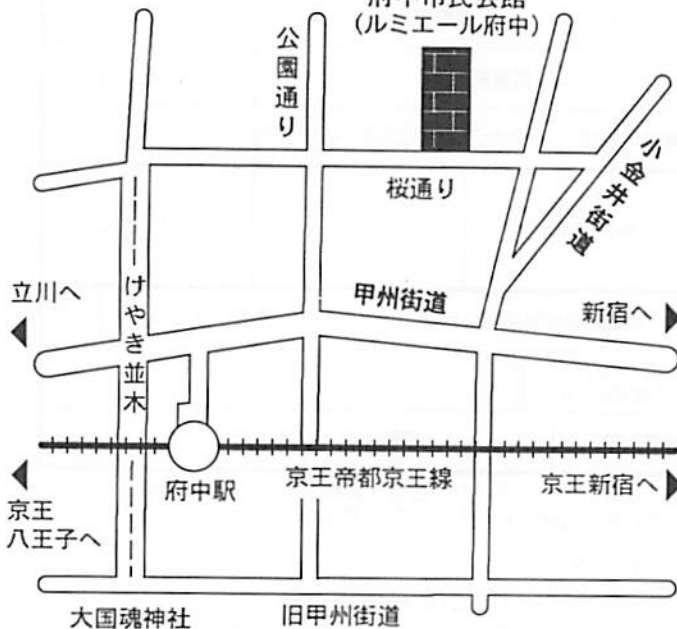
10月23日

10月21,22,24日

通信総合研究所



府中市民会館  
(ルミエール府中)

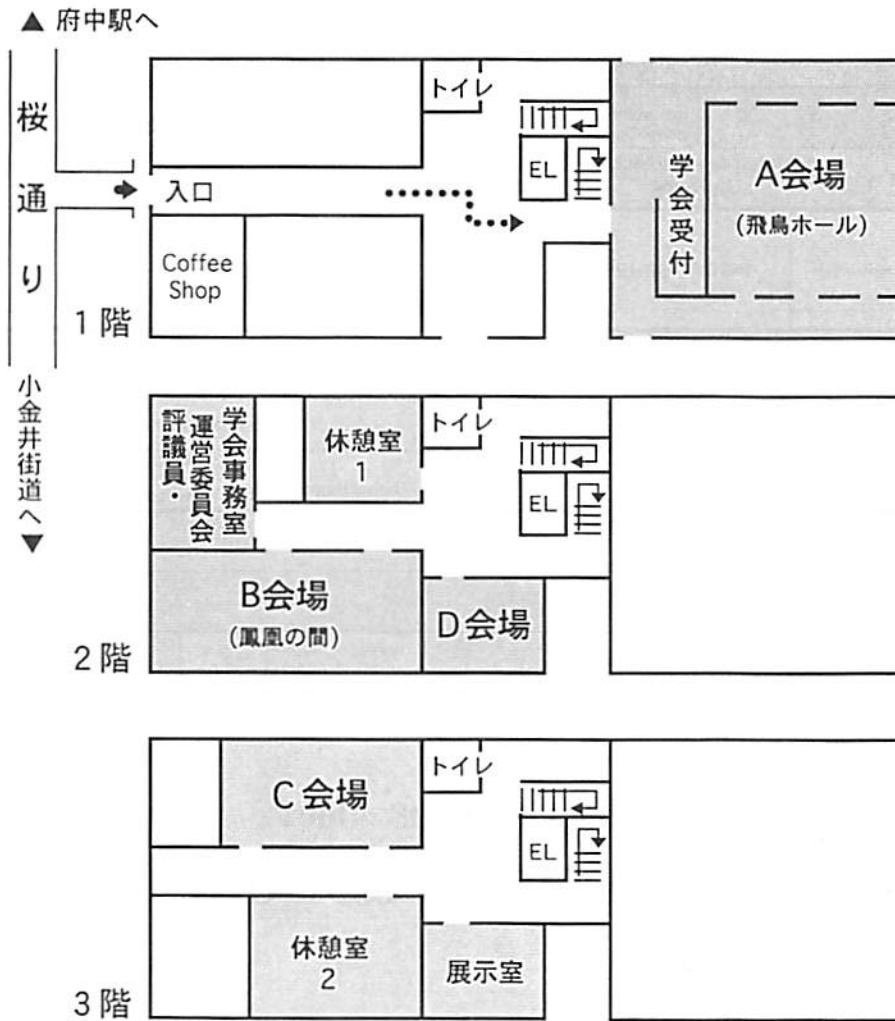


京王帝都京王線で京王新宿より  
特急で25分  
府中駅下車  
北口より徒歩7分

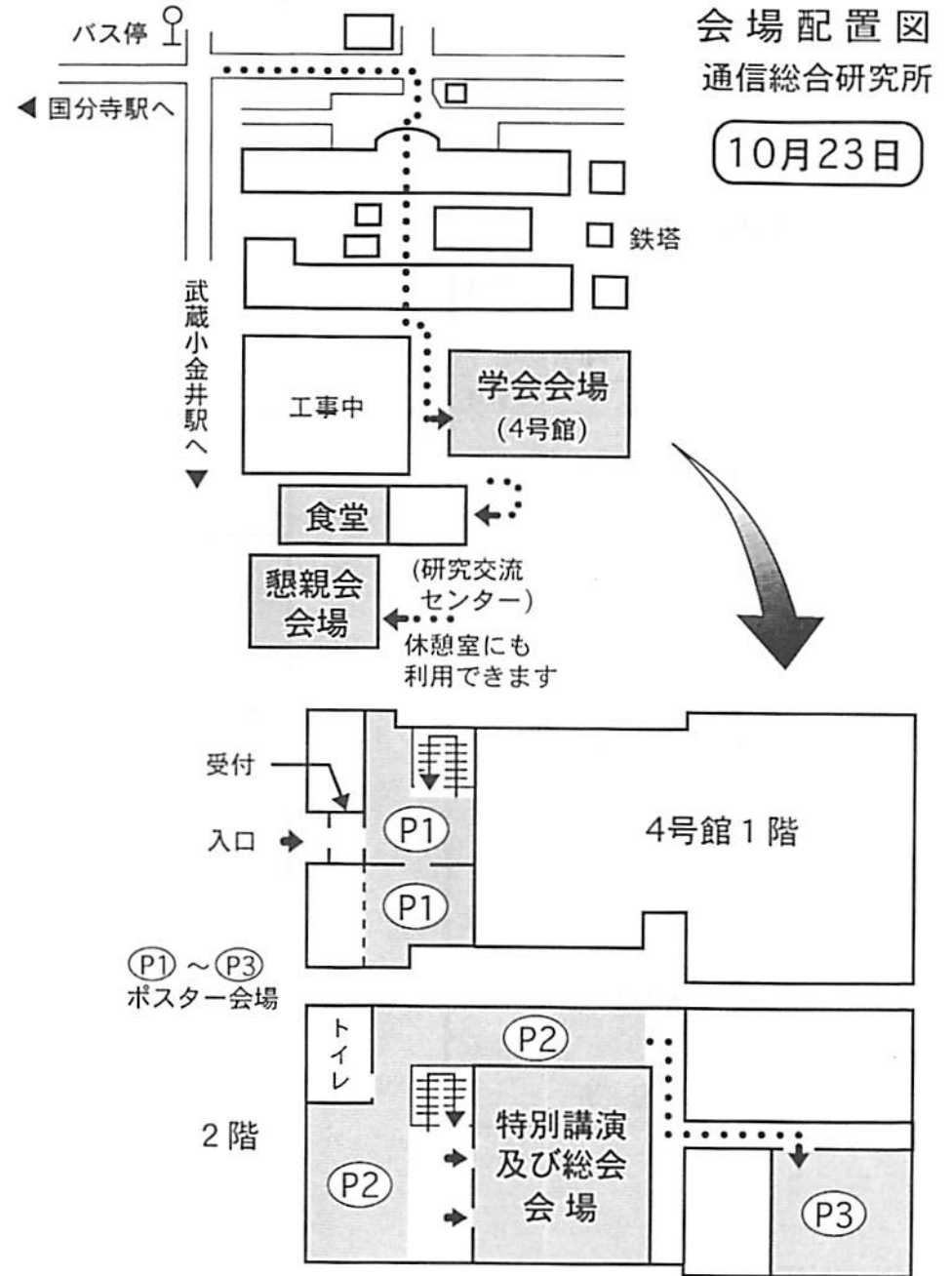
府中駅(府中市民会館前経由)  
◀▶ JR武蔵小金井駅 北口又は南口  
は京王バス(武71,72,73,74)  
で25分

会場配置図  
府中市民会館 (ルミエール府中)

10月21, 22, 24日



会場配置図  
通信総合研究所  
10月23日



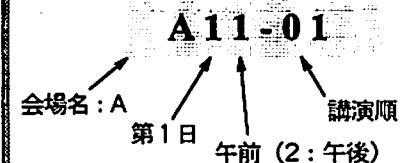
# PROGRAM AT A GLANCE

## 100th SGEPPS FALL MEETING

		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Mon. (21/10)	A		Forum: Frontier of Earth and Planetary Research			Forum (continued)			Ionosphere-Magnetosphere Coupling- I		
	B								Sun. Solar Wind, Interplanetary Space, Heliosphere		
	C								Auroral Dynamics		
Tue. (22/10)	A	Ionosphere-Magnetosphere Coupling- II	Magnetosphere- I			Magnetosphere- II					
	B	ULF Waves				Ionosphere			Atmospheric Radiation		
	C		Electric Conductivity- I			Electric Conductivity- II	Tectonoelectromagnetism Magnetic Field Measurement				
Wed. (23/10)		Poster Session				SGEPSS Lecture	Plenary Meeting			Buffet Party	
Thu. (24/10)	B		Plasma Waves			Solar Wind-Magnetosphere Interaction			Planetary Magnetosphere		
	C		Dynamo Solid Planet	Rock Magnetism Paleomagnetism-		Rock Magnetism Paleomagnetism- II					
	D		Atmospheric Chemistry- I			Atmospheric Chemistry- II	Planetary Atmosphere-Atmospheric Dynamics				

### 講演番号の読み方

オーラル

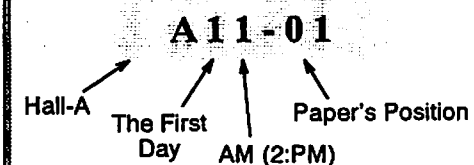


ポスター



### Paper Information Key

ORAL



POSTER



開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
10:00	<p style="text-align: center;">フォーラム</p> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px;"> <p>フォーラム                      名称 地球・惑星圏研究のフロンティア                      —21世紀のSGEPSS展望                      日時 10月21日(月) 10:00~15:00                      場所 A会場                      世話人 森岡 昭(東北大・理)                      山本達人(宇宙研)                      横山由紀子(能開大)</p> </div>		
15:30	<p>A12 磁気圏電離圏結合 - I                      座長 渡部重十(東北大・理学部)                      品川裕之(名大・STE研)</p>	<p>B12 太陽・太陽風・惑星間空間・太陽圏                      座長 徳丸宗利(名大・STE研)                      袴田和幸(中部大・工)</p> <p>B12-01 The universal term by Einstein in solar system inferred from Titius-Bode's law                      高橋八郎、矢作直弘</p>	<p>C12 オーロラダイナミックス                      座長 門倉 昭(極地研)                      西谷 望(名大・STE研)</p> <p>C12-01 Auroral Photoemission Rate of the First Negative Band System of N<sub>2</sub> at λ 427.8 nm Observed by the Sounding Rocket and its Simulation Using Measured Electron Differential Energy Flux                      恩田邦藏、宮岡 宏、市川行和、江尻全機</p>
15:42	<p>A12-01 磁気圏・電離圏結合の電場に関する考察                      松浦延夫</p>	<p>B12-02 Physical formula in conformation with Titius-Bode's law                      高橋八郎、矢作直弘</p>	<p>C12-02 ディスクリートオーロラの共役性                      橋本久美子、佐藤夏雄</p>
15:54	<p>A12-02 Substorm phase dependence of penetration of the auroral electric field to the equator                      菊池 崇、H. Lühr、北村泰一、K. Schlegel</p>	<p>B12-03 宇宙線恒星時日周変動の南北両半球観測(地下ミュオン観測ネットワーク)                      D.L. Hall、宗像一起、安江新一、加藤千尋、小山守一、赤羽重信、藤井善次郎、榎原志津子、J.E. Humble、K.B. Fenton、A.G. Fenton、M.L. Duldig</p>	<p>C12-03 同磁気経度上の高緯度オーロラの2点同時地上観測                      花井 崇、塩川和夫、西野正徳、小川忠彦、湯元清文、林 幹治</p>
16:06	<p>A12-03 Penetration of Polar Electric Fields into the Equatorial Region: A result from the 210° MM Project                      湯元清文、立原裕司、田中良昌、篠原 学、北村泰一、塩川和夫、R.J. Morris、J.V. Olson、S.-I. Akasofu、210度地磁気観測グループ</p>	<p>B12-04 火星探査衛星PLANET-B搭載水素吸収セルによる星間風の観測                      伊藤裕一、渡部重十、福西 浩、田口 良</p>	<p>C12-04 多点オーロラトモグラフィ観測と再構成解析                      麻生武彦、浦島 智、藤田淳文、橋本 岳、安階 稔、江尻全機、宮岡 宏、A. Steen、U. Brändström、B. Gustavsson</p>
16:18	<p>A12-04 Modeling of Energetic Coupling of Magnetosphere and Ionosphere (1) - High-Latitude Energy Input due to Particle Precipitation                      松尾朋子、品川裕之、萩野竜樹</p>	<p>B12-05 太陽コロナ中のアーケード状構造の統計的性質                      横爪俊二、増田 智</p>	<p>C12-05 Ionospheric Closure of the Substorm Current Wedge System Observed with the Visible Auroral Imager Aboard AKEBONO                      門倉 昭、江尻全機、小口 嵩</p>

# 第 1 日 目

10月21日 (月)

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
16:30	A12-05 熱圏-電離圏結合モデル (5) - 磁気圏モデルとの結合 品川裕之、荻野竜樹、松尾朋子	B12-06 プレフレア期に現れるループトップ上方マイクロ波源の解析 堀久仁子、小杉健郎、柴崎清登、近藤哲朗、永井清二	C12-06 NyAlesundにおいて観測された昼側オーロラと Geotail Satelliteにより同時に測定された Magnetopause 近辺の磁場変動との比較 巻田和男、利根川豊、桜井、亨、鮎川 勝、西野正徳、國分 征、鶴田浩一郎、向井利典、山本達人
16:42	A12-06 An Ionospheric Conductance Model Based on Ground Magnetic Data B.H. アーン、A.D. リッチモンド、上出洋介  (16:54 休憩)	B12-07 フレアーにより太陽方向に加速された電子ビームの観測 青山隆司、大家 寛、永井清二、近藤哲朗  (16:54 休憩)	C12-07 太陽風磁場変動と極冠オーロラ 小口 高、小原隆博、坂野井健、D.J. McEwen  (16:54 休憩)
17:06	A12-07 Two-Step Development of Magnetic Storms 上出洋介、横山信博、W.D. ゴンザレス、増田 智	B12-08 Deconvolution of solar wind structure from IPS observation using tomographic method I - Global distribution of solar wind speed - 横辺篤史、小島正宜、徳丸宗利、浅井紀久夫、B.V. Jackson、P.L. Hick	C12-08 Pressure Stress Contribution to Dawnside Region 1/Region 2 Current Generation 飯島 健
17:18	A12-08 太陽活動度の違いで見た磁気嵐の発生頻度 横山信博、上出洋介	B12-09 Deconvolution of solar wind structure from IPS observation using tomographic method II 浅井紀久夫、小島正宜、徳丸宗利、横辺篤史、マノハラン、ジャクソン	C12-09 ETS-VI衛星の磁気圏境界面通過時に SuperDARN で観測された周期的な大規模 dayside poleward burst 西谷 望、小川忠彦、佐藤夏雄、山岸久雄、行松 彰、渡辺正和、松本晴久、五家建夫、福田敏幸
17:30	A12-09 ポーラーウインド領域でのイオンの加速について 阿部啄美、A.W. Yau、渡部重十、佐川永一	B12-10 惑星間空間シンチレーション・コスベクトル法を用いた太陽風速度推定における視線積分の影響 徳丸宗利、近藤哲朗	C12-10 南極 HF レーダーで観測された夜側の polar patch と blob 小川忠彦、西谷 望、M. Pinnock、佐藤夏雄、山岸久雄、行松 彰
17:42	A12-10 あけぼの衛星による極域電離圏イオン加熱の観測 渡部重十、阿部啄美、佐川永一、A.W. Yau、D.J. Knudsen、向井利典、早川 基、笠原植也、勝山公人、福西 浩	B12-11 太陽風磁気ロープの発生頻度 丸橋克英	C12-11 Deployment of Syowa New HF Radars 佐藤夏雄、山岸久雄、行松 彰、HF レーダー研究グループ、SuperDARN PI
17:54	A12-11 「あけぼの」衛星 LEP による dawn/dusk 領域でのイオンの観測と IMF との関係 浅井佳子、白井仁人、前沢 洸、向井利典、賀谷信幸、早川 基、松岡彩子	B12-12 フラックスロープによる平面平行磁場構造のモデリング 中川朋子	C12-12 ポーラキャップ F 層内プラズマパッチに関連した昼間側電離層吸収現象 西野正徳、野沢悟徳、佐藤 貢
18:06	A12-12 ダブルプローブ法による電場計測についての一考察 早川 基、鶴田浩一郎、松岡彩子、岡田敏美	B12-13 惑星間平面磁場構造のモデル 袴田和幸	C12-13 AKR 強度の季節に依存する南北非対称性について 熊本篤志、大家 寛、小野高幸

(●ポスター)

- A12-P53 プラズマシート境界層付近に現れる低緯度向き高速プラズマ流 - 夜側の「スロート」  
渡辺正和、行松 彰、山岸久雄、佐藤夏雄
- A12-P54 あけぼの衛星によって観測される低エネルギーイオンコンニックスの統計解析  
勝山公人、波部重十、福西 浩、佐川永一、A.W. Yau、向井利典、早川 基、笠原禎也
- A12-P55 Two-step Self Conversion Effect of Shear Alfvén Waves at the Inductive Ionosphere  
吉川顕生、糸長雅弘、湯元清文
- A12-P56 昭和基地 SuperDARN HF レーダー 2 基運用のためのソフトウェア開発  
行松 彰、渡辺正和、山岸久雄、佐藤夏雄他、昭和基地 HF レーダー研究グループ、R. Barnes
- A12-P57 通信総合研究所の荷電粒子計測器校正装置  
三宅 互、佐川永一、川辺 明、喜岡理砂

(●ポスター)

- B12-P82 百武彗星磁気圏擾乱から推定される太陽磁気圏構造  
斎藤尚生、沼澤茂美、湯浅祥司、小塚幸央、小島正宜
- B12-P83 太陽の大規模磁場分布の変化とフレア発生  
小塚幸央、小島正宜、斎藤尚生
- B12-P84 太陽風中に見られる数分周期波動の偏波特性  
島田延枝、寺沢敏夫、中村正人、鶴田浩一郎、山本達人、園分 征
- B12-P85 惑星間空間ショックの平均伝搬速度と 1AU での速度  
亘 慎一、渡辺 堯

(●ポスター)

- C12-P46 共役イメージングリオメータで観測されたディフェーズ CNA ドリフト現象の特性  
藤田裕一、山岸久雄、佐藤夏雄
- C12-P47 Preliminary results with the scanning twin array beam VHF auroral radar at Syowa Station (STARS)  
五十嵐喜良、大高一弘、稲森康治、園武 学
- C12-P48 A synthetic understanding of the evolution of the auroral, magnetic, and magnetospheric substorms  
門倉 昭
- C12-P49 粒子降下構造と auroral oval の対応  
諸岡倫子、山本達人、向井利典、早川 基、鶴田浩一郎
- C12-P50 pulsating オーロラと LF 波動との相関解析  
池澤博和、森岡 昭、三澤浩昭、高橋幸弘、宮岡 宏、佐藤夏雄
- C12-P51 ドップラーイメージング観測による南極熱圏中規模ダイナミックスの研究  
久保田実、福西 浩、岡野章一
- C12-P52 ディスクリートオーロラの高解像度撮像観測  
宮岡 宏、岡田雅樹、巻田和男、江尻全機



# 第 2 日 目

10月22日 (火)

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
	A21 磁気圏電離圏結合 - II 座長 小原隆博 (宇宙研) 荻野竜樹 (名大・STE研)	B21 ULF 波動 座長 糸長雅弘 (九大・中央計数施設) 利根川豊 (東海大・工学部)	
9 : 12	A21-01 衛星 (あけぼの) 地上 (Qaanaaq) による極冠域諸現象の同時観測 (まとめ) 小原隆博、向井利典、早川 基、鶴田浩一郎、西田篤弘、福井 桂、C.E. バラダレス	B21-01 Geotail Sattelite Observation of Compressional Pc5 Oscillations in the Dawnside Outer Magnetosphere 桜井 亨、大谷正明、利根川豊、坂田圭司、野和田基晴、湯元清文、國分 征、山本達人、向井利典、鶴田浩一郎	
9 : 24	A21-02 Polar Conversion and Energy Flow in a Global MHD Simulation 荻野竜樹	B21-02 電子ブーメラン法で測定した磁気圏波動 鶴田浩一郎、早川 基、山本達人、中村正人	
9 : 36	A21-03 磁気ミラーを考慮した1次元静電粒子コードによるオーロラ粒子加速機構シミュレーション (III) 矢島 彰、町田 忍	B21-03 ETS-VIで観測された夜側のPc型地磁気脈動 能勢正仁、家森俊彦、中部佐知子、長井嗣信、松本晴久、五家建夫、福田敏幸	
9 : 48	A21-04 Relationships between CNA pulsations associated with Pc5 geomagnetic pulsations and spatial variations of ionosphere electron number density 加藤賢一、山岸久雄、佐藤夏雄、桜井 亨、利根川豊	B21-04 ETS-6衛星で観測された圧縮性ULF波動 中西永佳、高橋主衛、小川忠彦、湯元清文、福田敏幸、五家建夫、松本晴久、長井嗣信	
10 : 00	A21-05 L~6の昭和基地とアイスランドにおけるX線、VLF、ULFのPc5脈動から推定したMHD波動特性 平島 洋、下林 央、山岸久雄、鈴木裕武、村上浩之、山田顕宏、山上隆正、並木道義、小玉正弘	B21-05 昼間側磁気圏における100mHz以上のcompressional波動 林 幹治、松井 洋、國分 征、山本達人	
10 : 12	A21-06 軽量高感度二次元オーロラX線撮像装置 山田顕宏、平島 洋、鈴木裕武、山岸久雄	B21-06 A change of an auroral luminosity correlated with Pi2 oscillations 渡辺 修、坂 翁介、岡田興太	
10 : 24	(10 : 24 休憩)	B21-07 210°地磁気観測網で得られたsc/si Main Impulseの立ち上がりの同時性について 北村健太郎、篠原 学、北村泰一、湯元清文、210°地磁気観測グループ	
	A21 磁気圏構造 - I 座長 三浦 彰 (東大・理学部) 藤本正樹 (東工大・理学部)		
10 : 36	A21-07 Interplanetary parameters causing a large excursion of the magnetopause 伊藤克彦、荒木 徹	(10 : 36 休憩)	

- 10 : 48 A21-08 磁気圏界面に於ける渦の合体を含むケルビン-ヘルムホルツ不安定  
三浦 彰
  - 11 : 00 A21-09 An empirical model of the ionospheric effects of pulsed reconnection  
M. Pinnock, N. Sato
  - 11 : 12 A21-10 Distant Tail での Magnetosheath-Plasmasheet 境界領域の磁場およびプラズマで見た性質  
石田東樹、中村るみ、関分 征、斎藤義文、向井利典、山本達人
  - 11 : 24 A21-11 遠尾部磁気圏境界付近における低エネルギー電子の侵入と磁気圏境界構造  
白井仁人、前沢 洲、藤本正樹、向井利典、山本達人、斎藤義文、関分 征
  - 11 : 36 A21-12 地磁気活動静穏時における磁気圏内部からの高温プラズマ流出  
西田篤弘、向井利典、山本達人、関分 征
  - 11 : 48 A21-13 Empirical studies of the plasma flow characteristics of the magnetosheath close to the flank magnetopause  
S.M. Petrinec, 向井利典、山本達人、西田篤弘、中村 匡、関分 征
- (●ポスター)
- A21-P63 あけぼの衛星で観測した穏やかな北向き太陽風磁場での極域 He<sup>+</sup> 降下  
渡辺成昭、佐川永一、巖本 巖、B.A. Whalen、A.W. Yau、向井利典、早川 基
  - A21-P64 EXOS-D (あけぼの衛星) に基づく赤道域 Plasmapause の構造について  
佐藤 学、大家 寛
  - A21-P65 あけぼの衛星で観測されたスロット領域での高エネルギー粒子の変動  
三井 力、島井厚伸、長井嗣信、行松 彰、河野 毅、植野文命

- B21-08 210° 磁気子午線上で観測された低緯度 Pc3 の H.D 成分の Local Time 依存性  
田中良昌、篠原 学、北村健太郎、北村泰一、湯元清文、210° 地磁気観測グループ
  - B21-09 Peculiarity of ULF Pulsations at the Dip Equator; 1. Observations  
篠原 学、吉川顕正、立原裕司、北村泰一、湯元清文、N.B. Trivedi and José Marques da Costa
  - B21-10 Peculiarity of ULF Pulsations at the Dip Equator; 2. Model and Physics  
吉川顕正、篠原 学、糸長雅弘、湯元清文
  - B21-11 Transient Response of Non-Uniform Equatorial Ionosphere to MHD Compressional Waves  
糸長雅弘、篠原 学、吉川顕正、立原裕司、湯元清文
  - B21-12 Characteristics of storm time geomagnetic variations observed in low latitudes  
角村 悟
  - B21-13 ULF データからの人工磁場ノイズリダクション  
今吉英司、亀井豊永
- (●ポスター)
- B21-P38 極冠域を含む高緯度で観測される Pc1 波動の空間範囲  
松井 洋、林 幹治
  - B21-P39 南極 AGO ネットで観測された Pc1 脈動現象のスペクトル構造  
佐藤光輝、福西 浩
  - B21-P40 低緯度 IPDP の発生伝搬機構の解析  
樋口喜啓
  - B21-P41 衛星及び地上多点観測に基づく Pc3 波動の研究  
松岡 均、高橋主衛、関分 征、湯元清文、S.I. Solovyev、E.F. Vershinin、長井嗣信、福田敏幸、五家建夫、松本晴久

- C21 電気伝導度-I  
座長 小川康雄 (地質調)  
上嶋 誠 (東大震研)
- C21-01 日高変成帯南部域における MT 観測 (2)  
佐藤秀幸、宇津木充、平野和幸、上井 剛、西田泰典、在田一則
  - C21-02 南茅部地域における 2 次元比抵抗インバージョン  
黒木英州、本蔵義守、小川康雄
  - C21-03 Network-MT observation in the Eastern Part of Japan  
上嶋 誠、三品正明、西谷忠師、西田泰典、藤 浩明、歌田久司
  - C21-04 Network-MT 観測より求められた四国東部の比抵抗分布 (1)  
小林慶昭、山口 覚、大志万直人、村上英記、塩崎 一郎、上嶋 誠、歌田久司、Network-MT 西日本グループ
  - C21-05 マントル電気伝導度の問題点  
本蔵義守、松島政貴、阿部哲之
- (●ポスター)
- C21-P01 Three-dimensional Features of Resistivity Structures of the Central Region of Northeastern Part of Japan Arc  
藤縄幸雄、川上則明、T.H. Asch、山根一修、高杉 貞司、本蔵義守
  - C21-P02 TDEM 法による雲仙火山周辺の比抵抗構造モデリング  
神田 隆、歌田久司、鍵山恒臣、田中良和、雲仙火山電磁気構造研究グループ
  - C21-P03 有明海東岸での地震活動域と電気伝導度異常  
半田 駿

# 第 2 日 目

10月22日 (火)

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
	<p>A21-P66 静止衛星の磁場のデータによる高エネルギー電子の Prediction 高井厚伸、三井 力、長井嗣信</p> <p>A21-P67 放射線帯での LF 帯波動分布 小林拓恵、森岡 昭、三澤浩昭、長井嗣信、行松 彰</p> <p>A21-P68 磁気圏内の荷電粒子を追跡する数値モデルの開発 島津浩哲</p> <p>A21-P69 Pi2 脈動オンセットの物理的意味 坂 翁介、渡辺 修</p> <p>A21-P70 沿磁力線電流の発生とその過渡振動 : Quasi-Periodic Oscillation (QPO) のメカニズム 坂 翁介、渡辺 修</p> <p>A21-P71 Geotail Satellite Observation of Mini-Substorm Signature in Near-Earth Magnetotail Plasma Sheet 桜井 亨、利根川豊、大谷正明、坂田圭司、野和田基晴、湯元清文、園分 征、山本達人、向井利典、鶴田浩一郎</p> <p>A21-P72 マッハ数で見た磁気圏尾部領域 山本達人、向井利典、斎藤義文、園分 征</p> <p>A21-P73 プラズモイド中で観測される counter streaming ion について 松野陽一、向井利典、斎藤義文、山本達人、園分 征、町田 忍</p> <p>A21-P74 Force balance near the X line under fast magnetic reconnection 中村雅夫、藤本正樹、前沢 洸</p> <p>A21-P75 自発的高速磁気再結合過程におけるテスト粒子シミュレーション-テアリングモデルとの比較- 清水 徹、鶴岡正行</p>	<p>B21-P42 磁気脈動に伴う電離圏変動の HFD 観測 石田憲一、柴田 喬、奥澤隆志</p> <p>B21-P43 Surface eigenmode としての magnetosphere waveguide mode 藤田 茂</p> <p>B21-P44 磁気圏 ULF 波動のモデリング - IV - ULF 波動の地上における振幅の季節依存性 中田裕之、藤田 茂</p> <p>B21-P45 東海大学地磁気観測システムの開発 坂田圭司、利根川豊、桜井 亨、坂田俊文、横塚英世</p>	<p>C21-P04 The Mantle Electromagnetic and Tomography (MELT) Experiment 馬場聖至、藤 浩明、一北岳夫、歌田久司、A.D. Chave、P. Tarits、A. White</p>

A21-P76 Shell splitting of energetic ions injected at pseudo-substorm onsets  
高橋主衛、B.J. Anderson、大谷晋一、G.D. Reeves

A21-P77 磁気嵐に伴う尾側内部磁気圏構造の変化  
長妻 努、福西 浩

A21-P78 準リアルタイムDst 指数の作成  
亀井豊永、杉浦正久

A21-P79 An Estimation of the efficiency coefficients of the LEP-EAi onboard GEOTAIL  
片村千治、寺沢敏夫、篠原 育、斎藤義文、向井利典、山本達人、西田篤弘、前沢 洸、園分 征、町田 忍

A21-P80 超薄膜カーボン通過による粒子の角度散乱および電離効率測定実験—磁気圏撮像観測のための高速中性粒子測定器の開発—  
風間洋一、向井利典、斎藤義文、浅村和史

A21-P81 極端紫外光による磁気圏撮像望遠鏡の開発(Ⅲ)  
滝澤慶之、三宅 亙、中村正人、平原聖文、吉川 朋、山崎 敦

A22 磁気圏構造Ⅱ  
座長 中村 匡(宇宙研)  
町田 忍(京大・理学部)

13:00 A22-01 Plasma entry from the flanks of the near-Earth magnetotail  
藤本正樹、寺沢敏夫、西田篤弘、向井利典、山本達人、園分 征

13:12 A22-02 Pressure and Magnetic Field Distribution and 3D Force Balance in the Plasma Sheet ( $X_{gsm} = -15 \sim -50 R_E$ ): GEOTAIL-WIND Collaboration  
寺沢敏夫、藤本正樹、篠原 育、向井利典、斎藤義文、町田 忍、山本達人、園分 征ほか、GEOTAIL LEP/MGF チーム、A.J. Lazarus、J.T. Steinberg、R.P. Lepping

13:24 A22-03 静穏時近尾側プラズマシートでの対流  
堀 智昭、前沢 洸、斎藤義文、向井利典、山本達人、園分 征

B22 電離圏構造  
座長 藤井良一(名大・STE研)  
山本 衛(京大・超高層電波)

B22-01 低緯度オーロラ現象に伴う電離圏擾乱とその磁気圏過程との関連  
田中高史、大高一弘

B22-02 Behavior of electron temperature and electron density during magnetic storm  
磯田総子、小山孝一郎、N.A. Abdu、R. Heelis、渡部重十、高橋忠利、大家 寛

B22-03 Intense Ionization in the D- and E-regions Associated with an SSC  
藤井良一、野澤悟徳、松浦延夫、A. ブレッケ

C22 電気伝導度-Ⅱ  
座長 小川康雄(地質調)  
上嶋 誠(東大震研)

C22-01 Induction Arrowの理論と事例: 2D導電率分布モデルに基づく新たなアプローチ  
波辺富也、瀬戸正弘、湯元清文、210°線地磁気観測グループ

# 第 2 日 目

10月22日 (火)

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
13:36	A22-04 Field-Aligned Currents in the Plasma Sheet Boundary Layer Observed by GEOTAIL II 前田祐利、山本達人、向井利典、斎藤義文、園分 征	B22-04 E-region neutral wind in the auroral ionosphere: A case study for two intervals 野澤悟徳、A. ブレッケ、藤井良一	C22-02 漏洩電流のモデル化とその応用 (2) 笠谷貴史、住友則彦、後藤忠徳
13:48	A22-05 磁気嵐に伴う磁気圏プラズマシート/ロープでのプラズマ流変動 中村るみ、園分 征、向井利典、山本達人	B22-05 Correlation of Ti/Te enhancement with J and E in the polar E-region using EISCAT CP data - Part II - 斎藤 享、野澤悟徳、藤井良一、松浦延夫、A. ブレッケ	C22-03 長崎～福江間海底同軸ケーブルを利用した海底地殻電気構造の研究 (序報) 田中良和・大羽成征、歌田久司、行武 毅
14:00	A22-06 Solar Wind Parameter Dependence of the Near-Earth Plasma Sheet Ion Properties 前沢 洸、堀 智昭、向井利典、斎藤義文、山本達人、園分 征、西田篤弘	B22-06 MU レーダー観測に基づく電離圏/熱圏大気重力波の研究 大塚雄一、高見友幸、深尾昌一郎	C22-04 AMT法による有珠火山の比抵抗断面 小川康雄、松島喜雄、高倉伸一、大島弘光、宇津木充、平野和幸、五十嵐昌司、土井 剛
14:12	A22-07 Traveling compression regions in the mid-tail near substorm expansion phase onset 田口 聡、J.A. Slavin、R.P. Lepping、能勢正仁	B22-07 Ionospheric Condition for the Evolution of the Midlatitude Ionospheric Irregularities 斉藤昭則、家森俊彦、竹田雅彦	C22-05 九重山における空中電磁法探査 山本哲也、中禮正明、山里 平、山崎 明
14:24	A22-08 Substorm onset signatures in the near-Earth magnetotail with GEOTAIL 長井嗣信、中村るみ、藤本正樹、向井利典、斎藤義文、山本達人、西田篤弘、園分 征	B22-08 電離圏E領域イレギュラリティと背景電離圏電場の関連 齋 哲也、山本 衛、深尾昌一郎	(14:24 休憩)
14:36	A22-09 Generation of Plasmoids and Their Evolution in the Earth Magnetotail Inferred from GEOTAIL Observations 町田 忍、家田章正、向井利典、斎藤義文、山本達人、西田篤弘、平原聖文、寺沢敏夫、園分 征	B22-09 SEEK - Sporadic E Experiment over Kyushu - キャンペーン速報 深尾昌一郎、山本 衛、早川 基、向井利典、R.T. ツノダ、SEEK観測班	C22 地殻活動電磁気学・磁場計測 座長 茂木 透 (九大・工) 藤 浩明 (東大海洋研)
14:48	A22-10 Statistical Analysis of Plasmoid Evolution: GEOTAIL Observation 家田章正、町田 忍、向井利典、斎藤義文、山本達人、西田篤弘、寺沢敏夫、園分 征	B22-10 SEEK観測キャンペーンで得られたスプラディックE層電子密度プロファイル 山本真行、小野高幸、大家 寛	C22-06 地震リモートセンシングフロンティア研究 - 電磁場変動観測技術による固体地球科学研究 - 早川正上、児玉哲哉
15:00	A22-11 Statistical property and possible supply mechanisms of tailward O' beams in the lobe/mantle regions 関華奈子、寺沢敏夫、平原聖文、向井利典、斎藤義文、山本達人、町田 忍、園分 征	(15:00 休憩)	C22-07 水圏断層での送電線を利用した地電流観測 茂木 透、田中良和、中野大輔、鈴木貞臣、中田正夫、行武 毅
			C22-08 伽藍岳における自然電位測定 大羽成征、田中良和、橋本武志、由佐悠紀

15 : 12	(15 : 12 休憩)	B22-11 A MU radar-based study of the solar activity variations of the ionospheric temperatures and densities 蘇 元智、深尾昌一郎、G.J. Baileg	C22-09 三宅島火山における全磁力の連続観測 関口 航、石川良寛、小山 茂、笹井洋一
15 : 24	A22-12 サブストーム時に磁気圏尾部真夜中近付に現れる Dense Plasmas 浅野芳洋、向井利典、山本達人、西田篤弘、寺沢敏夫、長井嗣信、町田 忍、國分 征	B22-12 Ionospheric variations over Japan: Studies using MU radar and a theoretical model N. Balan、大塚雄一、G.J. Bailey、深尾昌一郎	C22-10 ネットワークMT法を用いた地殻比抵抗検出の試み(その2) 谷元健剛、大志万直人、住友則彦、山口 覚
15 : 36	A22-13 磁気圏尾部イオンの熱平衡温度 中村 匡、向井利典、斎藤義文、町田 忍	B22-13 The Anomaly of Weak Thermospheric Winds over Japan B.M. Reddy、大塚雄一、深尾昌一郎	(15 : 36 休憩)
15 : 48	A22-14 地球磁気圏近尾部における SLOW-MODE 的波動現象の観測 斎藤義文、向井利典、西田篤弘、寺沢敏夫、町田 忍、山本達人、國分 征	B22-14 中緯度スプラディックナトリウム層の出現高度 長澤親生、阿保 貞	C22-11 3Dモデルを用いた比抵抗変化モニターについて(2) 大志万直人
16 : 00	A22-15 温度異方性を考慮した Slow Shock の構造 岡田憲司、星野真弘、中村 匡	B22-15 空電の分散特性を利用した平均的下部電離層高度観測 大矢浩代、島倉 信	C22-12 地震地磁気効果を数値的解法で定量化する試み 坂中伸也、住友則彦、大志万直人
16 : 12	A22-16 磁気リコネクション X 型領域の観測的証拠 星野真弘、向井利典、西田篤弘、山本達人、國分 征	B22-16 電子ビーム放出実験中の観測ロケット搭載用標準型インピーダンスプローブの種々の特性 渡辺勇三	C22-13 Piezomagnetic Field for Parkfield Fault Model W.D. スチュアート、P.O. バンクス、笹井洋一、S.W. リュウ
16 : 24	A22-17 Characteristics of Magnetospheric Deformation by GEOTAIL 吉村 剛、飯島 健、國分 征	(16 : 24 休憩)	C22-14 The First Realtime Measurement of Seafloor Geomagnetic Total Force - Pacific Hemisphere Geophysical Network Project - 藤 浩明、馬場聖至、浜野洋三
16 : 36	A22-18 近地球磁気圏尾におけるサブストームに伴う磁場変動 中井 仁、上出洋介	(●ポスター)	C22-15 カムチャッカ域の地震活動と電磁放射・変動との相関性について E.F. Vershinin、A.V. Buzevich、田中義人、湯元清文
		B22-P32 アラスカ・ポーカークラットにおけるイメージング・リオメータによる銀河雑音吸収の観測 村山泰啓、森 弘隆、貝沼昭司、石井 守、五十嵐喜良、山岸久雄、西野正徳	(●ポスター)
		B22-P33 EISCATによって観測された移動性電離層擾乱の相対位相および振幅(Ⅱ) 嶋村武彦、柴田 喬、藤井良一	C22-P05 地震に伴う電磁放射観測における発生源判別システムの開発 齊藤貞二、富澤一郎
		B22-P34 電離圏全電子数観測における最適基準高度の決定について 太田善久、丸山 隆、奥澤隆志、大高 弘、森岡昭、加藤浩文	C22-P06 三宅島火山の自然電位分布(補遺) 西田泰典、佐藤秀幸、村上英記、網田和宏、関口 航
		B22-P35 電離圏E領域FAI乱流のMUレーダー観測 関藤憲秀、小川忠彦、山本 衛	

# 第 2 日 目

10月22日 (火)

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
16 : 48	A22-19 The enhancements of directional differential energy flux of energetic ions associated with a storm: Comparison of observational results by Explorer 45 with particle simulations 海老原祐輔、江尻全機	B22-P36 赤道異常の日々変動特性 高見友幸、深尾昌一郎  B22-P37 全地球的地磁気Sq場の逐日変化 竹田雅彦  B22 大気放射 座長 高橋幸弘(東北大・理学部) 中村卓二(京大・超高層電波)	
17 : 00	A22-20 Symplectic 数値解法を用いた内部磁気圏における荷電粒子の追跡 油江宏明、家森俊彦	B22-17 SPRITES '96 キャンペーン速報: 1. 光学観測の経過と結果の概要 福西 浩、高橋幸弘、藤戸 学、渡邊芳明、坂野井和代、渡部重十、U.S. Inan、W.A. Lyons	
17 : 12	A22-21 Dst 場発達・減衰の要因とそのモデリング (1) 家森俊彦、高橋 俊、油江宏明	B22-18 「名古屋」および「つくば」において測定されたオゾンミリ波分光観測結果の比較 前川昇司、小川英夫、河端公昭、岩坂泰信、中根英昭、二宮真理子	
17 : 24	A22-22 SAMPEX 衛星による放射線帯電子フラックス <sup>2</sup> 亀井和寿、中村るみ、上出洋介、D.N. Baker	B22-19 ライダー及び気球搭載パーティクルカウンターによる極成層圏雲の観測結果の比較 藤野一啓、藤原玄夫、林 政彦、柴田 隆、岩坂泰信	
17 : 36	A22-23 Laboratory Simulation of the Explosion of Plasmas near the Earth for Asteroid/Comet Impact Problem 南 繁行、鈴木 裕、Y.P. Zakharov	B22-20 オーロラ/大気光分光計測のための絶対校正システムの開発 竹下 秀、木山喜隆、江尻全機、岡野章一	
17 : 48	A22-24 非エネルギー掃引型粒子計測器の開発 (2) 浅村和史、向井利典、斎藤義文、風間洋一、町田 忍	(●ポスター)	
		B22-P19 SPRITES '96 キャンペーン速報: 2. Sprites/Elves 光学観測システム 渡辺芳明、高橋幸弘、藤戸 学、坂野井和代、福西浩、W.A. Lyons	
		B22-P20 SPRITES '96 キャンペーン速報: 3. Elves を伴う Sprites の時間空間構造 藤戸 学、高橋幸弘、渡辺芳明、坂野井和代、福西浩、W.A. Lyons	

B22-P21 SPRITES '96 キャンペーン速報：4. Carrot 状  
Sprites の時間空間構造  
高橋幸弘、藤戸 宇、渡辺芳明、坂野井和代、福西  
浩、W.A. Lyons

B22-P22 1次元アレクセンサを用いた衛星搭載用オゾン  
観測紫外分光計の概念検討 (2)  
久世晩彦、小川利紘

B22-P23 地上大気光観測による中間圏オゾンコラム密  
度2  
北島麗香子、山本博聖、関口宏之、牧野忠男

B22-P24 信楽 MU 観測所での OH イメージ観測 (SEEK  
キャンペーン期間の速報)  
中村卓司、宮川博尚、津田敏隆、山田嘉典、高橋幸  
弘、福西 浩

B22-P25 SEEK キャンペーン期間の内之浦・大隈 OH 大  
気光観測速報  
福西 浩、土岐剛史、山田嘉典、高橋幸弘、山本  
衛、深尾昌一郎

B22-P26 近赤外線カメラによる OH-airglow の観測  
森 淳、木山喜隆

B22-P27 ハワイ・ハレアカラ山頂における大気光観測結  
果 - その5 -  
木山喜隆、北 和之、岩上直幹、小川利紘



# 第 3 日 目

10月23日 (水)

時 間	
9:00~12:00	ポスターセッション (通信総合研究所、4号館1階及び2階)
13:00~15:00	<p>第100回記念特別講演会 (4号館2階)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 私の地球電磁気学入門 東京大学名誉教授 力武常次</li> <li>2. 地球から宇宙へ 東京大学名誉教授 平尾邦雄</li> <li>3. 日本地球電気磁気学会誕生までの歴史 —初代委員長の長谷川万吉先生を中心として— 朝日大学教授 永野 宏</li> </ol>
15:00~17:00	第100回総会 (4号館2階)
17:00~17:15	写真撮影
17:30~	懇親会 (研究交流センター)

開始時間	B 会場	C 会場	D 会場
9:12			<p>D41 大気化学 - I 座長 岩上直幹 (東大・理学部) 中島英彰 (名大・STE研)</p>
9:24	<p>B41 磁気圏プラズマ波動 座長 笠原禎也 (京大・工学部) 小野高幸 (東北大・理学部)</p>	<p>C41 主磁場ダイナモ・固体惑星 座長 清水久芳 (東大地震研)</p>	<p>D41-01 S-310-24号機による高度120km近辺での中性大気加熱現象の観測および窒素分子振動温度上限の決定 川島高弘、小山孝一郎、鈴木勝久、岩上直幹、堤井信力、置田彩子、福山恒太、野田 亮</p> <p>D41-02 改良型大気周縁赤外分光計 (ILAS) による成層圏オゾン層の観測 笹野泰弘、鈴木 睦、横田達也、神沢 博</p>
9:36	<p>B41-01 Anomalous Resistivity in Slow-mode Shock Induced by GEOTAIL Observation 日下 拓、中村正人、篠原 育、早川 基、鶴田浩一郎、向井利典、斎藤義文、岡分 征、山本達人</p>	<p>C41-01 一等磁気測量による地磁気永年変化の急速な変動 (1980年代前半のY成分) 鈴木直勝、酒井英夫、水野浩雄</p>	<p>D41-03 ILAS 検証実験計画 神沢 博、近藤 豊</p>
9:48	<p>B41-02 磁気中性面近傍における電子加熱と磁場擾乱 篠原 育、藤本正樹、長井嗣信、寺沢敏夫、松井洋、林 幹治、斎藤義文、向井利典、山本達人、町田 忍、岡分 征</p>	<p>C41-02 1時間値を用いた Geomagnetic Jerk 現象の解析 長尾大道、家森俊彦</p>	<p>D41-04 ILAS 赤外分光器の装置関数の決定 鈴木 睦</p>
10:00	<p>B41-03 あけぼの衛星で観測されたプラズマ圏ヒスの強度分布に関する研究 松浦孝介、松尾敏郎、木村啓根</p>	<p>C41-03 励起存否法を用いた赤道双極子数十年変動の解析 横山由紀子</p>	<p>D41-05 Accuracy of total ozone column amounts observed with solar infrared spectroscopy 村田 功、近藤 豊、中島英彰、小池 真、趙 永淨、鈴木勝久</p>
10:12	<p>B41-04 ガウス分布型1-2方向モデルを用いた波動分布関数法によるVLF波動の伝搬方向推定 笠原禎也、相坂和城、恒原克彦、木村啓根</p>	<p>C41-04 地球突入後に起こりうる小隕鉄の磁気的変化について 福原哲哉、船木 實、永井寛之</p>	<p>D41-06 酸素原子・オゾン同時気球測定 岩上直幹、北 和之、竹川暢之</p>
10:24	<p>B41-05 ELF ヒスの波動エネルギー分布動態 楠木貴憲、高倉 信、A.J. Smith</p>	<p>(10:24 休憩)</p>	<p>D41-07 月掩蔽法における観測機会について 藁谷克則、鈴木 睦、中村邦雄、笹野泰弘</p>
		<p>(●ポスター)</p> <p>C41-P07 回転球殻における電磁流体のダイナミクス (Ⅱ) 佐藤淳子、松島政貴、木藤義守</p> <p>C41-P08 Small Scale Helicity and Alpha Effect in the Earth's Core 清水久芳、ディビッド・ローパー</p>	

# 第 4 日 目

10月24日 (木)

開始時間	B 会場	C 会場	D 会場
10 : 36	B41-06 低緯度ダクト出口のホイスラ偏波特性 (2) 中村義勝	C41 岩石磁気・古地磁気-I 座長 山崎俊嗣 (地質調査所)	(10 : 36 休憩)
10 : 48	(10 : 48 休憩)	C41-05 A paleomagnetic study of the late Quaternary sediments in Bangladesh D.K. Biswas、兵頭政幸、D.K. Guha	D41-08 エッセル回折格子分光器によるCH <sub>4</sub> 吸収スペクトルの測定結果 久世暁彦、鈴木 睦、中澤高浩、早坂忠裕、笹野泰弘、谷井 純
11 : 00	B41-07 ホイスラモードサイドバンド波を放射する可能性のある電子の軌道について 池田 慎、V.S. Sonwalker	C41-06 北海道西方沖コアの残留磁気について 上嶋正人	D41-09 冬期の中・高緯度の非メタン炭化水素の垂直分布の解釈 川上修司、近藤 豊、小池 真、中島英彰
11 : 12	B41-08 捕捉共鳴電子を伴った静電波のサイドバンド不安定性 大村善治、ビクター・クラソフスキー、松本 紘	C41-07 Brunhes/Matuyama 地磁気逆転境界付近のPDRMパターン 兵頭政幸	D41-10 陸別におけるC <sub>2</sub> H <sub>6</sub> 気柱全量の季節変化 樋口 聡、鈴木勝久、村田 功、中島英彰、小池 真、近藤 豊
11 : 24	B41-09 静電孤立波形成メカニズムに関する静電プラズマコードを用いた計算機実験 三宅壮聡、大村善治、松本 紘	C41-08 Attempt to determine the palaeointensity by the Cretaceous igneous rocks from Iritono, Abukuma Region, Japan 綱川秀夫、後藤 巖、志村興一郎、山本裕二、瀧上 豊	D41-11 Retrieval of the total column and tropospheric profile of carbon monoxide from ground-based FTIR spectra observed at Rikubetsu (43.5° N), Japan in 1995-96 趙 永浄、近藤 豊、劉 旭、小池 真、中島英彰、村田 功、F.J. Murcray、鈴木勝久
11 : 36	B41-10 プラズマ密度不均一に起因するUH波励起に関する計算機実験 (3) 上田裕子、大村善治、松本 紘	C41-09 バイカル湖底堆積物の古地磁気、岩石磁気 堀井雅恵、酒井英男、小林宏典、柏谷健二、流郷将之、河合崇欣	D41-12 陸別におけるFTIR観測による成層圏O <sub>3</sub> 、HCl、HFの高度プロファイルの導出 中島英彰、近藤 豊、村田 功、趙 永浄、小池 真、中根英昭、X. Liu、F.J. Murcray
11 : 48	B41-11 Gauss型粒子を用いたVLF放射の計算機シミュレーション 小野 康、上田裕子、島倉 信	C41-10 琵琶湖湖底堆積物の岩石磁気測定による古環境変動解析 国子克樹、鳥居雅之、林田 明、竹村恵二	D41-13 PEM-West Bで観測された下部対流圏のPANの熱分解によるNO <sub>x</sub> の生成 小池 真、近藤 豊、川上修司、中島英彰、H.B. Singh、J.T. Merrill
		C41-09 Environmental rock-magnetism of pelagic clay: Implications for Asian eolian input to the North Pacific since the Pliocene 山崎俊嗣、井岡 昇	

(●ポスター)

- B41-P58 非構造格子電磁粒子コードによるSFUのプラズマ電磁環境の計算機実験  
岡田雅樹、渡辺勇三、佐々木進、松岡 忍、江尻全機、松本 絃
- B41-P59 地球磁気圏境界層近傍で観測される電子サイクロトロン高調波の解析  
臼井英之、松本 絃、向井利典、斎藤義文
- B41-P60 Equatorial Electromagnetic Gyro-harmonic Waves Induced by Storm-associated Oxygen Ions  
劉 洪、林 幹治、関分 征、大村善治、松本 絃
- B41-P61 GEOTAIL 搭載電界アンテナにおけるインパルス応答と背景プラズマ状態  
筒井 稔、小林 諭、長野 勇、小嶋浩嗣、松本 絃
- B41-P62 赤道UHR波動急増現象 (EPWAT) の出現特性  
飯島雅英、大家 寛

B42 太陽風磁気圏相互作用  
座長 松岡彩子 (宇宙研)  
河野英昭 (UCLA/IGPP)

- 13 : 00 B42-01 太陽風パラメータの地磁気活動への影響  
恩藤忠典
- 13 : 12 B42-02 Bow Shock 上流域における Diffuse Ion の Flux 変化 GEOTAIL-LEP 観測  
杉山 徹、寺沢敏夫、向井利典、斎藤義文、町田 忍、山本達人、関分 征
- 13 : 24 B42-03 Bow shock expansion and its relaxation during the magnetic cloud passage  
坪内 健、寺沢敏夫、島田延枝、向井利典、斎藤義文、山本達人、西田篤弘、町田 忍、関分 征、松本 絃、小嶋浩嗣、A.J. Lazarus、J.T. Steinberg、R.P. Lepping

C42 岩石磁気・古地磁気-II  
座長 小田啓邦 (地質調査所)  
高橋雅記 (地質調査所)

- C42-01 Paleomagnetic study of the Upper Cretaceous red sandstones in Yunnan province, China  
横山昌彦、乙藤洋一郎、玉井雅人、劉 育燕
- C42-02 Paleomagnetic study of Cretaceous rocks from Xichang, Southwestern Sichuan, China  
玉井雅人、乙藤洋一郎、劉 育燕、魯 連仲
- C42-03 中国東部華南褶曲帯-浙江省の白亜紀堆積盆 (赤色砂岩、赤色シルト岩) の古地磁気  
櫻村浩志、森永速男、井口博夫、宮田隆夫、劉 育燕

(●ポスター)

- D41-P13 ライダーで観測されたPSCの特性とその温度履歴  
柴田 隆、永井智宏、藤原玄夫、水谷耕平、岩坂泰信、板部敏和、内野 修
- D41-P14 1996年夏期スピッツベルゲンにおける光学オゾンゾンデによる上部成層圏オゾン高度分布観測  
岡林昌宏、岡野章一、H. Gernandt、田口 真、福西 浩
- D41-P15 太陽活動減少期の成層圏オゾン観測  
渡辺 隆、鈴木勝久、柴崎和夫、小川利絃
- D41-P16 航空機観測用オゾン測定器の開発と成層圏からのオゾン沈降の観測  
北 和之、平田康之、竹川暢之、藤原正智、小川利絃、橋口浩之、矢澤健司、田丸 卓
- D41-P17 視野内に雲があるときの対流圏微量気体の衛星観測  
今村 剛、小川利絃
- D41-P18 飛行体用 TOF 型中性ガス質量分析器に用いる電離源の開発  
藤川暢子、鶴田浩一郎、早川 基

D42 大気化学-II  
座長 小池 真 (名大・STE研)  
北 和之 (東大・理学部)

- D42-01 ライダー観測による春期の圏界面付近エアロゾルの分布  
樫 成顔、岩坂泰信、柴田 隆、酒井 哲、金 潤爽
- D42-02 ライダーで観測したピナツボ火山エアロゾルの経年変化 - 対流圏界面近くのエアロゾル量変化 -  
金 潤爽、岩坂泰信、柴田 隆、樫 成顔、長谷正博、中田 澁
- D42-03 ラマンライダーによって観測された対流圏エアロゾル粒子の光学的特性と湿度の関係  
酒井 哲、柴田 隆、樫 成顔、金 潤爽、田村耕一、岩坂泰信

開始時間	B 会場	C 会場	D 会場
13 : 36	B42-04 Alfvén Waves in the Magnetosheath 松岡彩子、D.J. Southwood、山本達人、向井利典、 園分 征	C42-04 北部北上閉伊崎嶺出岩の古地磁気学研究 佐藤 謙、井堀睦之、乙藤洋一郎、松田高明	D42-04 ライダーによる大気分子の偏光解消度の測定 足立 宏、柴田 隆、林 政彦、酒井 哲、長谷正 博、白石浩一、近 知美、名倉義信、藤野 啓、R. Nouber、藤原玄夫、岩坂泰信
13 : 48	B42-05 Transient magnetosheath entry events in the daytime sector 園分 征、向井利典、山本達人、鶴田浩一郎	C42-05 本邦における複合層序学的研究の可能性 高橋雅紀	D42 惑星大気・大気力学 座長 村山泰啓 (通信総研) 石井 守 (通信総研)
14 : 00	B42-06 Magnetotail Response to Variations of Solar Wind Dynamic Pressure and IMF-Bz Polarity: A Case Study on November 27, 1995 向井利典、斎藤義文、山本達人、長井嗣信、町田 忍、園分 征、L. Zelenyi、A. Petrukovich、A.J. Lazarus、J.T. Steinberg、R.P. Lepping、G. Rostoker	C42-06 Preliminary paleomagnetic results from ig- neous rocks of the Ninohe area: Constraints on the timing of counterclockwise rotation of Northeast Japan 尾 博幸、松原尚志	D42-05 波動が駆動する金星中層大気の子午面循環 今村 剛
14 : 12	B42-07 Magnetospheric Response to Variations of Dynamic Pressure and Magnetic Field in the Solar Wind 江本宗弘、荒木 徹、町田 忍、向井利典、山本達 人、湯元清文、塩川和夫、園分 征、R.P. Lepping、K.W. Ogilvie、D. Drr、D. Milling	C42-07 犬山地域に分布する三畳系赤色チャートの古地 磁気 小田啓邦、鈴木寿志	D42-06 PLANET-B/UVSの開発 田口 貞、岡野章一、渡部重十、福西 浩、高橋幸 弘、川原琢也
14 : 24	B42-08 IMF control of the occurrence and motion of flux transfer events 河野英昭、C.T. ラッセル	C42-08 飛騨帯ジュラ紀花崗岩類の自然残留磁化 森永速男、小西信彦、藤井政幸、後藤 篤、松田高 明、加納 隆	D42-07 赤道帯雷放電分布解析システム 八代宣洋、島倉 信
14 : 36	B42-09 Interpretation of Recent AMPTE Data at the Magnetopause W.J. Heikkila	(●ポスター)	D42-08 SESAME における中緯度成層圏での HNO <sub>2</sub> / NO <sub>x</sub> 杉田考史、近藤 豊、小池 貞、フランク・アーノ ルド、ランディ・ケイワ
14 : 48	B42-10 Upstream Waves observed by GEOTAIL 松本 紘、小嶋浩嗣、笠羽康正、張 永良、大村善 治、森川大輔、工藤 銃、三木信彦、大塚恒平、 R.R. Anderson	C42-P09 石川県大桑層の古地磁気・岩石磁気と海水準変 動 堀井雅恵、酒井英男、北村晃寿	D42-09 赤道波動に伴う成層圏・対流圏大気交換の観測 藤原正智、北 和之、小川利紘
15 : 00	B42-11 GEOTAIL による地球衝撃波前面の 2fp 電磁放 射領域の観測 笠羽康正、松本 紘、M.J. Reiner、 R.R. Anderson、J.-L. Bougeret、M.L. Keiser、 向井利典	C42-P10 ツツジとキクの葉の磁性 上野直子	D42-10 車載型 S バンド境界層レーダーの開発 山本真之、橋口浩之、佐藤 亨、山本 衛、深尾昌 一郎、磯村昭彦、芝野儀三

15:12

(15:12 休憩)

(●ポスター)

15:24

B42-P86 Prediction of Dst from Solar Wind Data Using a Neural Network Algorithm (1)  
サムエル・クベレーヌ、奥澤隆志

B42 惑星電磁圏

座長 山本達人 (宇宙研)  
三澤浩昭 (東北大・理学部)

15:36

B42-12 太陽風と水星電磁圏相互作用の3次元MHDシミュレーション  
奥田秀夫、荻野竜樹

15:48

B42-13 沿磁力線電流による火星電離層-太陽風結合系  
山本達人、鶴田浩一郎、早川 基

16:00

B42-14 電波えんべい法による火星電離層、中性大気観測計画  
小山孝一郎、水野英一、山本善一、鶴田浩一郎、山本達人、中谷一郎、河島信樹他

16:12

B42-15 SL9彗星擦の木星磁気圏通過期間に観測された特異Sバーストと二周波干渉計観測結果の対応  
大矢 克、大家 寛、飯島雅英

16:24

B42-16 木星・銀河デカメートル電波干渉計ECODESシステムの開発  
大家 寛、飯島雅英、小野高幸、片瀬拓弥

16:36

B42-17 銀河中心デカメートルパルサーを対象とする積分型アレイ干渉計方式の検討  
服部 真、片瀬拓弥、大家 寛、飯島雅英

16:48

B42-18 木星電子放出と惑星間空間磁場極性の関係  
土屋史紀、森岡 昭、三澤浩昭

C42-P11 隕石中の磁性鉱物 kamacite、taenite、tetra-taeniteの微細磁化構造の観察  
船木 資

C42-P12 Magnetic iron sulfide (pyrrhotite) from oceanic crust at DSDP/ODP Hole 504B  
鳥居雅之、齋 炎宏、洪 崇勝、福岡浩司

D42-11 3台の境界層レーダーとMUレーダーを用いた同時観測実験  
橋口浩之、深尾昌一郎、山本 衛、大野裕一、M.F. Larsen、R.D. Palmer

D42-12 MUレーダー・境界層レーダーによる台風9426号の観測  
深瀬美紀、山中大学、柴垣佳明、橋口浩之、前川泰之、深尾昌一郎

(15:36 休憩)

D42-13 寒冷渦南側のMUレーダー観測結果のウェーブレット解析  
下舞豊志、山中大学、深尾昌一郎

D42-14 MFレーダーにおける干渉計法の水平風速推定精度に関する研究  
田原志浩、山本 衛、深尾昌一郎

D42-15 RASSによる対流圏・下部成層圏の温度・風速プロファイルの観測  
足立樹泰、津田敏隆、増田悦久、有川佳宏、山本喜昭

D42-16 MUレーダーによる夏期中間圏散乱エコー層の日出時観測  
村岡良和、杉山卓也、深尾昌一郎

D42-17 流星レーダー・MFレーダーによるインドネシア赤道域での中間圏・下部熱圏の平均風と潮汐波の長期観測  
中村卓司、大西一範、津田敏隆、H. Wiryo-sumarto、B.H. SriWoro、R.A. Vincent、I.M. Reid

D42-18 内之浦におけるバイパー/チャフ実験とレーダーとの中間圏・下部熱圏風速の比較観測 - 過去のチャフ実験データを用いた解析 -  
村山泰啓、五十嵐喜良、西牟田一三、H.-U. Widdel、K. Schlegel、小山孝一郎、津田敏隆、中村卓司、深尾昌一郎、S.P. Namboothiri

# 第 4 日 目

10月24日 (木)

開始時間	B 会場	C 会場	D 会場
17:00	B42-19 あけぼの衛星によって観測された木星ヘクトメートル波の出現特性 中川史丸、森岡 昭、三澤浩昭、大家 寛		D42-19 2つの手法による下部熱圏中性風速の比較 - FPI vs. MU - 石井 守、中村卓司、岡野章一、深尾昌一郎
17:12	B42-20 イオ衛星ナトリウム雲の観測 (速報) - 木星磁気圏プラズマ源の研究 森岡 昭、三澤浩昭、高橋 慎、野澤宏大、岡本章一		D42-20 中間圏界面付近におけるOH大気光変動と大気波動伝播 山田嘉典、福西 浩、中村卓司
17:24	B42-21 月周回探査衛星による月地下探査並びに太陽感星電波観測計画 小野高幸、大家 寛、小林敬生、森岡 昭、橋本弘歳、山路 敦、山口 靖、佐々木晶  (●ポスター)  B42-P87 木星シンクロトロン放射の2.2GHz強度変動観測 三澤浩昭、三好由純、森岡 昭  B42-P88 鹿島低周波数帯木星・太陽電波観測装置 (KaRAS) の試験観測 近藤哲朗、永井浩二		D42-21 熱圏領域における運動量バランス 藤原 均、前田佐和子、福西 浩  (●ポスター)  D42-P28 オーロラジェット電流による大気重力波の励起 柴田 純、柴田 喬  D42-P29 山川MFレーダとHRDIとの超高層大気における風速比較結果 山崎亮三、五十嵐喜良、村山泰将、津田敏隆、中村卓司、長谷部文雄、M.D. Burrage、西牟田一三  D42-P30 ナトリウムライダーとMUレーダによる大気波動の同時観測 (1) 川原琢也、小林啓二、北原 司、小林史利、斎藤保典、野村彰夫、中村卓司、津田敏隆、阿保 貞、長澤親生  D42-P31 中緯度における下部熱圏風と温度のドップラーイメージング観測 坂野井和代、岡野章一、福西 浩

# ポスター発表一覧表 (ボード番号順)

## 電気伝導度

- C21-P01 Three-dimensional Features of Resistivity Structures of the Central Region of Northeastern Part of Japan Arc  
藤縄幸雄、川上則明、T.H. Asch、山根一修、高杉貞司、本蔵義守
- C21-P02 TDEM法による雲仙火山周辺の比抵抗構造モデリング  
神田 径、歌田久司、鎌山恒臣、田中良和、雲仙火山電磁気構造研究グループ
- C21-P03 有明海東岸での地震活動域と電気伝導度異常  
半田 駿
- C21-P04 The Mantle Electromagnetic and Tomography (MELT) Experiment  
馬場聖至、藤 浩明、一北岳夫、歌田久司、A.D. Chave、P. Tarits、A. White

## 地殻活動電磁気学・磁場計測

- C22-P05 地震に伴う電磁放射観測における発生源判別システムの開発  
齊藤真二、富澤一郎
- C22-P06 三宅島火山の自然電位分布(補遺)  
西田泰典、佐藤秀幸、村上英記、網田和宏、関口 航

## 主磁場ダイナモ・固体惑星

- C41-P07 回転球殻における電磁流体のダイナミクス(II)  
佐藤淳子、松島政貴、本蔵義守
- C41-P08 Small Scale Helicity and Alpha Effect in the Earth's Core  
清水久芳、ディビッド・ローパー

## 岩石磁気・古地磁気

- C42-P09 石川県大桑層の古地磁気・岩石磁気と海水準変動  
堀井雅恵、酒井英男、北村晃寿
- C42-P10 ツツジとキクの葉の磁性  
上野直子
- C42-P11 隕石中の磁性鉱物 kamacite、taenite、tetraenaite の微細磁化構造の観察  
船木 實
- C42-P12 Magnetic iron sulfide (pyrrhotite) from oceanic crust at DSDP/ODP Hole 504B  
鳥居雅之、齋 炎宏、洪 崇勝、福間浩司

## 大気化学

- D41-P13 ライダーで観測されたPSCの特性とその温度履歴  
柴田 隆、永井智宏、藤原玄夫、水谷耕平、岩坂泰信、板部敏和、内野 修
- D41-P14 1996年夏期スピッツベルゲンにおける光学オゾンゾンデによる上部成層圏オゾン高度分布観測  
岡林昌宏、岡野章一、H. Gernandt、田口 真、福西 浩
- D41-P15 太陽活動減少期の成層圏オゾン観測  
渡辺 隆、鈴木勝久、柴崎和夫、小川利敏
- D41-P16 航空機観測用オゾン測定器の開発と成層圏からのオゾン沈降の観測  
北 和之、平田康之、竹川暢之、藤原正智、小川利敏、橋口浩之、矢澤健司、田丸 卓
- D41-P17 視野内に雲があるときの対流圏微量気体の衛星観測  
今村 剛、小川利敏
- D41-P18 飛行体用TOF型中性ガス質量分析器に用いる電離源の開発  
藤川暢子、鶴田浩一郎、早川 基

## 大気放射

- B22-P19 SPRITES '96キャンペーン速報: 2. Sprites/Elves 光学観測システム  
渡辺芳明、高橋幸弘、藤戸 学、坂野井和代、福西 浩、W.A. Lyons
- B22-P20 SPRITES '96キャンペーン速報: 3. Elvesを伴うSpritesの時間空間構造  
藤戸 学、高橋幸弘、渡辺芳明、坂野井和代、福西 浩、W.A. Lyons
- B22-P21 SPRITES '96キャンペーン速報: 4. Carrot 状Spritesの時間空間構造  
高橋幸弘、藤戸 学、渡辺芳明、坂野井和代、福西 浩、W.A. Lyons
- B22-P22 1次元アレイセンサを用いた衛星搭載用オゾン観測紫外分光計の概念検討(2)  
久世曉彦、小川利敏
- B22-P23 地上大気光観測による中間圏オゾンコラム密度2  
北島理香子、山本博聖、関口宏之、牧野忠男
- B22-P24 信楽MU観測所でのOHイメージ観測(SEEKキャンペーン期間の速報)  
中村卓司、宮川博尚、津田敏隆、山田嘉典、高橋幸弘、福西 浩
- B22-P25 SEEKキャンペーン期間の内之浦・大隈OH大気光観測速報  
福西 浩、土岐剛史、山田嘉典、高橋幸弘、山本 衛、深尾昌一郎
- B22-P26 近赤外線カメラによるOH-airglowの観測  
森 淳、木山喜隆
- B22-P27 ハワイ・ハレアカラ山頂における大気光観測結果 - その5 -  
木山喜隆、北 和之、岩上直幹、小川利敏



## 惑星大気・大気力学

- D42-P28 オーロラジェット電流による大気重力波の励起  
柴田 純、柴田 喬
- D42-P29 山川 MF レーダと HRDI との超高層大気における風速比較結果  
山崎亮三、五十嵐喜良、村山泰啓、津田敏隆、中村卓司、長谷部文雄、M.D. Burrage、西牟田一三
- D42-P30 ナトリウムライダーと MU レーダによる大気波動の同時観測 (1)  
川原琢也、小林啓二、北原 司、小林史利、斎藤保典、野村彰夫、中村卓司、津田敏隆、阿保 真、長澤親生
- D42-P31 中緯度における下部熱圏風と温度のドップラーイメージング観測  
坂野井和代、岡野章一、福西 浩

## 電離圏構造

- B22-P32 アラスカ・ポーカークラフットにおけるイメージング・リオメータによる銀河雑音吸収の観測  
村山泰啓、森 弘隆、貝沼昭司、石井 守、五十嵐喜良、山岸久雄、西野正徳
- B22-P33 EISCAT によって観測された移動性電離層擾乱の相対位相および振幅 (II)  
嶋村武彦、柴田 喬、藤井良一
- B22-P34 電離圏全電子数観測における最適基準高度の決定について  
太田善久、丸山 隆、奥澤隆志、大高一弘、森岡 昭、加藤浩文
- B22-P35 電離圏 E 領域 FAI 乱流の MU レーダー観測  
関藤憲秀、小川忠彦、山本 衛
- B22-P36 赤道異常の日々変動特性  
高見友幸、深尾昌一郎
- B22-P37 全地球的な地磁気 Sq 場の逐日変化  
竹田雅彦

## ULF

- B21-P38 極冠域を含む高緯度で観測される Pc1 波動の空間範囲  
松井 洋、林 幹治
- B21-P39 南極 AGO ネットで観測された Pc1 脈動現象のスペクトル構造  
佐藤光輝、福西 浩
- B21-P40 低緯度 IPDP の発生伝搬機構の解析  
樋口喜啓
- B21-P41 衛星及び地上多点観測に基づく Pc3 波動の研究  
松岡 均、高橋主衛、園分 征、湯元清文、S.I. Solov'ev、E.F. Vershinin、長井嗣信、福田敏幸、五家建夫、松本晴久
- B21-P42 磁気脈動に伴う電離圏変動の HFD 観測  
石田憲一、柴田 喬、奥澤隆志
- B21-P43 Surface eigenmode としての magnetosphere waveguide mode  
藤田 茂
- B21-P44 磁気圏 ULF 波動のモデリング - IV - ULF 波動の地上における振幅の季節依存性  
中田裕之、藤田 茂
- B21-P45 東海大学地磁気観測システムの開発  
坂田圭司、利根川豊、桜井 亨、坂田俊文、横塚英世

## オーロラダイナミクス

- C12-P46 共役イメージングリオメータで観測されたディフューズ CNA ドリフト現象の特性  
藤田裕一、山岸久雄、佐藤夏雄
- C12-P47 Preliminary results with the scanning twin array beam VHF auroral radar at Syowa Station (STARS)  
五十嵐喜良、大高一弘、稲森康治、園武 学
- C12-P48 A synthetic understanding of the evolution of the auroral, magnetic, and magnetospheric substorms  
門倉 昭

- C12-P49 粒子降下構造と auroral oval の対応  
諸岡倫子、山本達人、向井利典、早川 基、鶴田浩一郎
- C12-P50 pulsating オーロラと LF 波動との相関解析  
龍澤博和、森岡 昭、三澤浩昭、高橋幸弘、宮岡 宏、佐藤夏雄
- C12-P51 ドップラーイメージング観測による南極熱圏中規模ダイナミクスの研究  
久保田実、福西 浩、岡野章一
- C12-P52 ディスクリットオーロラの高解像度撮像観測  
宮岡 宏、岡田雅樹、巻田和男、江尻全機

## 磁気圏電離圏結合

- A12-P53 プラズマシート境界層付近に現れる低緯度向き高速プラズマ流 - 夜側の「スロート」  
渡辺正和、行松 彰、山岸久雄、佐藤夏雄
- A12-P54 あけぼの衛星によって観測される低エネルギーイオンコンソックスの統計解析  
勝山公人、渡部重十、福西 浩、佐川永一、A.W. Yau、向井利典、早川 基、笠原植也
- A12-P55 Two-step Self Conversion Effect of Shear Alfvén Waves at the Inductive Ionosphere  
吉川顕生、糸長雅弘、湯元清文
- A12-P56 昭和基地 SuperDARN HF レーダー 2 基運用の為にソフトウェア開発  
行松 彰、渡辺正和、山岸久雄、佐藤夏雄他、昭和基地 HF レーダー研究グループ、R. Barnes
- A12-P57 通信総合研究所の荷電粒子計測器校正装置  
三宅 互、佐川永一、川辺 明、喜岡理紗

## 磁気圏プラズマ波動

- B41-P58 非構造格子電磁粒子コードによる SFU のプラズマ電磁環境の計算機実験  
岡田雅樹、渡辺勇三、佐々木進、松岡 忍、江尻全機、松本 紘

B41-P59 地球磁気圏境界層近傍で観測される電子サイクロトロン高調波の解析  
F1井英之、松本 紘、向井利典、斎藤義文

B41-P60 Equatorial Electromagnetic Gyro-harmonic Waves Induced by Storm-associated Oxygen Ions  
劉 洪、林 幹治、園分 征、大村善治、松本 紘

B41-P61 GEOTAIL搭載電界アンテナにおけるインパルス応答と背景プラズマ状態  
筒井 稔、小林 諭、長野 勇、小嶋浩樹、松本 紘

B41-P62 赤道UHR波動急増現象 (EPWAT) の出現特性  
飯島雅英、大家 寛

### 磁気圏構造

A21-P63 あけぼの衛星で観測した穏やかな北向き太陽風磁場での極域He<sup>+</sup>降下  
渡辺成昭、佐川永一、巖本 巖、B.A. Whalen、A.W. Yau、向井利典、早川 基

A21-P64 EXOS-D (あけぼの衛星) に基づく赤道域 Plasma-pause の構造について  
佐藤 学、大家 寛

A21-P65 あけぼの衛星で観測されたスロット領域での高エネルギー粒子の変動  
三井 力、葛井厚伸、長井嗣信、行松 彰、河野 毅、植野文命

A21-P66 静止衛星の磁場のデータによる高エネルギー電子の Prediction  
葛井厚伸、三井 力、長井嗣信

A21-P67 放射線帯でのLF帯波動分布  
小林拓志、森岡 昭、三澤浩昭、長井嗣信、行松 彰

A21-P68 磁気圏内の荷電粒子を追跡する数値モデルの開発  
島津浩哲

A21-P69 Pi2脈動オンセットの物理的意味  
坂 翁介、渡辺 修

A21-P70 沿磁力線電流の発生とその過渡振動: Quasi-

Periodic Oscillation (QPO) のメカニズム  
坂 翁介、渡辺 修

A21-P71 Geotail Satellite Observation of Mini-Substorm Signature in Near-Earth Magnetotail Plasma Sheet  
桜井 亨、利根川豊、大谷正明、坂田圭司、野和田基晴、湯元清文、園分 征、山本達人、向井利典、鶴田浩一郎

A21-P72 マッハ数で見た磁気圏尾部領域  
山本達人、向井利典、斎藤義文、園分 征

A21-P73 プラズモイド中で観測される counter streaming ion について  
松野陽一、向井利典、斎藤義文、山本達人、園分 征、町田 忍

A21-P74 Force balance near the X line under fast magnetic reconnection  
中村雅夫、藤本正樹、前沢 洸

A21-P75 自発的高速磁気再結合過程におけるテスト粒子シミュレーション - テアリングモデルとの比較 -  
清水 徹、鶴飼正行

A21-P76 Shell splitting of energetic ions injected at pseudo-substorm onsets  
高橋圭衛、B.J. Anderson、大谷晋一、G.D. Reeves

A21-P77 磁気圏に伴う昼間側内部磁気圏構造の変化  
長妻 努、福西 浩

A21-P78 準リアルタイムDst指数の作成  
亀井豊永、杉浦正久

A21-P79 An Estimation of the efficiency coefficients of the LEP-EAi onboard GEOTAIL  
片村千治、寺沢敏夫、篠原 育、斎藤義文、向井利典、山本達人、西田篤弘、前沢 洸、園分 征、町田 忍

A21-P80 超薄膜カーボン通過による粒子の角度散乱および電離効率測定実験 - 磁気圏撮像観測のための高速中性粒子測定器の開発 -  
風間洋一、向井利典、斎藤義文、浅村和史

A21-P81 極端紫外光による磁気圏撮像望遠鏡の開発 (Ⅲ)  
滝澤慶之、三宅 互、中村正人、平原聖文、吉川一朗、

山崎 敦

### 太陽・太陽風・惑星間空間・太陽圏

B12-P82 百武彗星磁気圏擾乱から推定される太陽磁気圏構造  
斎藤尚生、沼澤茂美、湯浅祥司、小塚幸央、小島正宜

B12-P83 太陽の大規模磁場分布の変化とフレア発生  
小塚幸央、小島正宜、斎藤尚生

B12-P84 太陽風中に見られる数分周期波動の偏波特性  
島田延枝、寺沢敏夫、中村正人、鶴田浩一郎、山本達人、園分 征

B12-P85 惑星間空間ショックの平均伝搬速度と1AUでの速度  
眞 慎一、渡辺 晃

### 太陽風磁気圏相互作用

B42-P86 Prediction of Dst from Solar Wind Data Using a Neural Network Algorithm (I)  
サムエル・クベレーヌ、奥澤隆志

### 惑星電磁圏

B42-P87 木星シンクロトロン放射の2.2GHz強度変動観測  
三澤浩昭、三好由純、森岡 昭

B42-P88 鹿島低周波数帯木屋・太陽電波観測装置 (KaRAS) の試験観測  
近藤哲朗、永井清二

### 学会関係

P89 我が国で「地球電磁気学」という言葉は、いつ、誰によって命名されたのか  
永野 宏、佐納康治、太田征次郎

P90 初等・中等教育に於けるSGEPSS関連の事項の教育の現状運営委員会

A会場

10月21日(月)

15:42~18:18

# 電離圏・磁気圏結合 - I

## Ionosphere-Magnetosphere Coupling - I

oral: A12-01~12

poster: A12-P53~P57

座長

渡部重十 (東北大・理学部)

品川裕之 (名大・理学部)

# A12-01 磁気圏・電離圏結合の電場に関する考察

松浦延夫 (名古屋大学)

## Field-aligned Equipotential Electric Field in relation to the Magnetosphere-Ionosphere Coupling

Nobuo Matsumura (Nagoya University)

It is thought reasonable and well accepted that electric field generated within the magnetosphere-ionosphere will basically have a feature of field-aligned equipotential owing to the anisotropic electric conductivity. General characteristics of space charge distribution corresponding to the field-aligned equipotential electric field has been theoretically argued and a question is raised about contradiction between neutrality of the space charge in the whole system of the magnetosphere-ionosphere and continuity of the electric currents (field-aligned current and ionospheric current) in the magnetosphere-ionosphere coupling.

定常状態乃至は準定常状態 (電磁波伝達が磁気圏・電離圏間を伝播するのに要する時間、数分程度、より長い時間スケールをもつ現象の場合) における磁気圏・電離圏結合を構成する電流系及び電場系については、次のような概念が一般に容認されている。電流系については、ダイナモ電流 ( $J_d \sim F \times B/B$ ) は沿磁力線電流 ( $J_{\parallel}$ ) を経て電離圏電流 ( $J$ ) と結合しており、電流の連続 ( $\nabla \cdot J = 0$ ) が保たれている。一方、電場系については、電離圏近傍における沿磁力線電場成分を除き、基本的には沿磁力線が等電位となる電場 ( $E_{\parallel}$ ) が支配的である。沿磁力線電流並びに沿磁力線等電位電場が生じることは、電気伝導度の非等方性を考慮すれば合理的である。

しかし、沿磁力線等電位電場起因する空間電荷分布については、従来余り考慮されていないが、以下に、空間電荷分布に関する問題点を提起する。

(1) 電離圏に流入する沿磁力線電流と電離圏伝導電流の連続は、近似的に  $J_{\parallel} + \nabla_{\perp} \cdot E_{\perp} = J_{\parallel} + \nabla_{\perp} \cdot q/c = 0$  で与えられる。ここで、沿磁力線電流密度を  $J_{\parallel}$  (鉛直上向きを正)、電離圏伝導層内の電場  $E_{\perp}$  は高度について一様、積分 Pedersen 伝導度を  $\Sigma_p$ 、空間電荷密度を  $q$ 、誘電率を  $\epsilon$ 、磁気傾角を  $90^\circ$  としてある。

(2) 電流の連続により、電離圏に流入する沿磁力線電流の総和が零でな

らなければならないので、積分 Pedersen 伝導度  $\Sigma_p$  が一様ならば、電離圏伝導層の空間電荷の総和は零となる。

(3) 沿磁力線等電位の電場が存在するとき、ある磁力管に沿った単位長当りの空間電荷密度  $q$  は、以下に示すように、磁力管に沿って緩やかに変化する。言い換えると、沿磁力線等電位の電場が存在するとき、任意の磁力管中の空間電荷の総量は、近似的に、同一磁力管中の電離圏高度における空間電荷密度と磁力線の長さの積によって与えられる。

(4) 磁気圏・電離圏結合系内のダイナモによって誘起される空間電荷の総和は常に零でなければならない。

(5) 磁力線の長さは緯度によって、磁気圏の形状に依存して、大きく異なるので、上記の (2) 項と (4) 項を同時に満足することは、一般に困難である。

磁力線方向を  $x_3$  とする直交曲線座標を  $x_1, x_2, x_3$ 、座標の線要素係数を  $h_1, h_2, h_3$  とし、沿磁力線等電位の静電ポテンシャルを  $\Psi(x_1, x_2)$  とするとき、断面  $\Delta x_2 \cdot \Delta x_3$  の磁力管の単位長当り空間電荷  $q'$  及び磁力管内の空間電荷総量  $\Delta Q$  は次式で与えられる。

$$q' = -\epsilon \Delta x_2 \Delta x_3 \left[ a \left( \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x_2^2} \right) + b \left( \frac{\partial \Psi}{\partial x_2} \right) + c \left( \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x_3^2} \right) + d \left( \frac{\partial \Psi}{\partial x_3} \right) \right]$$

$$\Delta Q = -\epsilon \Delta x_2 \Delta x_3 \left[ A \left( \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x_2^2} \right) + B \left( \frac{\partial \Psi}{\partial x_2} \right) + C \left( \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x_3^2} \right) + D \left( \frac{\partial \Psi}{\partial x_3} \right) \right]$$

ここで、磁力線に沿って変化するの係数  $a, b, c, d$  のみであり、これらの係数は、磁力線に沿って緩やかに変化する。  $\Delta Q = \int q' h_3 dx_3$ ,  $A = \int a h_3 dx_3, \dots$  である。簡単のため、双極子磁場座標の場合、電離圏高度に相当する地心距離  $r$  の球面上で余緯度  $\theta_0$  の位置の単位面積と交わる磁力管について、係数  $A, B, C, D (D=0)$  と電離圏高度での係数  $a, b, c (d=0)$  との比を以下に示す。  $L_0$  は、電離圏高度以上における磁力線の長さの近似値である。

$$\frac{A}{a_0} = L_0 \cdot \frac{1}{(1 + 3 \cos^2 \theta_0)}$$

$$\frac{B}{b_0} = L_0 \cdot \frac{(5 - 3 \cos^2 \theta_0)}{(5 - 9 \cos^2 \theta_0)}$$

$$\frac{C}{c_0} = L_0$$

$$L_0 = \frac{2r \cos \theta_0 \sqrt{1 + 3 \cos^2 \theta_0}}{\sin^2 \theta_0}$$

# A12-02

## Substorm phase dependence of penetration of the auroral electric field to the equator

T. Kikuchi(1), H. Lühr(2), T. Kitamura(3), and K. Schlegel(4)  
 1 Communications Research Laboratory, (kikuchi@crl.go.jp)  
 2 GeoForschung Zentrum, Potsdam, Germany  
 3 Dept. of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University  
 4 Max-Planck Institut für Aeronomie, Germany

### Abstract

This paper shows several types of penetration of the auroral electric field to the equator during substorms. A rapidly changing electric field penetrates directly to the equatorial ionosphere during the expansion phase, while a shielding due to a secondary electric field at the Alfvén layer is effective during the growth phase. An enhancement in the ionospheric conductivity in the afternoon auroral ionosphere may have caused a reversed electric field at the equator during the expansion phase of substorms.

### Introduction

As shown in the previous paper (Kikuchi et al., JGR, 1996 August), the auroral electric field penetrates directly to the equatorial ionosphere almost instantaneously during DP2 magnetic fluctuation events. During a substorm, on the other hand, the penetration is much more complex because of the shielding effect due to a developing ring current. In spite of the shielding effect, a direct penetration of the polar electric field could occur during the substorm when the polar electric field decreases rapidly (Kelley et al., JGR 1979, 301).

The purpose of this paper is to study the substorm phase dependence of the penetration of the auroral electric field to the equator, based on high time resolution magnetometer data from the IMAGE stations in Scandinavia and African/Brazilian equatorial stations.

### Analysis

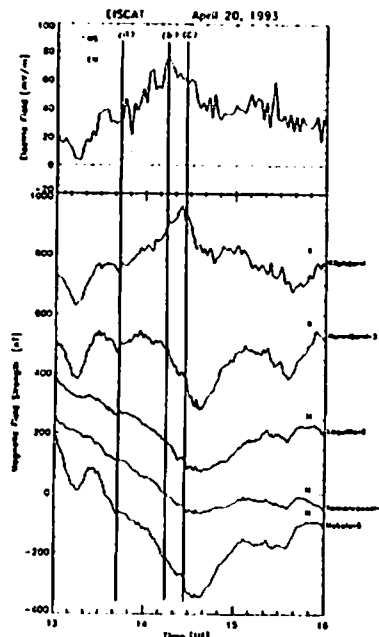
Figure 1 shows the auroral electric fields measured by the EISCAT (upper panel), magnetic X and H components from the auroral (Kilpisjärvi), subauroral (Nurmijärvi) and middle and low latitudes (Laquila, Tamarasset), and dip equator (Mokolo). During the growth phase starting at 1340 UT (designated with (a) in the figure), the auroral electric field increases monotonously until the peak (b) at 1415 UT. The magnetic X component at Kilpisjärvi increases in a similar manner to the

electric field, although its maximum is delayed because of the enhanced ionospheric conductivity. It should be noted that the magnetic fields at Nurmijärvi and Mokolo do not increase during the growth phase, while the DP2 magnetic fluctuations are observed at these stations. This result implies that the subauroral to equatorial ionosphere is shielded from the auroral electric field.

After the onset of the substorm, there observed decreases in the auroral electric field at about 1415 UT and 1428 UT as indicated with (b) and (c) in the figure. These electric field decreases correspond to the magnetic decreases at Nurmijärvi and Mokolo, suggesting that the abrupt change in the auroral electric field penetrates down to the equator during the expansion phase.

Another interesting result is that a magnetic increase at the afternoon auroral latitude corresponds to a magnetic decrease at the dayside equator during the expansion phase, suggesting an overwhelming shielding electric field produced by the region 2 field-aligned current, as will be shown in the presentation.

Figure 1 The auroral electric field observed by the EISCAT (upper panel) and the magnetometer data (lower panel).



**A12-03**

**PENETRATION OF POLAR ELECTRIC FIELDS INTO THE EQUATORIAL REGION: A RESULT FROM THE 210° MM PROJECT**

YUMOTO K.<sup>1</sup>, H. TACHIHARA<sup>1</sup>, Y. TANAKA<sup>1</sup>, M. SHINOHARA<sup>1</sup>, T.-I. KITAMURA<sup>1</sup>, K. SHIOKAWA<sup>2</sup>, R.J. MORRIS<sup>3</sup>, J.V. OLSON<sup>4</sup>, S.-I. AKASOFU<sup>4</sup>, AND THE 210° MM MAGNETIC OBSERVATION GROUP

<sup>1</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, Fukuoka 812-81, Japan

<sup>2</sup>Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, Toyokawa 442, Japan

<sup>3</sup>Australian Antarctic Division, Tasmania 7050, Australia

<sup>4</sup>Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks, Alaska 99775-7320, U.S.A

The evidence of penetrations of polar electric fields into the equatorial region was recently demonstrated in association with the following phenomena:

(a) Northern/southern Hemisphere asymmetry of sc/s1 amplitude ranges at lower latitudes, i.e., the amplitude ranges in the summer hemisphere are about twice as wide as those in the winter hemisphere (Yumoto et al., J.G.G., 1996).

(b) Higher correlations of magnetic variations in the DP-2 period range between auroral eastward electrojet (AEJ) and equatorial electrojet (EEJ).

In this paper 1-sec sampling magnetic field data from the 210° MM Magnetometer Network have been analyzed to examine relationships between AEJ at Macquarie Island (MCQ;  $\Phi = -64.5^\circ$ ,  $\Lambda = 247.8^\circ$ ) at high latitude and EEJ at Yap Island (YAP;  $-0.3^\circ$ ,  $209.0^\circ$ ) near the dip equator. We obtained the coherency of H-component variations between AEJ and EEJ and the dependence of DP-2 and Pc 5 amplitude ranges on magnetic latitude. The following new findings can be summarized:

- (1) Synchronous variations of AEJ at high latitude and EEJ at the dayside equator can be identified in the DP-2 and Pc 5 period ranges.
- (2) Amplitude ranges of the magnetic variations at high latitude exponentially decrease with decreasing of the magnetic latitude, and increase gradually at lower latitudes. All of these show the dayside equatorial enhancement.
- (3) The latitudinal profiles of the DP-2 and Pc 5 amplitudes depend on the period of the variations.

These observation facts indicate that large-scale electric fields in the period range from DP-2 to Pc 5 can penetrate to the magnetic equator, and can be identified in the changes of the equatorial electrojet enhancement.

**A12-04 Modeling of Energetic Coupling of Magnetosphere and Ionosphere (1) - High-Latitude Energy Input due to Particle Precipitation**

Tomoko Matsuo, H. Shinagawa, and T. Ogino  
Solar-Terrestrial Environment Laboratory,  
Nagoya University

An attempt to couple an ionospheric model to a magnetospheric MHD model is being made. In magnetosphere-ionosphere coupling a magnetospheric model needs extending to include the ionosphere and an ionospheric model is required to include the magnetosphere likewise (see Figure 1). For instance, magnetosphere-ionosphere current system can be modified by the interaction between the plasma and the neutral which leads to the dissipation of electric currents. Ionospheric conditions are affected by electric fields of magnetospheric origins and energetic particles associated with aurora. In previous studies with the magnetosphere model [Wolf, 1983], the magnetospheric convection pattern was applied to the ionosphere to calculate the ion convection pattern, while the electric conductivity derived from the auroral particle precipitation model based on the observation was fixed. With regard to the thermospheric model [Roble and Ridley, 1987], both the magnetospheric convection pattern and the auroral particle precipitation pattern were specified by empirical models.

Ionospheric properties such as densities and temperatures are essential quantities for determining the electric conductivity which plays a key role in magnetosphere-ionosphere coupling. We examine the variation of the electric conductivity in response to the time varying energy input from the magnetosphere. Rates of heating, energy deposition, ionization, and excitation are computed by using parameters inferred from the magnetospheric MHD model [Ogino, 1986], assuming that down-

ward precipitating electrons have the Maxwellian energy distribution. Preliminary results obtained by this method are presented.

This study will enable us to construct a coupling model of magnetosphere and ionosphere by self-consistently including the magnetospheric convection pattern and the distribution of auroral particle precipitation deduced from the MHD magnetospheric model.

**References**

Wolf, R. A., *Solar Terrestrial Physics*, ed. by R. L. Carollano and J. M. Boorbes, pp. 303-368, D. Reidel Norwell, Mass., 1983.  
Roble, R. G., and E. C. Ridley, *Annales Geophysicae*, 5A, (6), 369-382, 1987.  
Ogino, T., *J. Geophys. Res.*, 91, 6791-6806, 1986.

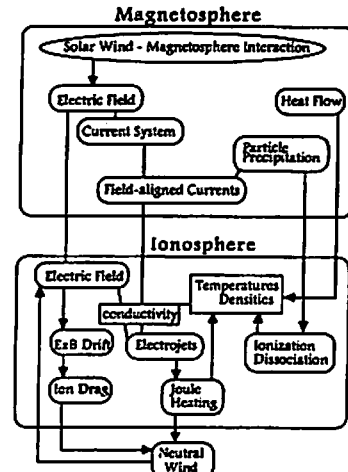


Figure 1. Flow chart for magnetosphere-ionosphere coupling

A12-05 熱圏-電離圏結合モデル (5)

— 磁気圏モデルとの結合

品川裕之、荻野竜樹、松尾朋子 (名大・STE 研)

Thermosphere-ionosphere coupling model (5)  
— Coupling to magnetospheric model

H. Shinagawa, T. Ogino, and T. Matsuo  
(STEL, Nagoya University)

We are currently developing an ionosphere-thermosphere coupling model which is self-consistently coupled to the magnetospheric MHD model. The model now includes effects of particle precipitation derived from the magnetospheric model as well as electromagnetic coupling processes between the magnetosphere and the ionosphere.

熱圏・電離圏・磁気圏は強く結合したシステムであり、互いに影響を及ぼしあっている。我々は、熱圏・電離圏グローバルモデルと磁気圏グローバルMHDモデルを結合する方法についての研究を行い、これに基づいた結合モデルを開発している。現在、磁気圏モデルから求められたポテンシャル (または電場) を電離圏へ投影し、電離圏での電場、速度、密度、電流などを計算し、沿磁力線電流を磁気圏とつなげて結合する方法を試みている。これにより磁気圏と電離圏の相互作用をかなり現実的に取り扱うことができる。

これまで行った計算では、熱圏・電離圏モデルに磁気圏モデルから導かれるポテンシャルをinputとして、3次元的な電離圏構造を求めた。高緯度では、磁気圏対流電場によるドリフトで生じる電子密度構造が得られ、電離圏プラズマのドラッグで引き起こされ

る熱圏の対流運動も再現された (図1)。また、プラズマ・中性粒子の相互作用、電気伝導度の変化による沿磁力線電流の変化なども求められた。

磁気圏と電離圏は、電磁的なつながりだけでなく、粒子やエネルギーの交換過程などによっても結合している。今回のモデルでは、電離圏のエネルギーの式を近似的な形で含めるとともに、夜側における磁気圏からの降下粒子による電離・加熱の影響を含めた。これにより高緯度夜側の電離圏構造や熱圏の運動を今までよりも現実的に再現できるようになった。

熱圏モデルについては、経験的モデルを用いて温度分布を与えており、まだエネルギー過程を含んでいない。今後、エネルギーの式を含めるとともに、鉛直運動を正確に与えるモデルを開発する予定である。

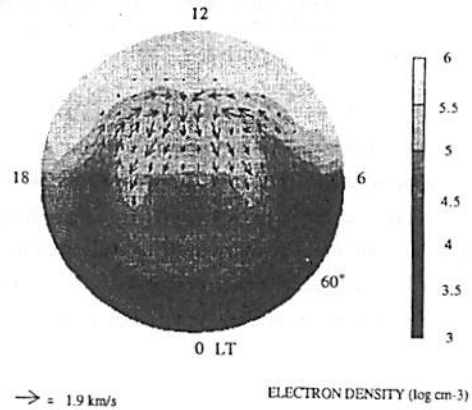


図1. モデル計算で求められた北極域の高度300kmでの電子密度とプラズマ速度。

A12-06

An Ionospheric Conductance Model Based on Ground Magnetic Data

B.-H. Ahn,<sup>1</sup> A. D. Richmond,<sup>2</sup> and Y. Kamide<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Earth Science, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

<sup>2</sup>High Altitude Observatory, National Center for Atmospheric Research, Boulder, CO 80303, U.S.A.

<sup>3</sup>Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, Toyokawa 442, Japan

An attempt is made to construct an improved conductance model by employing ground magnetic disturbance data as input. For each of the different regions in the auroral electrojets specified by different combinations of  $H$  component and  $Z$  component perturbations, as well as by MLT, an empirical relationship is obtained between the ionospheric conductance deduced from Chatanika radar data and magnetic disturbances from a nearby magnetic station. The new formulars are then applied to the averaged magnetic disturbance distribution obtained from the IMS meridian chain of magnetometers to deduce the average conductance distribution. It is then compared with a conductance model which was based on electron precipitation data (Hardy et al., 1987), finding a good agreement in terms of the magnitude and distribution pattern. Combined

our empirical relationship with the formula proposed by Robinson et al. (1987), the average energy and energy flux of precipitating electrons are also estimated.

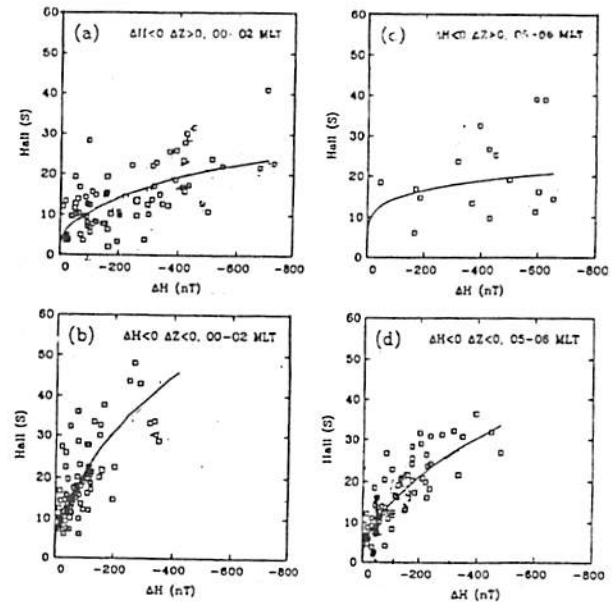


Fig. 1. The relationship between the estimated Hall conductance and the  $H$  component magnetic disturbance in four selected regions of the westward electrojet. In each diagram, the best-fit curve is represented by a power function.

Two-Step Development of Magnetic Storms

Y. Kamide,<sup>1</sup> N. Yokoyama,<sup>1</sup> W. D. Gonzalez,<sup>2</sup> and S. Masuda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University  
<sup>2</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brazil; also at Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

**Abstract.** It is shown that for more than 50% of intense geomagnetic storms, the main phase goes through a two-step increase in the ring current field. The corresponding signature in the solar wind is the arrival of a double-structured southward IMF in the magnetosphere, pumping energy into the inner magnetosphere in two major steps.

In view of the wide recognition of the importance of space weather research, studies of geomagnetic storms have most recently come under increasing scrutiny. This talk addresses the question of what the intensity of magnetic storms represents, in particular, how one can properly define their strength on the basis of available data and what parameters in the solar wind determines the intensity of the "forthcoming" magnetic storms. Because of the close theoretical relationship between the

Table 1

	Type 1	Type 2	Uncertain
Weak storms	307	309	36
Moderate storms	140	225	34
Intense storms	58	134	8

A12-08 太陽活動度の違いで見た磁気嵐の発生頻度

横山信博、上山洋介 (名古屋大学太陽地球環境研究所)

Occurrence frequency of magnetic storms with respect to solar activity

N. Yokoyama and Y. Kamide (STE Laboratory, Nagoya University)

On the basis of the *Dst* index for the period from 1957 to 1991, 1252 storms were identified. We divided the storms into two types by visual inspection: one is to monotonically develop reaching the peak in *Dst* (Type 1), and the other is to have a two-step development of the main phase (Type 2).

Figure 1 shows the storm occurrence frequency and sunspot numbers. The top and the bottom columns show Type 1 and Type 2, respectively. It is clear that the dependence of the occurrence frequency of Type 1 magnetic storms on solar activity is different from that of Type 2 storms. The occurrence frequency of Type 1 storms has a peak near about 60 sunspot numbers. On the other hand, the frequency of Type 2 storms is not only higher than that of Type 1 but Type 2 storms occur more frequently when the sunspot number is larger. Many intense Type 2 storms take place at solar maximum but the occurrence of Type 1 storms is contributed primarily by moderate storms.

Intense storms tend to have in general a two-step development. The result of our study indicates the existence of a different of Type 1 and Type 2 storms associated with solar activity.

太陽活動度によって、磁気嵐の性質の違いが見られるかどうかを明らかにするために、タイプ分けした磁気嵐の発生頻度と黒点数の関係を調べた。抽出した磁気嵐は1957年から1991年の間で合計1252個である。この内、主相の発達が一段階で終わるものをType 1とし、2段階の発達が見られるものをType 2とした。

図1は、横軸に年をとって、縦軸に太陽黒点数(年平均)と1年の磁気嵐数をとってプロットしたものである。上がType1、下がType2を表す。ふたつのプロットを比べると、Type 2が黒点数の増加に伴って発生頻度が上がっているのに対し、Type 1では黒点数60付近にひとつのピークを持っていることがわかる。磁気嵐の規模によって分けた頻度によれば、Type 1、Type 2ともに太陽活動が活発になると大きな磁気嵐が頻度分布に寄与ようになるが、黒点60付近でのType 1の発生頻度の増加は中

total energy of ring current particles and the geomagnetic *Dst* index, the maximum value of *Dst* depressions at the main phase of magnetic storms has customarily been used in earlier studies.

In the present study we divide magnetic storms into two types: Type 1 (the textbook type storm) and Type 2 (in which the main phase goes through a two-step development). Table 1 shows the number of each type of magnetic storm in the 1957-1991 period, and Figure 1 shows a typical Type 2 storm along with its corresponding IMF *Bz* variations.

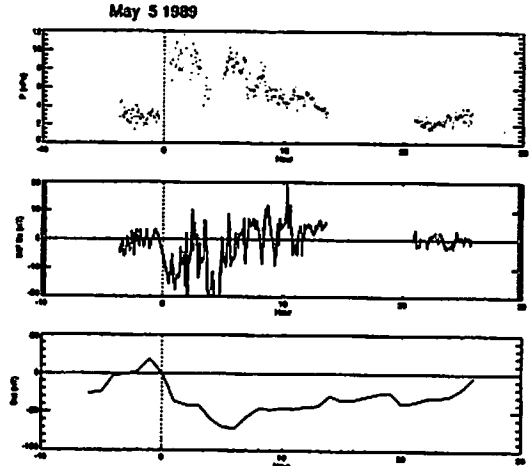


Figure 1. A Type 2 geomagnetic storm in terms of, from the top, the solar wind dynamic pressure, the *Bz* component of the IMF, and the *Dst* index.

規模の磁気嵐によるものである。

地磁気活動度は、統計的に太陽活動の極大期より2年程遅れてピークに達することが知られている。本研究では、磁気嵐の発生頻度と大きさが地磁気活動度にどのように反映されているか、太陽風質量の長期変動とどのような関係があるかを明らかにすることも、目標としている。

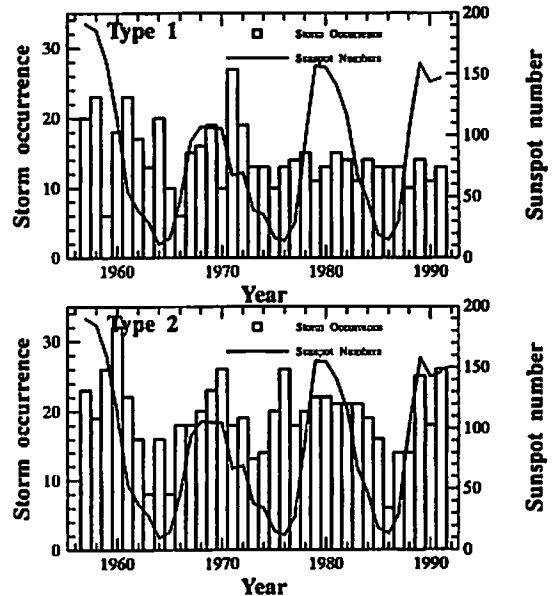


図1: 太陽黒点数と磁気嵐の頻度 (上が Type 1、下が Type2)

阿部 琢美 (青山学院大学理工学部)  
A. W. Yau (University of Calgary)  
渡部 重十 (東北大学理学部)  
佐川 永一 (通信総研 平磯宇宙環境センター)

## On the Ion Acceleration in the Polar Wind Region

阿部 琢美 (Aoyama Gakuin University)  
A. W. Yau (University of Calgary, Canada)  
Shigeto Watanabe (Tohoku University)  
Eiichi Sagawa (Communications Research Laboratory)

## Abstract

Akebono satellite observations have revealed the general characteristics of the polar wind velocity profiles up to 10,000 km altitude, in which the ion velocities vary inversely with the respective ion masses and the velocity for each ion increases with altitudes. At a given altitude, the polar wind velocity was generally higher on the dayside than on the nightside and was well correlated with the local electron temperature. Electron temperature data in the polar cap significantly show a difference in its altitude profile and in its isotropy between the dayside and the nightside, suggesting that it may play an important role in the ion acceleration in the polar cap region.

極冠域に存在する polar wind の駆動機構の理解においては熱的プラズマの沿磁力線方向分布を知る事が必要不可欠である。我々はあけぼの衛星の長期観測データを用いて高度 1,000km~10,000km における H<sup>+</sup>, He<sup>+</sup>, O<sup>+</sup> イオンの平均的流速分布を統計的解析により得て、また同時に得られたイオン温度、密度、電子温度を比較する事により、これらのプラズマがつくり出す圧力勾配とイオン流速の間に良い相関が存在することを報告した [Abe et al., 1993]。

これらの観測の中で特筆すべき事はイオンの流速分布が著しい昼夜非対称性を示す事で、例えば高度 7,000km においては MLT 09~15 では H<sup>+</sup> の平均速度が 12km/s であるのに対し MLT 21~03 では 4km/s である。これらのうち、高速なイオン速度が観測される領域は MLT 06~18

の領域に広がっており、夜側領域に入るにつれて速度は急激に低下する。速度の差異を含めた高速 polar wind の原因を昼側と夜側での電子温度の差や、カスプ近傍の加熱、あるいはイオンの対流に起因する加熱に帰する可能性が提案されているが、それぞれの寄与の軽重は未だ把握されていない。

いっぽう、あけぼの衛星の観測によればポーラーウインド領域において観測された電子温度は非等方性を示し、磁力線に平行で上向き方向の温度は垂直方向および下向き方向の温度に比べ 1.5~2.0 倍の値を持つことが明らかにされた [Yau et al., 1995]。この非等方性が担う heat flux の量はおよそ  $10^{-2}$  erg cm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> と推定され、photoelectron が担うと考えられる量を優に上回ると考えられる。しかしながら、上記のイオン速度の昼夜非対称性の究明においては、電子温度の非対称性のみならず高度方向の温度分布から推測される heat flux、ならびにこれらの量の MLT 分布を詳細に調べ、イオン速度の分布と比較する事が必要となる。講演においてはこれらについての解析結果を報告する。

## References

- Abe et al., EXOS D (Akebono) suprathermal mass spectrometer observations of the polar wind, *J. Geophys. Res.*, *98*, 11191, 1993.  
Yau et al., Akebono observations of electron temperature anisotropy in the polar wind, *J. Geophys. Res.*, *100*, 17451, 1995.

## A12-10 あけぼの衛星による極域電離圏イオン加熱の観測

渡部重十 (東北大学・理学部), 阿部琢美 (青山学院大学・理工学部), 佐川永一 (郵政省通信総合研究所), A.W. Yau, D.J. Knudsen (University of Calgary), 向井利典, 早川基 (宇宙科学研究所), 笠原慎也 (京都大学・工学部), 勝山公人, 福西浩 (東北大学・理学部)

## Akebono Observations of Thermal Ion Heating in the Topside Polar Ionospheric Region

S. Watanabe, (Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku University), T. Abe (Aoyama Gakuin University), E. Sagawa (CRL), A.W. Yau, D.J. Knudsen (University of Calgary), T. Mukai, H. Hayakawa (ISAS), Y. Kasahara (Kyoto University), K. Katsuyama, H. Fukunishi (Tohoku University).

The Suprathermal Ion Mass Spectrometer (SMS) on the Akebono satellite observed the thermal and suprathermal ion energy distributions in and near the Transverse Ion Energization (TIE) region. The TIE occurs frequently in the low energy range (< 20eV) and near the polar cap boundary over ~2000km altitudes and the latitudinal range is less than 30 km. In this region, all ions (major and minor species) are energized to approximately the same energy perpendicular to the local magnetic field lines and expand outward along the magnetic field lines forming conic distributions. The TIE were compared with the other observations by the Low Energy Particle (LEP) instrument, the Electric Field Detector (EFD), the Magnetic Field Detector (MGF) and the ELF range receiver (ELF). The results show the good correlations between the TIE and the electric field component of ELF waves. However, the occurrence of ion conics does not always correspond to that of the ELF waves. This may be due to the ion drift parallel and perpendicular to the local magnetic field lines.

あけぼの衛星に搭載された低エネルギーイオン質量分析器 (SMS) によるイオンのエネルギー分布関数の測定から、極域電離圏上部で磁力線に垂直な方向のイオン加熱 (TIE) が頻りに観測されている。発生領域は2000km高度以上で、緯度方向に30km以下の広がりである。この領域は経度方向に極をとりかこむように定期的

に広がっており、すべての種類のイオンが同時に加熱され磁気圏へと流出している。この加熱と流出は極域におけるプラズマ対流上で発生するために、加熱されたイオンはExBドリフトにより運動し、加熱領域から離れた領域でも観測される。

あけぼの衛星に搭載された他の観測器との比較の一例を図1に示す。イオン加熱は15:28~15:44まで連続的に観測されELF波の電場成分と相関がよいが、その後両者の間に必ずしもよい対応が見られない。この傾向は極域対流の下流側で一般に存在する。

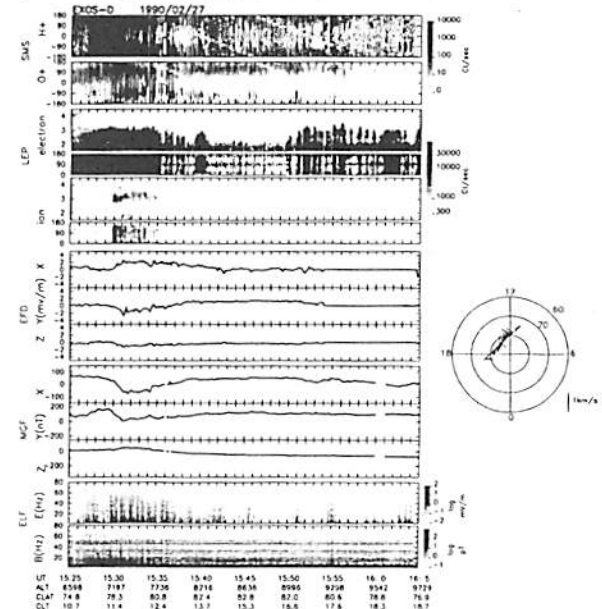


図1. あけぼの衛星によるイオン加熱領域での同時観測。



## A12-11

### 「あけぼの」衛星 L E P による dawn/dusk 領域でのイオンの観測と IMF との関係

渡井佳子、白井仁人、前沢潤 (名古屋大理)、  
向井利典 (宇宙研)、賀谷信幸 (神戸大工)、  
早川基、松岡彩子 (宇宙研)

#### Statistical Analysis of Ion precipitation along the Dawn/Dusk Polar Cap Boundary and its Relation to IMF conditions

\*K. Asai, H. Shirai, K. Maizawa (Nagoya Univ.),  
T. Mukai (ISAS), N. Kaya (Kobe Univ.),  
H. Hayakawa, A. Matsuoka (ISAS)

From the analysis of more than three thousands passes of Akebono (EXOS-D) satellite observation, we were able to confirm statistical features of particle precipitation for different IMF conditions. We averaged ion fluxes for each energy and pitch angle channel for a two-dimensional arrays of latitude and magnetic local time bins. As a result, we found a statistically significant ion precipitation pattern during the northward IMF surrounding the dayside polar cap at latitudes lower than the cusp ion precipitation. These ion fluxes are more intense during the northward IMF than during the southward IMF and their energy are a few keV higher than cusp ions. The pitch angle extent of these ions indicates that they are not stably trapped in the magnetosphere.

太陽風の磁場が北向きの時に、dawn/dusk 領域に特徴的なイオンの降り込みがしばしば観測されていることが、これまでの研究からわかってきた。このイオンと同時に観測される電子は、明らかにプラズマシート起源の電子よりエネルギーが低く、その分布関数の特徴はカスプ起源の電子とほぼ同じである。

今回、あけぼの衛星の3年分余りにわたるパスのうち、IMFの1時間データのある約3千パスの低エネルギー粒子観測 (LEP) データを、各エネルギー、ピッチ角ごとにフラックスの平均値を取り、それぞれの緯度と磁気地方時の2次元分布を求めた。その結果、IMFが北向きの時には定常的に、数keVのイオンが昼間側のdawn/dusk領域でポーラーキャップを取り囲むように降り込んでくることが明らかになった。これは、夜側では観測されない。一方、IMFが南向き成分を持つ時は、真昼の領域で観測されるカスプイオンが、IMFのBy成分による磁気圏封込への影響を受けてやや広い経度分布で観測されるが、北向きの時に見られるような、dawn/dusk領域に広く分布するイオンの降り込みは起こっていないことがはっきりした。

このイオンは、観測される緯度分布から、磁気圏境界付近に起源を持つと思われるが、IMFのz成分によってその降り込みが大きく変化することから、IMFが北向きの時と南向きの時とは、磁気圏境界付近での粒子侵入が変化すると考えられる。このイオンの性質について、IMFの向きの影響と磁気圏封込との関係について講演を行う。

## A12-12

### ダブルプローブ法による電場計測についての一考察

早川基・鶴田浩一郎・松岡彩子 (宇宙研)  
岡田 敏美 (富山県立大)

An interpretation of electric field measurement using double probe technique

H. Hayakawa, K. Tsuruda, A. Matsuoka (ISAS)  
T. Okada (Toyama Pref. Univ.)

It is well known that the electric field measurement using double probe technique is partially distorted by the asymmetry of the photo electron clouds around the pair of the probes. However it is not known what kind of physical conditions determine the size and azimuthal range of the distortion. In some cases, the distortions are observed in much wider spin phases than expectation from the photo electron cloud size. The cause of the spin phase dependence of the distortion will be discussed.

ダブルプローブ法による電場計測においては対になるプローブからの光電子の放出量の違いは見せかけの電場を生成させる。対になるプローブの表面特性の違いによるものは観測された電場にオフセットを生じさせるだけなので、一スピン分のデータを平均することに

より取り除くことが出来る。一方、スピンの同期して光電子の放出面積が変化することにより生じるものは見せかけの電場による電場の波形のサインカーブからの歪みとして観測される。あけぼの衛星のように衛星のスピンの軸が太陽方向を向いている衛星では後者の問題は殆ど無いが、G E O T A I L衛星のように衛星のスピンの軸がほぼ黄道面に垂直な衛星では対となるプローブが太陽方向を向いた時には太陽から遠いほうのプローブ系ではその一部が衛星の影に入る事により光電子の放出面積が減少するため避けがたい問題である。この為、1スピン分のデータから、この波形の歪みによる影響を受けた部分を除き、サインカーブにフィッティングすることにより、電場の2成分を導出しているが、時折この波形の歪みが衛星、プローブ周りの光電子シースの大きさから予測される範囲よりもかなり広い範囲で観測される事がある。現在までのところこの原因は良く解っていない。講演ではどのような物理的機構がこの電場の歪みの発生に寄与しているかについて報告する予定である。

A12-P53

プラズマシート境界層付近に現われる  
低緯度向き高速プラズマ流----夜側の「スロート」

○渡辺正和、行松彰、山岸久雄、佐藤夏雄  
(全て国立極地研究所)

Equatorward plasma flow burst near the plasma sheet  
boundary layer ---- Nightside "throat"

Watanabe, Masakazu; Yukimatsu, Akira Sessai;  
Yamagishi, Hisao; Sato, Natsuo  
(all at National Institute of Polar Research)

The motivation of this paper is to clarify the structure of nightside "throat," where magnetic field lines conveyed from the dayside become closed again. Using Super DARN (Dual Auroral Radar Network) and DMSP particle data, we have investigated the equatorward flow burst (enhancement) events on the nightside ionosphere that is suggestive of ionospheric signatures of magnetotail reconnection. Here, we focus on the flow burst events that occur prior to the substorm expansion phase onset (includes pseudo-onset). General morphology determined from preliminary analysis is as follows. The flow burst (> 750 m/s) appears 15-20 minutes before the onset and its location moves equatorward with time. Several or a few minutes before the onset, the equatorward movement of the flow burst stops and the flow burst itself disappears. In the talk, we will discuss energetics of loading phase of substorm.

昼間側において、磁力線再結合により磁力線が開領域から閉領域に移る部分は「スロート」と呼ばれているが、夜側においても同様に「スロート」と呼べる、磁力線が開領域から閉領域に移る部分が存在するはずである。本研究はこの夜側の「スロート」がどのような構造をもっているのであろうかという疑問から発したものである。我々はSuper DARN (Dual Auroral Radar Network) のデータを用いてこれを調べることにした。これまでのレーダーによる電離圏観測において、夜側においても寿命が数分程度の低緯

度向きプラズマバーストが報告されている。この現象はカスプ域のいわゆるFTEからの類推もあり、夜側における磁力線再結合の電離圏高度への投影ではなからうかと推察されている。そこで我々は、まずグースベイにあるレーダーでバーストのプラズマ流が観測されていて、なおかつストックセイリのレーダー（グースベイのレーダーと対をなす）データと重ね合わせて二次元の速度ベクトルが合成出来る例をいくつか選び出した。今回の発表においてはそれらのうちサブストーム（擬似的なものも含む）を伴っているものについて報告する。現象例が少ないが、予備段階の解析結果からわかった特徴的なことをまとめると以下のようになる。

(1) バーストの高速（視線方向で750m/s以上）プラズマ流はサブストームエクспанションフェイズ開始の15-20分位前から数分前まで続く。経度幅は1時間程度、緯度幅は2-3度程度である。継続時間が過去の報告例より長く、違う現象をみている可能性もある。

(2) 上空を通過するDMSP衛星の降下粒子との比較から、高速プラズマ流の領域は磁力線の開/閉境界のすぐ低緯度側にある。また、流線は双極子のつくるポテンシャルによるものと矛盾はしない。以上の事実はプラズマシート境界層における磁力線再結合の結果をみていることを強く示唆する。

(3) 高速流の領域は、現われてからその出現緯度が時間とともに下がり続けるが、サブストーム開始数分前になると動きが止まりやがて消える。これは磁力線の開/閉境界が時間とともに低緯度に向かうことを示唆する。

公演までにさらに詳しく解析を進め、できればサブストーム時のエネルギー収支等まで迫りたい。

A12-P54

あけぼの衛星によって観測される低エネルギー  
イオンコニックの統計解析

○勝山公人、渡部重十、福西浩(東北大学大学院・理学研究科)、佐川永一(通信総合研究所),  
A.W.Yau(University of Calgary), 向井利典, 早川基(宇宙科学研究所),  
笠原慎也(京都大学・工学部)

A Statistical Study of the Low-Energy Ion Conics Observed  
by the Akebono Satellite

○K.Katsuyama, S.Watanabe, H.Fukunishi  
(Department of Geophysics, Tohoku University),  
E.Sagawa(CRL), A.W.Yau(University of Calgary),

T.mukai, H.Hayakawa(CRL), Y.Kasahara(Kyoto University)

We have studied the characteristics of Transversely Accelerated low-energy ions (TAI) and ion conics (>25eV) observed by Suprathermal Ion Mass Spectrometer(SMS) on the Akebono satellite. We have also used the data from Low Energy Particle spectrum analyzer(LEP), Electric Field Detector(EFD), and Magnetic Field Detector(MGF) to investigate the relationships of TAI and ion conics events to auroral precipitating protons and electrons, current densities, ELF waves, ExB drift velocities, etc. An example of the summary plots of these data is shown in Fig.1, where the satellite passed the northern polar ionosphere on 16 September 1989. We can see TAI at 13:17:00UT and ion conics between 13:17:00UT and 13:26:00UT in both H<sup>+</sup> and O<sup>+</sup> data. There is also a good correlation between ion conics and ELF waves in the electric field component. These ELF waves and ion conics are observed at all local times including the dayside cusp/cleft region and the nightside auroral oval. Except for the cusp/cleft region, the conic angle tends to increase with decreasing magnetic latitude. The ion heating perpendicular to the magnetic field occurs usually in a very narrow range in latitude, but in a wide range in altitude. We will report the result of a statistical study using data from 1 October 1989 to 30 April 1990 to confirm such characteristics.

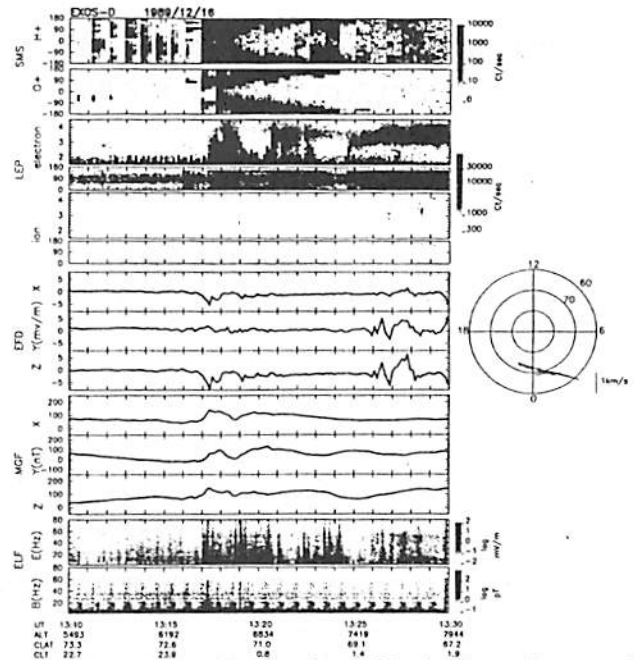


Fig.1 Akebono data on 16 September 1989 when the satellite passed above the northern polar ionosphere around midnight.

## Two-Step Self-Mode Conversion Effect of Shear Alfvén Waves at the Inductive Ionosphere

A. Yoshikawa<sup>1</sup>, M. Itonaga<sup>1</sup> and K. Yumoto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University

<sup>2</sup>Computation center, Kyushu University

A general formula for reflection and mode conversion of MHD waves at the ionosphere is derived. This formula is expressed by the reflection coefficients of shear Alfvén and fast magnetosonic waves,  $R_A$  and  $R_F$ , as well as the mode conversion ratios from shear Alfvén to fast magnetosonic and fast magnetosonic to shear Alfvén modes,  $MC_{A \rightarrow F}$  and  $MC_{F \rightarrow A}$ . In our model, the field aligned current (FAC) is closed via not only the Pedersen but also the divergent Hall current in the ionosphere (Hall part of the induction current associated with the inductive electric field of fast magnetosonic mode). On the basis of this formula, we clarify the difference between the well-known reflection coefficient  $R_0$  of shear Alfvén wave at the electrostatic ionosphere and  $R_A$ .  $R_A$  includes the "two-step self-mode conversion" effect by the ionospheric Hall current. When only the shear Alfvén wave is incident on the ionosphere from the magnetosphere under the condition that the mode conversion effect is not so large, the total electric field proportional to  $(1+R_0)$  is converted to the fast magnetosonic mode with the ratio of  $MC_{A \rightarrow F}$  and this converted fast magnetosonic mode is subsequently fed back to the reflected shear Alfvén wave with the ratio of  $MC_{F \rightarrow A}$ . Then,  $R_A$  is expressed by

$$R_A \equiv R_0 + MC_{F \rightarrow A} \times MC_{A \rightarrow F} \times (1 + R_0).$$

The additional term in  $R_A$  certainly shows the "two-step self-mode conversion" of shear Alfvén waves in the ionosphere. We further show that this additional term in  $R_A$  produces the control of eigenfrequency of the localized toroidal oscillation by the ionospheric conductivities.

磁力線振動モード成分の大半は発散電場で構成されるが、電離層においては、Hall効果によって回転電場（誘導電場）に変換される。更に、この回転電場に対するHall効果によって、Hall電流（誘導電

流）が電離層発散電流として流れ、沿磁力線電流（FAC）と再び連結する（Two-step self-mode conversion effect of shear Alfvén wave (以下、TSMC効果)。従って、Hall伝導度の変動は、沿磁力線電流系に何等かの影響を与えることは、予想されることである。

電離層におけるMHD波動の相互作用を、反射とmode conversionの立場から再整理した結果、このTSMC効果を含んだshear Alfvén modeの反射係数( $R_A$ )の解析的表現が得られている(Yoshikawa and Itonaga 1996<sup>1)</sup>)。TSMC効果は、shear Alfvén modeの反射の際、位相のずれを生じさせるが、この位相のずれが、南北両半球に補足されたshear Alfvén modeの離散化条件に於いて"Time of flight"によって決定される固有周期からのずれを生じさせることが明らかになった<sup>2)</sup>。一定のAlfvén速度 $V_A$ の分布した長さ $2l_{\parallel}$ の磁力線に対しては、以下のような固有周波数（振動部分）が与えられる。

$$\omega_n = V_A [n\pi + \text{Arg}(R_A)] / 2l_{\parallel} \quad (n=1, 2, 3, \dots)$$

ここで $\text{Arg}(R_A)$ は、反射係数 $R_A$ の偏角である。TSMC効果によって生じる $\text{Arg}(R_A)$ のHall伝導度依存性は、MHDシミュレーションに依って得られた磁力線振動モードの固有周期の変動を見事に説明する。TSMC効果は、Hall効果によるmode conversionが二段階続けておき、元の物理状態に影響を与える現象である。局在沿磁力線電流系の場合、FAC → 回転Hall電流 → 発散Hall電流 → FACなる道筋が出来る。この場合、発散Hall電流が電離層誘導電流（回転電場によって駆動される電流）に対応する。

参考文献 1) *Geophys. Res. Lett.*, 23, 101-104, 1996

## 昭和基地SuperDARN HFレーダー 2基運用の為のソフトウェア開発

行松 彰、渡辺 正和、山岸 久雄、佐藤 夏雄（極地研究所）他、  
昭和基地HFレーダー研究グループ、  
Rob Barnes (JHU/APL)

### Syowa SuperDARN HF Radars Development of Softwares for 2 radars operation

A. Sessai, Yukimatu, M. Watanabe, H. Yamagishi, N. Sato (NIPR)  
HF Radar Research Group in Japan,  
Rob Barnes (JHU/APL)

An HF radar observation started at Syowa Station last year (Syowa South radar), which is one of SuperDARN (Super Dual Auroral Radar Network). We have a plan to install and start to operate another SuperDARN radar system at Syowa Station in coming austral summer (Syowa East radar). To realize these two radars operated at one site, we have to overcome several possible problems. Some of these are related to Radar Operation Software (RADOPS). RADOPS/2000 has been developed to make it possible and also to add several new features to our radar operation. We'll discuss more about our development of Radar Control Programs for several special mode operations..

SuperDARNによるHFレーダー国際共同観測が本格的に稼働を始め、現在までに、北半球6局、及び、昭和基地レーダーを含めた南極の2局のレーダーが観測を開始し、両極冠域をSuperDARNレーダー網で覆うべく着実に歩みを進めて来た。1997年には南極地域において更に2局のレーダー、即ち、南アによるサナエ基地レーダー、及び我々の昭和基地第2レーダーも運用を開始する予定である。

新たな2局はこれまでのハレーベイレーダー及び、昭和基地第1レーダーによるベクトル観測と密接な関係を持っており、サナエ基地レーダーは、昭和第1レーダー及びハレーベイレーダーの共通視野をその観測視野におさめ、3基が同じ視野を観測するという初めての試みであり、これまでのDual radarによる観測よりも一層多様な観測モードの試みが期待されている。更に、昭和第2レーダーは、昭和第1レーダーの観測視野を2倍に拡大する様な配置での設置となり、北半球レーダー群と同様、より広いlocal time zoneをカバーし、現在仏が計画中のKerguelenレーダーと対をなし、更には、オーストラリアが計画中のTigerレーダーと併せて、午宿、午後同時観測可能なレーダー観測網構築への布石とも考えられている。

更に、昭和第1、ハレーベイ、サナエのレーダーが、北半球のグースベイ、アイスランド・ウエストレーダーと地磁気共役な配置となるのと同様、昭和第2レーダーは、アイスランド・イースト、及びフィンランドレーダーと共役の配置となる計画であり、視野中に中山地上空やEiscatレーダー視野の共役点をも含む点でもこれらのレーダーや、他の観測計画との共同観測に期待が寄せられてもいる。

昭和第2レーダーの観測運用の開始は、1つの観測地点で2基のレーダーを同時に運用する初めての試みをも意味し、技術的な問題を幾つか克服することが要求される。そのひとつは2基レーダーの相互干渉を極力抑えることであり、また、ソフトウェア面での同期非同期、同一ネットワーク上での運用の問題点等の克服もある。

本発表においては、特にソフトウェアの開発に関する諸点に重点をおいて発表する。2基運用実現の為にこれまでソフトウェアの発展的改良が行われて来ており、レーダー運用ソフトウェアであるRADOPS自体の大幅な改良（RADOPS/2000）が行われてきた。単に2基運用が可能になるだけでなく、これまでの様々な制約を打破すべく、レーダープログラムを自由に作る事が可能かつ容易になり、これまでのfixfuncの手法による物理量の導出のみならず、これまでのレーダーprogramによる処理を同様にやり乍らもrealtimeであらゆる処理を行い得る可能性を最大限有効に利用可能な形態となっている。したがって、新しい観測モードの提言が内外に求められており、それぞれに応じたレーダーコントロールプログラムの開発と将来の新しい観測モードの実現可能性について更に詳しく議論する。

# A12-P57

## 通信総合研究所の荷電粒子計測器校正装置

三宅 五・佐川 水一・川辺 明・喜岡 理砂  
(通信総合研究所)・(東京学芸大学)

Calibration System for Charged Particle Analyzers  
Built in Communications Research Laboratory

W. Miyake, E. Sagawa, A. Kawabe, R. Yoshioka  
(C R L), (Tokyo Gakugei Univ.)

A new system has been developed for calibration of charged particle analyzers, including ion mass spectrometers, on board spacecraft. The system provides a spatially uniform, parallel, and mono-energetic beam of a single ion species over the energy range upto 30 keV. The mass per charge on ions can be selected to be as large as or larger than 4 (e.g., He<sup>+</sup>). The system includes an imaging ion beam monitor and an automatic control of acquiring the transmission characteristics of a charged particle analyzer as a function of incident angles and energy of ion beams.

観測ロケットおよび衛星搭載用の低エネルギー荷電粒子計測器の基礎開発実験及び飛翔中の校正実験を行うことを目的として、通信総合研究所では、上記校正装置の開発を進めてきた。本講演では、この装置の概要について紹介する。  
実際のロケットあるいは衛星観測で得られるデータは粒子のカウント数であり、この生データから粒子のエネルギー・ビッチ角分布あるいは3次元速度分布を得るためには、印加電圧・視野方向などの計測器運用パラメタとともに、分析器の幾何学的定数 (G-Factor) とよばれる「感度」に相当する値をはじめとする計測器特性を知る必要があり、本装置はこれらの特性値の計測に供されるものである。粒子の分析器にたいする透過特性は一般に入射粒子のエネルギー・2次元入射角度・イオン種の関数となりその実験的導出には膨大な計測が必要であり、装置全体を自動制御して、プログラム化した計測が行える必要がある。図1に本装置の概要を示す。粒子の最大エネルギーは30keV/qであり、He<sup>+</sup>以上のm/qのイオンが選択できる。

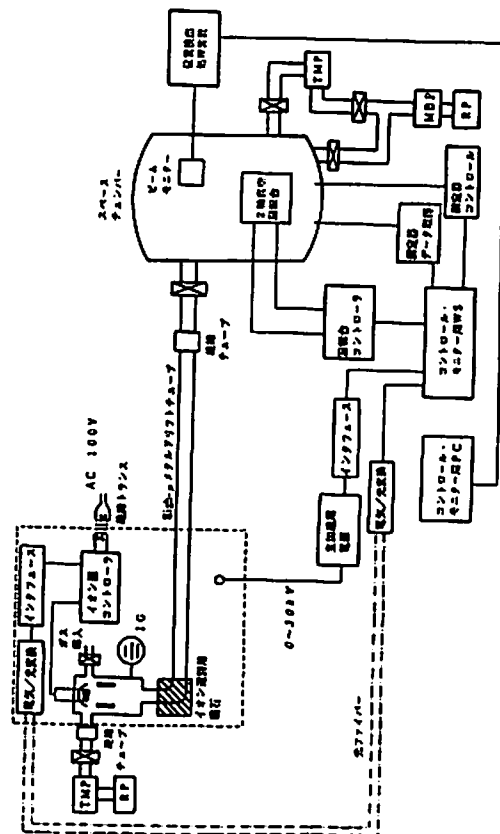


図1 通信総合研究所の荷電粒子計測器校正装置の概要

A会場

10月22日(火)

9:12~10:24

# 電離圏・磁気圏結合 - II

## Ionosphere-Magnetosphere Coupling - II

oral: A21-01~06

座長

小原隆博 (宇宙科学研究所)

荻野竜樹 (名大・STE研)

**A21-01** 衛星(あけぼの)地上(Qaanaaq)による  
極冠域諸現象の同時観測(まとめ)

○小原隆博, 向井利典, 早川基, 鶴田浩一郎, 西田篤弘(宇宙研)  
福井桂, C.E.バラダレス(ボストンカレッジ)

Simultaneous observations of polar cap phenomena observed from the  
Akebono satellite and ground based tools at Qaanaaq (Summary)

○T.Obara, T.Mukai, H.Hayakawa, K.Tsuruda, A.Nishida (ISAS)  
K.Fukui, C.E.Valladares (Boston College)

We have analyzed simultaneous observation data from Akebono satellite and ground based tools at Qaanaaq in Greenland, in order to clarify the detailed process of polar cap arcs as well as patches. Results have been obtained on the following issues; electrodynamics of polar cap arcs, source region of the precipitating particles, growth and decay of polar cap arcs in response to IMF Bz polarity change. For patches, the relation between the movement and the polar cap convection was investigated. Summary of this project will be reported in this talk.

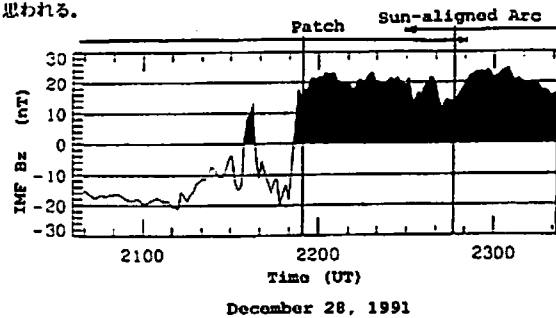
極軸に近いグリーンランドの地上局ツナックで取得された全天域のデータには、太陽方向に伸びた7-クや、大きな塊となって光っているパッチが明確に観測されている。「あけぼの」衛星が、ツナック上空を飛翔した数十分について解析を行ない以下の事柄を明らかにした。

- (1) 7-クのelectrodynamics; 7-ク域には上向き電流が存在し電場は収束している。
- (2) 7-クの消長; 惑星間空間磁場が北を向いてから約1時間程度の遅れを作ってアークが出現する。
- (3) 7-ク粒子の起源; 温度が低いという特長がありマッシュ起源が示唆される。
- (4) 7-クの朝/夕方向への動き; 惑星間空間磁場のY成分の正/負により朝/夕方向へドリフトする。

7-クの成因について同時に考察を進めたが、高緯度磁気圏境界域 (high latitude magnetosheath 域) の速度7-クが7-クの原因となっていると仮定したときに予想される7-クの多重構造を「あけぼの」は観測した。

(5) パッチの移動速度と対流の関係; しばしばパッチは動きを止める事があるが、そのような時は、衛星で観測した対流速度はほとんどゼロに近い。また朝/夕方向へパッチが移動する例も多く、このような時は、対流も朝/夕方向への速度が卓越している。

(6) パッチの時定数; 惑星間空間磁場が北を向いてから約1時間程度は、パッチはマッシュに存在している。おおむねこのような場合、その後7-クが出現する。下図に1例を示しているが、IMFは、21:50に北を向いた。パッチはその後1時間観測され続けた。7-クは、22:30に出現したが、その後約20分間は7-クとパッチが共存していた。それまで反太陽方向に動いてパッチが、この間空間的に止っていたが、これはIMFが北向きになって極冠域の対流の様子が変化した事に拠っているとされる。



(References)

1. Obara, T. et al.; *J. Geomag. Geoelectr.*, 48, 327-335, 1996.
2. Obara, T. et al.; *Radio Sci.*, Vol.31, 645-653, 1996.
3. Obara, T. et al.; *J. Geoelectr. Geomag.*, 48, 935-946, 1996.
4. Obara, T.; *Proc. of NIPR symposium*, in print, 1996.
5. Obara, T. et al.; *Advanced Space Research*, in print, 1996.
6. Obara, T. and K. Fukui; *J. Atmos. Terrest. Phys.*, submitted, 1996.

**A21-02** Polar Convection and Energy Flow  
in a Global MHD Simulation

Tatsuki Ogino

Solar-Terrestrial Environment Laboratory,  
Nagoya University

In global magnetohydrodynamic (MHD) models the ionosphere is usually modeled by mapping field aligned currents or convective electric field from the magnetosphere to ionosphere along magnetic field lines and solving for the potential distribution. The procedure can give magnetosphere ionosphere coupling and can demonstrate relationship between magnetospheric and ionospheric phenomena.

For southward interplanetary magnetic field (IMF) two cell convection is formed in the polar cap and the potential difference increases up to about 100kV, where the solar wind number density is 5/cc, the solar wind speed is 300km/s and the magnitude of IMF is 5nT. For northward IMF four cell convection is formed to give a potential difference, about 20kV. When the IMF turns from northward to southward, the response time of the polar cap potential is quick (less than 20 minutes). The response time is a little longer (about 30 minutes) when the IMF turns

from southward to northward. The difference of the response time could be associated with reconnection rate in the dayside magnetosphere.

When the IMF rotates in y-z plane of solar-magnetospheric coordinate system with a period of 6 hours, polar cap convection and potential continuously change to create a dawn-dusk asymmetry. A dusk convection cell is dominant for IMF  $B_y > 0$  and a dawn cell is dominant for opposite condition. In the northern hemisphere dayside reconnection favorably occurs on the dusk side for IMF  $B_y > 0$  because anti-parallel field condition is well satisfied, and average plasma flow is duskward in the northern polar region and in the tail lobe.

When the IMF orientation becomes southward, the magnetic flux increases in the magnetosphere due to dayside reconnection and is transferred from dayside to night-side. The polar cap expands even in the midnight region and enhanced convection, which flows equatorward, generates in the lower latitude side of auroral oval in the midnight region. The equatorward convection is associated with a earthward flow generated by formation of the near-earth neutral line in the tail and it cannot be seen in the velocity pattern in the polar cap under the condition of divergence free. The strong earthward bulk flow is soon converted to a sunward Poynting flux inner magnetosphere. At the same time a plasmoid is ejected tailward and the thermal energy is comparable with the kinetic energy.

A21-03

磁気ミラーを考慮した

1次元静電粒子コードによる

オーロラ粒子加速機構シミュレーション (III)

矢島 彰, 町田 忍

京都大学大学院理学研究科

A Simulation Study of the Auroral Particle Acceleration Process with One-Dimensional Electrostatic Particle Code Including the Effects of the Magnetic Mirror (III)

A. Yajima and S. Machida

Graduate School of Science, Kyoto University

The formation of the electrostatic potential drop in the auroral particle acceleration region is studied with a one-dimensional electrostatic particle code. The field-aligned current causes the nonlinear development of the ion-acoustic wave instability and subsequent double layer formation.

In earlier studies we applied a value of potential drop at both boundaries of the simulation system and we found a formation of spatially continuous potential drop. However, in this study we fixed an electric field at the magnetospheric boundary to be zero, and studied the process of development of potential drop inside the simulation system. Many weak double layers were formed and vanished successively. This process is also observable as an ion hole movement in the ion phase space.

極域オーロラ粒子加速領域での沿磁力線電場形成に関する計算機シミュレーションはこれまでも数多く行われてきた。ディスクリートアーク型のオーロラ発生に伴って極域電離層上空高度およそ 2000km から 12000km での沿磁力線上の数 keV にわたる静電ポテンシャルドロップは、多数のウィークダブルレイヤーと呼ばれる静電ポテンシャル構造の存在によるものであるという説が有力である。

前回の発表では、シミュレーション系の両端の境界の電位差が時間的に発展したのちに一定となるものとして与えた際に、磁力線方向に空間的に連続するダブルレイヤーが形成され、電子がそのポテンシャル構造によって加速されることを示した。系内に形成されるダブルレイヤーの個数は、系に与えたポテンシャルドロップの大きさに依存していた。

今回は、上記の定電圧モデルの様に、シミュレーション系にポテンシャルドロップを境界条件として与えるのではなく、境界の電場を0とする条件を課することにより、シミュレーション系のポテンシャルドロップの発展を追跡する計算を行った。モデル計算の結果をまとめて、特にダブルレイヤーポテンシャル構造が成長・消滅する過程と ion の位相空間における ion hole の運動との関連について述べる。本モデルでは、シミュレーション系のポテンシャルドロップは、複数のウィークダブルレイヤーと呼ばれるポテンシャル構造が生成・消滅する過程で時間的に変化する。個々のウィークダブルレイヤーによって生成されるポテンシャルドロップは概ね一定であり、系全体のポテンシャルドロップの大きさはむしろウィークダブルレイヤーの個数で決まることが明らかになった。

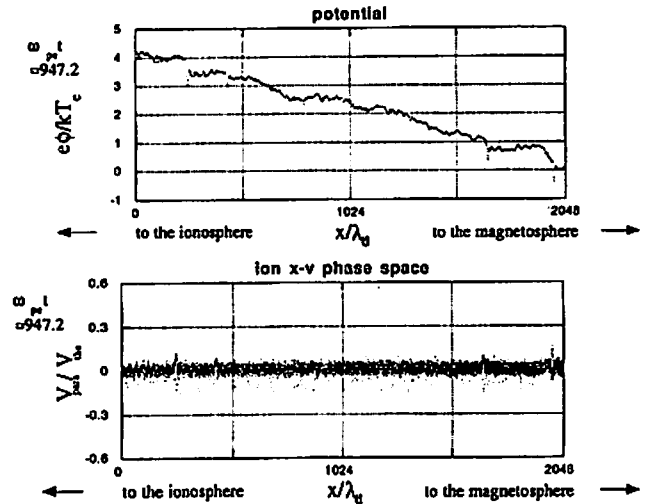


Fig.1 ion の位相空間において複数の ion hole が形成・消滅する様子とそれに対応した静電ポテンシャルの空間分布

A21-04

Pc5地 磁気脈動に伴う CNA脈動と電離層電子数密度の空間変化の関係

加藤賢一(東海大工)・山岸久雄・佐藤夏雄(極地研)・桜井亨・利根川豊(東海大工)

Relationships between CNA pulsations associated with Pc5 geomagnetic pulsations and spatial variations of ionosphere electron number density

Ken-ichi Kato(Tokai Univ.), H. Yamagishi, N. Sato(NIPR), T. Sakurai, and Y. Tonegawa(Tokai Univ.)

We have studied a mechanism of CNA pulsations associated with Pc5 geomagnetic pulsations which are often observed in the morning side of auroral region. It was found that relative phase of CNA pulsations increases as geomagnetic latitude increase, and these phase rotates about 180° around the latitude of peak amplitude of the pulsations by used the data from an imaging riometer (30MHz) at Tjornes in Iceland, which has 8×8 narrow antenna beams and whose field of view projected at 90 km altitude is about 170×170 km. The latitude width of half intensity value from the peak is about 1.6°. These characteristics suggested that CNA pulsations showed the same field line resonance structure as Pc5 geomagnetic pulsations, e.g. observed by STARE (Walker et al., 1979), and further suggested that CNA pulsations were modulated by toroidal mode of Pc5 geomagnetic pulsations.

We suppose a mechanism model of CNA pulsations associated with Pc5 geomagnetic pulsations as follows, north-south ward electric field (toroidal mode) of Pc5 geomagnetic pulsations had a field line resonance structure occurs spatial variations of ionosphere electron number density, and CNA pulsations is caused from temporal variations of the spatial variations. This study is compared with the absorption variation of CNA pulsations estimated from the model and actual variation. The variation rate of CNA pulsations in 1990 Oct.31. estimated from model and the observational one agreed, which was  $1.2 \times 10^{-2}$  (dB/s) and about  $1.0 \times 10^{-2}$  (dB/s), respectively.

A21-05

L ~ 6 の昭和基地とアイスランドにおけるX線、VLF、ULFのPc 5脈動から推定したMHD波動特性

平島 洋<sup>1</sup>, 下林 央<sup>1</sup>, 山岸久雄<sup>2</sup>, 鈴木裕武<sup>1</sup>, 村上浩之<sup>1</sup>, 山田顕宏<sup>1</sup>, 山上隆正<sup>3</sup>, 並木道義<sup>3</sup>, 小玉正弘<sup>4</sup> (1立教大, 2極地研, 3宇宙研, 4理研)

MHD Wave Characteristics Inferred from Pc 5 Pulsations of X-Rays, VLF, and ULF Observed at Syowa Station and Tjörnes, Iceland (L ~ 6)

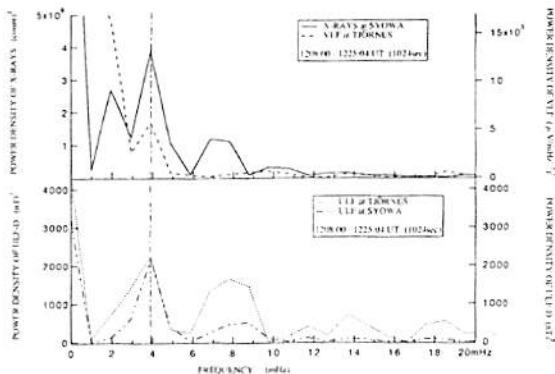
Y. Hirasima<sup>1</sup>, H. Shimobayashi<sup>1</sup>, H. Yamagishi<sup>2</sup>, H. Suzuki<sup>1</sup>, H. Murakami<sup>1</sup>, A. Yamada<sup>1</sup>, T. Yamagami<sup>3</sup>, M. Namiki<sup>3</sup>, M. Kodama<sup>4</sup> (1 Rikkyo U, 2 NIPR, 3 ISAS, 4 IPCR)

Time variation of auroral X-rays in real time of Polar Patrol Balloon # 6 observation was obtained with 1 sec resolution. VLF, CNA, and ULF data at Syowa Station and Tjörnes, Iceland have been compared with it. Power spectra of these data have been examined using FFT method. Quasi-periodic phenomena corresponding to Pc 5 have been found. MHD characteristics have been discussed.

1993年1月昭和基地から南極周回気球(PPB)6号機によるオーロラX線の観測が行われた。昭和基地からのリアルタイム観測では1秒の時間分解能でX線のカウントが得られた。昭和基地でのULF、VLF、CNAの観測、地磁気共役点であるアイスランドTjörnesにおけるU

LFの観測のデータがX線のカウントと比較された。MLTの正午付近でPc 5の周期に相当する時間変化がみられた。VLFのデータはCNAのデータを用い電離層による吸収を補正した。昭和基地におけるX線、ULF、VLF、TjörnesにおけるULFのパワースペクトルをFFT法を用い求めた。これらのパワースペクトルを図に示す。Pc 5に相当する3.9mHz (260秒の周期に対応する)で昭和基地におけるX線、VLF、地磁気共役点である昭和基地とTjörnesにおけるULFの4データのピークが見事に一致している。また太陽風のデータを調べたが、この時には、太陽風のプラズマ速度とプラズマ粒子密度は高かった。

L ~ 6でサイクロトロン共鳴が起こり、高エネルギー電子が降下し、制動放射によりX線が入射していることがわかった。従来、衛星の静止軌道付近でPc 4やPc 5の地磁気脈動と高エネルギー粒子のフラックスとの関係が議論されている。最近議論になっている ballooning-mirror instabilityも以上の結果を説明する有力な候補である。



A21-06

軽量高感度二次元オーロラX線撮像装置

山田 顕宏 平島 洋 鈴木 裕武 (立教大) 山岸 久雄 (極地研)

High-Sensitive Compact Two-Dimensional Auroral X-ray imager

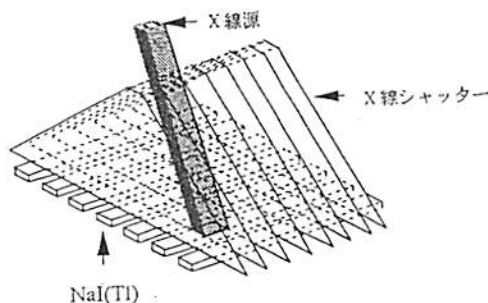
A. Yamada H. Hirasima H. Suzuki (Rikkyo Univ.) H. Yamagishi (NIPR)

A balloon-borne auroral X-ray imager must be compact and light weight but high-sensitive. It has been produced a new type of an X-ray imager using seven NaI(Tl) scintillators in thin and long shape and a devised collimator. A collimator consists of lead and tin plates in pyramidal shape with top aperture and eight parallel shutter walls. This imager is the high-sensitive one-dimensional imager. This imager must be rotated to obtain two-dimensional images. Fundamental characteristics of the imager have been measured. Distortion by imager rotation must be corrected to obtain original images. Simulation calculation has also been performed for correction of images

第34次南極地域観測隊による大気球実験で1993年1月5日に南極昭和基地から放球された極域周回大気球(PPB)6号機は南極大陸の上空を約27日間かけて西回りに1周半飛行した。PPB6号機に搭載された検出器のなかにオーロラX線検出器が含まれており高度30km以上でオーロラX線の極域におけるグローバルな空間分布、時間分布を観測することができた。観測に用いられたオーロラX線検出器はNaI(Tl)クリスタルと光電子増倍管を組み合わせたシリンダー型のコレイメーターによりコレイメートしたシンチレーション・カウンターであった。視野角165度の全天性の検出器であったためにX線線の空間分布まではわからなかった。

そこで今回は二次元のX線空間分布を検出できるような二次元X線撮像器の開発を行った。気球搭載を考慮にいれ重量を軽くその有効面積を大きくするため幾何学的配置かつ検出方法を工夫した。二次元X線撮像装置は検出器としてNaI(Tl)シンチレーターを用いる。棒状のNaI(Tl)シンチレーターを七本平行に並べる。そしてX線をコレイメートするために鉛とスズでコレイメーターを作成する。また、X線源を絞るためシンチレーターの軸に垂直に八枚のX線シャッターを立てる。これで、有効面積の大きい一次元のX線検出器ができたことになる。これを方位角方向に回転させ天空をスキャンさせることによって二次元のX線の空間分布を知ることができる。

この検出器の利点は平面モニターを一次元モニターとして扱うため重量をそれ程増やすことなく有効面積を大きくし高感度にすることができる。また、X線シャッターによって細かい空間分解能(一素子が約27km四方)の測定が可能である。一方、不利点は回転させて撮像するため時間分解能に限度がある。そのため、時間変化の速いイベントについての撮像は困難である。また、天空をスキャンして撮像するため像が崩れてしまう。そこで、イメージングリオメーターのデータとPPB6号機のデータを用いてシミュレーションを行い検出可能なイベントや補正を考慮する。





A会場

10月22日(火)

10:36~12:00

# 磁気圏構造 - I

## Magnetosphere - I

oral: A21-07~13

poster: A21-P63~P81

座長

三浦 彰 (東大・理学部)

藤本正樹 (東工大・理学部)

## Interplanetary parameters causing a large excursion of the magnetopause

K. Itoh and T. Araki

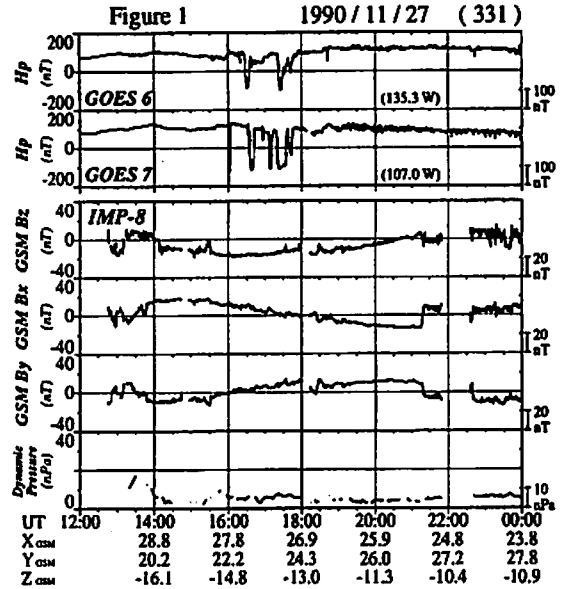
Department of Geophysics,  
Graduate School of Science, Kyoto University

Satellites at the geosynchronous altitude sometimes encounter the magnetopause boundary. These events, called geosynchronous magnetopause crossings (GMCs), are analyzed by using the magnetic data observed by GOES series. Total 201 events are picked up carefully in 15 years, 52 of which are matched with simultaneous interplanetary observations (ISEE3, IMP8).

It was thought that both the solar wind dynamic pressure and the southward interplanetary magnetic field (IMF) are necessary for GMCs. For some events, however, the corresponding IMF was not necessarily southward, while simultaneous dynamic pressure was large enough to have the magnetosphere severely compressed. The horizontal (H) component at low-latitude stations always increased during these events. Others, which were not accompanied with a significant enhancement of the upstream pressure, are considered to be caused by a large, long duration southward IMF event. Figure 1 shows several crossings detected by GOES 6 and 7 on November 27, 1990. We identified the crossing onsets by the drop of the Hp component, which is parallel to the rotational axis of the earth. The first

GMC was observed by GOES 7 which was located at 9 LT. Although there was no clear increase of the dynamic pressure for the period from 1600 to 1800 UT (bottom panel), IMF turned southward about 2 hours before the crossing onset.

At the presentation, we will show some examples and describe possible mechanisms of these GMCs.



## 磁気圏界面に於ける渦の合体を含む ケルビン-ヘルムホルツ不安定

三浦 彰 (東大理)

Kelvin-Helmholtz Instability with Vortex Pairing at the  
Magnetopause

Akira Miura (Dept. of Earth and Planetary Physics, Univ. of Tokyo)

MHD simulations of the K-H instability driven by the velocity shear in a 2-D plane perpendicular to the magnetic field show that after the nonlinear saturation of the linearly fastest growing vortices, the vortices continue to coalesce until no more vortex pairing is allowed owing to a finite length of the simulation system. Each flow vortex formed in the fast rarefaction region is associated with an eddy current, which is inertia current in nature. The net momentum transport and shear relaxation by the instability occur as long as the vortex pairing continues.

磁気圏界面に於けるケルビン-ヘルムホルツ (K-H) 不安定は磁気圏界面の内側に渦を助成しマグネトシースから磁気圏内への運動量輸送を引き起こす。隣り合った渦同士はテイル向きに流れて行くと共に合体を繰り返してより大きな運動量輸送を引き起こす。前回の講演では磁場が流れと垂直な場合について2次元MHDシミュレーションの初期的結果を示したが、本講演では、シミュレーション結果に十分な物理的検討を加え、推測される結果について明らかにする。

まず、磁場に垂直な2次元の場合について、圧縮性のある比熱比が2でない電磁流体の運動は本質的に2次元流体の運動と異なることを示す。然しながら圧縮性が小さい場合には、平均エントロフィーが良く保存されエネルギーの保存の制約と共に渦の合体 (長さ長へのエネルギーのカスケード) を引き起こす。渦の助成された所では、fast rarefaction によってプラズマの圧力は下がり、磁場に垂直な面内で渦電流が発生する。渦電流と圧力勾配の向きを調べることによって、渦電流はプラズマの慣性による電流であることが明らかとなった。つまり、渦の回転による遠心力は  $\mathbf{j} \times \mathbf{B}$  の力と釣り合う。一方、プラズマの圧力が高くなった領域では、マグネトシースの運動量が大きく磁気圏内に入り込むことが明らかとなった。磁場が流れと垂直な2次元の場合には、運動量輸送は、レイノルズ応力  $< \mathbf{v}_x \mathbf{v}_y >$  による。最初にK-H不安定が発展する時には、正味の運動量輸送が起こるが、不安定の成長が止まると運動量輸送も止まる。しかし隣り合う渦同士が合体を始めると再び正味の運動量輸送が起こり、渦の合

体が狭く限りは、正味の運動量輸送も起こることが明らかとなった。従って磁気圏界面の内側にできる速度境界層は渦の合体によってますます幅が広がっていく。つまり、下流に行くと共に速度境界層の幅は広がっていく。

図1はシミュレーションの結果を示し、上から圧力の等高線、速度ベクトル、電流ベクトルを示す。左は不安定が飽和し四つの渦が助成された状態、右が2回の渦の合体の後で一つの大きな渦が生じた状態である。シミュレーションでは、不安定の時間発展を追っているのが実際には時間発展を空間発展に変換して考えることが必要で、左の状態は上流、右の状態は下流に相当する。最上のパネルでHは圧力のピークを表し、Lは圧力の最小値を表す。右上のパネルに示すように、渦の合体の後では、渦の中で圧力が半分以下に下がっている。

今回得られた結果から線形予測すると、K-H不安定が始まる所から10 Re の所では、速度境界層の幅は0.6 Re で100 Re の下流では6 Re となることが明らかとなった。しかし、この線形予測が正しいかどうか確かめるためには更に長いシステム長のシミュレーションを必要とする。

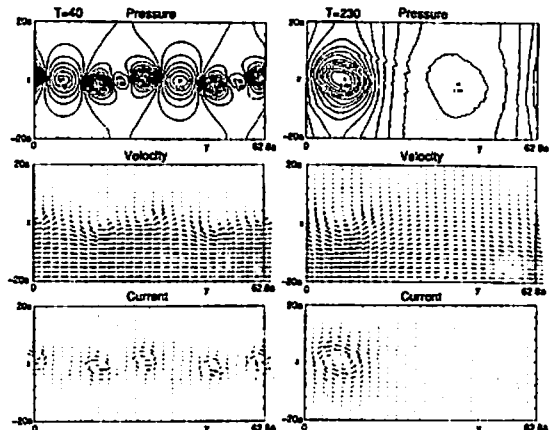


図1. K-H不安定が発展した状態での圧力の等高線 (上のパネル)、速度ベクトル (真ん中のパネル)、電流ベクトル (下のパネル) を示す。左のパネルは、線形で最も不安定な渦が成長した状態を示し、右のパネルは2回の渦の合体が起こった後の状態を示す。

An empirical model of the ionospheric effects of pulsed reconnection

M. Pinnock (British Antarctic Survey)

An empirical model, based on the theoretical ideas of Cowley et al. (1991), has been developed to examine the ionospheric signature of bursts of enhanced magnetic reconnection (FTEs). The model takes as input: the FTE recurrence rate; the duration of the enhanced reconnection; the equatorward velocity of the polar cap boundary during the reconnection; the poleward flow enhancement occurring in the ionosphere; a number of time constants conditioning the flows and boundary motions. The model outputs the motion of the open-closed field line boundary on the cusp meridian; the magnitude of the poleward flow component; the magnitude of the potential added to the polar cap by each reconnection burst. At present the model is limited to IMF  $B_y=0$  conditions. Suitable input parameters have been found by a literature search of cusp auroral and radar observations. The model has been used to determine how realistic the Cowley et al. (1991) model is, in particular how well it compares with HF radar data from the cusp region. Results from these comparisons will be presented.

Reference

Cowley, S.W.H., M.P. Freeman, M. Lockwood and M.F. Smith, The ionospheric signature of Flux Transfer Events, Proceedings of the Cluster Workshop, Svalbard, Norway, ESA SP-330, Dec. 1991.

A21-10 Distant Tail での Magnetosheath-Plasmasheet 境界領域の磁場およびプラズマで見た性質

\*石田真嗣、中村らみ、西分任(名大)、斎藤義文、向井利典、山本達人(宇宙研)

The morphology of the energy-momentum transportation through the magnetopause in the distant tail

\*Toji Iahida, R. Nakamura, S. Kokubun (Nagoya University), Y. Saito, T. Mukai, T. Yamamoto (ISAS)

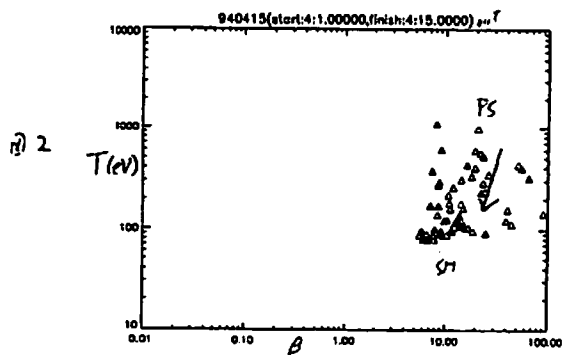
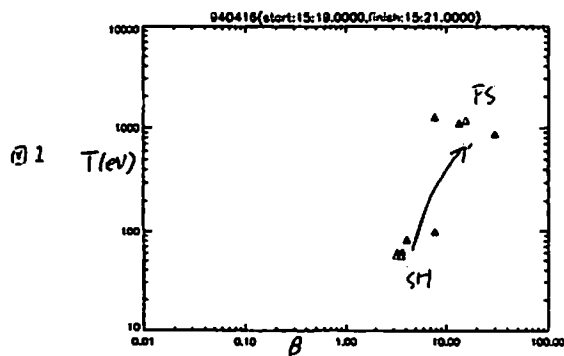
In this study, we focus our study on the boundary crossings between the magnetosheath and the plasmasheet. Using the data of GEOTAIL satellite, categorizing the patterns of the variations of the magnetic field and the plasma parameters with the beta value as a reference parameter, we discuss what is the mechanism of the energy-momentum transportation through the boundaries and the correlation with IMF conditions.

太陽風と地球磁気圏の間に構成される Magnetopause は、これを無限に薄い層(不連続面)であるとみなすと、磁場及びプラズマの性質に関して、巨視的な視点(MHD的な視点)からは、tangential 不連続面や rotational 不連続面などの MHD 不連続面またはその組合せとしての性質を持つものと予想される。しかし、実際には、境界領域は有限の厚さを持つこと、微視的に重要な構造を持っていると考えられることから、その性質を MHD 的な視点のみから解釈する事はできない。衛星の観測結果からも、境界領域の性質を単純に不連続面でのみ理解する事は出来ない事が分かる。

本研究では、1994年4月から5月にかけて GEOTAIL 衛星により得られた、磁気圏遠尾部での境界領域通過前後の磁場及びプラズマのデータを用いた。今回は、太陽風とプラズマシートとの境界領域に注目し、この領域の通過に伴う各パラメータの変化を  $\beta$  値を参考的なパラメータとして、その形態を分類し、各分類の持つ特徴、特に、境界層周辺での磁場の状態及び IMF との相関から、境界領域でのダイナミクスについて議論する。

図1は、衛星が Magnetosheath から Plasmasheet に移動する際に tangential 不連続面を通過している様子を示しているが、図2では、両者のプラズマが混合している

領域を通過している様子が示される。



遠尾部磁気圏境界における低エネルギー電子の侵入と磁気圏境界構造

白井仁人<sup>1</sup>、前沢潤<sup>1</sup>、藤本正樹<sup>2</sup>、  
向非利典<sup>3</sup>、山本達人<sup>3</sup>、斎藤義文<sup>3</sup>、国分征<sup>4</sup>

Entry of low energy electrons across the distant-tail magnetopause and the magnetic structure of the magnetopause

H. Shirai<sup>1</sup>, K. Maezawa<sup>1</sup>, M. Fujimoto<sup>2</sup>,  
T. Mukai<sup>3</sup>, T. Yamamoto<sup>3</sup>, Y. Saito<sup>3</sup>, S. Kokubun<sup>4</sup>  
1) Nagoya Univ., 2) Tokyo Institute of Technology, 3) ISAS,  
4) STE Lab. Nagoya Univ.

Using the GEOTAIL LEP data obtained in the distant tail, we examine behaviors of low energy (<1 keV) electron flux around and across the magnetopause. The GEOTAIL satellite often observes the transition in the anisotropy of low energy electrons from a unidirectional behavior in the sheath to a bidirectional behavior in the lobe. Some of the transitions indicate entry of the low energy electrons into the magnetosphere along the field line. We divided the transitions into two types in the previous study and considered that for one of them the field line is locally open. In the present study,

we examine the relation of transition characteristics with the magnetic field structure and the ratio of electron flux in the lobe to that in the sheath. We will present typical examples for the two types of transition and discuss the entry process in relation to the structure of the magnetopause.

遠尾部領域で得られたGEOTAIL衛星のデータを用いて、磁気圏境界付近での低エネルギー (<1 keV) 電子の振る舞いを詳しく調べる。GEOTAIL衛星は、磁気圏境界付近で低エネルギー電子が単一方向フラックスから双方向フラックスへと遷移するのをしばしば観測している。その遷移の幾つかは電子が磁力線に沿って磁気圏境界へ侵入している事を示していた。この事から、前回、我々は、この遷移に2つのタイプがあり、その1つは磁力線が局所的に開いている事を示していると考えた。今回、我々は更に、遷移の性質と磁場構造との関係やシースとローブでのフラックスの比などを調べた。この2つのタイプを詳しく調査し、それをもとに、低エネルギー電子の侵入過程について磁気圏境界の構造とともに議論する。

地磁気活動静穏時における磁気圏  
尾端からの高温プラズマ流出

\* 西田寛弘、向非利典、山本達人 (宇宙科学研究所)  
国分 征 (名古屋大学太陽地球環境研究所)

A. Nishida, T. Mukai, T. Yamamoto (ISAS), S. Kokubun (STELAB)

GEOTAIL observations have revealed that hot ions ( $T_i > 300$  eV) of the plasma sheet are streaming outward through the distant magnetotail even in geomagnetically quiet times when the average  $K_p$  is 1. The outflow is associated with the dusk-to-dawn orientation of the electric field, and its energy flux is as high as  $9 \times 10^{-3}$  erg/cm<sup>2</sup>s on average in the case studied. This means that the hot ions are produced in the magnetotail even when the convection differs from the widely known profile which is characterized by the presence of the neutral line. The heating and acceleration mechanism in quiet times will be discussed on the basis of the convection model under the northward IMF.

プラズマシート中のイオン温度は magnetosheathイオンよりも高い。加熱機構としては尾端における磁気リコネクションが考えられており、磁気中性線より遠方で反地球向きに高温プラズマが流出していることもこれによって説明できる。しかしGEOTAIL衛星の観測によると、高温イオンの流出は地磁気活動度が非常に低く、プラズマ対流のモードが通常のリコネクション型とは異なる場合にも起きている。

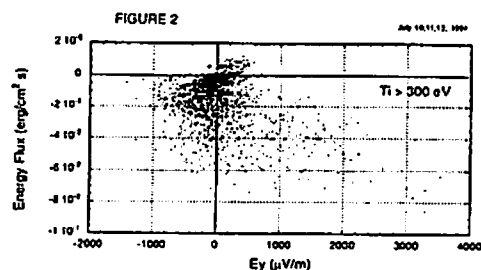
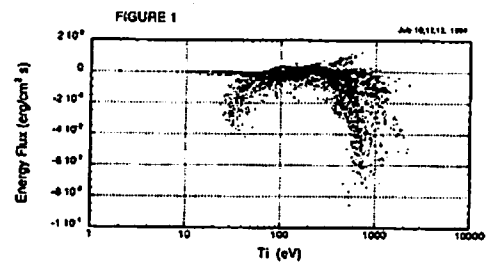
図1は3日間にわたってKpの平均値が1であったケースについて、x方向のエネルギー流束を密度に対してプロットしたものである。この時衛星の位置はx=-110 Re、尾端軸からのΔy=15 Reであった。尾端のイオンは約300 eVを境として二つのグループに分けることができる。これより低温側は太陽風から流入したばかりの境界領域のイオンと思われるものであって、密度と速度に相関がある。高温側は尾端内で加熱・加速を受けたイオンである。図1に見られるようにエネルギー流束においてもこの二つのグループのピークがはっきり分離している。本講演で問題にするのはこのうち高温成分である。

尾端中性面での磁気リコネクションによって特徴づけられる通常の対流パターンでは、dawn-to-duskの電場Eyが正である。ところが図2に見られるように、高温イオンのエネルギー流束をEyに対してプロットすると、反地球向きのエネルギー流束のほとんどがEyが負の時に起きている。このことは、通常の尾端リコネクション・モデルとは異なる加熱・加速機構がプラズマシートで働いていることを示している。この例の場合には、高温イオンの平均エネルギー流束は  $-9 \times 10^{-3}$  erg/cm<sup>2</sup>s という大きな値で、平均流束は  $-3 \times 10^3$  /cm<sup>2</sup>s である。(もしもこの流れが逆に電磁圏側に降下

していたとするとエネルギー流束は100 erg/cm<sup>2</sup>sにもなったであろう。) Eyの平均値は  $-9 \mu\text{V/m}$ と絶対値が非常に小さいが、これは少数ではあるがEyが大きな正の値をとる点もあるためであって、静穏時にも比較的確ではあるが通常の対流・リコネクションが起きている時もあることを反映している。

この新しい事実を説明するため地磁気静穏時の尾端対流の研究(J. Geophys. Res., 100, 23663, 1995)を発展させて行きたい。高温イオン流出は時間的に変化し、15分から2-3時間の時間スケールで流束が増加することが多く、地磁気静穏時にも尾端構造が変動していることを示している。

なお地磁気活動度の高いケースについて同様の解析を行なうと、Eyの平均は100 μV/mのオーダーの正の値であり、流出イオンのエネルギー流束は静穏時の値よりも高いがその差は数倍以内であることが多い。



## Empirical Studies of the Plasma Flow Characteristics of the Magnetosheath Close to the Flank Magnetopause

<sup>1</sup>S. M. Petrinec, <sup>2</sup>T. Mukai, <sup>2</sup>T. Yamamoto, <sup>2</sup>A. Nishida, <sup>2</sup>T. K. Nakamura, and <sup>3</sup>S. Kokubun

<sup>1</sup>) University of Washington, Seattle, WA, U.S.A.

<sup>2</sup>) ISAS, Sagamihara, Kanagawa, Japan

<sup>3</sup>) STE Laboratory, Toyokawa, Japan

The magnetosheath plasma velocity and magnetic field near the flank magnetopause as measured by instruments onboard the GEOTAIL spacecraft is found to often behave in a predictable manner, when the solar wind plasma flow as measured by the WIND spacecraft is steady. In particular, when the local magnetic field is aligned with the local velocity vector, the bulk speed of the magnetosheath plasma is significantly slower than when the local magnetic field is perpendicular to the velocity. The difference in speed between these two situations is found to be equivalent to the local Alfvén phase speed. A simple model has been developed to explain this phenomenon, which invokes the Alfvén phase speed. As a result, it is determined that the magnetic energy of the plasma near the flank magnetopause is efficiently expressed as either an increase in the kinetic energy of the bulk plasma flow,

or an increase in the Alfvén wave energy. The distribution between these two components strongly depends upon the angle between the local magnetic field and velocity vectors. Specific intervals of GEOTAIL data are examined in this study, and the model predictions are found to agree well with the observations. Alfvén wave properties within the magnetosheath have been observed by Matsuoka et al. [1996], and are in good agreement with this model.

However, for some intervals of GEOTAIL magnetosheath observations close to the flank magnetopause, we find that for certain magnetic field orientations, the plasma bulk speed can be significantly greater than the simultaneously measured solar wind plasma speed. These accelerated flows do not originate directly from the shocked solar wind plasma, but appear to be of low latitude boundary layer origin. Possible mechanisms for the existence of these fast magnetosheath flows are discussed, including flank reconnection, energetic particles escaping along draped magnetic field lines, and boundary oscillations.

## A21-P63 あけぼの衛星で観測した穏やかな北向き太陽風磁場で極域熱的 He<sup>++</sup> 降下

### Thermal He<sup>++</sup> from the Solar Wind during Moderate Northward IMF Bz Measured by EXOS-D Satellite

<sup>○</sup>Shigeaki Watanabe, Eiichi Sagawa and Iwao Iwamoto  
(Communications Research Laboratory)

Brian A. Whalen  
(Herzberg Institute of Astrophysics, NRCC)  
Andrew W. Yau

(U. Calgary, Calgary, Alberta, and Herzberg Institute of Astrophysics, NRCC)  
Toshifumi Mukai and Hajime Hayakawa  
(Institute of Space and Astronautical Science)

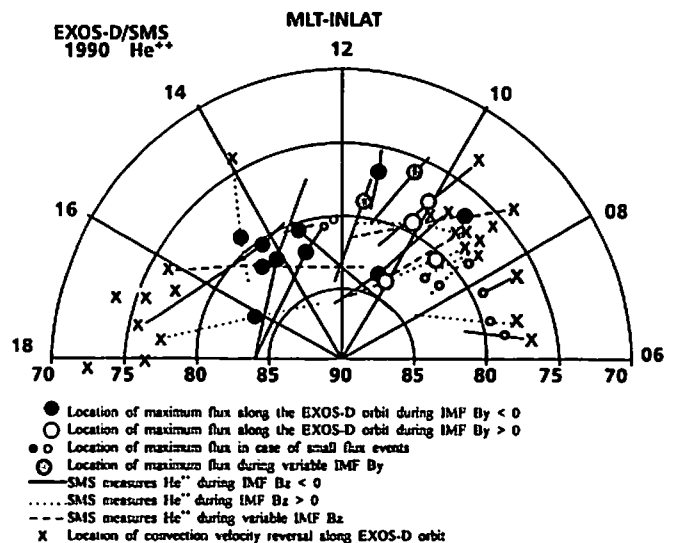
#### ABSTRACT

Large fluxes of precipitating thermal and suprathermal ( $E < 25$  eV) ions at mass per charge  $M/Q = 2$  ( $\text{He}^{++}$ ) are sometimes observed by the Suprathermal Ion Mass Spectrometer (SMS) onboard the Akebono spacecraft near the polar cusp when the IMF has a large southward component. We present comparisons between the observations of IMP-8 IMF and Akebono Low Energy Particle (LEP), Electric Field Detector (EFD) and SMS which suggest that the IMF direction controls the degree to which solar-wind  $\text{He}^{++}$  penetrate the magnetosphere. The suprathermal  $\text{He}^{++}$  ion occurs over a much wider latitudinal region than that of keV ions and that at times it covers a substantial fraction of the polar cap. This is interpreted in terms of time-of-flight dispersion associated with the combined effects of ion convection and the low field-aligned ion velocity. The large fluxes are associated with cusp field lines which are believed to be connected to the reconnection region near the subsolar point of the magnetopause and the region of convection reversal. When IMF Bz is negative or moderately positive ( $< 2-3$  nT), the location of maximum downward  $\text{He}^{++}$  flux seems to shift towards the morning side, to 10-11 MLT during positive By, and independent of the direction of Bx.

1989-1990年の1年にわたって、太陽風起源の熱的(0-25eV) He<sup>++</sup>を侵入イオンのトレーサーとして調べた。あけぼの衛星の軌道が深く極冠内にあ

りSMSがエネルギー質量分析器モードで熱的 He<sup>++</sup>を、EFDが電場を、LEPがkeVエネルギー粒子を、IMP-8が太陽風磁場を測定している時でデータがそろっている場合を解析している。今回は He<sup>++</sup>の太陽風磁場のY成分依存性を重点的報告する。IMF:Bzが負の時、Byに対する対流パターンの依存性はよく知られており、Byが正の時、昼側対流の中心流は朝方に向かう傾向はよく知られている。

我々の結果では、下図の He<sup>++</sup>観測分布に示されるように、Byが正の時、Bzが北向きの時でも+2~3nTまでは11-10MLT以前の朝方に、Bxに依存しないで He<sup>++</sup>の高いフラックスが観測される傾向がある。最近の Rich and Hairston (1994), Weimer(1995)等のパターンから予想される結果と、Bzが小さい場合には、根拠的には矛盾しないように考えられる。



EXOS-D (あけぼの衛星) に基づく  
赤道域Plasmapauseの構造について  
○佐藤 学, 大家 寛 (東北大・理)

Plasmapause Structure in Magnetic Equator Regions  
based on the EXOS-D (Akebono) Satellite Data  
○Manabu Satoh, Hiroshi Oya (Tohoku University)

From the observed upper-hybrid frequency of UHR emission data detected by PWS on board the Akebono (EXOS-D) satellite we have obtained profiles of the plasmapause near magnetic equator by applying diffusive equilibrium theory proposed by Angerami and Thomas. Typical profiles such as the type G (Gradual), S (Sharp change) and I (Irregular) features observed in high latitude regions along the Akebono-Satellite arc are translated to the profile at the equator region. The results show that by selecting suitable model we can discuss the plasmapause structure in the equator region based on the upper-hybrid frequency data detected by Akebono PWS.

Plasmapauseは、従来Plasmasheetとの接合部として、主として磁気赤道面上で議論がなされてきた。一方、極軌道を持つEXOS-D (あけぼの衛星) のデータには高緯度域でのplasmapauseが検出されている。したがって、EXOS-D衛星データに基づいて赤道域でのplasmapauseを求める目的で本論では拡散平衡の理論 [Angerami and Thomas, 1964] を適用し磁気赤道面上での電子密度を求めた。

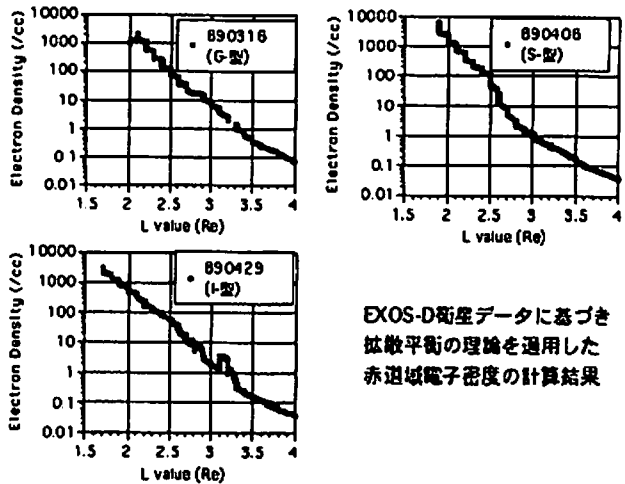
EXOS-Dにより観測されるupper hybrid 共鳴エミッションからPlasmapauseの構造が知りうることはすでに提言されている。Plasmapauseの構造は大別して以下の3つのタイプに分けられた。 [Oya et al, 1990]

- (1) gradual タイプ (G-型)

- (2) sharp タイプ (S-型)
- (3) irregular タイプ (I-型)

しかし、これらの指摘された構造が赤道面ではいかなる構造をとるかは不明である。そこで、赤道面上でのplasmapause分布を、EXOS-Dの位置での電子密度を出発点としてAngerami-Thomasの拡散平衡の理論を適用して求めた。その結果はプラズマ圏、及び、トラフ領域の温度分布に大きく依存するが、まず出発モデルとして磁力線に沿って距離に関する温度分布を一定、1次、及び、2次として計算を行った。また、赤道域温度が5000K、10000K、15000K等について検討した。15000Kの結果は、従来から言われている電子密度分布に近いものであった。

EXOS-Dのデータに基づきPlasmapause構造を議論するために、適正なモデルを考える必要があることを、これらの結果が示している。そのために、赤道面上に軌道を持つCRESS衛星のデータと、比較によって正しいモデルを求める必要がある。



A21-P65 あけぼの衛星で観測された  
スロット領域での高エネルギー粒子の変動

○三井 力・葛井 厚伸・長井 嗣信 (東工大理)  
行松 彰 (極地研)・河野 毅 (理化学研究所)  
榎野 文命 (宇宙研)

Slot-region Flux Changes Observed  
by Akebono Satellite

○C. Mitsui, A. Tsutai, T. Nagai (Tokyo Institute of Technology)  
A. Yukimatu (NIPR), T. Kohno (RIKEN), and F. Makino (ISAS)

We have analyzed relativistic electrons (> 0.3 MeV) observed with RDM on the AKEBONO spacecraft during the October 18-20, 1995 storm. Relativistic electrons are injected into the slot-region (L=2.6-2.9) after development of the ring current (the minimum of Dst), and then these electrons moved earthward (to L=2.4) in slot-region in the timescale of a few days.

磁気嵐の時、スロット領域に高エネルギー電子が注入されることは、古くから知られている。ここでは、1995年10月18日から19日にかけての磁気嵐に注目し、「いつ、どのくらいの時間スケールで、注入が行われたのか?」、「その後どのように変動するのか?」を解析した。磁気嵐前後の放射線帯の電子フラックス変動を各L-valueごとに調べてみると、確かにスロット領域に電子が注入されていることが分かる。その後、内側へのradial拡散が観測される。

今回の研究で最も注目すべき観測は、Dstが急激に下がる (ring currentが発達する) 時に注入されるのではなく、発達後に急激に (4.5時間以内) に起こることである。Fig. 1の上図では、Dstの時間変化を表しており、Fig. 1の下図ではL=2.9でのフラックスの時間変化を表している。これを見ると、Dstが18日の2300UTには、ほぼ極小値に

達しているのに対してlog(flux)のバックグラウンド (log(flux) < 0.5) からの増加は、19日の0137UT以降ということが見てとれる。

18- 19 October 1995 by AKEBONO  
electron >2.5 MeV flux & Dst

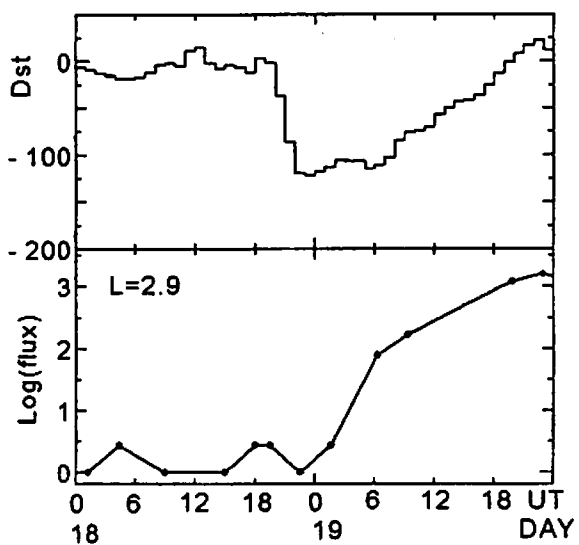


Fig. 1.

**A21-P66 静止衛星の磁場のデータによる  
高エネルギー電子の Prediction**

○葛井 厚伸・三井 力・長井 嗣信 (東工大理)

**Prediction of Relativistic Electron Flux  
with In-Situ Magnetic Field Data**

○A. Tsutai, C. Mitsui, and T. Nagai  
Department of Earth and Planetary Sciences,  
Tokyo Institute of Technology

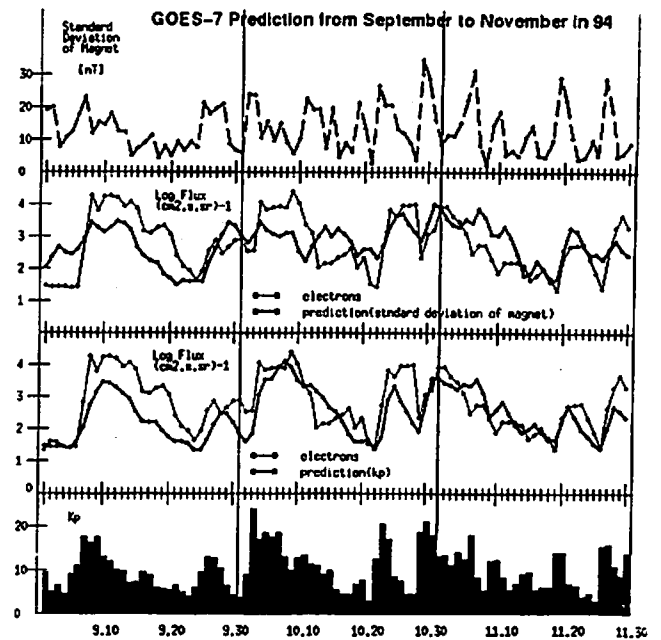
We have made standard deviations of the northward magnetic field variations and daily average electron fluxes from the GOES-7 data. Then we have made linear prediction filter  $h(s)$  for the data from January 1994 to April 1994. For input time series  $I(t)$ , we use the magnetic field variations. For output time series, we use the logarithm of the electron fluxes. The electron fluxes are predicted for the period from May 1994 to April 1995 with (1). The electron flux is reasonably predicted with this method.

GOES-7のデータから、磁場の北向き成分について、日変化を除いた変動成分の標準偏差(磁場変動の大きさに対応)と電子のフラックス( $\geq 2\text{MeV}$ )の1日平均値を作った。磁場変動を入力時系列  $I(t)$ 、フラックスのlog値を出力時系列  $O(t)$  として、linear prediction filter  $h(s)$  を作成した。このfilter  $h(s)$  を、1994年1月から4月の4カ月のデータを使って作り、(1)式を使って、1994年5月~1995年4月までのフラックス予測を行なった。

$$O(t) = \int_0^t ds h(s)I(t-s) \quad (1)$$

(1)式では、予測を行なうため、lag time 1日から積分を開始している。また、積分は、7日まで積分を行なえば十分であるので、7日までとし

た。衛星の位置によって、サブストームを捉えられない時の影響が若干でているが、かなり良い予測ができた (Fig.1)。



(Fig.1)

**A21-P67 放射線帯での LF 帯波動分布**

○小林 拓恵<sup>1</sup>、森岡 昭<sup>1</sup>、三澤 浩昭<sup>1</sup>、長井 嗣信<sup>2</sup>、行松 彰<sup>3</sup>  
1) 東北大学理学部超層物理学研究施設  
2) 東京工業大学理学部 3) 国立極地研究所

**Distributions of LF waves  
in radiation belts**

○H. Kobayashi<sup>1</sup>, A. Morioka<sup>1</sup>, H. Misawa<sup>1</sup>, T. Nagai<sup>2</sup>  
and A. Yukimatsu<sup>3</sup>

1) Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University  
2) Tokyo Institute of Technology 3) National Institute of Polar Research

The source and loss mechanisms of energetic electrons in radiation belts are not well understood. One of its mechanisms is pitch angle scattering by gyroresonance between whistler mode waves and particles. We studied spatial and temporal distributions of LF range waves by investigating PWS data of AKEBONO(EXOS-D) satellite. As the result, we found the enhancements of wave activities synchronized with the sudden change of the energetic particles in radiation belts.

放射線帯からの粒子の消滅機構の一つとしてホイッスラー波と電子のサイクロトロン共鳴によるピッチ角散乱の機構が大きな役割を果たしていると考えられている。しかし、このことは観測的に充分立証されているわけではない。得に in-situ にホイッスラーモード波と高エネルギー粒子の直接比較の研究は極めて少ない。そこで本研究ではあけぼの (EXOS-D) 衛星の PWS データを用い LF 帯波動の空間的・時間的分布を調べ、RDM による高エネルギー粒子分布と比較した。

1994年1年間について周波数 24-34kHz 帯の LF 波動の強度の時間・空間変化を Fig.1 に示す。極域 (L=7, 9) の波動は静電的波動 (Polar BEN) と考えられるが、低緯度 (L=3, 5) の波動はホイッスラーモードの自然波動である。この波動強度の変動は Kp、Dst の変動と良い対応を示すが特に磁気活動の急な増加時の粒子フラックス変動と同期していることが注目される。

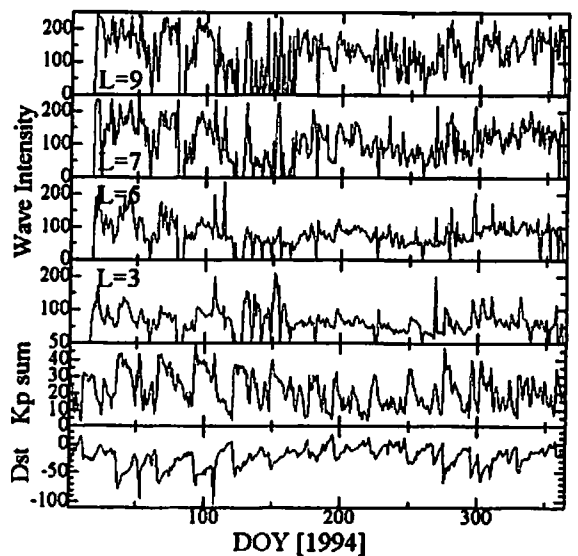


Figure 1. L 値によって見た LF 帯波動 (周波数は約 24-34KHz) の分布。期間は 1994 年。

## A21-P68

### 磁気圏内の荷電粒子を追跡する数値モデルの開発

島津浩哲 (通総研)

#### Particle Tracing in the Model Magnetosphere

Hironori Shimazu

Space Science Division, Communications Research Laboratory,  
Koganei, Tokyo 184, JAPAN

We have developed a numerical model which describes trajectories of charged particles in the given magnetospheric electric and magnetic fields. The aim of this research is to forecast high energy particles near the geosynchronous orbit. We use the Tsyganenko 1989 model and the Volland-Stern model for magnetic and electric field models of the magnetosphere, respectively. Because the both models depend on the Kp index, the fields in our model vary in time depending on the Kp index. We assume that particles are loaded near  $X_{GSM} = -15$  earth radii in the model magnetosphere when the IMF Bz component is negative. The production rate is proportional to the Bz component. We solve the equation of motion in the direction of the magnetic field as well as the equation of the drift motion without assuming the conservation of the second adiabatic invariant. Loss of particles (charge exchange, or re-combination) is not included in our model. In this paper, we examine the applicability of our model and consistency with previous works. We also compare our model with the MSF model and satellite data.

磁気圏モデル電磁場中の荷電粒子の軌道を追跡する数値モデルを開発した。粒子の軌道計算の研究は長い歴史があり、様々な研究がおこなわれてきているが、本研究は、宇宙天気予報、および、応用宇宙空間物理学の観点からおこなった。目的は、静止衛星軌道付近での高エネルギー粒子の到達時刻、到達量、エネルギー分布などを予測することにある。モデルとして、磁場にチガネンコ1989モデル、電場にボランド・スタ

ンモデルを使用した。両モデルともにKp指数に依存するので、Kp指数に応じて電磁場が時間変化する。また、惑星間磁場が南向きのとき、その大きさBzに応じて粒子がある温度で $X_{GSM} = -15$ 地球半径付近にロードされると仮定した。従って、Kp指数とBzが入力パラメータである。計算においては、ドリフトだけでなく、磁場に平行方向の運動方程式も解き(第2断熱量保存の仮定なし)、3次元で扱うので、ピッチ角が90度以外の粒子も扱える。粒子の消滅過程(荷電交換、再結合など)は考慮されていない。講演では、過去の研究結果との整合性やモデルの妥当性の検証、MSFモデルの結果との比較、実際の人工衛星の粒子データとの比較をおこなう。

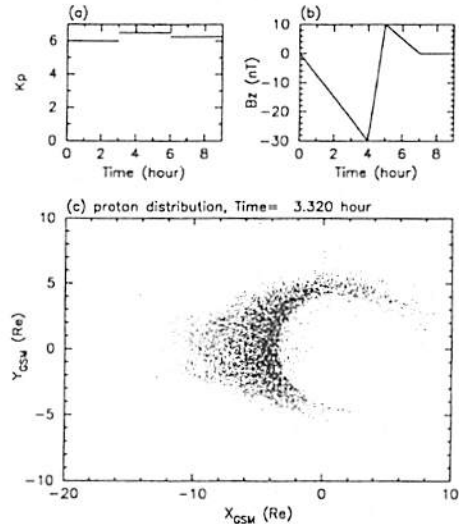


Figure: (a) Kp index (input). (b) IMF Bz component (input). (c) proton distribution projected on the GSM X-Y plane at time 3.32 hour (output).

## A21-P69

### Pi 2脈動オンセットの物理的意味

#### On the cause of Pi 2 pulsations

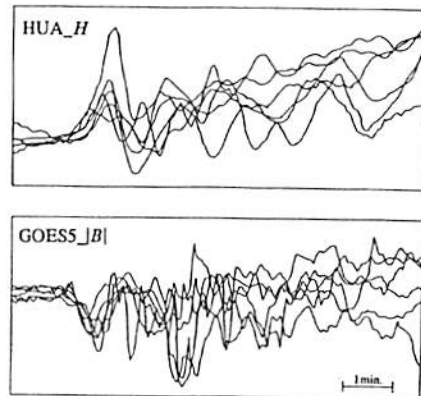
坂 翁介, 渡辺 修 (九大・理)

O. Saka, O. Watanabe (Kyushu Univ.)

Field line reconfigurations in the nightside magnetosphere observed in association with the onset of ground Pi 2 pulsations at the dip-equator (Huancayo, Peru) are studied with data from geosynchronous satellites GOES 5 and GOES 6. We find that 41% of the Pi 2 events have a concurrent onset of field line reconfigurations. The reconfigurations at the geosynchronous altitudes are suggested to be triggered by plasma injections in the midnight sector: they were correlated with the onset of Pi 2 pulsations at the dip-equator with no significant time delays. We argue that the diamagnetic current induced by the plasma injection is responsible for both the reconfigurations and the Pi 2 events at the dip-equator. The eastward diamagnetic current would need to be set up in the magnetosphere at a L inside the geosynchronous orbit, and the formation of this current seems to precede the disruption/diversion of the cross-tail current.

Pi2脈動は多様な現象を付随するため、その基本の理解を極めて困難にしていた。しかし、低緯度・赤道から見直してみると、以外と明快な側面を持つことがわかってきた。それは、Pi2は粒子インジェクションにともなう高温プラズマが閉じた磁力線に補足され、その結果起こる磁気圏赤道でのプラズマ圧力の過渡

的な応答であり、そして幸運にもその地球側境界は力学的安定面であったために応答(Pi2)がグローバルに成りえたという単純な事である。もし、不安定面であればInstabilityとなり、地上で観測されたかどうか極めて怪しい。またPi2の発生はCurrent disruption/diversionに数分先んじている場合が多く、これはTearing Mode 的なCurrent Disruption を示唆するのかもしれない。



静止軌道上と地上でのPi2波形の比較。振幅の逆転と同時性が特徴的である。



**A21-P70**

**沿磁力線電流の発生とその過渡振動：Quasi-Periodic Oscillation (QPO) のメカニズム**

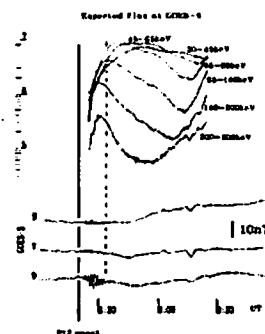
**Driving source of Quasi-Periodic Oscillation**

坂 翁介, 渡辺 修 (九大・理)  
O. Saka, O. Watanabe (Kyushu Univ.)

Geosynchronous orbit data from charged particle analyzer (30-300 keV electron flux) and magnetometer instruments on board the 1984-129, GOES 6, GOES 5, and 1982-019 satellites in the nightside sector are examined during Pi 2 event that occurred at substorm expansion onset. It is suggested that field-aligned currents are likely to be built up preferentially by a divergence of diamagnetic currents in the region where the azimuthal plasma pressure gradient dominates. It is argued that these currents excite an azimuthally-polarized transient field line oscillation (Quasi-Periodic Oscillation, QPO).

Pi2脈動は極めて多様な現象を付随する。その中でもQuasi-periodic Oscillation (QPO) と呼ばれる磁力線振動は真夜中よりはずれた朝方、夕方磁気圏にしばしば現われる現象で、波形が美しく注目を引く。振動の始まりに特徴があるため、注入された粒子のプラズマ圧による過渡的な磁力線振動と捉えたモデルが提案されている [Ref: Saka et al., Ground-satellite correlation of

low-latitude Pi 2 pulsations: A quasi-periodic field line oscillation in the magnetosphere, *J.G.R.* 101, 15433, 1996]。このモデルの妥当性を調べる目的で、QPOが観測された時の粒子データを詳しく調べた。一つの衛星で粒子と磁場データが得られていないため粒子に関しては「Trace back technique」を使い、同時性を求めた。その結果QPOと粒子のプラズマ圧の関係が微分方程式のソース項の予測と一致し、QPOは粒子圧に反応した磁力線の過渡的な振動であるというモデルの妥当性が示された [Ref: Saka et al., A possible driving source for transient field line oscillations in the post-midnight sector at geosynchronous altitudes, *J.G.R.*, in press 1996]。またこの事は波の減衰はそのソースの消滅の結果という、極めて単純な結論を導く。



QPOは、プラズマ雲の通過と共に減衰消滅する。波のソースは「プラズマ雲から流れ出る沿磁力線電流」という微分方程式の予測どおりの観測である。

**A21-P71 Geotail Satellite Observation of Mini-Substorm Signature in Near-Earth Magnetotail Plasma Sheet**

°Sakurai, T.<sup>1</sup>, Y. Tonegawa<sup>1</sup>, M. Ohtani<sup>1</sup>, K. Sakata<sup>1</sup>, M. Nowada<sup>1</sup>, K. Yumoto<sup>2</sup>, S. Kokubun<sup>3</sup>, T. Yamamoto<sup>4</sup>, T. Mukai<sup>4</sup> and K. Tsuruda<sup>4</sup>

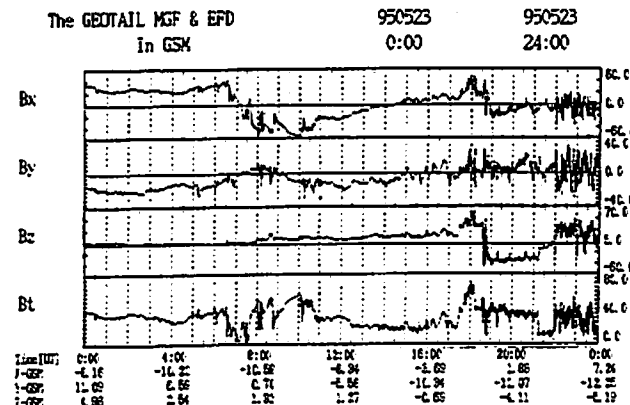
1: Tokai University, 2: Kyushu University, 3: STEL Nagoya University 4: ISAS

**Abstract**

During relatively quiet geomagnetic conditions ( $K_p \leq 1_+$ ) mini-substorm signature with small magnitude field changes such as tail-like to dipole-like magnetic field configuration changes have been observed in the near-Earth magnetotail plasma sheet ( $X_{GSM} \approx -10 R_E$ ) in the midnight sector. Field changes belonged to this category were very similar to those appeared in the magnetotail in association with typical substorm activity, which was identified on the ground magnetogram, but their field changes were very small in general. Corresponding substorm signature, however could not be easily identified on the ground magnetogram from high to low latitude. These events accompanied clear disruption of the magnetic field intensity in association with drastic field changes to  $B_x, B_y = 0$ . They

were followed by large amplitude oscillations of the electric field, sudden increases in velocity of earthward plasma flow, and expansive development of low energy plasma. Associated field and plasma signatures were almost similar to those described as typical substorm signatures found in the magnetotail. However, magnitude was very small.

Figure shown below illustrates an example of typical mini-substorms occurred successively in the near-Earth magnetotail plasma sheet. They were found in the time interval from 05 to 11 UT on May 23, 1995 when the Geotail satellite traversed near midnight sector.



## A21-P72 マッハ数で見た磁気圏尾部領域

山本達人、向井利典、齋藤義文（宇宙研）  
國分征（名大STE研）

### Mach Number of Plasma Flow in the Distant Tail

T. Yamamoto, T. Mukai, Y. Saito (ISAS),  
S. Kokubun (STE Lab.)

Mach number of plasma flow in the downtail region is statistically studied. In the magnetosheath region below  $GSM-X = -50 R_E$ , the plasma flow is super-sonic. The fastsonic mach number becomes smaller in the region close to the distant tail magnetopause. We may call this region "magnetosheath boundary layer". The fastsonic mach number of 3 clearly separates the magnetotail from the magnetosheath, although the physical meaning is, at the present time, unknown. In the distant tail the plasma flow is super-Alfvénic near the magnetopause. This indicates no MHD connection of plasma motion from the distant tail boundary layer to the near-Earth tail or the ionosphere.

これまでの GEOTAIL の観測により、 $150 R_E$  を越える遠尾部領域でのプラズマは、殆どの場合、反太陽方向に流れている事が分かっている。また、この領域では比較的密度の高いプラズマが出現し、その出現頻度は朝側/夕側で多くなっている。この特長は IMF の方向等に大きく依存しないようである。これらの事実は太陽風が効率的に磁気圏遠尾部領域に侵入している事を示唆しているようである。

ここでは、プラズマ流速のマッハ数の観点から磁気圏尾部の議論を試みる。バウショックにより減速されたシース領域の太陽風は、下流に行くに従ってその流速を増しやがては上流と同程度の速度となる。マッハ数で見ても、音速以下から超音速へ、サブアルフヴェニックからスーパーアルフヴェニックへの移行がある。観測的には  $50 R_E$  以上のシース領域は既に超音速流となっているが、磁気圏尾

部境界付近のシース領域のマッハ数は離れた領域と比べて小さい値を持ち、磁気圏の影響を示している。磁場の安定性を中心に磁気圏尾部を判定した場合の結果と、Fast Sonic マッハ数を3以下として決めた領域はおどろく程良く一致する。地球近辺でのシース領域は当然ながらサブソニックなプラズマ流の領域であるので、この簡易手法が使えるのは経験的には  $50 R_E$  以上である。詳細には境界領域付近での判定エラーは生じるが、 $50 R_E$  以上のおおまかな統計を行う場合の簡便な判定基準としては役に立ちそうである。

上記より、遠尾部でのマッハ数が1を越える領域が当然ながら存在する。アルフヴェンマッハ数が1を越える磁気圏尾部領域でのプラズマの磁力線と直角方向の運動の情報は極域電離層に伝わる事はない。つまり、この領域は地球電離層から来るポテンシャル情報により「磁気圏内部」と特長づけられてはいるが、電離層に向かって太陽風からの運動量の流入などの情報を伝えることの無い領域となる。この事は、ある時点で磁力線を通しては電離層との結合がない領域であっても、少し前の時点で極域電離層に片方に磁力線の根元を持ち「磁気圏内部」と特長づけられていた領域であり、太陽風の特長が充分に侵入する前の段階では、磁場・プラズマの特長からは「磁気圏内部」と判断される事も意味する。地球近傍での LBL 等では、電子の分布関数を調べる事により「現在」の磁力線に形態についての情報を得る事が可能であるが、遠尾部では必ずしも充分とは言えない。境界面付近の領域を議論する場合には、その領域を通る磁力線の形態が変化しつつある事も考慮する必要がある。

磁気圏遠尾部での磁気圏境界面付近では、磁場構造に基づいて認識される境界面の  $\beta$  は1付近を値を取る事が多い。しかしプラズマ流速としてはアルフヴェンマッハ数が1を越える領域が尾部内部まで続き、流速の減少とともにプラズマ密度も減少し、低速・低密度の普通のロープ領域へと移行していくようである。

アルフヴェンマッハ数が1を越える領域は遠尾部に行くに従ってその領域が広がっていく。これは、遠尾部に行くに従って地球近傍のプラズマの運動とは無縁な領域が拡大していく事を意味する。しかし、 $200 R_E$  付近のロープでもマッハ数が1以下の領域もあり、完全に無縁になっている訳ではない。

## A21-P73 プラズモイド中で観測される counterstreaming ion について

松野陽一、向井利典、齋藤義文、山本達人（宇宙研）、  
國分征（名大STE研）、町田忍（京大理）

### Counterstreaming ion events in plasmoids

Y. Matsuno<sup>1</sup>, T. Mukai<sup>1</sup>, Y. Saito<sup>1</sup>, T. Yamamoto<sup>1</sup>,  
S. Kokubun<sup>2</sup>, S. Machida<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ISAS, <sup>2</sup>STE-lab., Nagoya Univ., <sup>3</sup>Kyoto Univ.

The GEOTAIL satellite sometimes observed counterstreaming ion events in plasmoids and in the plasmashet. We consider that counterstreaming ions are coming from lobe region and not fully heated yet. We will discuss acceleration and heating processes of the cold ions in plasmoids based on the observation of counterstreaming ion events.

GEOTAIL 衛星がプラズモイドあるいはプラズマシートを通過した際に counterstreaming ion を観測することがある。(Mukai et al.)

図にプラズモイド中で counterstreaming ion が観測された例を示す。高温の tailward flow にふたつより低温の成分が重なっているように見える。低温の成分のうち一方は磁場と同じ向き、他方は磁場と反対向きに流れており counterstreaming になっている。

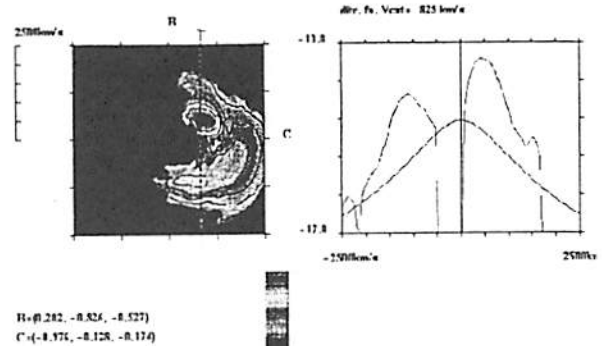
この後の時刻における速度分布関数の変化から考えると、磁場と同じ向きに流れている低温の成分はロープからプラズモイドに入ってきてまだ十分に熱化されていない粒子であると考えられるのもっともらしい。磁場と反対向きに流れている成分についても、低温であ

ることから考えてロープから入ってきてからの時間が短い粒子であると考えるのが自然である。

このことから描いたプラズモイドは次のようなものである。プラズモイドの地球側ではリコネクションが続いており、ロープからプラズモイドに入った低温イオンはまず加速され、続いてプラズモイド本体の高温イオンと混ざりあって加熱されている。

上のような説明ができるのは core field が存在する場合のみである。Core field が存在しない場合には低温イオンの加速は、高温イオンと混ざって加熱されながら起こるはずである。つまり counterstreaming ion が core field とともに観測されることは上の説明と矛盾しない。

他のイベントについても調査して counterstreaming ion を手がかりとしてプラズモイドにおける加速・加熱について検討する。



Mukai, T., Structure and Kinetic Properties of Plasmoids and Their Boundary Regions, *J. Geomag. Geoelectr.*, 48, 541, 1996

Force balance near the X line under fast magnetic reconnection

<sup>1</sup>M.S. Nakamura<sup>1</sup>, M. Fujimoto<sup>2</sup>, and K. Maezawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Nagoya University, <sup>2</sup>Tokyo Institute of Technology

We study a force balance in a steady magnetic reconnection geometry using 2 D hybrid simulation (ion particle, charge neutralizing massless electron fluid). After the formation of fast jets away from the diffusion region, a quasi-steady state is achieved. At that time, ion distributions inside the jet can be classified into three types according to the distance from the X line (Nakamura et al., submitted to JGR). The modified Speiser distribution detected in the close proximity of the X line is a consequence of the pick-up action of the field line, which is moving in the jet direction and being bent in the cross-tail direction. The development of this field geometry is essentially due to the Hall current effect caused by the difference in velocity between the bulk ion and the electron fluid. The modified Speiser distributions cannot be represented by a single shifted Maxwellian

distribution assumed implicitly in the usual fluid models, but lead to the presence of off-diagonal element of the pressure tensor. In the close proximity of the X-line, the momentum transport associated with the gradients of the off-diagonal elements of the pressure tensor transfers the cross-tail ion momentum from the region near the X line to the regions outside the X line. It is found that the pressure tensor, which is deeply related to the field geometry caused by the Hall current loops, indeed plays a significant role in the force balance near the X line.

自発的高速磁気再結合過程におけるテスト粒子シミュレーション  
-テアリングモデルとの比較-

清水 徹<sup>1</sup>, 岡崎 正行 (愛媛大学情報工学科)

Test Particle Simulations of the Spontaneous Fast Reconnection  
-Comparing with Tearing Model -

T. Shimizu<sup>1</sup> and M. Ugai  
(Ehime Univ. Dep. of Computer Science)  
shimizu@ca.ehime-u.ac.jp

Acceleration processes of single particles are studied in time-developing electric and magnetic fields that are obtained from MHD simulations of the spontaneous fast reconnection. Especially energy gain and dawn-dusk (current direction) drifting distances in the acceleration processes are researched in comparison with the other reconnection model (Tearing model).

In our model and Tearing model, a high energy-gain region is commonly a top region of the magnetic loop (plasmoid), which is associated with the reconnection process. But the field-aligned accelerated particles in our model gain higher energy than those in the Tearing model nevertheless, have shorter dawn-dusk drifting distances, because the loop top region in our model has more complicated time-spatial structure than that in the Tearing model. And then Number of the accelerated particles in our model is also much more than the Tearing model.

はじめに

反平行磁場形状あるいは磁気再結合過程の MHD 的磁場形状におけるテスト粒子加速の研究は、古くから行われてきた。そして初期の研究は Speiser 軌道に代表される様に磁気中性点付近の粒子加速が主であった。しかし近年、MHD シミュレーションで生成される複雑な電磁場データを用いて色々な磁気再結合モデルに関する研究が行われるようになってくるにつれ、その様な磁気中性点付近の粒子加速よりも、磁気再結合により形成される磁気ループやプラズモイドの内部や周辺で複雑な軌道をとる事により強力な粒子加速が起こる事が分かってきた [1,2,3]。

このタイプの粒子加速は基本的にループ磁場中を行き来しつつ dawn-dusk 方向にドリフトしてエネルギー利得を得るため、エネルギー利得量を見慣れる際の基準としてこのドリフト距離がよく用いられている。これは一つの磁気再結合モデル内では正しいかも知れない。しかし今まで報告された色々な MHD シミュレーション結果から推測するに、粒子軌道やエネルギー利得量、加速粒子数は、磁気再結合モデルそのもの、特に磁気再結合の

時間発展速度の違いによっても大きく異なるはずである。もしそうなら、こんご磁気圏の三次元構造中で磁気再結合によるエネルギー利得を計算する時、モデルによる違いも考慮すべき重要な要素となるであろう。

我々は電流層中の微小擾乱から自発的に発展する高速磁気再結合過程モデルの MHD シミュレーションにおけるテスト粒子加速の研究を行っている。このモデルでは電流層を圧縮するような駆動力を加えていないにもかかわらず、電流駆動型の異常電磁抵抗により電流層の一部が強調され、急激に高速プラズマ流が発生する。そして磁気ループ (プラズモイド) 前面にはプラズマの強い圧縮領域 (fast shock) が現れ、その付近の磁場形状は他の磁気再結合モデルよりはるかに複雑な時空間変化をする。

本講演ではテアリングモデル (電気抵抗一様モデル) による二次元テスト粒子シミュレーションを行い、粒子加速時のドリフト距離、エネルギー利得等について比較を行った。今までに以下の事が分かっている。

磁気レイノルズ数が数百程度のテアリングモデルについて調べている。その結果、テアリングモデルに比べて自発的高速磁気再結合モデルで沿磁力線加速する粒子数やそのエネルギー利得は少なくとも数倍から 10 倍程度大きい。しかもその際、dawn-dusk ドリフト距離は必ずしも同じ程度大きくなるとは限らない。この事は仮に自発的高速磁気再結合が磁気圏尾部で dawn-dusk 方向に局在化して発生しても、dawn-dusk に広範囲に一樣発生する (きれいな) テアリングよりもっと短時間に激しい粒子加速が期待できる事を示唆している。

参考文献

- [1] Scholer, M. and Jamitzky, F., Plasmoid-Associated Energetic Ion Bursts in the Deep Magnetotail: Numerical Modeling of the Boundary Layer, J.G.R., Vol.94, No.A3, pp.2459-2470,1989.
- [2] Birn, J. and Hesse, M., Particle Acceleration in the Dynamic Magnetotail: Orbits in Self-consistent Three-dimensional MHD Fields, J.G.R., Vol.99, No.A1, pp.109-119, 1994.
- [3] 清水, 徹, SCIEPSS('96 春 合同大会) 予稿集 G11-10, 1996.

## A21-P76

### Shell Splitting of Energetic Ions Injected at Pseudo-Substorm Onsets

°Kazue Takahashi (STEL, Nagoya University)  
B. J. Anderson and S. Ohtani (The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, U.S.A.)  
G. D. Reeves (Los Alamos National Laboratory, U.S.A.)

During substorms energetic particles injections are routinely observed by geosynchronous satellites. In this study we examine energetic ion (energy ~ 30-300 keV) injections observed from the elliptically orbiting AMPTE CCE satellite and demonstrate that ion injections detected on the dayside also provide valuable information on the radial distance of the region of ion injections. The principle of the analysis is the well-known drift shell splitting effect. Due to the day-night asymmetry of the magnetospheric magnetic field, the orbits of ions are spatially dispersed, depending on their pitch angle. In the energy range considered here the drift orbits are mainly determined by the magnetic field configuration. If we consider satellite observation near noon at a fixed geocentric distance, guiding center orbits of ions detected at small pitch angles intersect the midnight meridian at larger geocentric distances than do ions with near-90° pitch angles. Thus, if we examine the pitch angle dependence of injection events, we can remote sense the radial distance of the injection region. Using this technique we study ion injection events observed on September 17, 1984, in association with pseudo-substorm onsets. CCE was at 13 hour local time near its apogee (8.8RE) and observed a series of ion flux enhancements. The flux increases were observed only at pitch angles from 0° to 60°. We numerically calculate the ion orbit for this cutoff pitch angle using the Tsyganenko 89 model and we find that the drift orbits of 60° pitch angle particles pass through midnight at 9 RE, well outside of geostationary orbit. Thus the CCE observation can be explained by ion injection occurring tailward of 9 RE. Energetic ion data from geostationary satellites for the same time interval show no evidence of injections at 6.6 RE consistent with the calculation result of the inferred injection radial distance.

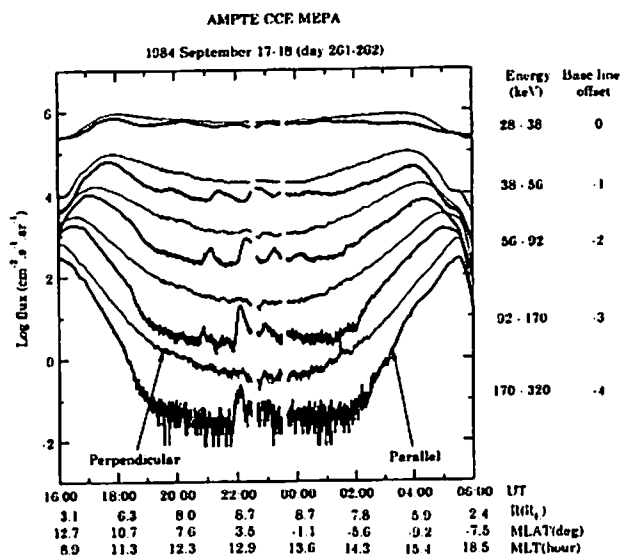


Figure. Ion flux variations observed by CCE on the dayside. The two traces for each energy bin represent pitch averages from 0-45 and 135-180° (Parallel) and from 45-135° (Perpendicular). Ion injections are observed only in the parallel pitch angle bin.

## A21-P77

### 磁気嵐に伴う昼間側内部磁気圏構造の変化

長妻 努<sup>1</sup>, 福西 浩<sup>2</sup>

1: 通信総研 平磯宇宙環境センター 2: 東北大学 理学部

### Magnetic Field Structure in the Dayside Magnetosphere during Geomagnetic Storms

Tsutomu Nagatsuma<sup>1</sup>, Hiroshi Fukunishi<sup>2</sup>

1: Hiraio Solar Terrestrial Research Center, CRL

2: Faculty of Science, Tohoku Univ.

We have studied the magnetic field structure in the dayside magnetosphere during geomagnetic storm using magnetic field data obtained from the Akebono satellite. It was found that the intensity of  $\Delta B$  sometimes shows local enhancement at the geomagnetic equator during initial phase and temporal recovery phase of the geomagnetic storm while the intensity of  $\Delta B$  shows minimum at the geomagnetic equator during main phase.

あけぼの衛星の磁場データから IGRF を差し引いて  $\Delta B$  を計算し、磁気嵐時の昼間側内部磁気圏構造の変化について調べた。あけぼの衛星の遠地点 (約 2.5Re) が昼間側の磁気赤道にある期間を選び、主に 2~2.5Re 付近の磁場変化の解析を行った。図 1 にその例を示す。 $\Delta B$  はリングカレントの影響で磁気赤道付近で極小となり、リングカレントの発達に伴って、磁気赤道での  $\Delta B$  の値は減少する。夜側では  $\Delta B$  は Dst index より大きな値を示しているが、昼間側では Dst よりも小さな値を示す。また、磁気嵐の初相、及び一時的にリングカレントが弱まった時にしばしば、磁気赤道付近の磁場が局所的に増加していることがある (図 1 中の矢印参照)。このことは磁気嵐時のリングカレントの位置や強度の変化に対応しているものと考えられる。講演ではモデルとの比較や

NOAA衛星の粒子データとの比較を行ない、磁気嵐時の昼間側リングカレントの発達過程について議論する予定である。

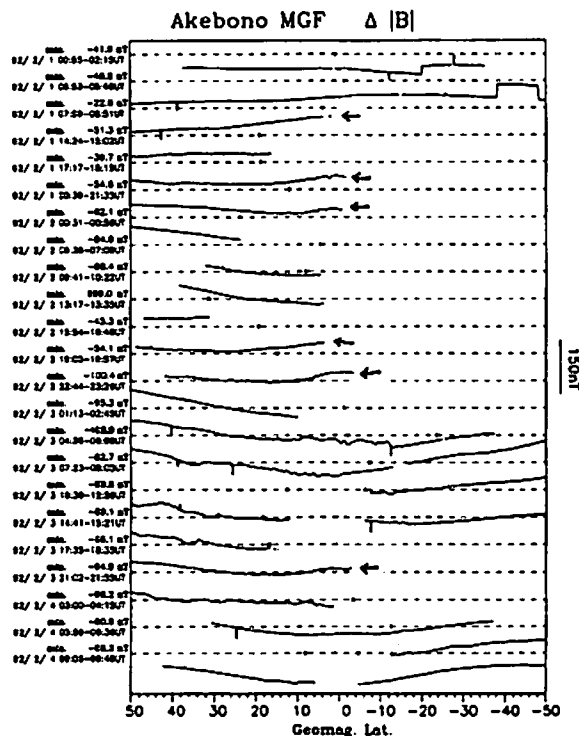


図 1 92年2月1日~4日の磁気嵐時の磁場変化。step-likeな変化は磁気トルカの影響によるもの。矢印で磁気赤道付近の磁場の増加を示す。

## A21-P78 準Realtime・Dst 指数の作成

亀井登水 (京大理)、杉浦正久 (東海大)

### A Plan on Derivation of a Near Realtime Dst Index

T. Kamei (Kyoto Univ.) and M. Sugiura (Tokai Univ.)

The Equatorial Dst Index, abbreviated below as the Dst Index or simply as Dst, is currently made available in two steps. The first of these is the Provisional Dst Index, which is derived as soon as the necessary (provisional) data are received from the contributing observatories, and which is disseminated by mail or by other means. The Provisional Dst Index is meant only for uses for diagnostic purposes. The second is the final Dst Index, which is derived and distributed on an annual basis. At this writing, the Provisional Dst Index is available to March 1996, and the final Dst from 1957 through 1994.

However, recently demands are mounting for a quicker availability of the Dst data and for an index having a time-resolution higher than the present hourly values. The recent advancements in the communication technology and the increasing awareness on the part of the observatories of the need for rapid data transmission have created a favorable climate for achieving an accelerated time schedule and an improvement in the time resolution of the Dst index.

Preparations are being made at the World Data Center-C2 for Geomagnetism, Kyoto University, Kyoto, for an on-line service for a quick-look Dst index on a near realtime schedule.

In the initial phase, a quick-look Dst index with a time-resolution higher than the present hourly values will be put on line on a daily schedule with a 3-day delay from the day of observation. The time resolution to be adopted for this index is still under study. In the second phase, which is expected to commence by the end of 1996, we plan to issue a quick-look high time-resolution (possibly one-minute) Dst index by adding more observatories

to the present set. However, we will continue deriving and distributing the Provisional Dst Index and the final Dst Index as in the past.

The Provisional Dst Index is derived from the hourly values of the horizontal component, H, of five observatories, Hermanus, San Juan, Honolulu, Kakioka, and Alibag. Occasional long delays in publishing this index in the past, e.g., for 1992, were entirely due to the delays in receiving hourly values of H from two of the five observatories. Now, we receive the hourly data from these observatories by e-mail with a much shorter delay than in the past. Presently, the time delays from the observation to the receipt of data at WDC-C2 in Kyoto are 15 minutes for Kakioka by transmission through GMS and INTERMAGNET system, one day for Honolulu and San Juan by e-mail, and one day for Hermanus by ftp. Preparations under way to receive Alibag data by transmission via GMS.

Presently, the hourly values of the Provisional Dst Index is derived, on a monthly basis because of its definition and of the method of its derivation, from the hourly values provided by the observatories and measured from the baseline extrapolated from the preceding year taking into account the secular change, with occasional adjustments in the baseline values as needed.

The final Dst Index is derived on an annual basis after a definitive baseline, secular variation, and the seasonal variation of Sq are determined for the entire year for each of the observatories [see, e.g., IAGA Bulletin No. 40, Equatorial Dst Index 1957-1966, M. Sugiura and T. Kamei, 1991, and the IAGA Bulletin No. 32 series, both edited by A. Berthelier and M. Menvielle]. For the sake of uniformity of data, the final Dst Index published so far is based on data from the original selection of four observatories, Hermanus, San Juan, Honolulu, and Kakioka. A five-station Dst, including the Alibag data, is also derived and is being compared with the four-station Dst, with the view that the latter may be replaced by the former eventually. The axial asymmetric component of the disturbance field is also derived from the five-station data set and is being analyzed at the WDC-C2, Kyoto.

The quick-look Dst index, the provisional Dst index and the final Dst index will be made available to the users through WWW at WDC-C2 Kyoto.

## A21-P79

### An Estimation of the Efficiency Coefficients of the LEP-EAi onboard GEOTAIL

亀田村, T. Terasawa, I. Shinohara (Univ. of Tokyo)  
Y. Saito, T. Mukai, T. Yamamoto, A. Nishida (ISAS)  
K. Maczawa (Nagoya Univ.) S. Kokubun (STE lab)  
S. Machida (Univ. of Kyoto)

The efficiency coefficient of sensors of a particle instrument is one of the most fundamental and affectable parameters in the course of momentum analysis based on the observational data. Figure 1 shows an example of Vz(t) which are calculated using the normally applied efficiencies and the simulated velocity deviation caused by the 10%-change of efficiencies in several ways. It is seen that a slight misestimation of efficiencies can significantly contribute to an offset of Vz.

In this study we have examined the possibility of an estimation of efficiency deviations of the sensors on board from those measured before the launch of a satellite. We also have numerically appraised the resultant offset of Vz in order to see the consistency with the result of a statistical study by Maczawa et al (non-published result), which pointed out the Vz component to have a systematic offset of several to 10 kilometers per second.

We use the data set which are selected variously enough that the distortion of the distribution function can be treated to have no preference in z-direction in an average sense, and consequently the average of Vz is estimated to be nearly zero.

Since nVz is calculated by the following way,

$$nV_z = \sum_{k=1}^3 \sin \theta_k \sum_{ij} C'_{ijk} \text{ or } \sum_{k=1}^3 c_k \sin \theta_k \sum_{ij} C'_{ijk}$$

where (ijk) denotes (energy bin, sector, channel),  
Ek denotes the efficiency coefficient of the k-th channel,  
and C'ijk is the corrected count number.

the ratio of efficiency of the channel k1 (=1,2,3) to the one of the channel k2 (=7,6,5) can be expressed as

$$E_{k1} = E_{k2} \left( \frac{\sum_{i=1}^N C_{k1i}}{\sum_{i=1}^N C_{k2i}} \right)$$

where N is the number of data.

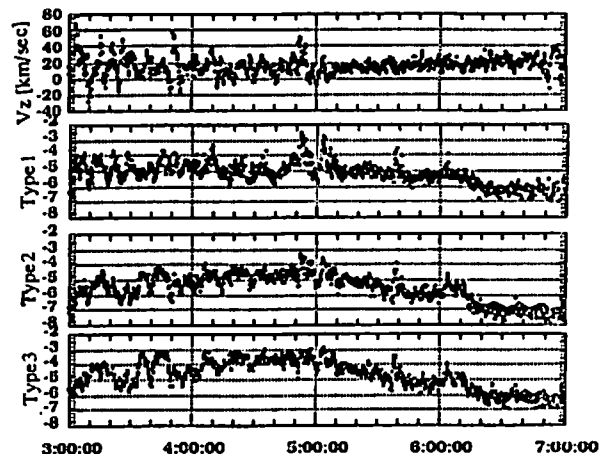


Figure-1. Vz(t) : calculated using the normally used efficiencies 941209  
Type 1: deviation of Vz[km/sec] caused by the +10% change of the channel 1.  
Type 2: deviation of Vz[km/sec] caused by the +10% change of the channel 2.  
Type 3: deviation of Vz[km/sec] caused by the +10% change of the channel 3.

A21-P80

超薄膜カーボン通過による  
粒子の角度散乱および電離効率測定実験  
—磁気圏撮像観測のための高速中性粒子測定器の開発—

〇風間 洋一, 向井 利典, 齋藤 義文, 茂村 和史  
(宇宙科学研究所)

Experiment of particle scattering and ionization efficiency  
measurement  
through ultra-thin carbon foil

〇Y. Kazama, T. Mukai, Y. Saito, and K. Asamura (ISAS)

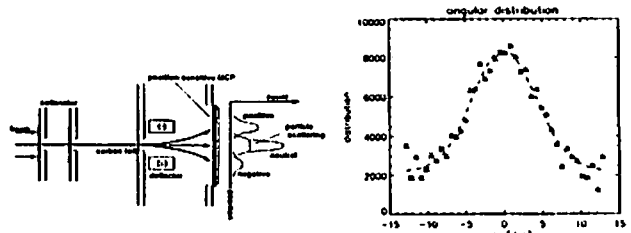
We are now developing a detector to measure energetic neutral atoms with SS-520 sounding rocket in 1998. In the detector, ultra-thin carbon foils are used for conversion of neutral particles to ions with positive charge. We present experimental results of particle scattering and ionization efficiency through the carbon foils.

現在我々は、平成10年冬期に行なうロケット実験のための高速中性粒子計測器を開発中である。この実験はSS-520ロケット1号機により行われ、ring current から荷電交換反応により降り込んでくる高速中性粒子を測定する予定である。また、高速中性粒子計測器の技術試験という側面もあり、この実験により将来の高速中性粒子による磁気圏プラズマの撮像に道を開くものと期待される。

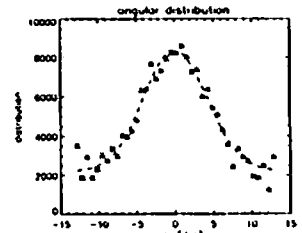
高速中性粒子の測定を可能にするためには、いくつかの技術の確立・試験を行なわなければならない。これまでに、超薄膜カーボン通過時の粒子

のエネルギー損失試験や、平行平板電極の荷電粒子除去特性等の試験を行ってきた。現在は、計測器の基礎設計と平行して、超薄膜カーボンを粒子が通過する際の角度散乱、および電離効率を測定する実験の予備実験を行なっている。

粒子の角度散乱は、飛行時間計測法を行なう際の誤差要因のひとつである。また、超薄膜カーボンでの粒子の電離効率とともに、測定器の感度を低下させるという大きな問題の原因である。このため、角度分散や電離効率といった特性を実験により測定・把握することが、計測器開発の上で重要となる。今回、粒子の角度散乱を測定するため、下図のような計測器を製作し、測定を行った。得られた測定結果をコンピュータで処理することにより、粒子の角度散乱や電離効率を求めることができる。下図は角度散乱の計算例である。本発表では実験結果を示し、計測器の感度について議論する予定である。



実験に用いた計測器の模式図。超薄膜カーボンを通過した粒子は電極により偏向され、一次元位置検出 MCP により検出される。これにより粒子の角度散乱や、電離効率を計測できる。



角度散乱の測定例。6 keV の H<sup>+</sup>粒子が 1.3 μg/cm<sup>2</sup> の超薄膜カーボンを通過した際の粒子散乱。MCP で得られたデータを逆積分変換し、角度の分布を計算している。

A21-P81 pulsatingオーロラとLF波動との  
相関解析

〇瀧澤博和, 森岡 昭, 三澤浩昭, 高橋幸弘 (東北大理),  
宮岡 宏, 佐藤夏雄 (極地研)

Relationship between pulsating aurora  
and LF wave

〇 H. Takizawa, A. Morioka, H. Misawa, Y. Takahashi  
(Tohoku Univ.), H. Miyaoka, N. Sato (NIPR)

We have examined the relationship between pulsating auroral images by SIT TV and LF waves simultaneously observed by S-520-12 Rocket at Andoya in Norway on February 26, 1990. It was found that a few hundred kHz waves have good correlations with pulsating aurora.

1. はじめに

pulsatingオーロラに伴う波動現象はこれまでに様々なものが報告されているが、今回初めて北欧ロケットによるin-situ観測でpulsatingオーロラに伴ったLF波動現象が観測されたので、その結果を報告する。

2. 解析方法

1990年2月26日、Andoya (NORWAY) で実施された北欧ロケットS-520-12号機によるpulsatingオーロラの総合観測のうち、in-situ観測により得られたLF波動現象と、地上支援観測として行われた高感度オーロラTV観測により得られたビデオデータを比較、解析した。オーロラ発光現象は全天オーロラダイナミック画像上にメッシュ7×7を設け、その各点のオーロラ光時間変動として取り出

した。これらのデータとロケット観測によるLF波動との比較を行った。アナログビデオデータのデジタル化には極地研究所のARSAD(Automatic Retrieval System for Auroral Data)を用いた。

3. 結果

LF波動現象では、ロケットによる観測開始直後から、数10kHzから数100kHzの広帯域にわたり、平均的な周期が10秒程度の変動が観測された。この中でも飛行時間4分から5分にかけて、200kHzから300kHzのLF波動現象と天頂付近のpulsatingオーロラ発光現象との位相および周期が良く合っていた。このLF波動は、脈動しながら降下する比較的高エネルギー粒子によるインコヒーレント放射ヒスであるのではないかと考える。また他の時間帯でも、同じようにLF波動現象と相関の良いオーロラ発光現象が見出されている。講演ではそれらの空間変動の共通点を探る。

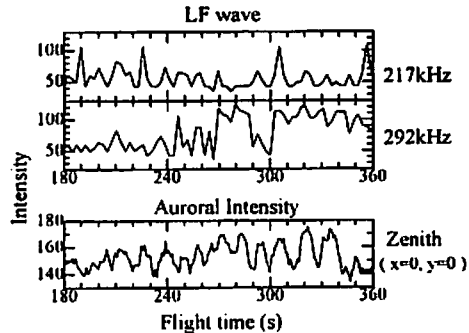


Fig.1 Time variations of LF waves and Auroral intensity

A会場

10月22日(火)

13:00~18:00

# 磁気圏構造 - II

## Magnetosphere - II

oral: A22-01~24

座長

中村 匡 (宇宙科学研究所)

町田 忍 (京大・理学部)

Plasma entry from the flanks of the near-Earth magnetotail

M. Fujimoto (Earth and Planet. Sci., TIT)  
 T. Terasawa (Univ. Tokyo)  
 A. Nishida, T. Mukai, T. Yamamoto (ISAS)  
 S. Kokubun (STEL)

GEOTAIL data from the low-latitude flanks of the magnetotail at  $-30R_E < X_{GSM} < -15R_E$  are analyzed. An example presented in this paper, which is representative of a group of the cases at the duskside, shows that the region is characterized by highly varying magnetic field and the appearance of cold ( $< 1\text{keV}$ ) and dense ( $> 0.5/\text{cc}$ ) plasma. While some of these cold-dense plasma are detected to flow tailward at 300-500 km/s, others are found to flow only slowly tailward or even sunward sometimes. Electrons of  $> 100\text{eV}$  are seen to be depleted in the tailward flowing part, suggesting that these data are taken when the satellite was located on open field lines. When the sunward flows are detected, the density tends to show an intermediate value, and thermal electrons (100-500 eV) are found to show bi-directional anisotropy. This suggests that part of the magnetosheath plasma is captured on closed field lines at the inner part of the low-latitude boundary layer (LLBL) in the tail flanks. Another study inside the plasma sheet at  $(X_{GSM}, Y_{GSM}) = (-17R_E, -12R_E)$  (a position well inside the magnetopause) shows a 2.5-hours period of the plasma sheet filled with cold (500 eV) and dense (2/cc) plasma. Bi-directional thermal electrons are seen to accompany this population. This may imply that relatively unheated plasma from the LLBL of the near-Earth magnetotail is filling a substantial part of the plasma sheet.

A22-02 Pressure and Magnetic Field Distribution and 3D Force Balance in the Plasma Sheet ( $X_{gsm}' = -15 \sim -50 \text{ Re}$ ): GEOTAIL-WIND Collaboration

○寺沢敏夫<sup>1</sup>, 藤本正樹<sup>2</sup>, 篠原育<sup>1</sup>, 向井利典<sup>3</sup>, 斎藤義文<sup>3</sup>, 町田忍<sup>4</sup>, 山本達人<sup>5</sup>, 國分征<sup>6</sup>ほか, GEOTAIL LEP/MGFチーム, A. J. Lazarus<sup>7</sup>, J. T. Steinberg<sup>8</sup>, R. P. Lepping<sup>9</sup>

<sup>1</sup>東大理, <sup>2</sup>東工大理, <sup>3</sup>宇宙研, <sup>4</sup>京大理, <sup>5</sup>名大STE研, <sup>6</sup>MIT, <sup>7</sup>NASA

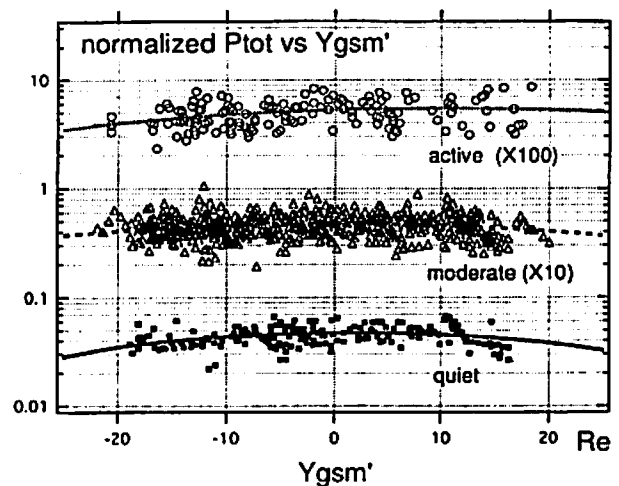
○T. Terasawa<sup>1</sup>, M. Fujimoto<sup>2</sup>, I. Shinohara<sup>1</sup>, T. Mukai<sup>3</sup>, Y. Saito<sup>3</sup>, T. Yamamoto<sup>3</sup>, S. Machida<sup>4</sup>, S. Kokubun<sup>5</sup>, and Geotail LEP/MGF team, A. J. Lazarus<sup>7</sup>, J. T. Steinberg<sup>8</sup>, R. P. Lepping<sup>9</sup>

<sup>1</sup>DEPP, U. Tokyo, <sup>2</sup>DEPS, TITECH., <sup>3</sup>ISAS, <sup>4</sup>Dept. Geophys, Kyoto U., <sup>5</sup>STEL, Nagoya U., <sup>6</sup>Center for Space Res., MIT, <sup>7</sup>LEP, NASA/GSFC

We statistically analyzed the plasma and magnetic data from the GEOTAIL LEP and MGF experiments obtained in the November 1994 - December 1995 period to determine the spatial distribution of pressure and magnetic field within the near-earth plasma sheet ( $X_{gsm}' = -15 \sim -50 \text{ Re}$ ). Upstream solar wind conditions were continuously monitored by WIND. We have found that there is a significant reduction of the total pressure toward the dawn and dusk edge of the plasma sheet when the magnetosphere was in the quiet condition. We interpret that this reduction is a consequence of the 3D force balance, where the contribution of  $B \cdot \nabla B$  terms is not negligible.

1994年11月末から1995年12月のGEOTAILのプラズマ・磁場観測およびWINDによる太陽風観測データ(どちらも1時間平均値)を用いて  $X_{gsm}' = -15 \sim -50 \text{ Re}$  の範囲でのプラズマシート内 ( $\beta > 0.5$ として定義)の全圧力(磁気圧+熱圧力)の分布を調べている。X方向の分布はこれまでに求められているローブの磁場強度分布の結果と矛盾しない。新しく得られた結果として、地磁気静穏時にはdawn-dusk端付近では全圧力が20~30%程度中央部 ( $y = 0$ )より減少し

ていることが示された。同時に得られた磁場分布から、静穏時にはdawn-dusk端付近での  $B_z$  (プラズマシートを貫く北向き磁場成分)が平均3~5nT程度 ( $B_z$ はほぼ-1.3乗のX依存性を持つので、 $X_{gsm}' = -30\text{Re}$ での値に換算)あり、中央部の平均1~2nTに比べ2~3倍大きいことが見出されている。これらの結果はプラズマシートにおけるz方向の力のバランスとして、静水圧平衡項に加え、 $B \cdot \nabla B$ 項の寄与が重要であることを示していると考えられる。



図：太陽風動圧で規格化した全圧力のy分布を擾乱時( $Kp > 3$ )、通常時(1~3-)、静穏時(1以下)に分けて示した。X依存性(それぞれ-1.57乗、-1.24乗、-1.33乗)を用いて  $X = -30\text{Re}$ の値に換算してある。図の重畳を避けるため一桁ずつずらしてグラフを描いてある。データ点はそれぞれ1時間の観測値に対応し、曲線はyの2次関数の最小自乗法の結果である。



静穏時近尾部プラズマシートでの対流

\* 堀智昭、前沢 潤(名古屋大)、  
斎藤 義文、向井 利典、山本 達人(宇宙研)、  
関分 征(STE研)

Quiet-time plasma convection in the near-Earth plasma sheet

\* T. Hori, K. Maezawa(Nagoya Univ.),  
Y. Saito, T. Mukai, T. Yamamoto(ISAS),  
S. Kokubun(STE lab.)

A statistical study of the plasma convection in the near-Earth plasma sheet is made using plasma and magnetic field data obtained by the GEOTAIL spacecraft. It is found that the average distribution pattern of quiet-time convection vectors in the near-Earth tail is almost symmetric about the midnight meridian. In addition to the earthward component, the convection flow vectors have a large y-component which is directed away from the tail center towards either dawn or dusk in a symmetric way.

近尾部プラズマシートでの静穏時の対流は、これまでは主に高精度電離層での電流構造を適当な磁場モデルで磁気圏にマッピングすることにより、間接的に導かれていた。しかしこの手法では、磁気圏へのマッピングの誤差に不確定性がある。

そこで我々は、近尾部プラズマシート付近の直接観測から得られたデータを統計することによって、上記の対流の解析を試みた。

まず、1994年11月以降、GEOTAIL衛星がプラズマシート(プラズマシート境界も含む)中にいた期間をすべて抽出し、さらに高速流を伴うイベントを排除するため、その中から粒子のbulk速度の絶対値が80km/s以下のものだけを選び、母集団とした。このデータを用いて、粒子のbulk速度の磁場に垂直な成分の、x,y成分をAGSM-XY平面上の各bin毎に平均し、 $-30\text{Re} < X < 10\text{Re}$ ,  $-20\text{Re} < Y < 20\text{Re}$ の範囲で図示したのが図1である。

図1中の尾部領域( $X < -10\text{Re}$ )に注目すると、全体的に地球向きの流れの成分が存在することの他に、夕方側及び真夜中付近(aberrationを含む)でduskwardの流れ、朝側でdownwardの流れが現れている。また流れの速さは平均的には約20km/sであり、近尾部から地球付近までを数時間で通過する程度の大きさである。ここで高精度電流系との対応を考えると、極域での電流系の時間スケールが数時間程度であるので、ここで得られた対流の速さはほぼ矛盾しないが、朝夕の非対称性は説明できない。これは衛星が観測しているbulk速度は、

流体的に電場ドリフトと圧力勾配ドリフトの重ね合わせであり、そのうちの圧力勾配ドリフトの成分がこの様な非対称性を見かけ上作り出しているからである。

そこで、観測から得られたプラズマシート付近の磁場及びプラズマの粒子圧の空間分布から圧力勾配ドリフトを計算し、図1の速度から引くことにより正味の電場ドリフトを求めた(図2)。この結果、プラズマシートの正味の対流はほぼ朝夕対称となっていることがわかる。ただしいわゆる dawn-to-dusk 電場によるほぼX軸に平行な地球向きの対流モデルとは異なり、真夜中から尾部の側面に向かう流れが支配的となっている。

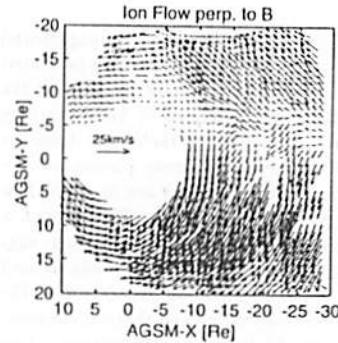


Figure 1

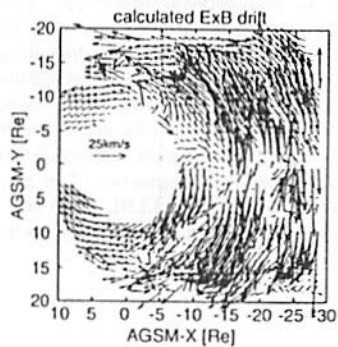


Figure 2

Field-Aligned Currents in the Plasma Sheet Boundary Layer Observed by GEOTAIL

II

◎Masatoshi MAEDA<sup>1</sup>,  
Tatsundo YAMAMOTO<sup>1</sup>, Toshifumi MUKAI<sup>1</sup>,  
Yoshifumi SAITO<sup>1</sup> and Susumu KOKUBUN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Space and Astronautical Science  
<sup>2</sup> Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

We reported at 98th SGPSS Fall Meeting that the sense of Region1 FAC(Field-Aligned Currents) is agreed with the results by Ohtani et al.(1988)[1] for  $Kp \geq 2-$ . But we got the results for  $Kp \leq 1+$  which are different from many reports.[2]. However, the number of events for  $Kp \leq 1+$  is small, and there are a lot of events for  $\Delta B_x \approx \Delta B_y$  which we have not taken into account until now.

So, we extended the period of analysis further, and analyzed in detail Region1 FAC which flow in the Plasma Sheet Boundary Layer, using LMN-coordinate system.

Also, we made an estimate of the thickness of the Plasma Sheet Boundary Layer. We used the distribution function and estimated current density and total current, and compared these value with those in the ionosphere.

We will report these results at this meeting.

References

- [1] Ohtani, S., S. Kokubun, R. C. Elphic, and C. T. Russel, Field-Aligned Current Signatures in the Near-Tail Region 1. ISEE Observation in the Plasma Sheet Boundary Layer, *J. Geophys. Res.*, 93, 9709-9720, 1988.
- [2] Maeda, M., T. Yamamoto, T. Mukai, Y. Saito, and S. Kokubun, A42-05, Abstracts of 98th SGPSS Fall Meeting, 1995.

**A22-05** 磁気嵐に伴う磁気圏プラズマシート／  
ローブでのプラズマ流変動

\* 中村るみ, 国分征 (名大 STEL), 向井利典, 山本達人 (宇宙研)

Plasma properties during storm in the tail plasma sheet and lobe

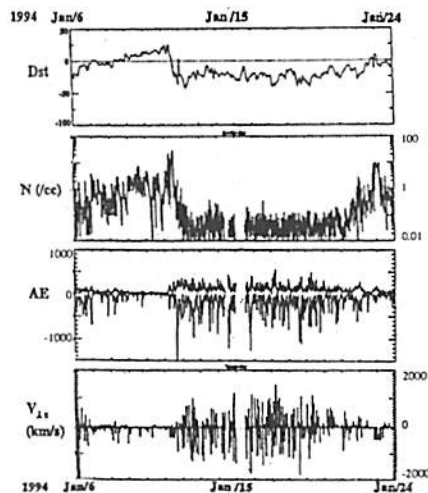
R. Nakamura, S. Kokubun (STEL), T. Mukai, T. Yamamoto (ISAS)

Plasma and magnetic field properties in the distant tail lobe and plasma sheet is examined for the January 11, 1994 storm. The storm is characterized by a long lasting initial phase when cold dense plasma with predominantly tailward fast flows is observed associated with weak to moderate isolated substorms. During the main/recovery phase, hot tenuous plasma are observed in the plasma sheet as well as in the lobe, with high speed flows both Earthward and tailward associated with continuous substorm activity. The tenuous plasma during the main phase is in contrast to the near-Earth observations where a super-dense plasma sheet was reported. Possible interpretation of the density enhancements will be discussed.

磁気嵐にともなう遠尾部磁気圏の大きさ、尾部軸の方向、磁場の強さが変化し、主相では磁気フラックス (蓄えられる磁場エネルギー) が増加する。Dst が -50 ~ -150 nT に達する磁気嵐について平均したところ、遠尾部に蓄えられる磁場エネルギーは、静穏時の約 2 倍に増加することがわかった。今回の学会では、磁気嵐各相における磁気圏内での流れ、密度、温度等の諸パラメータの変動と地磁気データを解析することで、太陽風から流入したエネルギーの磁気圏内でのエネルギー分配を考察する。

右図は 1994 年 1 月の磁気嵐時の遠尾部 (60-100Re) での Dst, 密度, 高緯度地磁気活動度と尾部軸方向の流れを示している。主相において、圧力の増加に伴い、磁気圏が圧縮されて、マグネトシースに入る以

外、衛星はこの間プラズマシート及びローブに滞在している。主相前後で、密度、温度、サブストームに伴う高速流 (大きさ、向き、継続時間、尾部側へ開放されるエネルギーフラックス) に顕著な違いが見られる。静止軌道付近では、磁気嵐の主相に伴いプラズマ圏起源と考えられる高密度のプラズマシートが観測されているが、遠尾部ではむしろ密度が減少している。また、サブストームに伴う地球向き的高速流は、主相後のサブストームでしか観測されなかった。遠尾部磁気圏でのプラズマの状態を、惑星空間磁場の極性による対流パターンの違い、各相でのサブストームに伴う加速/エネルギー開放の違いで解釈することを試みる。



**A22-06** Solar Wind Parameter Dependence  
of the Near-Earth Plasma Sheet Ion Properties

K. Maezawa<sup>(1)</sup>, T. Hori<sup>(1)</sup>, T. Mukai<sup>(2)</sup>, Y. Saito<sup>(2)</sup>, T. Yamamoto<sup>(2)</sup>, S. Kokubun<sup>(3)</sup> and A. Nishida<sup>(2)</sup>

- (1) Department of Physics, Nagoya University
- (2) Institute of Space and Astronautical Science
- (3) Solar Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

Supply mechanisms of ions to the earth's plasma sheet remain as one of the key problems to be solved as yet. One of the major candidates is of course the solar wind entry, either through the dayside reconnection region (including the cusp) or through the tail boundary regions. In the previous analysis, the authors showed that, in the distant tail lobe, dense solar wind-like ions are observed near the dawn (dusk) magnetopause when the satellite is in the northern (southern) hemisphere under the 'Away' condition of the IMF By. The relationship is reversed when the observation is made under the 'Toward' condition of the IMF By. We also found that the latitude of the dense plasma region is dependent on the IMF Bz component. The strong dependence of the lobe plasma location on the IMF conditions suggests that the major mechanism of the plasma entry into the distant tail lobe is the magnetic reconnection between the IMF and the earth's

magnetospheric field lines.

The above distant-tail analysis also indicated that the plasma in the distant plasma sheet has the same source as the tail lobe plasma, but after the entry to the plasma sheet it underwent a considerable heating process whose details are not known as yet.

In order to obtain a clue for the entry and heating mechanisms of the plasma sheet ions, we have analyzed the average properties of the near-earth plasma sheet ions for different IMF conditions. The results suggest that the average convection velocity of the near-earth plasma sheet ions is earthward irrespective of the IMF conditions. We thus conclude that the plasma is supplied primarily from the region tailward of the near-earth plasma sheet ( $x < -20$  Re) or directly from the tail lobe. In this sense, the low-latitude boundary layer seems to play an insignificant role in the plasma budget for the near-earth tail region. The ion temperature in the near-earth plasma sheet is found to be almost proportional to the upstream solar wind speed squared, indicating that the magnetosheath plasma pressure plays a significant role in the heating process.

A22-07

**Traveling compression regions in the mid-tail near substorm expansion phase onset**

<sup>o</sup>S. Taguchi (*Dept. of Electronic Engineering, The University of Electro-Communications*)

J. A. Slavin and R. P. Lepping (*Laboratory for Extraterrestrial Physics, NASA/GSFC*)

M. Nosé (*Dept. of Geophysics, Kyoto University*)

Many analyses of ISEE 3 and more recently Geotail data from the distant tail have indicated that plasmoids are ejected tailward in association with auroral substorms. Plasmoids moving tailward are recognized from a bipolar excursion of the magnetic field direction, first northward and then southward coincident with tailward flow in the central plasma sheet, and often with a high  $B_y$  "core." The plasmoids can also be identified "remotely" using lobe magnetic field measurements. The lobe magnetic field is compressed and draped about the plasmoid as it passes. When this compression region passes the satellite in the lobe, the satellite measures first a northward and then southward (bipolar) field variation coincident with a field compression, i.e., this identifies a traveling compression region (TCR).

Using 15 years of the  $AL$  index, we identified 565 isolated substorm events with well-developed expansion phases for which IMP 8 was in the mid-tail lobes and providing magnetic field measurements. Seventeen of the 565 substorms were found to produce the usual TCRs during which  $B_z$  increases, reaches a positive peak, and then decreases to a negative value. Besides these 17 TCRs, 73 cases show the field compression coincident with "modified"  $B_z$  variations.

We categorize the 73 cases into 3 types in terms of the  $B_z$  variation, and interpret these types in light of the closeness of IMP 8 to the plasmoid at the starting time of its downtail motion and the effects of enhanced tail flaring. We show that two of the above three types can give the starting time of the plasmoid downtail motion, which is not possible to do with distant-tail TCR/plasmoid observations. This starting time is compared with the substorm onset determined by Pi 2 pulsations at mid-latitude ground stations. We show that the downtail motion of most of plasmoids created Earthward of  $X=-38 R_E$  starts at a time very close to (within 2 minutes of) the substorm onset.

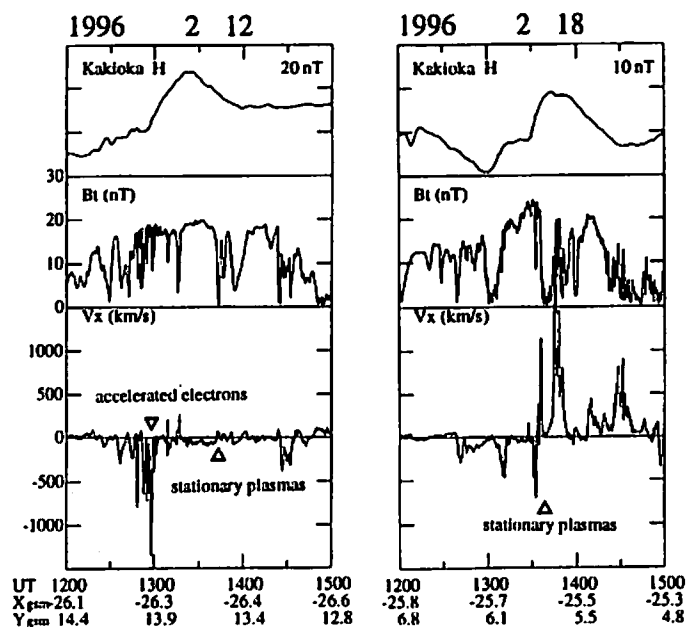
**A22-08 Substorm Onset Signatures in the near-Earth Magnetotail with GEOTAIL**

T. Nagai<sup>1</sup>, R. Nakamura<sup>2</sup>, M. Fujimoto<sup>1</sup>, T. Mukai<sup>3</sup>, Y. Saito<sup>3</sup>, T. Yamamoto<sup>3</sup>, A. Nishida<sup>3</sup>, and S. Kokubun<sup>2</sup>

1. Earth & Planetary Sciences  
Tokyo Institute of Technology
2. Solar-Terrestrial Environment Laboratory  
Nagoya University
3. Institute of Space and Astronautical Science

GEOTAIL has made the survey in the magnetotail at radial distances of 10-210  $R_e$ , which shows that substorm onsets usually take place at radial distances of 20-30  $R_e$ . In order to understand onset signatures, we have made examination of individual events at 20-30  $R_e$ . The fast tailward flows are observed after the onset of ground Pi 2 activity in some cases, however, they precede the onset of ground Pi 2 activity in other cases. The magnetic field usually shows only a southward turning after the arrival of the tailward flow, however, the field gradually turns southward prior to the ground Pi 2 onset in some cases. The tailward flows continue only for less than 10 minutes and stationary (not heated) plasmas appear after the tailward flows in some cases. For these stationary plasmas, ion distribution functions are almost isotropic (no evident counter-streaming flow signature). Even for tailward-earthward flow reversals, the duration of the flows is short. However, there are cases in which tailward and earthward flows appear to continue for the expansion phase of substorms. Highly accelerated electrons are found with high-speed flowing ions in some cases, suggesting observations in the vicinity of reconnection site. These events continue only for less than 5 minutes. These rather complex

(not unified) pictures indicate that magnetic reconnection proceeds only for the time scale of 10 minutes at the fixed meridian and suggest that active magnetic reconnection site expands downward and duskward in the course of the expansion phase. It is reasonable that observed signatures depend highly on the observation site relative to reconnection site. Figures show two substorm events in which stationary plasmas appear after fast plasma flows near the maximum substorm activity. Accelerated electron event is indicated.



### Generation of Plasmoids and Their Evolution in the Earth Magnetotail Inferred from GEOTAIL Observations

S. Machida<sup>1</sup>, A. Ieda<sup>1</sup>, T. Mukai<sup>2</sup>, Y. Saito<sup>2</sup>, T. Yamamoto<sup>2</sup>, A. Nishida<sup>2</sup>, M. Hirahara<sup>3</sup>, T. Terasawa<sup>3</sup>, and S. Kokubun<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Department of Geophysics, Kyoto University, Kyoto 606-01  
<sup>2</sup> Institute of Space and Astronautical Science, Sagami-hara, Kanagawa 229  
<sup>3</sup> Department of Earth and Planetary Science Tokyo University, Tokyo 113  
<sup>4</sup> Solar-Terrestrial Environment Lab., Nagoya University, Toyokawa 442

Time evolution of plasmoids in the Earth magnetotail has been studied through the analysis of plasma and magnetic field data from the GEOTAIL spacecraft. The substorm events were identified by Pi-2 event at mid-latitude ground stations when the GEOTAIL was in the downtail region from -30  $R_E$  to -200  $R_E$ , and data such as plasma density, velocity, temperature, or magnetic field are sorted and examined with respect to the onset time of Pi-2. We selected 162 substorm events requiring that they should be either a single onset or the first onset of the multiple onsets. It is found that plasma acceleration does not take place in a small region around  $X \sim -30 R_E$ , but more widely spread region extended from  $X \sim -30 R_E$  down to  $X \sim -70 R_E$ . The spatial structure of the plasmoid is characterized by a bi-latitude structure in which fast plasma flow in the plasma sheet boundary stretches from the equator and relatively slow plasma sheet flow encounters with pre-existing plasma sheet populations. Significantly large  $B_y$  field is created in the inner plasma sheet boundary where the ion plasma beta is approximately unity. The evolution of both plasma and magnetic fields agree well with the magnetic reconnection model in which plasma kinetic effects are incorporated.

When the plasmoid propagates to the down tail region  $X < -140 R_E$ , cold lobe/mantle ions streaming around the plasmoid becomes a notable character. Such cold ions are also populated in the mid-distant region of  $-30 R_E > X >$

-100  $R_E$ , and accelerated at the plasma sheet boundary in a recovery phase as well as an expansion phase of substorm.

The plasma temperature in the center of the plasmoid is about 6 keV when it is created but decreases when it travels to the down tail region, and then becomes as low as 2 keV in the region further down tail  $X < -140 R_E$ . The mechanism of this plasma cooling is not yet known but possibly due to the mixing of the accelerated low temperature lobe/mantle particles to the plasmoid.

We further report detailed plasma and magnetic field structures at various regions in the magnetotail by showing typical relevant examples

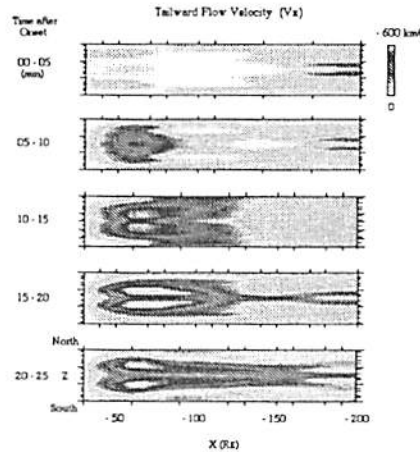


Figure 1: Sequential plots for the tailward plasma flow. The time interval between the panels is 5 minutes and the time window for each panel is also taken to be 5 minutes. Note that it is not immediately after the Pi-2 onset when the rigorous acceleration takes place but about 7 minutes after the onset. The fast flow can be seen in the region which corresponds to the plasma sheet boundary, showing a characteristic "bi-latitude" structure, especially being enhanced in the time interval

of 10 - 15 minutes. A similar bi-latitude structure can be obtained even when we take an ion plasma beta in place of  $B_x$  to infer the north-south structure.

### A22-10 Statistical Analysis of Plasmoid Evolution : GEOTAIL Observation

A. Ieda, S. Machida (Kyoto Univ.), T. Mukai, Y. Saito, T. Yamamoto, A. Nishida (ISAS), T. Terasawa (Univ. Tokyo), and S. Kokubun (STEL)

Plasmoids in the earth's magnetotail are statistically studied, using Low Energy Particle (LEP) and Magnetic Field (MGF) data from the GEOTAIL spacecraft. The characteristics of plasmoids, with emphasis on  $X_{GSM}$  dependence from  $-20 R_E$  to  $-210 R_E$  are statistically investigated on the basis of 652 plasmoid events. Their dependences on  $Y_{GSM}$  are studied as well. The thermal ion moments inside plasmoids were directly observed by GEOTAIL and statistically studied in this paper at the first time.

In this study, we assigned plasmoid events into the bins of 30  $R_E$  spatial dimensions in  $X_{GSM}$  and also assigned them into two groups (i.e.,  $|Y_{GSM}| \leq 10 R_E$  and  $|Y_{GSM}| > 10 R_E$ ). We defined plasmoid as a structure with rotating magnetic fields, the total pressure is inevitably enhanced in both magnetic-island-type and flux-rope-types. Therefore, we used total pressure enhancement as a necessary condition to identify the structure as a plasmoid. By adding this criterion to "classic" criterion, we can exclude "wave" events, which has no relationship with plasmoids, and had always brought ambiguities in identifying plasmoids in the previous studies.

We confirmed that most plasmoids have strong core magnetic field, which means that most of plasmoids have flux-rope-like structure, and found that total pressure at the center of plasmoids often reaches twice of background total pressure. In this study, we used a start and an end of total pressure enhancement to determine the boundaries. Energy-time diagrams of ion and electron were also used to exclude the boundary layers of plasmoid. It is found that the dimension of plasmoid in  $X_{GSM}$  direction was inferred to be typically 14  $R_E$  in the near tail, and to increase to about 22  $R_E$  in the distant tail, which lies in an intermediate range compare to the other values reported previously.

It seems that the energetics of plasmoids discussed in the previous studies are based mainly on the observation of flank portion of the magnetotail. In the central region ( $|Y_{GSM}| \leq 10 R_E$ ), ion density inside of plasmoids rapidly decreases typically from  $0.24 \text{ cm}^{-3}$  down to  $0.07 \text{ cm}^{-3}$  and then stays nearly constant as GEOTAIL goes from near tail ( $-20 > X_{GSM}(R_E) > -50$ ) through middle tail

( $-50 \geq X_{GSM}(R_E) > -110$ ) to distant tail ( $-110 \geq X_{GSM}(R_E) > -210$ ). Ion temperature slightly increases from typically 4 keV at near tail to 6 keV at mid tail, and then decrease to 2 keV in the distant tail region. It is interesting that the substantial decrease of density was observed in the transition from near to middle tail, while decrease of temperature was observed from middle to distant tail region. We conclude that the evolution of plasmoids is not adiabatic, but they strongly interact with plasma ahead of as well as behind them. We also found that plasmoids are accelerated typically from 380 km/s to 720 km/s, in the transition from near to middle tail, however, they are decelerated to 560 km/s as they travel to the downtail region (Figure 1).

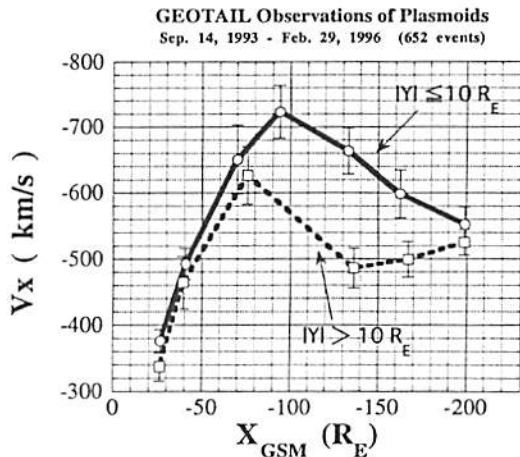


Figure 1 : Averaged velocity of plasmoids in the bins of every 30  $R_E$  spatial dimensions in  $X_{GSM}$ . The solid line represents the velocity of plasmoid observed in  $|Y_{GSM}| \leq 10 R_E$ . The dotted line corresponds to that in the region of  $|Y_{GSM}| > 10 R_E$ . Error bars shows the standard deviations around the mean values.

磁気圏尾部ローブ/マントル領域における  
ビーム状 O<sup>+</sup> イオン流の統計的特徴と供給ルート

◦ 岡 華奈子, 寺沢 敏夫, 平原 聖文 (京大), 向井 利典, 斎藤 義文,  
山本 達人 (宇宙研), 町田 忍 (京大), 園分 征 (STE 研)

Statistical property and possible supply mechanisms  
of tailward O<sup>+</sup> beams in the lobe/mantle regions

◦ K. Seki, T. Terasawa, M. Hirahara (Univ. of Tokyo), T. Mukai, Y. Saito,  
T. Yamamoto (ISAS), S. Machida (Kyoto Univ.) and S. Kokubun (STE Lab.)

In the lobe/mantle regions of the geomagnetic tail, the GEOTAIL spacecraft sometimes observed cold O<sup>+</sup> beams streaming tailward at the velocity nearly equal to the major H<sup>+</sup> populations. Such O<sup>+</sup> beams are observed even in the deep tail up to the distance of 210 [Re] from the Earth. Taking a conventional views, O<sup>+</sup> ions should have already descended into the plasma sheet due to the ExB drift before reaching at such distances and the mechanism which enable these O<sup>+</sup> ions remain in the lobe/mantle is an outstanding problem. Especially, how to accelerate them up to the observed energy of a few tens of keV/q from much lower energy in the near-Earth regions is need to be solved.

The tail exploration by GEOTAIL with a wide spatial coverage over a range of distances from 8 to 210 [Re] provides the high quality data in the geomagnetotail. Utilizing these data of particles and the magnetic field together with the simultaneous Kp index and IMF data during the 18-months period from October 1993 to March 1995, we have investigated statistical properties of the cold O<sup>+</sup> beams in the lobe/mantle so as to proceed the understandings on the supply route of these ionospheric O<sup>+</sup> ions including their acceleration and/or heating mechanisms.

• Kp Dependence : There is a positive correlation between Kp index and observational frequency of O<sup>+</sup>.

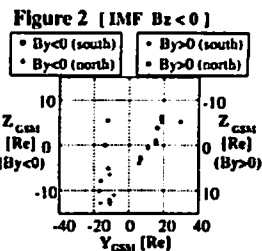
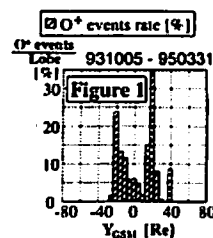
• Relation between v and X<sub>GSM</sub> : While there are no significant difference of convection velocity magnitude |v<sub>⊥</sub>| between population and sample, the field aligned velocity v<sub>||</sub> with O<sup>+</sup> is rather larger than that without O<sup>+</sup> observation.

• β Dependence : O<sup>+</sup> with nearly equal flow velocity to H<sup>+</sup> tends to be observed in mantle-like regions with high β, but not in tenuous 'classical lobe'.

• Characteristics of Event Location in GSM: The probability of O<sup>+</sup> beam existence has two peaks at Y<sub>GSM</sub> ~ ±20 [Re] (Fig. 1). This characteristics can be seen throughout the regions from near-Earth to distant tail. The comparison with IMF data seems to suggest that it has results from the IMF By effect on the dayside reconnection and that O<sup>+</sup> beams tend to exist on the generated open field lines. (Fig. 2)

• Quantitative property of O<sup>+</sup> flux : The O<sup>+</sup> density is ~ 1.3x10<sup>-3</sup> [cm<sup>-3</sup>] and its ratio to H<sup>+</sup> is ~ 1.2 [%] averaged over all lobe/mantle regions and all geomagnetic conditions.

• Relation between O<sup>+</sup> Flux to IBI : Observational probability as well as flux of O<sup>+</sup> tends to increase when the magnetic intensity IBI is enhanced than usual. (Correspondence to the SCs)



サブストーム時に磁気圏尾部  
真夜中付近に現れる Dense Plasmas

◦ 浅野 芳洋, 向井利典, 齊藤 義文, 山本 達人, 西田 眞弘 (宇宙研)  
寺沢 敏夫 (京大), 長井 嗣信 (東工大),  
町田 忍 (京大), 園分 征 (名大STE研)

Appearance of Dense Plasmas Associated with  
Substorms

Y.Asano, T.Mukai, Y.Saito, T.Yamamoto, A.Nishida(ISAS),  
T.Terasawa(Univ. of Tokyo), T.Nagai(TIT), S.Machida(Kyoto Univ.) and  
S.Kokubun(STE Lab)

Geotail LEP observed dense(N~1) and low temperature(T<1Kev) plasmas in the midnight region of the near Earth plasma sheet(GSM-X 20~40Re). They are not usually observed in the midnight region but at the dawn or dusk side of the magnetotail. We have found when they are observed in the midnight region, they are associated with the substorm onset. We will discuss the relation between the substorms and these plasmas.

磁気圏尾部ではしばしば Dense(N~1/cc) かつやや温度が低め (T<1Kev) なプラズマシートが見られる。この領域は通常磁気圏の Midnight 付近では見られないが、今回 Geotail 衛星で X<sub>GSM</sub> が 20Re~40Re において何度か観測された。その時の状態を調べてみると、サブストームのオンセットと前後していることがわかった。またこの時、今までも地球磁気圏尾部の X<sub>GSM</sub> < 20Re の Midnight 付近においてサブストームオンセットに伴って多く観測されてきた、南向き磁場を伴ったテイルワード高速プラズマ流と、その後の北向きの磁場を伴ったアースワード高速プラズマ流、及びそれらの間のローブというパターンも見られることもわかった。(岡)

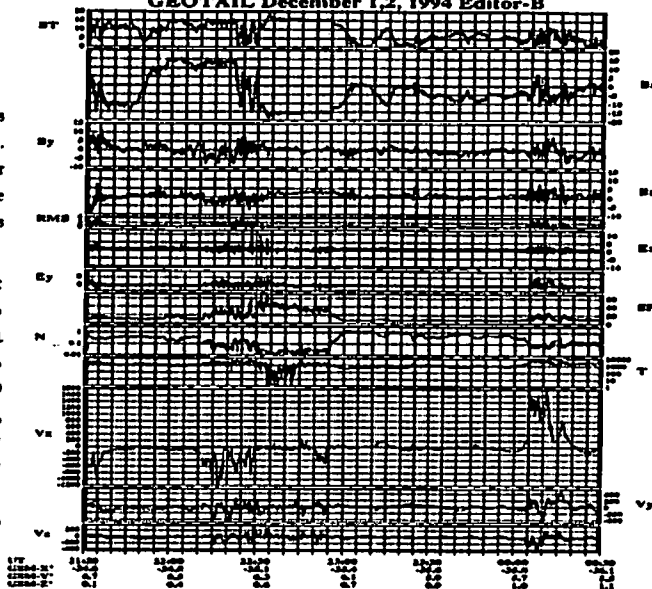
同時に地上のデータを比較すると、この時のサブストームは比較的小型であることが判明した。

他にこのプラズマシートは

- 前後の通常のプラズマシートと pressure はほとんど変わらない。
- 電場 E<sub>y</sub> を持たず、磁力線再結合ともなう convection に巻き込まれていない。

等の性質があり、サブストームにともなうダイナミクスの変化と関係があると思われ、可能であればそのことに関してまで追及していく予定である。

GEOTAIL December 1, 2, 1994 Editor-B



## A22-13 磁気圏尾部イオンの熱平衡温度

中村 匡、向井利典、斎藤義文 (ISAS) 町田忍 (京大理)

### Equilibrium Temperature of Magnetotail Ions

T. K. Nakamura, T. Mukai, Y. Satio (ISAS)  
S. Machida (Kyoto Univ)

A theory of statistical mechanics for Vlasov plasmas has been developed, and applied to the problem of ion temperatures in the magnetotail. The theory predicts that the equilibrium ion temperatures are not equal but proportional to the single particle mass. The observed temperatures of magnetotail ions strongly support this result.

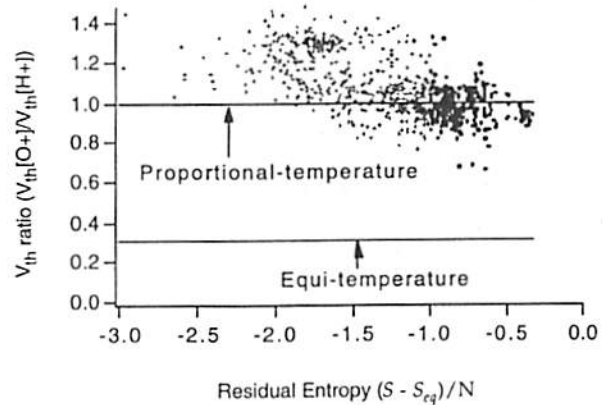
前回の学会ではブラソフ系の統計力学と、その太陽風中の重イオン温度への適用を報告したが、今回はこの理論の磁気圏尾部のイオン温度への応用を中心に報告する。

無衝突近似によって得られるプラズマの基礎方程式であるブラソフ方程式には粒子の「個数」を本質的に含むパラメーターがなく、荷電量/質量の比が同じ粒子に関しては全く同じ方程式系を与える。たとえば  $O^+$  と  $H^+$  の場合、荷電量/質量の比が同じなので、その運動を記述するブラソフ方程式はまったく同じであり、熱平衡速度分布は同じも形になるはずである。

したがってエネルギーの等分配則は衝突のある場合のように「粒子

一個あたり」ではあり得ない。ブラソフ系に適用できるように拡張したH定理から考察すると等分配は「単位質量あたり」になると思われる。これから熱平衡状態では粒子の(熱速度から計算した)温度は粒子質量に比例することが結論される。

太陽風中のイオン温度は上述の結果を強く支持するが、われわれはさらに Geotail 衛星によって得られた  $H^+$  と  $O^+$  の温度比を調べることによってこの理論を検証した。下図はその結果のひとつである。縦軸は地球より 50 Re 以遠のプラズマシート中で観測された  $H^+$  と  $O^+$  の熱速度の比である。前述の理論が正しければこの比は 1.0 になるはずであるが、観測値はこの値の付近に分布している。横軸は分布関数から計算されたエントロピーとマックスウェル分布のエントロピーの差で、これが 0 に近いほど熱平衡に近いことを示す。図からわかるように熱平衡に近いほど熱速度比は 1.0 に近づき、熱平衡温度が粒子質量に比例するという理論を裏付ける。



## A22-14

地球磁気圏近尾部における SLOW-MODE 的波動現象の観測

斎藤義文 (宇宙研) 向井利典 (宇宙研) 西田篤弘 (宇宙研)

寺沢敏夫 (東大理) 町田忍 (京大理)

山本達人 (宇宙研) 国分征 (名大 STE 研)

GEOTAIL Observation of Slow-Mode Waves  
in the near Earth Magnetotail

Y. Saito (ISAS) T. Mukai (ISAS) A. Nishida (ISAS)  
T. Terasawa (Univ. of Tokyo) S. Machida (Kyoto Univ.)  
T. Yamamoto (ISAS) and S. Kokubun (STE Lab.)

In the dawn and dusk side near-tail plasmasheet ( $X_{GSE} > -15Re$ ), large amplitude periodic variations of the magnetic field are often observed (figure). The plasma pressure and magnetic pressure variations have negative correlation with nearly the same amplitude. This indicates that the variations are due to MHD slow-mode waves. The detailed investigation of the phase relation between plasma velocity variation and magnetic field variation shows that the phase relation between the perpendicular velocity and perpendicular magnetic field is in most cases in quadrature. This result suggests that the observed waves have characteristics of a standing wave.

地球磁気圏近尾部 ( $X_{GSE} > -15Re$ ) プラズマシートの dawn 側、dusk 側マグネットボーズ付近から磁気圏内部にかけての領域でしばしば周期的かつ大振幅の磁場変動が観測される (図1)。この周期は約8分から10数分であり、平均的な背景磁場の約40%程度もの振幅をもつことがある。磁場変動と同時にプラズマの密度、温度、速度も同様の周期で変化するが、多くの場合磁気圧の変動、プラズマ圧の変動は負の相関を持った同程度の変化であり、このことはこれらの変動が slow-mode 的な磁気流体波で説明できる可能性のあることを示している。更に詳しく変動の性質を調べるために平均的な背景磁場 (20分平均) を一つの軸、他の2軸をそれに垂直な方向にとった座標系で磁場、プラズマ速度の各成分間の位相関係を調べてみた。その結果、

- 1) プラズマ速度変動の垂直2成分は linear な変化を示すことが多い。
- 2) 磁場変動の垂直2成分は linear な変化を示す場合、90度の位相差を持

ち回転変化を示す場合の両方がある。

- 3) 速度変動の垂直成分と、磁場変動の垂直成分は約90度の位相差を持っていることが多い。速度変動の方の位相が進む場合、磁場変動の方の位相が進む場合の両方の場合が存在する。
- 4) プラズマ速度変動の磁場に平行な成分と垂直な成分の位相がずれることによってプラズマの回転運動が観測される場合がある。

などの特徴が見い出された。単純な slow-mode 波の進行波の場合、速度の垂直成分と磁場の垂直成分の間に位相差はなく、今回の結果は、観測された slow-mode 的波動が定在波としての性質を持っている可能性を示している。GEOTAIL 衛星が地球磁気圏遠尾部で観測を行っていた際、 $X_{GSE} \sim -60Re$  付近のプラズマシート中でプラズマバルク速度方向の激しい変化が観測された (92th SGEPS FALL MEETING: 斎藤 他)。このプラズマバルク速度方向の変化の周期も約8分程度であり、地球磁気圏近尾部で観測された磁場、プラズマ変動と何らかの関係があることが考えられる。この関係を明らかにすることは今後の課題の一つと言える。

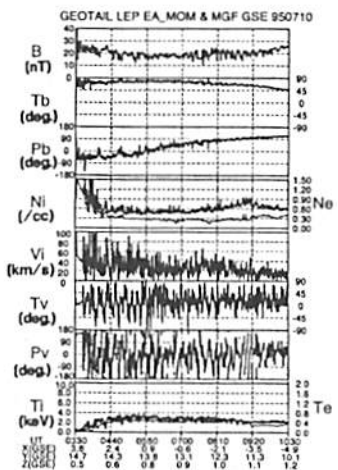


図1

温度異方性を考慮した  
Slow Shock の構造

岡田 憲司、星野 真弘、中村 匡 (宇宙研)

The Structures of Slow Shocks  
with Temperature Anisotropy

K.Okada, M.Hoshino, T.K.Nakamura (ISAS)

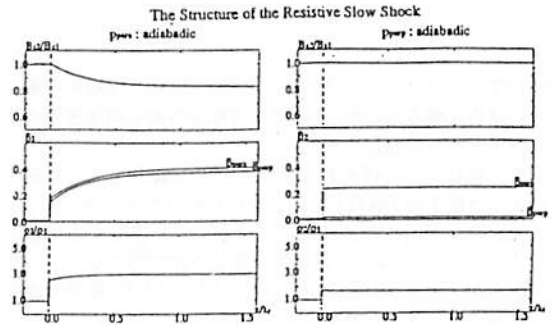
Temperature anisotropy is a common feature in collisionless plasmas, and influences shock jump conditions at various applications considerably. Based on the one-dimensional magnetohydrodynamic approximation, we examine the effects of temperature anisotropy on the structures of slow-mode shocks.

温度異方性を含む衝撃波でのプラズマ加速加熱過程は、等方温度を仮定した従来の衝撃波ジャンプ条件で予想されるものと大きく異なる。我々は、磁場に垂直方向の熱エネルギー  $p_{\perp}$  と平行方向の熱エネルギー  $p_{\parallel}$  の分配を決定する、shock 内の散逸過程を現象論的に取り入れ、温度異方性を含んだ有限の厚さを持つ衝撃波の構造について考察する。今回は、定常1次元電磁流体方程式において、磁場拡散過程を取り入れた微分方程式を、Runge-Kutta 法で解く。

右図は、衝撃波内の散逸過程による熱化がすべて  $p_{\perp}$  に寄与した場合(左)、及びすべて  $p_{\parallel}$  に寄与した場合(右)について、上流の  $\beta = 0.01, \theta_{0\parallel} = 45$  [deg.],  $M_A = 0.5$  として計算した結

果を示す。ここで  $x/\lambda_r = 0$  ( $\lambda_r$ : resistive scale length) は衝撃波面で、そこにおける急激な密度変化は流体粘性による内部構造が正確に記述されていないためである。図によると  $p_{\parallel}$  が断熱の場合(左)には衝撃波の厚さが  $\lambda_r$  の程度であるのに対し、 $p_{\perp}$  が断熱の場合(右)には  $\lambda_r$  に比べずっと薄いことが分かる。更に、共に下流で  $\beta_{\parallel} > \beta_{\perp}$  となっているものの、 $p_{\perp}$  が断熱の場合の方が下流での温度異方性のはるかに大きいことなどが分かる。また両者では磁場や密度の変化なども大きく異なっている。なお、この計算による衝撃波下流の物理量は、温度異方性を仮定した Rankine-Hugoniot 方程式の解に一致することが確認されている。

今後は上流側の物理量を変えて計算することにより物理的解釈をより深め、その上で衝撃波下流での温度異方性の取りうる範囲を調べると同時に、衝撃波の構造および衝撃波によるエネルギー変換率などを求める。また将来的にはこれらの結果を、地球磁気圏尾部において Geotail 衛星が観測した Slow Shock の結果と比較する予定である。



A22-16 磁気リコネクション X 型領域の観測的証拠

星野真弘、向井利典、西田篤弘、山本達人 (宇宙研)、国分征 (名大STE研)

New Kinetic Evidence for X-type Neutral Region  
of Magnetic Reconnection

M. Hoshino, T. Mukai, A. Nishida, T. Yamamoto (ISAS), S. Kokubun (STE/Nagoya Univ.).

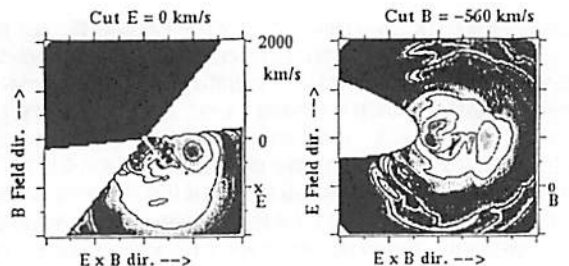
The 3 dimensional, high resolution, low energy particle detector onboard the GEOTAIL spacecraft observed a non-gyrotropic ion distribution function just after the passage of a plasmoid. From a topological point of view, an active X-type neutral region may be observed after the passage of the plasmoid, if the plasmoid is still growing and bringing the lobe plasma into the plasma sheet. We discuss the non-gyrotropic distribution as evidence an X-type neutral region in terms of ion dynamics.

磁気圏尾部で磁気リコネクションが基本的プラズマ現象として起きていることは、様々な観測的傍証および理論的モデルにより、ほぼ確かなことになってきていると言えよう。しかし、磁気リコネクションを起こすのに必要不可欠な磁場拡散としての X 型領域に関しては、未だ明らかにされていない点が多い。サブストームとの関連で、何時何処で形成されどのように伝搬するのか、また X 型領域近傍でのプラズマの性質はどのようになっているかなどである。

磁気リコネクションの X 型領域の候補として、プラズモイド通過後の領域が考えられる。プラズモイド通過後の領域の性質を、イオン・ダイナミクスの観点から詳しく調べた。図は、ジオテイル衛星が、典型的なプラズモイド通過直後に観測したイオンの分布関数である (1993 年 9 月 18 日 10 時 20 分)。地球より約 70 RE 離れた夜側の磁気圏尾部に位置し、図に示した分布が観測されたときプラズマは未だ高温高密度 (2keV, 0.1/cc) であり、また磁場は数 nT 程度以下であったので、衛星はローブ領域ではなく

プラズマシート領域に位置していたと考えられる。左側が磁場と ExB の方向を含む面内での分布関数、右図が磁場に垂直面内での分布関数である。磁場に垂直方向に局在した非ジャイロ運動をする特異なイオン分布が観測された。

これは説明するモデルとして以下の描像を得た。ローブの低温プラズマが X 型領域に流れ込むと、粒子は反平行磁場 Bx の下でメアンダリング運動 (基本的には Vz-Vy 面での 8 の字の運動と Vy 方向のドリフト) をはじめる。これを z=0 で観測すると +Vz と -Vz に向かう粒子を観測することになる。特に、イオンのジャイロ半径が磁場拡散領域の厚さに対して同程度以上の大きになると、速度空間での 2 つのイオン塊の速度差は顕著になり観測されやすくなる。2 つの塊の速度差よりイオンが担う磁場拡散領域の厚さを評価すると、100~1000 km 程度となる。また、このイオンの分布関数は、プラズモイド通過直後以外で観測されていない。同様の結果は、粒子コードを用いた数値シミュレーションでも検証されており、非ジャイロ運動をする特異なイオン分布関数で特徴づけられる X 型領域の性質を、シミュレーション結果と併せて議論する。更に、この様な分布を示すイオンの運動が、磁場拡散を担えることも議論する。



吉村剛, 飯島健(共 東京大学大学院理学系研究科), 國分征(名大STE研)  
 G. Yoshimura, T. Iijima (both Graduate School of Science, The Univ. of Tokyo), S. Kokubun (STEL, Nagoya Univ.)

Using vector magnetic field measurement with GEOTAIL, we have determined characteristics of dayside magnetospheric magnetic field in terms of currents and  $J \times B$  stresses.

昼側磁気圏深部 (>5Re) での磁場観測から、従来得られた特長の1つは、磁場ベクトルが antisunward bending を示す事である。根拠は、Imp 1, 2, 3 観測 (南半球, Fairfield 1968 JGR) および Ogo5 観測 (北半球, Sugiura 1973 Radio Sci.) 等による。原因として、Chapman-Ferraro 境界電流や region 1 field-aligned current が示唆されてきたが、いずれも antisunward bending を特長づける磁場  $B_{\phi}$  分 (観測磁場の dipole 子午面からのずれ成分) の直観的考察によるものであった。これらに対して、AMPTE CCE 観測を用いて、Iijima et al (1990) は、赤道面付近の  $L=4-8, 5Re$  範囲について、実際の磁気圏電流系を決定し、この範囲でも  $B_{\phi}$  成分の signature は antisunward bending であるが、 $B_{\phi}$  成分の中には磁気圏の外に源を持つ scalar potential の作る効果で磁気圏内の電流の形成には寄与しないものが含まれており、現実には磁気圏内に存在する radial current は午前側で外向き、午後側で地球向きで、antisunward bending とは逆の  $B_{\phi}$  成分が含まれていることを把握した。

本研究の主目的は、GEOTAIL 衛星による磁場観測の中で、特に昼側磁気圏 ( $R > 10Re$ ) 部分 (AMPTE CCE の延長領域) について、軌道の特性を考慮した解析を、電流成分および  $J \times B$  stress について行い、magnetospheric deformation のメカニズムを検討していくことである。

A22-18 近地球磁気圏尾におけるサブストームに伴う磁場変動

中井 仁 (茨木高校) 上出洋介 (STEL)

Substorm associated magnetic field changes in the near-Earth magnetotail

H. Nakai (Ibaraki High School), Y. Kamide (STEL)

Our neumerical magnetic field model predicts that the  $B_x$  component increase at the onset of substorms at high latitudes in the near-Earth magnetotail. One of examples for magnetic-field variations at near-Earth high latitudes is discussed in detail.

Nakai and Kamide [JGR, 99, 2365, 1994] は、簡単な数値モデルを用いて、サブストームの成長相ならびに極大期における磁気中性面電流の強度を比較し、爆発相の間に電流強度は、 $X=-12 Re$  より遠方では減少するが、より近くでは逆に増大する事を示唆した。我々は、Tsyganenko [1987] モデルを基にして、サブストームの成長相ならびに極大期のための磁場モデルを作った。図1は、 $R=6.6 Re, Y=0$  における、磁場モデルの  $V$  成分、 $H$  成分、および磁場の仰角を、横軸に地磁気緯度 (GML) をとって示している。図には、静止軌道上の

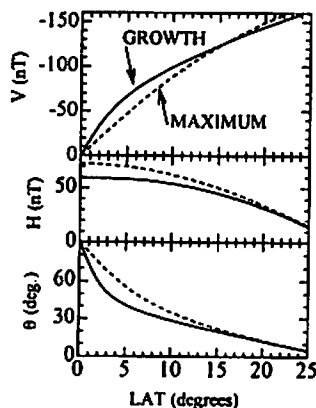


Fig 1

衛星がサブストーム発生時に観測する、典型的な磁場変動が再現されている。また、上述のような電流の強度変化の結果、15 GML より高緯度では  $V$  成分は極大期の方が成長相より大きいという顕著な特徴が見られる。

この特徴を観測に見いだすことは、モデルによって予測された電流強度の特徴を、裏付けることになる。図2は、1985年6月9日に起こったサブストームの際の ISEE 1 による磁場データである (双極子磁場成分を差し引いた)。0645 UT にオンセットがあり、21 MLT 付近に特に強い西向きジェット電流が流れていることが、地上のステーションの観測から分かる。ISEEは真夜中近くに位置しているので、地球方向の模型電流を観測すると推定される。実際、図2の  $B_y$  成分は、オンセットの時に東向きに変化しているので、衛星は、おそらく地球向きの模型電流の高緯度側に位置していたのであろう。このとき  $B_x$  成分は、減少ではなく増加を示している。イオン密度は増加傾向にあるので、これらの変化が、衛星がプラズマシートからローブへ出ることによって起こる磁場変化とは考えられない。

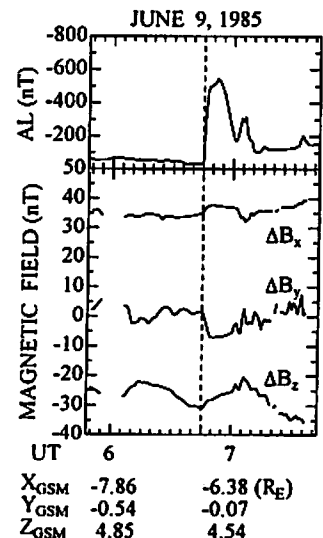


Fig 2

UT	6	7
$X_{GSM}$	-7.86	-6.38 ( $R_E$ )
$Y_{GSM}$	-0.54	-0.07
$Z_{GSM}$	4.85	4.54



The enhancements of directional differential energy flux of energetic ions associated with a storm : comparison of observational results by Explorer 45 with particle simulations  
Yusuke Ebihara<sup>o</sup> and Masaki Ejiri (NIPR)

We have been developing a computer simulation scheme for the ring current formation associated with the geomagnetic storm/substorm. Ring current protons collide with other particles (e.g., geocoronal hydrogen and plasmaspheric electrons) and lose their energies within a few days. The primary loss processes are; (1) charge exchange with the geocoronal neutral hydrogen and (2) Coulomb collision with the plasmaspheric thermal electrons. It is essential to trace each particle along its trajectory with time because the drift path basically depends on energy, pitch angle, magnetospheric electric and magnetic fields. The time-development of the particle's trajectory under the time-varying magnetospheric activity is calculated with the particle's losses at each time interval. For this purpose a new time-dependent plasmaspheric density model has been developed.

The simulation results of electron densities in the plasmasphere and their changes in space and time as well gave a fairly good agreement with the measured values by EXOS-B. This simulation also suggested that the plasmasphere is so dynamic in space and time that the simple assumption that  $\partial/\partial\phi$  ( $\phi$ :magnetic local time) can be neglected is no longer valid, even if the hydrostatic equilibrium along the geomagnetic flux tube is assumed.

In order to compare quantitatively the calculated particle flux with the measured flux which is usually a directional differential energy flux,  $j$  in [ $1/\text{cm}^2 \text{ s str keV}$ ], we have derived the conversion factor to the calculated number density  $N_{ijm}$  of ions falling into the field space bin ( $\Delta L, \Delta\phi$ ) with specific energy ( $E_i, E_i + \Delta E_i$ ) and pitch angle ( $\alpha_m, \alpha_m + \Delta\alpha_m$ ) intervals. This relation can be expressed as,

$$j_{ijm} = \frac{N_{ijm}}{8\pi R_e^3 L^2 \Delta L \Delta\phi (\sqrt{2E_i/m^2}) F(y_m) y_m \Delta E_i m^2} 2E_i \quad (1)$$

where  $R_e, L, F(y_m), y_m, m$  are the Earth's radius, McIlwain's L-value, a

function for a bouncing motion, a sine of a pitch angle  $\alpha_m$  and a particle's mass, respectively.

The distribution of charged particles injected from the plasmasheet is assumed to be isotropic and Maxwellian, i.e.,

$$f(E) = \left(\frac{m}{2}\right)^{3/2} \frac{N_s}{(\pi E_0)^{3/2}} \exp\left(-\frac{E}{E_0}\right) [s^3/m^6] \quad (2)$$

where  $N_s$  is the particle density [ $m^{-3}$ ] in the source and  $E_0$ [Joule] the average energy. A preliminary calculation has been carried out by simulating #280 to #282 events of the Explorer 45 observations, 13 to 14 February, 1972. The observed energy spectra of directional differential energy flux,  $j$ , are shown in Fig. 1-(a) 1200 UT for both  $90^\circ$  and  $30^\circ$  pitch angles. Fig. 1-(b) illustrates the simulated result of energy spectra for corresponding event. Though the exact comparison is rather hard, the simulation well explains how the energetic particles are penetrating into the inner magnetosphere, and the source is as of  $N_s \sim 0.2 \text{ cm}^{-3}$  with  $E_0 \sim 4.0 \text{ keV}$ , which will be examined by the observational value by the other satellite. It is also our future subject to evaluate quantitatively the variation of particle's directional differential energy flux in space and time, introducing the loss processes, which forms the storm-time ring current in the inner magnetosphere.

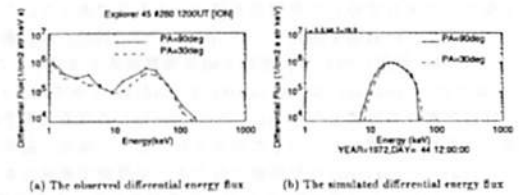


Fig. 1: The energy spectra of ions at  $L \sim 5.3, \text{MLT} = 19\text{h}$  on February 13, 1972: (a) observed by the Explorer 45 and (b) simulated.

Symplectic 数値解法を用いた内部磁気圏における荷電粒子の追跡

油江宏明, 家森俊彦  
京大理

Tracing of Charged Particle in Inner Magnetosphere by Symplectic Numerical Method

H.Yago and T.Iyemori  
Faculty of Science, Kyoto Univ.

The motion of charged particles in the inner magnetosphere is important to understand, for example, the variation of the geomagnetic field at mid and low latitude. In this paper, we calculate the motion of single charged particle in some magnetospheric models by symplectic numerical method, and report the advantages and the disadvantages of this method.

内部磁気圏における荷電粒子の運動のメカニズムは、中低緯度における地磁気の擾乱などに関連して重要な問題である。この領域における粒子運動の数値実験にはこれまで主にドリフト近似が用いられてきた。今回は、Symplectic法と呼ばれるエネルギーの保存が高精度で保証される数値解法を用い、単一粒子の追跡に限りその有効性と限界を考察する。この手法は、ハミルトン系に対し、その時間発展を正準変換の積み重ねとしてとらえるものである。

電磁場内の荷電粒子の運動を記述するハミルトニアンは、正準座標としてカーテン座標  $x, y, z$  を取り、非相対論的な場合、

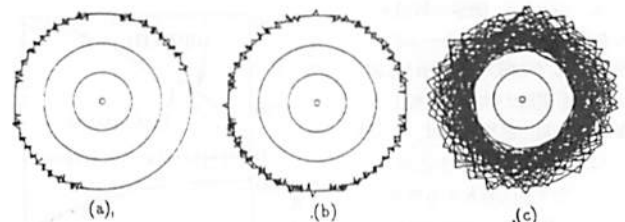
$$H = \frac{1}{2m} (\mathbf{p} - q\mathbf{A})^2 + q\phi$$

相対論的な場合、

$$H = c\sqrt{(\mathbf{p} - q\mathbf{A})^2 + m^2c^2} + q\phi$$

である。特に、ダイポール磁場においては、系のパラメーターがある条件を満たせば、粒子の運動領域が限られた範囲 (2つの弧状面に挟まれた領域) にあることが解析的に示されるので、数値計算の有効性が見やすい。ダイポール磁場を用いた計算結果の一部が図に示されている。

発表においては、いろいろな磁場モデルと荷電粒子 (主に陽子と電子) のエネルギーに対する計算結果に関し、この方法の有効性と限界を考察する。この手法における荷電粒子追跡の有効性が確認できれば、高エネルギー粒子運動の追跡、リングカレントの形成や、内部磁気圏と電離圏との結合モデルなどに関する計算に役立つものと思われる。



図は、ダイポール磁場における陽子の運動を、非相対論的なハミルトニアンに基づき Symplectic 法によって計算し、それを磁力線に沿って赤道面に投影したものである。エネルギーは、(a),(b),(c) がそれぞれ 50KeV, 100KeV, 10MeV、ピッチ角はいずれも  $30^\circ$ 、(a),(b) は  $15R_E$ 、(c) は  $10R_E$  からスタートさせた。円は、中のものからそれぞれ  $0.5R_E, 5R_E, 10R_E, 15R_E$  をあらわす。計算の実時間はおよそ 46 分である。(軌道がなめらかでないのは、プロット時のサンプリングの影響)

Dst 場発達・減衰の要因とそのモデリング (1)

家森俊彦<sup>(1)</sup>・高橋 俊<sup>(2)</sup>・油江宏明<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>京大工学部 <sup>(2)</sup>日立製作所

On Controlling Factors of Dst Field Variations and Their Modelling (1)

T. Iyemori<sup>(1)</sup>, S. Takahashi<sup>(2)</sup> and H. Yugo<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Faculty of Science, Kyoto University / <sup>(2)</sup>Hitachi, Ltd.)

The controlling factors of Dst field variation are re-examined by using a simple equation,  $dDst/dt = A \cdot Dst + B \cdot I(t)$ , which has been used in the discussion on the energy balance of the ring current etc.. One of the results is shown in Figure 1 where the relation of the Dst index with the IMF-Bz and AL index under the condition of  $dDst/dt=0$  is examined. This figure re-confirms the dominant role of the southward IMF-Bz for the Dst field. In this paper, we try to model these coefficients, especially the decay coefficient, taking into account various processes related to the development and decay of the Dst field.

磁気嵐の大きさの尺度として、中低緯度で観測される地磁気水平成分変動の経度的平均(軸対称成分)であるDst場(Dst index)が広く用いられている。このDst場は、Desler-Parker-Sckpeの関係式により、リングカレントのもつエネルギーと近似的に比例しているため、磁気嵐のエネルギー収支の観点から重要であり、そのバランスを表す

$$dDst/dt = A \cdot Dst + B \cdot I(t)$$

を用いて、磁気嵐の成因や太陽風磁気圏相互作用等につき様々な議論がなされてきた。ここで、 $dDst/dt$ は、太陽風の動圧変化を補正したDst指数であり、 $I(t)$ は、エネルギーの投入を示す関数である。今回は、この関係式に現れる二つの係数AおよびBについて、特に減衰項について解析および考察を行う。

図1(a),(b)は、比較的大きな南向きのIMF ( $B_z < -5$  nT) が8時間以上継続した期間から、Dst場が「飽和」、すなわち一定に落ち着いた場合を選び出し、言い換えれば、上の式で、 $dDst/dt = 0$  が近似的に成り立っていると考えられる場合について、その時のDst場と1時間前のIMF-Bz (正確には、 $400 \text{ km/s}$  で正規化した太陽風速度との積) およびサブストームの活動度の尺度として広く用いられるAL指数の相関を調べたものである。(a)と(b)では、相関係数が非常に大きな差が見られる。これらの図は、Dst場を「支えている」主な要因が、AL指数で測ったサブストームの大きさではなく、南向きIMFであることを再度強く示唆する。

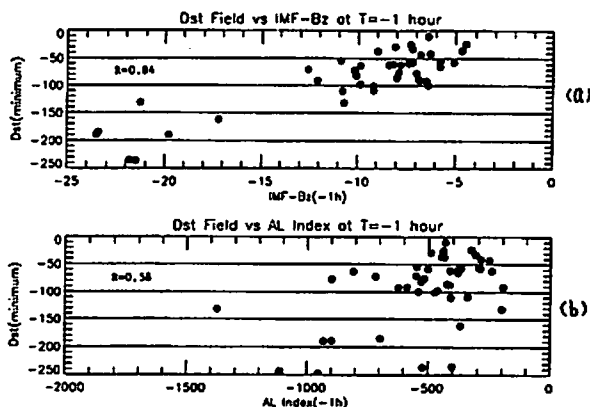


Figure 1. The relation of the Dst index with the southward IMF normalized by the solar wind velocity (upper panel) and with the AL index (lower panel) when the Dst approaches a constant (i.e., minimum) value after a development. The IMF-Bs and the AL index used are those of one hour before the Dst minimum.

SAMPEX 衛星による  
放射線帯電子フラックス, 2

・亀井和寿, 中村らみ, 上出洋介 (名大STE研)  
D. N. Baker (LASP, Univ. of Colorado)

Radiation-belt electron flux observed with the SAMPEX satellite, 2

K. Kamei, R. Nakamura, Y. Kamide (STEL, Nagoya Univ.), and D. N. Baker (LASP, Univ. of Colorado)

The pitch angle distribution of high energy electrons ( $E > 1 \text{ MeV}$ ) was obtained from SAMPEX satellite data. This distribution has a large gradient during non-storm times, while during magnetic storms, the gradient becomes smaller. It is discussed that by examining such pitch angle distribution at each L distance, mechanisms of the radial transportation of high energy electrons can be clarified.

1992年7月~1996年3月のSAMPEX衛星による観測データから、放射線帯中の1 MeV以上の高エネルギー電子の赤道でのピッチ角分布を求めた。磁気嵐が発生すると赤道でのピッチ角分布に変化が見られ、特にL=3-4, 4-5では顕著である。以下に、赤道でのピッチ角の変化が大きいの1993年11月3日の磁気嵐を例として示す。

図1は横軸にday of year (1992)をとり、上から順にDst, L=4-5でのフラックス、赤道でのピッチ角の1ヶ月の時間変化を示し、図2,3は磁気嵐開始前(671-673 day of 1992)、後(675-678 day of 1992)の赤道でのピッチ角分布をそれぞれ示したものである。磁気嵐でない時、フラックス、ピッチ角それぞれの時間変化は1日周期の変動を示し、ピッチ角が大きくなるにつれてフラックスも大きくなっている(図1)。磁気嵐が起こると、このような周期変動がはっきり見られなくなり、これは赤道でのピッチ角分布において分布曲線の勾配が小さくなることとして現れている(図2,3)。

本講演では、磁気嵐による赤道でのピッチ角分布の変化がどのL-valueから現れどのL-valueへ伝播しているのか、そのメカニズムについて議論を行う。

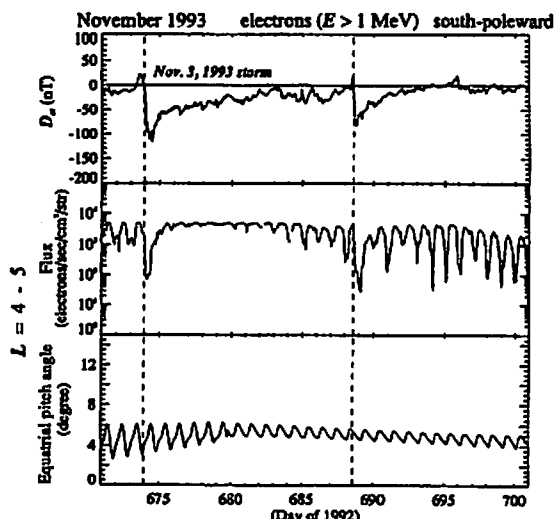


図1 1993年11月のDst, 電子フラックス( $E > 1 \text{ MeV}$ ), 赤道でのピッチ角

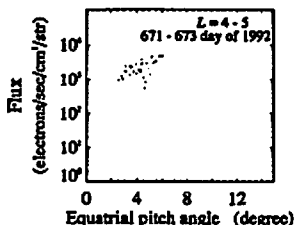


図2 1993年11月3日の磁気嵐開始前の赤道でのピッチ角分布

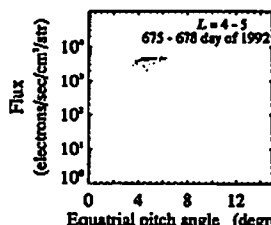


図3 1993年11月3日の磁気嵐開始後の赤道でのピッチ角分布

### Laboratory Simulation of the Explosion of Plasmas near the Earth for Asteroid/Comet Impact Problem

○<sup>1</sup> S. Minami, <sup>1</sup> Y. Suzuki, <sup>2</sup> Y. P. Zakharov

<sup>1</sup> Dept. Electrical Engineering, Osaka City University, Osaka

<sup>2</sup> Institute of Laser Physics, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk

The Comet Shoemaker-Levy 9 Jupiter impact tells us a possible catastrophe of our planet, earth. Again in 1996, Comet Hyakutake 1996 B2 and comet Hale-Bopp 1995 O1 have brought us a possible disaster due to such impact on the earth. In an attempt to prevent the problem, people have invented ways of survive for the earth. One idea is to deflect the orbits of asteroids/comets by antimatter or laser energy at the long distance from the earth. Another idea is to explode plasmas or nuclear energy near the earth. If the explosive plasma energy is comparable with that of the magnetic field of the earth, then the magnetosphere will be seriously disturbed.

We have performed laboratory simulations of such magnetospheric effects due to the explosion of asteroid/comet impacts at Osaka City University and at the Institute of Laser Physics, Novosibirsk as a joint research. Fig. 1 shows a set of photographs of the simulated earth's magnetosphere during the huge explosion in the magnetosphere. Fig. 1a is the case in the dayside of the magnetosphere, while Fig. 1b is the case in the nightside one. The simulated solar wind comes from the left. The laboratory results of this simulation experiments are presented for the cases of internal- and external- explosion of the magnetosphere. We have found the deformation of the magnetic field of the earth.

Reference:

Y. P. Zakharov, S.A. Nikitin, A. G. Ponomarenko, and S. Minami, Magnetospheric Effects as a new aspect of asteroid impact problem: Necessity and possibilities of laboratory simulation experiments, Earth Protection 95, NY Conference Proceedings, 1995.

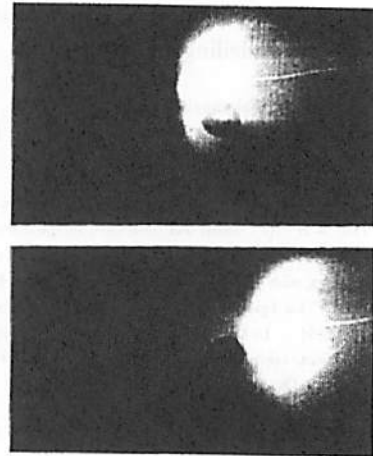


Fig. 1a: A laboratory simulation of the explosion of plasma in the dayside magnetosphere.

Fig. 1b: A laboratory simulation of the explosion of plasma in the nightside magnetosphere.

### A22-24 非エネルギー掃引型粒子計測器の開発 (2)

○浅村 和史<sup>1,2</sup>, 向井 利典<sup>1</sup>, 齋藤 義文<sup>1</sup>, 風間 洋一<sup>1</sup>, 町田 忍<sup>2</sup>

1. 宇宙研 2. 京大理

#### Development of Electrostatic Analyzer without Energy Sweeping (2)

○K. Asamura<sup>1,2</sup>, T. Mukai<sup>1</sup>, Y. Saito<sup>1</sup>, Y. Kazama<sup>1</sup>, and S. Machida<sup>2</sup>

1. Institute of Space and Astronautical Science

2. Graduate School of Science, Kyoto University

We are developing a high sensitive analyzer without energy sweeping for measurement of energetic neutral atoms (ENA) in the magnetosphere. Based on results of numerical ray-tracing, we have designed and fabricated an analyzer of the new type. Experimental results on the particle transmission characteristics are in good agreement with the calculated results. Efficiency of UV rejection is important to fulfill the analyzer performance, and now under experimental study.

我々は地球磁気圏における高速中性粒子 (ENA) 計測を目的として高感度の分析器を開発している。この分析器は time-of-flight (TOF) 法を用いることにより、エネルギー掃引を行わずに粒子の速度及び質量を弁別し、高感度を実現しようとするものである。

今回我々は実際に分析器を試作し、その特性試験を行なった。分析器の断面図を図 1 に示す。図 2 は計算機シミュレーションによって得られた粒子通過特性と、実際に試作した分析器にイオンビームを照射して得た特性であり、良く合っていることが分かる。20 keV 付近の感度が悪いのはこの実験で用いた検出器 (MCP: Micro Channel Plate) の形状によるもので、適当な形の MCP を選ぶことにより回復可能である。また、この分析器では極板に印加する電位を ±5 kV としてお

り、比較的低い電位で 5~60 KeV 程度の粒子を計測できることが分かる。この分析器の重要な要素として太陽紫外線の除去率がある。太陽紫外線は TOF 法による coincidence を用いて解析的な除去ができるが、これを可能にするためには分析器の形状である程度の除去率を達成しておく必要がある。これについては実験中である。

この分析器は 1998 年初めに打ち上げ予定の宇宙科学研究所の SS-520 ロケット初号機に搭載する予定である。

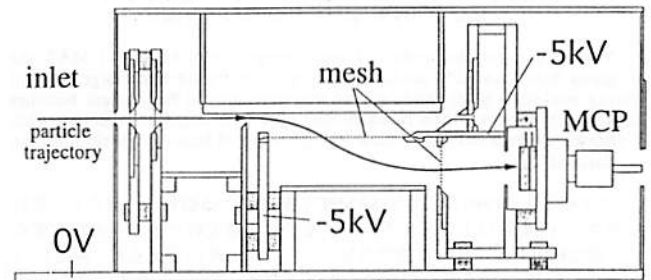


図 1. 試作した分析器の断面図

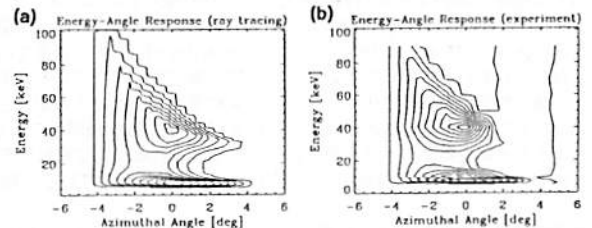


図 2. (a) 計算機シミュレーションと (b) 試作した分析器を用いた実験によって得られた粒子通過特性 (energy - azimuthal angle response)。

B会場

10月21日(月)

15:30~18:18

# 太陽・太陽風・ 惑星間空間・太陽圏

Sun, Solar Wind,  
Interplanetary Space & Heliosphere

oral: B12-01~13

poster: B12-P82~P85

座長

徳丸宗利 (名大・STE研)

袴田和幸 (中部大・工学部)

The universal term by Einstein  
in solar system  
inferred from Titius-Bode's law

\*Hachiro TAKAHASHI; 2-13-18, Takamatsu,  
Morioka, 020-01, Japan  
Naohiro YAHAGI; Department of physics,  
Iwate University, 3-18-34, Ueda,  
Morioka, 020, Japan

In our previous paper, we showed the physical formula fitted to Titius-Bode's law. Each term of the formula appears in the revised form of gravity equation by Einstein. The form is represented as<sup>(1)</sup>

$$(1/2)(da/dt)^2 - (GM/a(t)) - (\Lambda/6)(a(t))^2 c^2 = -(1/2)kc^2 \dots \textcircled{1}$$

Dividing both sides of Eq.① by  $-(1/2)c^2$  and assuming that  $a(t)$  corresponds to  $R$  representing the distance of a body from the sun and  $k=0$ , which means flat universe, Eq.① becomes

$$-(v^2/c^2) + (2GM/c^2R) + (\Lambda R^2/3) = 0 \dots \textcircled{2}$$

or

Physical formula in conformation  
with Titius-Bode's law

Hachiro TAKAHASHI; 2-13-18, Takamatsu,  
Morioka, 020-01, Japan  
\*Naohiro YAHAGI; Department of physics,  
Iwate University, 3-18-34, Ueda,  
Morioka, 020, Japan

Titius-Bode's law(T-B law) is an empirical equation represented by a simple numerical form which gives distances of planets from the Sun. The distances of the planets up to Uranus are rather well satisfied with the law. However, planets beyond Uranus, Neptune, Pluto, and Kuiper belt objects, are not in conformation with the law. Because of the latter circumstances, the T-B law are not only settled as a law in a general sense, but also any physical meaning nor physical equation are established till now. This paper presents a physical formula fitted well to the law as well as its physical interpretation.

$$(GM/c^2R - v^2/c^2) + (GM/c^2R + \Lambda R^2/3) = 0 \dots \textcircled{3}$$

The parenthesized first term in Eq.③ equals to zero in our solar system as given in our previous paper. Accordingly we get

$$(GM/c^2R) + (\Lambda R^2/3) = 0,$$

i.e.

$$(\Lambda R^2/3) = -(GM/c^2R); \Lambda = -(3GM/c^2R)(1/R^2).$$

The term  $(GM/c^2R)$ , is called dimensionless potential energy per unit mass in cosmology. From the result obtained above, it may be concluded that the universal term is equal to the negative dimensionless potential energy per unit mass at a site of each planet revolving the sun. Furthermore, using the Kepler's third law, it may be possible to derive the following relation:  $\Lambda = -3(\mu/c)^2$ , where  $\mu$  is the quantity called as "Mean Motion" of a planet and equals to  $(2\pi/T)$ ,  $T$ : period of orbital motion of a body around the sun.

(1) Katsuhiko Sato; Butsuri, Vol.51, No.5,  
p.347, 1996.

The fitted physical formula is

$$(c^2R/GM) - (c^2/v^2) = 0 \dots \textcircled{4},$$

where  $R$  indicates the respective planet's distance from the sun,  $M$  the solar mass,  $v$  the orbital velocity of a planet around the sun,  $G$  the gravitational constant and  $c$  the light velocity. Such a fitted expression(Eq. ④) can be easily derived from Newtonian gravitational theory.

Relationships of Kepler's 2nd law and 3rd law to the T-B law may be given and discussed in relation to Eq.④. In addition, all of satellites around respective planet also obey Eq.④. From the very nature of things, it may be possible to find that Eq.④ is closely related to the gravity equation by Einstein. As regards to this matter will be given on our next paper.

宇宙線恒星時日周変動の南北両半球観測  
(地下ミュオン観測ネットワーク)

D. L. Hall, 宗像一起, 安江新一, 加藤千尋, 小山守一 (信州大)  
理), 赤羽重信 (松本深志高) 藤井善次郎, 榊原志津子 (名大  
STE研) J.E.Humble, K.B.Fenton, A.G.Fenton (タスマニア大)  
M.L.Duldig (オーストラリア南極局)

Two Hemisphere Observations of  
the Cosmic Ray Sidereal Daily Variations  
(Two hemisphere network of underground muon telescopes)

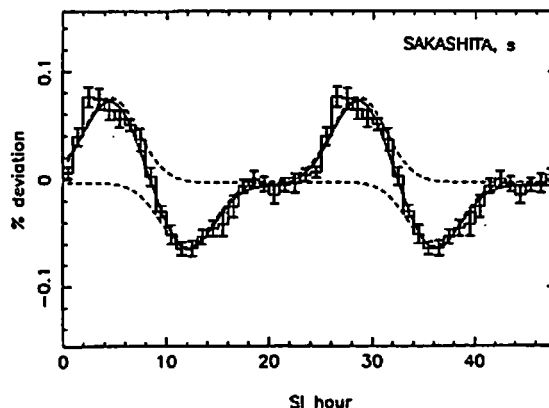
D. L. Hall, K.Munakata, S.Yasue, C.Kato, M.Koyama(Shinshu Univ.)  
S. Akahane(Matsumoto Fukashi high school),  
Z.Fujii, S.Sakakibara(STE Lab., Nagoya Univ.)  
J.E.Humble, K.B.Fenton, A.G.Fenton(Univ. of Tasmania)  
M.L.Duldig(Australian Antarctic Division)

Recently, Nagashima et al. proposed the "Tail-in" and "Loss-cone" anisotropies model to explain the N-S asymmetry of the sidereal daily variation. They found only an intensity deficit due to the "Loss-cone" being observed in the high latitude northern hemisphere, while only intensity excess due to the "Tail-in" anisotropy is observed in the high latitude southern hemisphere. At the intermediate latitudes, both the intensity deficit and excess are observed resulting in a maximum amplitude of the 1st harmonic at low latitude in southern hemisphere.

In this report, the sidereal daily variations observed by the two hemisphere network of underground muon telescopes are analyzed. This network consists of three multi-directional telescopes in the northern hemisphere(Misato, Sakashita, Matsushiro) and four in the southern hemisphere(Liapootah, Cambridge.V, Cambridge.N, Mawson.N). In

total, more than 45 directional component telescopes are covering wide ranges both of rigidity and latitude in this network.

In stead of the harmonic analysis, we fit two Gaussian functions to the data. One of these Gaussians with positive magnitude represents the intensity excess due to the Tail-in anisotropy and the other with negative magnitude represents the intensity deficit due to the Loss-cone anisotropy. Since the Gaussian function is not cyclic, we made a fit to 48 hours data repeated for two sidereal days, to obtain the best fit for the central 24 hours of data. We can then analyze the magnitude("amplitude") and position("phase") for each of the intensity excess and deficit respectively due to Tail-in and Loss-cone anisotropies. Dependences of these parameters on rigidity and latitude will be presented and compared with the model by Nagashima et al.



A sample of fitting two Gaussians to the sidereal daily variation observed at Sakashita-South telescope in 1978-1994.

B12-04 火星探査衛星PLANET-B搭載水素  
吸収セルによる星間風の観測

・伊藤裕一<sup>1</sup>, 渡部重十<sup>1</sup>, 橋西 浩<sup>1</sup>, 田口 真<sup>2</sup>

1.東北大学理学研究科, 2.国立極地研究所

Observation of Interstellar Wind with the Hydrogen Absorption Cell on  
board the PLANET-B Spacecraft

・Y.Ito<sup>1</sup>, S.Watanabe<sup>1</sup>, H.Fukunishi<sup>1</sup>, M.Taguchi<sup>2</sup>

1.Graduate School of Science, Tohoku University

2.National Institute of Polar Research

Interplanetary neutral hydrogen atoms scatter solar Ly $\alpha$  photons through a resonance scattering process. The scattered Ly $\alpha$  emission will be a contaminant in Martian hydrogen corona measurements with the absorption cell technique in the PLANET-B mission. However, we can use this information to study the interstellar wind. We are planning to make an interstellar Ly $\alpha$  intensity map and to determinate temperatures and hydrogen flow vectors in the celestial sphere. From computer simulations, it was found that 250 day observation with the absorption cell in the Martian orbit gives a complete celestial mapping of the interstellar wind.

火星探査衛星PLANET-Bに搭載される水素/重水素吸収セル付きフォトメータ(UVS-P)の本来の目的は火星超高層大気中の水素及び重水素比(D/H比)を測定することであるが、観測データには、火星水素コロナLy $\alpha$ 光以外のバックグラウンド光が含まれる。このバックグラウンド光の中で太陽惑星空間中に存在する中性の星間水素による太陽Ly $\alpha$ 散乱光は、強度としては120レイリー以上と比

較的強く、また星間水素が惑星間空間中を運動するために中心周波数がドップラーシフトするという特徴を持っている。そこで吸収セル法を用いた火星水素コロナ観測ではこのバックグラウンド光の厳密な差し引きが必要となる。

一方、星間水素散乱光の観測から得られる物理量には太陽圏物理学の研究において非常に重要な情報が含まれている。天球上で星間水素散乱光の強度マッピングを行うことにより星間水素を特徴づける水素原子密度、水素原子温度、星間風速度ベクトルの情報を導出する事が出来る。特に吸収セル法を用いた場合、温度と速度ベクトルについては吸収セルの光学的厚さを変化させることにより直接導出が可能となる。これらの物理量は太陽圏界面と局所星間物質(LISM)との相互作用、太陽風と星間水素との相互作用といった問題を考える上で重要な情報となる。従って、PLANET-B/UVS-P観測時に得られるこれらの情報は太陽圏研究者に対し有益な情報を与えるものと考えられる。

UVSグループでは星間水素散乱光の観測時期として①地球-火星間惑星間空間移行時と、②火星軌道投入後の二つを考えているが、後者の観測ではPLANET-Bのスピンの向きが常に火星-地球方向に向けられているために、天球上での観測器の視野方向は投入後の軌道位置によらず2天体の位置のみで決まる。そのため軌道投入予定日の1999年10月11日以後の火星、地球の位置から観測器の視線方向を予想し、星間水素散乱光観測について考察を行った。その結果、約250日の観測で天球上での星間水素のマッピングが完成することが分かった。また本発表ではPLANET-B予想軌道をもとに作成された火星水素コロナ分布シミュレーションの結果等も発表する予定である。

太陽コロナ中のアーケード状構造の統計的性質

橋爪 俊二、増田 智 (名大STE研)

Statistical characteristics of arcade structures in the solar corona

Os.Hashizume, S.Masuda(STEL,Nagoya Univ)

Using soft x-ray images of the solar corona taken by Yokkoh/SXT, coronal arcade structures were statistically analyzed. Several physical parameters of arcade structures, such as location, size, duration in soft X-ray, and speed of footpoint-width evolution, were measured. The statistical results on these parameters are shown and discussed.

アーケード状構造は、太陽コロナ中にループ群が連なっているもので、大きいものになると太陽半径(約70万Km)を超えるものもある。太陽フレアは分単位の寿命であるのに対し、アーケード状構造の寿命は数時間から長いもので10日間に及ぶものまでである。また、ピークのX線強度もフレアに比べて非常に弱い。

このようなアーケード状構造は、フィラメント消失やCMEの発生との相関が強いという結果が報告されている。従って、アーケード状構造に関する研究は、太陽が地球に及ぼす影響、惑星間空間擾乱現象を考える上で重要なことである。

1991年9月から1993年12月までに、ようこう衛星の軟X線望遠鏡(SXT)によって観測されたアーケード状構造の、太陽面上における発生場所(緯度経度)、継続時間、進化速度を統計的に調べてみた。進化速度は画像上でのアーケードの動きから計算し、継続時間はX線の強度変化から求め、太陽面上での位置はX線強度のピーク時のもので、アーケードの中心をとっている。

現在のところ13例については、解析が終わっている。表1がそのリストである。

表

No	event	SXT location	start(M)	peak(M)	end(M)	duration (M)	area(M)
1	92/3/29	(R20,W30)	7.75	7.90	8.90	1.15	0.05
2	92/4/28	(R20,W30)	0	16-17	0(30)	72	2
3	92/5/18	(R50,W70)	0(19)	8-10(19)	12-18(20)	130	2
4	92/5/19	(R18,W40)	2-3	4-5	2-8(22)	72	2
5	92/7/16	(R40,W20)	6	0(17)	2-9(17)	21	2
6	92/8/11	(R30,W40)	2-3	3	3-4	2	1
7	92/8/20	(R20,W40)	4-5	6	19-21	14-15	2
8	92/8/29	(R40,W70)	4-5	3-4(30)	21-22(30)	40-43	2
9	92/9/6	(R15,W40)	11-12	19-20	1-2(7)	13-15	1
10	92/11/28	(R80,W80)	23(27)	0-1	3	8	1
11	92/12/16	(R20,W40)	6	11-12	20-21	14-15	1
12	93/2/24	(R75,W55)	19-20	22-23	4(30)	32-33	2
13	93/3/21	(R70,W70)	21-22	23-24	2-8(22)	4-6	1

プレフレア期に現れるループトップ上方マイクロ波源の解析

堀久仁子(東北大理学部)、小杉 健郎、柴崎 清登(国立天文台)、近藤 啓明、木井 清二(通観研)

Study of microwave blobs above loop top in pre-flare phase

K. Hori<sup>1</sup>, T. Kosugi<sup>2</sup>, K. Shibasaki<sup>2</sup>, T. Kondo<sup>3</sup> and S. Nagai<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Astrophysics and Geophysics, Tohoku University

<sup>2</sup>Nobeyama Radio Observatory, NAOJ

<sup>3</sup>Communications Research Laboratory

Using the Image data from the Nobeyama Radioheliograph, we found low brightness temperature ( $2-3 \times 10^4$  K) microwave blobs which appeared above the microwave loop top during pre-flare phase. The role what the blob plays in the flare evolution is discussed comparing with other frequency data taken simultaneously, and also with the existent flare models.

1991年の観測開始以来、ようこうSXT、HXTによる太陽フレア像は、フレアに関する新しい知見をもたらしてきた。特に軟X線カスプ構造とこれに沿って走る高温領域の発見(Tsuneta et al. 1992)、激しい粒子加速が起こるインバルシブ期に現れる、軟X線ループ上方のコンパクトな硬X線の発見(Masuda et al. 1994)はフレアを起こすメカニズムが磁気リコネクションであることを示唆する点で重要である。また、インバルシブ期以前のプレフレア期には、高温プラズマのejectionがしばしば観測されており(Shibata et al. 1995)、これもフレアループ上空にカレントシートが存在するリコネクションモデルを支持している。こうした発見は、フレアはメカニズムの点からアーケード状のLDE(Long Duration Event)型と単ループ構造のインバルシブ型に大きく分類できるという従来の考えから、継続時間、サイズ、強度に依らずリコネクションでトリガされ、全てはループの形とリコネクション率で決まるという統一的理解を導きつつある(Kosugi and Shibata 1996)、しかし、ようこうのフレアモードによる観測は、軟X線である程度明るくなってから開始されるため、それ以前の現象の観測が十分できていない。一方、野辺山電波ヘリオグラフは固定周波数17

GHz、時間分解能1秒(通常)で太陽全面の連続観測を行っているため、プレフレア期の現象の研究に適しており、より直接的にフレアメカニズムを検証できることが期待される。

我々はFujiki et al. (1996)により改善された野辺山電波ヘリオグラフの高空間分解能(10秒角)イメージングソフトを用いて、プレフレア期のマイクロ波ループの連続的な発展を、数例について解析した。データはすべて、デシメートル波パーストを伴い、かつようこう、ヘリオグラフによる同時観測を含むものであり、GoesクラスはB-Mに属している。また、フレアの型は上記の二つのどちらをも含んでいる。解析の結果、ループの足元が強く光り出す硬X線、マイクロ波パーストのピーク以前に、ループ上空に電波輝度温度の低い(2-3万度)マイクロ波blobが現れることを発見した。ループ上空の電波輝度はリムで起きたLDEについて一例報告があるが(Shibasaki 1996)、ようこうはじめ他の周波数での観測データに欠けていたため、フレアモデルとの比較が困難であった。本講演ではスペクトル及びイメージの双方からフレアにおけるこのマイクロ波blobの意味を考察し、リコネクションモデルをはじめ既存のフレアモデルとの関係を議論する。

References

- Tsuneta, S. et al. 1992, Publ. Astr. Soc. Japan, 44, L63
- Masuda, S. et al. 1994, Nature, 371, 495
- Shibata, K. et al. 1995, Ap. J., 451, L83
- Kosugi, T., and Shibata, K. 1996, Proc. Chapman Conf. (in press)
- Fujiki, K. et al. 1996, AS/96 spring meeting
- Shibasaki, K. 1996, Proc. Yokkoh Conf. (in press)

フレアーにより太陽方向に加速された電子ビームの観測

青山隆司 大家寛 永井清二 近藤哲朗  
(宮城能開短大) (東北大理) (通総研平磯) (通総研鹿島)

Observations of sunward electron beams accelerated by solar flares

Takashi Aoyama, Hiroshi Oya, Seiji Nagai and Teturo Kondo  
(Miyagi Polytechnic Col.) (Tohoku Univ.) (CRL Hiraiso) (CRL Kashima)

Rising tone bursts associated with strong solar flares, have been observed by HiRAS. These bursts are characterized by high frequency drift rate with same order of magnitude as that of type III bursts, and are attributed to inward (sunward) electron beams accelerated by a mechanism associated with flares. It is considered that the flare includes the acceleration process producing dual directional beams (sunward and outward beams); the result suggests that the most plausible mechanism of the initiation of the flare is X-type magnetic reconnection.

1. 序

フレアーの原因として現在最も信頼されているメカニズムは、magnetic reconnection であろう。この reconnection により、周辺プラズマは、加速され、粒子ビームを形成すると同時に、多くの場合 shock wave が放出される。これを電波で見ると、Type III パーストは外向きに加速、放出された電子ビームにより励起されるものと考えられており、Type II パーストは shock wave の外方向伝搬により説明されている。X-type magnetic reconnection のエネルギー放出過程によれば、reconnection の中心に於ける粒子加速は、外方向のみならず内側にも向き、内側向き粒子ビームは彩層内へ落ち込み、そこでH<sub>ν</sub>やX線で見られるフレアーを作るものと考えられている。この際に、この内向き粒子ビームにより、電波パーストが発生する可能性があるが、観測的にはほとんど議論されたことがない。

我々は HiRAS (通信総合研究所平磯) の広帯域ダイナミックスペクトルデータの中に、この内向き粒子ビームによる昇音型電波パーストを何例か見出したの

でここに報告する。

2. 観測結果

広帯域の HiRAS データを用いれば、その周波数範囲 (25-2500MHz) から考えて、reconnection の中心を含めたフレアー電波パーストの全貌を見ることができると思われる。そこで、強力なフレアーパーストが発生しているスペクトルデータを調べた結果、フレアーに伴う Type III パーストと同時に、内側 (太陽方向) に向かって加速された粒子によると思われる昇音型の電波パーストが観測された例を見出した。一例を1図に示す。Bで示したのがフレアーに伴う Type III パーストで、Cが Type II パーストである。Aで示したパースト群が昇音型パースト群であり、その周波数ドリフト率はBの Type III パーストのドリフト率と同じオーダーである。この観測事実は、フレアー時に太陽方向に向かう粒子加速が起こっていることを示しており、そのメカニズムとしては X-type の magnetic reconnection と考えるのが最も妥当であろう。

このような例は幾つか見出されたが、全てのフレアーパーストで見られてはいない。その理由として、

- (1) reconnection の中心が HiRAS の観測領域外 (>2500MHz) にある場合が多いこと
  - (2) magnetic reconnection による内側への粒子加速 (energy 放出) がいつも十分な量だけ生じているとは限らないこと
- 等が考えられる。

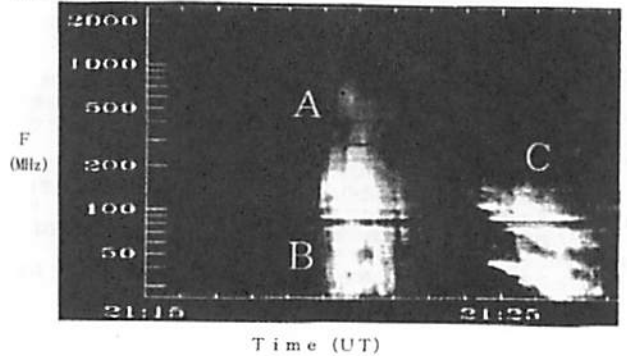


Fig. 1 1994/6/30 に観測されたフレアー電波パースト

Deconvolution of solar wind structure from IPS observation using tomographic method I

- Global distribution of solar wind speed -

\*A. Yokobe<sup>1</sup>, M. Kojima<sup>1</sup>, M. Tokumaru<sup>1</sup>, K. Asai<sup>2</sup>,  
B. V. Jackson<sup>3</sup>, and P. L. Hick<sup>3</sup>

- 1) Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University
- 2) National Institute of Multimedia Education
- 3) Center for Astrophysics and Space Science, University of California

Although interplanetary scintillation (IPS) is a useful means to investigate the global distribution of the solar wind speed, it requires a line of sight integration to relate what is observed to a location in space. To remove this line of sight integration bias from IPS observations, we have produced a new analysis program adapted Computer Assisted Tomography (CAT) method that optimizes a three-dimensional solar wind speed distribution to fit observed interplanetary scintillation data from STE Lab, Nagoya University. The program uses solar rotation and solar wind motion to provide perspective views of 3-dimensional solar wind structure and iterates to a least-squares solution fit of the IPS observations to consider the contributions from each points along the lines of sight as the weighting function. Then, the best-fitting result is plotted as a Carrington map of solar wind speed at a so-called source surface, a spherical surface 2.5 solar radii from photosphere.

In this work, we analyze the IPS data during Carrington rotations 1899-1901 in 1995. The data sets were selected from this period because solar surface features from consecutive rotations show little change from one rotation to the next as might be expected in the minimum phase of the solar cycle. Accordingly, we assume the solar wind structure was stable.

As the result, we find that distribution of solar wind speed near the solar minimum has a bimodal structure. That is, a low speed region which is confined in a narrow latitude band-width centered near the heliographic equator and high speed regions are separated by a sharp speed gradient. This is consistent with the result obtained by Ulysses that shows a sudden change of solar wind speed between the high speed wind from a polar hole and the low speed wind region at low heliographic latitudes when it rapidly traversed across the heliographic equator from southern to northern hemisphere in early last year [Gosling et al., 1995].

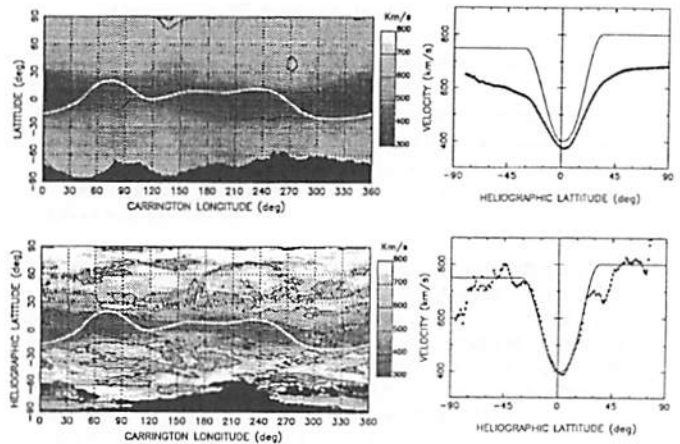


figure : IPS data combined for three rotations of 1899-1901. The left side are synoptic map of solar wind speed distribution and right side show latitudinal structure of speed distribution by averaging the left map in longitude. The upper panels were made without using tomography analysis, and the lower panels were the result of the tomography analysis. The solid line in the lower right panel is the best fit curve to the latitudinal distribution of speed.



# Deconvolution of solar wind structure from IPS observation using tomographic method II

-Relation between Wind Speed and Density Variance-

\*K. Asai<sup>1</sup>, M. Kojima<sup>2</sup>, M. Tokumaru<sup>2</sup>, A. Yokobe<sup>2</sup>,  
P. K. Manoharan<sup>3</sup>, and B. V. Jackson<sup>4</sup>

- 1) National Institute of Multimedia Education
- 2) Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University
- 3) Radio Astronomy Centre, TIFR, India
- 4) Center for Astrophysics and Space Science, UCSD, USA

We describe results of the solar wind speed and density variance deduced from interplanetary scintillation (IPS) observations at a frequency of 327MHz from Sep. to Oct., 1995. Although IPS can measure the solar wind over the various regions where spacecraft cannot reach, results from the IPS observations indicate the wind properties integrated along the line-of-sight. The high-speed wind which emanates from the coronal hole at the solar pole in the solar minimum phase, especially tends to be biased toward a lower speed because the line-of-sight passes through the high-density low-speed regions at the equatorial belt. We then deconvolve this path integration and correct the speeds for it using the computerized tomography technique based on the advantage that the observation system of STELab. can observe more than 30 sources in a day. We

calculate the weighting function on each line-of-sight and reconstruct longitudinal and latitudinal distribution of the solar wind speed to fit the observed data.

We dealt with the data that the closest point to the sun on the line-of-sight exists in the range of heliocentric distances from 0.3 to 0.9AU. In these distances, the constant speed is a good approximation for making the longitudinal and latitudinal distribution of the solar wind speed mapped back onto the source surface from each line-of-sight. The solar wind velocity is estimated with correlation analysis of IPS signals obtained at four separated stations. In addition to the velocity, we simultaneously measured the scintillation index which reflects turbulence level of the density fluctuations. The IPS sources with small diameters and large flux densities, 3C237, 3C241 and 3C279 have been chosen for the scintillation index measurements.

We derived the following results from the reconstructed speed distributions. If the relation between the wind speed ( $V$ ) and turbulence level of density fluctuations ( $\delta N$ ) is assumed to be  $\delta N \propto V^{-\alpha}$ , 1)  $\alpha \leq 0.5$  provides the best fit speed distribution to the observed data. 2) Comparing the observed scintillation index with the index estimated from the reconstructed speed distribution,  $\alpha \approx 0.5$  appears to be better for the minimum differences of both indices. If the above relation is right,  $V$  and  $\delta N/N$  have positive correlation (mass flux  $NV$  constant from Ulysses observations). It is suggested that the turbulence level of the high-speed wind is superior to that of the low-speed wind in the spatial scale around 100km over the heliocentric distances of 0.3AU.

## B12-10

惑星間空間シンチレーション・コスベクトル法を用いた太陽風速度推定における視線積分の影響

○徳丸宗利(名大・STE研)、近藤哲朗(通信総研・鹿島)

Line-of-Sight Integration Effect on Solar Wind Velocity Estimation with Interplanetary Scintillation Cospectrum Method

M. Tokumaru (Nagoya Univ./STE Lab.) and T. Iondo (CRL/Kashima)

The effect of line-of-sight (LOS) integration on the solar wind velocity estimation with interplanetary scintillation (IPS) cospectrum method is investigated from the model calculation, which includes the bimodal solar wind hypothesis. The result demonstrates that the high speed wind, even with extremely low density fluctuations, is detectable from the cospectrum velocity estimation, although the estimated velocity is 20% lower than the actual speed. The radial increase found in 3C273B velocity data at R<30Rs cannot be explained by either the LOS integration effect or the latitude structure, and this implies that the intrinsic acceleration of the solar wind at R<30Rs is necessary.

### 1. はじめに

我々は、太陽風加速メカニズムの解明を目指して、通信総研研究所鹿島センターにおいて2GHzと6GHzで惑星間空間シンチレーション(IPS)の同時観測を行っている(Tokumaru et al., 1994; 1995)。これまでに得られた観測データから、我々はIPSコスベクトル法を用いて太陽近傍(10~80太陽半径:Rs)での太陽風速度を推定し、太陽風速度の距離変化について議論してきた。我々の速度推定では、密度ゆらぎが太陽に近づくほど増大することから、地上で観測されるIPSへの寄与は伝搬路上で太陽に最も近い点(P点)での散乱が支配的であると考え、伝搬路(視線)に沿った積分効果は無視していた(P点近似)。しかしながら、最近の研究から高速風領域での密度ゆらぎが低速風に比べて非常に小さい( $\delta Ne^2$ の比~1/15, Coles et al., 1995)ことが判明し、仮に極域の高速風領域が伝搬路上のP点付近にあったとしても、そこからのIPSへの寄与は赤道付近の低速風領域からの寄与に比べ必ずしも支配的でないことがわかってきた。そこで本報告では、我々のIPS観測結果において、どの程度、視線積分の効果が効いているかについて、モデル計算から考察した結果を述べる。特にここでは、最も積分効果が顕著とな

る、視線が極域のコロナホールからの高速風を横切るような場合について考える(これは、太陽極小期の電波源3C273BのIPS観測に対応している)。

### 2. 観測とモデル計算結果

図1に、1994年の3C273BのIPS観測から得られた太陽風速度の距離変化を示す。ここで、速度の推定にはP点近似が用いられている。ところが、先にも述べたように高速風領域のIPS観測では視線積分の効果によってP点近似で求めた速度に大きなバイアスが生じていることが考えられる。そこで、本研究では視線積分の効果を考慮したIPSコスベクトルのモデル計算をおこなって、P点近似で求めた速度データのバイアスを見積った。モデル計算では、弱い散乱を仮定し、ランダム速度成分 $\delta V=0$ 、密度ゆらぎの分布は $R^{-1}$ 、異方性はAR=1.5、ゆらぎの空間スペクトルはパワー則(指数 $\alpha=3.6$ )に従うとした。

図2には、太陽風速度の距離依存性はなく高速風( $V=800$ km/s)と低速風( $V=400$ km/s)のみからなる単純な太陽風モデル(bimodal wind model)を仮定した場合、3C273BのIPS観測からP点近似の解析で得られる太陽風速度を太陽からの距離に対して示している。この図からわかることをまとめると、次の様になる。(1)積分効果を考慮したとき、P点近似で得られる速度は実際の値より約20%低くなる。(2)コスベクトル法による太陽風速度の測定では、高速太陽風の密度ゆらぎが低くても(例: $\delta Ne^2$ の比~(0.3)<sup>2</sup>)高速太陽風を捉えることができる。(3)高速風と低速風の境界が鋭い場合、コスベクトル法で求めた速度データにも鋭い変化が現れる。逆に、観測で緩やかな速度変化が見られた場合は実際の速度構造にも緩やかな変化が必要である。(4)太陽近傍での加速傾向は、視線積分の効果では説明できない。高速風内での緯度構造は無視できるので、この加速傾向は実際の太陽風加速に対応していると考えられる。

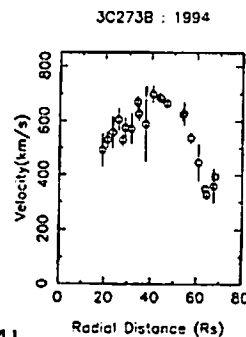


図1

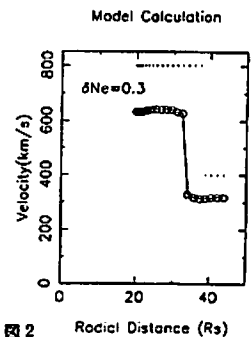


図2

Occurrence Frequency of Interplanetary  
Magnetic Flux Ropes

K. Marubashi (Communications Research Laboratory)

Two types of solar wind signatures are widely accepted as an interplanetary manifestation of coronal mass ejections. They are: (1) interplanetary magnetic flux ropes, and (2) bi-directional electron heat flux events. Both are related to magnetic field structures of ejecta from coronal transient phenomena. However, 180 degree rotations of magnetic field vectors, characteristic of magnetic flux ropes, are seen only in about 1/3 of bi-directional electron heat flux events. In many of the remaining 2/3, magnetic fields maintain rather constant directions.

We have made an attempt to interpret this discrepancy, and found that a magnetic flux rope model can also explain the observed magnetic fields in many of the latter cases. The key factor is the impact parameter, distance between the spacecraft trajectory and the flux rope axis. It is clear that the past analyses of flux ropes were restricted to cases of small impact parameters because they are much easier for identification by the field vector rotations.

In this study, we use a nonlinear least squares fitting method to identify interplanetary magnetic flux ropes. In comparing observed magnetic field variations with model fields, we use the self-similar expansion model for flux ropes. The calculated changes in magnetic fields and solar wind velocity are found to be in good agreement with the observed changes in many cases. As a result of the present identification of many magnetic flux ropes encountered at large impact parameters, it is found that the occurrence

frequency of interplanetary magnetic flux ropes is as high as the occurrence of the bi-directional electron heat flux events. It is also shown that the typical values of flux rope thickness are much smaller than 0.2 AU, the value widely accepted hitherto.

We have also found such magnetic field variations that can be explained as observed when the spacecraft traversed flux ropes with a torus shape. Here, the torus-shaped flux rope is taken to be corresponding to such cases where the spacecraft traversed the curved portion of the flux ropes, that are loop structures with twisted magnetic fields.

太陽風磁気ロープと対方向性電子熱流はコロナ物質の噴出現象(CME)の太陽風に現われた結果として広く受けいられている。この両者は共に、CMEで発生したプラズマ塊の磁場構造と関連して、磁力線が太陽とつながっていることを示している。しかし磁気ロープの特徴と見られる磁場ベクトルの180度回転は、対方向性電子熱流現象の約1/3程度しか観測されていない。残りの2/3の現象では、磁場ベクトルの回転は顕著ではない。

ここでは、この矛盾を解決することを試み、磁場ベクトルの回転があまりない場合も磁気ロープ構造で説明できることを示す。鍵になる因子は、衝突パラメータ、すなわち磁気ロープの軸と衛星軌道との距離である。これまでの磁気ロープの解析では、衝突パラメータが小さい場合に限定されてきた。磁場ベクトルの回転が明らかで、磁気ロープを特定しやすいためである。

磁場ベクトルの回転が小さい磁気ロープを特定するために、モデルによる非線形最小 乗法を利用する。磁気ロープのモデルには、自己相似 強モデルを用いる。この結果、大きな衝突パラメータで観測されたものとして、磁場ベクトルの回転が小さい磁気ロープが多量に特定された。その発生頻度は対方向性電子熱流現象の発生頻度と同程度であることが明らかになった。同時に、太陽風磁気ロープの太さについても、代表的な値はこれまで考えられてきた0.2 AUよりはずっと小さいことも示された。

衛星が磁気ロープの端の湾曲した部分を通過した場合の近似としてトーラス型の構造を考えるとうまく説明される磁場変化も存在することも示す。

## B12-12

フラックスロープによる  
平面平行磁場構造のモデリング

中川 朋子 (東北工業大学)

Examination of a flux-rope model of planar magnetic  
structures in the solar wind

Tomoko Nakagawa (Tohoku Institute of Technology)

Interplanetary planar magnetic structures, which are distinctive features of interplanetary magnetic field that is highly variable but parallel to a plane, are re-examined to test a model of flattened, intertwined flux tubes of high-beta plasma (Crooker et al., JGR 101, 2467, 1996). In order to reproduce a planar magnetic structure, a large number of flux ropes with small helicity are required. Variation of field direction is mainly due to variation of orientation of rope axes, rather than to field rotations in each of ropes.

平均的なspiral方向から外れた惑星間空間磁場(IMF)は、太陽と太陽風をつなぐ手がかりを与えてくれる。平面状磁場構造(planar magnetic structure)は、太陽から0.8-1.0AUの惑星間空間で「さきかけ」によって発見された非spiral磁場構造の一つであり、IMFが数時間にわたりある平面に平行となっていながら、不規則に激しく変化する現象である。この平面状磁場構造の3次元構造を考えることは、その発生域と考えられる太陽表面の活動域の磁場構造と比較する上で重要である。

本研究では、平面状磁場構造をflux ropeと呼ばれる形状の磁場で説明できるかどうか検討する。flux ropeは、中心の高い圧力を外縁のらせん状磁場のピンチ効果で抑える構造であり、ガス圧が磁気圧に比べて小さい場合は、ローレンツカの生じない force-free fieldと

いう安定な構造となることが知られている。

flux ropeモデルは、平面状磁場構造と太陽面の活動域膨張との関係や平面状磁場構造中の高 $\beta$ プラズマを説明する上でも好都合である。活動域のループ状の磁場はその足元がねじられていると考えられるし、らせん状の磁場は内部にプラズマを保持する性質があるからである。しかし、flux ropeは、探査機がその中心軸を通過するような特殊な場合を除いては平面に平行な磁場として観測されないこと、単一のflux ropeでは平面に平行な方向のほとんどを覆う広範な磁場方向変化を説明できないこと、高 $\beta$ プラズマ中では安定な構造とはいえないことから、これまでは平面状磁場構造のモデルとしては不適当と考えられてきた。

近年、圧力勾配などによって平たくつぶれたflux ropeが多量集まれば平面状の磁場として観測され得るという提案がCrooker他(1996)によってなされた。本研究では、1993年に「さきかけ」によって観測された典型的な平面状磁場構造をこのモデルに当てはめてみた。個々のflux ropeを通過中は磁場の回転方向が変わらないことを使うと、回転方向の変化からflux ropeの境界を推定でき、個々のflux ropeのピッチ角やflux ropeの総数が概算できる。この方法によれば、個々のflux ropeを通過中に観測される磁場の回転は大きくなく、ひとつの平面状磁場構造には20本以上のflux ropeが含まれるという結果が得られた。平面状磁場構造中の磁場の回転は、らせん状の形状のためというよりもflux ropeの軸がさまざまな方向を向いているためと考えられる。



Figure. Flattened flux ropes observed as a planar magnetic structures. Arrows represent magnetic field vectors.

Possible Model for Planar Magnetic Structures in Interplanetary Space  
Kazuyuki Hakamada

Department of Engineering Physics, Chubu University, 1200  
Matsumoto-cho, Kasugai, Aichi 487, JAPAN

Spiral magnetic field lines are constructed by simple mathematical functions. It is shown that this spiral magnetic structure resembles to the PMS, planar magnetic structure, and shows a similar  $\phi-\theta$  diagram observed in interplanetary space.

人工飛翔体による惑星間磁場の観測結果の中にきれいな平面磁場構造 (PMS) のあることが報告されている [Nakagawa et al., 1989]。またこれに対応するようなコロナ磁場の平面構造も報告されている [Hakamada, 1996]。Hakamada [1996] はコロナ中の磁力線再結合により惑星間空間へと放出される捻じれた磁力線 [Shibata et al., 1986] が PMS となる可能性を示唆した。

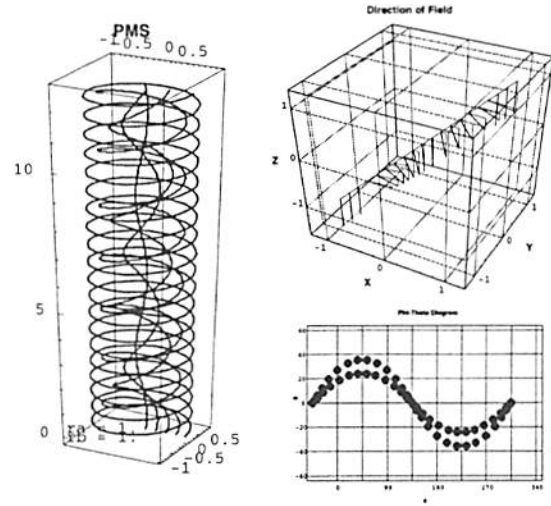
ここでは PMS 中の磁力線の形が次式のような簡単な関数形で表わされるとしたとき人工飛翔体でどのような磁場が観測されるのか推定した。

$$\begin{cases} X = A \cos \alpha, & Y = B \sin \alpha, & Z = C\alpha, \\ r = \sqrt{X^2 + Y^2}, \\ A = A'r, & B = B'r, & C = C'(1-r). \end{cases} \quad (1)$$

この関数に従えば、もし  $A' = B'$  であれば、XY 平面の中で磁力線の軌跡は円となる。一方、Z は  $\alpha$  の増加と共にそれに比例して増加する。その結果磁力線は螺旋状の構造となる。A', B' の比率を変えると XY 平面での軌跡は楕円になりこの関数は平面磁場構造 (PMS) を与える。ここでは  $A' = 1, B' = 0.1$  として計算した。Z の増加の割合が  $r = 0$  で最大値  $C'$ ,  $r = 1$  で最小値 0 を取るので磁力線は  $r = 0$  で直線、 $r = 1$  で楕

円となる。図1にこの関数を用いて得られる磁力線の模式図を示す。r の減少に伴って磁力線のピッチが粗くなり Force-Free Field に良く似た形の磁力線となる。Z 正の方向を地球側 (Away from the Sun), Z 負の方向を太陽側 (Toward the Sun) とし、楕円の長軸 (磁場平面) と黄道面との成す角が  $30^\circ$  であるとした。色々な衛星軌道を仮定し軌道上の惑星間磁場ベクトルを計算した (図2)。これから GSE (Geocentric Solar Ecliptic) 座標系での磁場の三成分 ( $B_x, B_y, B_z$ ) を求めた。この三成分からさらに磁場の経度角 ( $\phi$ ) と緯度角 ( $\theta$ ) とを求め  $\phi-\theta$  diagram を描いた (図3)。図3は Nakagawa et al. [1989] が人工飛翔体の観測値を用いて求めた  $\phi-\theta$  diagram と非常に良く似ている。

こうして Force Free Field のように磁力線の捻じれのピッチが磁力管の中で変化している場合でも観測に合うような形の  $\phi-\theta$  diagram ができることが分かった。



百武彗星 磁気圏擾乱から 推定される 太陽磁気圏構造

\*斎藤尚生<sup>1</sup>・沼澤茂美<sup>2</sup>・湯浅祥司<sup>3</sup>・小塚幸央<sup>4</sup>・小島正宜<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>東北大学工学部, <sup>2</sup>JPL, <sup>3</sup>尾鷲天文同好会, <sup>4</sup>名大・STE研

Structure of the Heliomagnetosphere Inferred from the Magnetospheric Disturbances of Comet Hyakutake

T.Saito<sup>1</sup>, S.Numazawa<sup>2</sup>, S.Yuasa<sup>3</sup>, Y.Kozuka<sup>4</sup>, and M.Kojima<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>Tohoku Univ.(OB), <sup>2</sup>Jp.PL.Lab., <sup>3</sup>Wasco T.D., <sup>4</sup>STE Lab.,Nagoya Univ.

Structure of the heliomagnetosphere, especially of the polar cap region, has not been known well, because of lack of the observational ways. While comets, Hyakutake and Hale-Boop, for example, tend observationally and theoretically to have the inclination angle  $90^\circ$  of their orbital plane with respect to the earth's orbital plane. Therefore, we may say generally that comet is an excellent natural spacecraft to measure automatically the three-dimensional structure of the heliomagnetosphere.

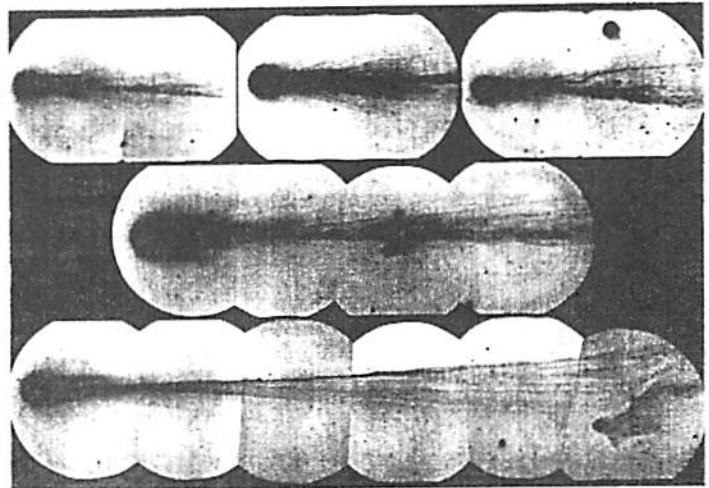
Fortunately, comet Hyakutake passed above the wide coronal hole in the magnetically polar cap region of the sun in sunspot minimum phase. Numasawa and Yuasa succeeded in taking many photographs of the plasma tail disturbances with Schmidt cameras.

The position of the heliomagnetospheric neutral sheet is obtained from both the photospheric magnetic field data and photographs of the solar corona during the eclipse. The sheet was far south to the comet when several disconnection events occurred in the cometary plasma tail. We confirmed that the DE's are well explained by our dynamic pressure model, not by the classical sector boundary crossing model. It is concluded that the high-speed solar wind from the polar cap coronal hole was fairly stable.

太陽磁気圏の、特に極冠域の構造については、観測手段が乏しいために、よく知られていなかった。ところが彗星は (百武もハレ・ボップもそうであるが) 理論的にも観測的にもこの極冠域を通過するものが多く、その意味でも彗星は、太陽磁気圏を自動的に立体走査する、優れた自然探査機である。

ちょうど好都合にも太陽が活動極小期で、明瞭なコロナホールが南北極域に成長している最中に、百武彗星がその磁場極冠域を通過した。このような状況下で沼澤と湯浅は、3月24日の DE などを含む様々な IMF 擾乱現象を、シュミットカメラで撮影することに成功した。

この時期の太陽磁気圏中性面は、皆既日食時のコロナクターからも黄道面付近にあったことは確実である。従って DE に関する Niedner-Brandt モデルは再び否定され、我々の風の息吹モデルが裏付けられた。更に彗星観測データから、極冠域の太陽風は、高速であるが比較的定常であることも明らかとなった。



B12-P83

太陽の大規模磁場分布の変化とフレア発生

小塚幸央、小島正宜(名大STE研)、斎藤尚生(東北大)

Relationship between Long-Term Variation of Large-Scale Solar Magnetic Field and Occurrence of Flares

Yukio Kozuka<sup>1</sup>, Masayoshi Kojima<sup>1</sup>, and Takao Saito<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University  
<sup>2</sup>Tohoku University

A relationship between the large-scale solar magnetic field and an occurrence of solar flares is discussed. We have carried out a spherical harmonic analysis of the photospheric magnetic field over the recent two solar activity cycles. The previous results show that the horizontal dipole ( $n=1, m=1$ ) and quadrupole ( $n=2, m=2$ ) components of the multipole expansion have their own rotation periods, and that the rotation periods exhibit a solar cycle dependence. In the present study, we investigate a relationship between distributions of these lower harmonic components of the solar magnetic field and the occurrence of large solar flares.

In this analysis, solar flares larger than importance 3 or X-class were examined for cycle 22. Locations causing the flares were compared with the distributions of the horizontal dipole and quadrupole of the solar magnetic field. The result shows that the regions in which the large flare occurred located near the magnetic neutral lines of both harmonic components. After the flare, the field strength of each harmonic component tends to decrease. These suggest that the distribution of lower harmonic

components of the solar magnetic field influences on the occurrence of large solar flares.

太陽における大規模な磁場の構造が、太陽フレアなどの太陽面現象の発生に関係しているらしいということは以前より指摘されている。しかしながら、大規模磁場分布とフレアの関係については、あまりよく知られていない。これまで我々は、太陽磁場の多重極子展開を行うことにより、太陽の大規模磁場成分のそれぞれが、独自の特徴的な自転の様子を示していることを明らかにしてきた。特に、水平双極子 ( $n=1, m=1$ )、四重極子 ( $n=2, m=2$ ) 成分が太陽活動周期の間に自転周期が変化していること、またそれぞれの磁極の経度が時々急に変化することなどが示された。今回は、これらの大規模磁場成分の配置が大きなフレアの発生にどのように関わっているかを調査した。

方法としては、重要度3またはXクラス以上の大規模フレアについて、それらの発生位置を調べ、多重極子展開によって求められた太陽磁場の大規模成分の配置との比較を行った。そして、フレアの発生前後での大規模磁場分布の変化の様子を調べた。その結果、以下の傾向が見られることがわかった。

(1) 大規模な太陽フレアが発生した領域は、多重極子展開の水平双極子、四重極子成分の両方の磁気中性線付近に位置している。

(2) 大規模なフレアが発生した後、磁場の大規模成分の強度は減少し、しばらく後に磁極が移動する傾向がある。

これらの結果は、太陽磁場の大規模成分の各モードの磁場配置の位置関係が、大規模フレアの発生に重要な役割を果たしている可能性を示唆している。

B12-P84 太陽風中に見られる数分周期波動の偏波特性

島田延枝、寺沢敏夫、中村正人(東大理)、鶴田浩一郎、山本達人(宇宙研)、国分征(名大STE)

Characteristic polarization phenomena of the wave around ~0.01 Hz region in solar wind

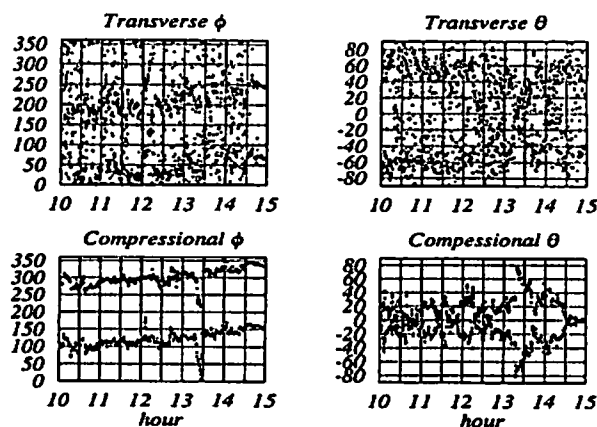
N.Shimada, T.Terasawa, N.Nakamura (Univ.of Tokyo), K.Tsuruda, T.Yamamoto (ISAS), S.Kokubun (STE)

Up to the present, waves intrinsic to the solar wind with several minutes period have attracted little attention because they have seemed not to have any interesting informations or structures. Geotail observations show, however, that these waves often have their direction of polarization confined in a small angle for several hours long. We have found that the direction of the transverse component of these waves depends on the local inhomogeneity. Detail studies for their structures are under way.

太陽風中において、数分周期の波動が数時間という長時間に渡って偏波方向をほぼ一定に保つ、という現象がGEOTAILの観測によって見いだされた。この波動現象は地球起源の粒子に無関係に存在するものである。数分という周波数帯は、太陽大気の情報を持たない、減衰しやすい、等の理由から今までほとんど注目されてこなかったが、今回の解析から、この周期帯の波動はランダムなノイズでなく、しばしばシンプルな空間構造をもっていることが明らかになった。より長周期帯の波動との関係、

偏波方向を決めるパラメタなどについて検討していきたい。

図：94年2月18日に観測された2分周期の波動の例。



Transverse 成分 (上) と Compressional 成分 (下) の磁場ベクトルの角度。Transverse成分の方向はローカルな inhomogeneity に依存している。

## 惑星間空間ショックの平均伝搬速度と 1 AU での速度

◦ 亘 慎一 (通信総合研究所)、渡辺 克 (茨城大)

## Average transit shock speeds and local shock speeds at 1AU

S. Watari (Communications Research Lab.)

and

T. Watanabe (Ibaraki Univ.)

The relation between the *in situ* local shock speed and the average transit shock speed was analyzed by a simple model; the ratio of the local shock speed and the transit shock speed is approximately 0.6~0.8. This relation was checked for the several observed shocks. We used the solar energetic particle observation to determine the start time of the shock at the sun accurately. The observed ratio is consistent with the result by our simple model.

惑星間空間ショックが距離とともに指数関数的に減衰することを仮定した簡単なモデルにより、1AUでのショック速度とショックの平均伝搬速度の比が、0.6から0.8程度になるという結果を得た。そこで、この結果が実際のショックについて成り立っているかどうかを調べてみた。

ショックの平均伝搬速度を求めるためには、いつショックが太陽から出発したかを決定する必要があり、この過程において大きな誤差を伴うことになる。本報告では、太陽からの高エネルギー粒子の1AUへの到来時刻を使って、太陽でのショックの出発時刻を推定した。太陽の西半球に起源を持つ高エネルギー粒子は、数時間で1AUまで到来するので、1AUでのショックが同じ太陽の現象に起源を持つとすれば、推定の誤差を数時間程度におさえられる。高エネルギー粒子が太陽の西半球に起源を持つかどうかは、そのフラックスの立上り方により識別することができる (Cane et al., 1988)。

1987年から1994年までの間に、米国の気象衛星GOESで観測された太陽からの高エネルギー粒子をもとに解析を行なった。得られた1AUでのショックの速度と平均的な伝搬速度の比の頻度分布を図1に示す。図1によれば、簡単なモデルにより得られた結果が、実際のショックでもほぼ成り立っていることがわかる。ショックの伝搬は、背景の太陽風の影響を受けるので、その影響についても調べて見た。

## 参考文献

Cane, H.V., D.V.Reames, and T.T.von Rosenvinge, The role of interplanetary shocks in the longitude distribution of solar energetic particles, *J.Geophys.Res.*, **93**, 9555, 1988.

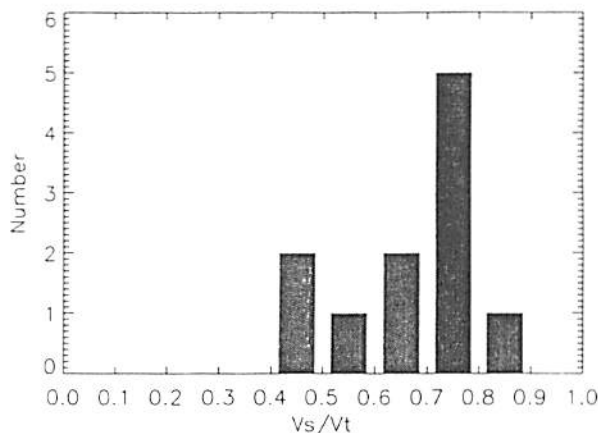


図1. 惑星間空間ショックの1AUでの速度と平均伝搬速度の比の頻度分布

B会場

10月22日(火)

9:12~12:00

# ULF波動

ULF Waves

oral: B21-01~13

poster: B21-P38~P45

座長

糸長雅弘 (九大・中央計数施設)

利根川豊 (東海大・工学部)

## B21-01 Geotail Satellite Observation of Compressional Pc 5 oscillations in the Dawnside Outer Magnetosphere

\*Sakurai, T<sup>1</sup>, M. Ohtani<sup>1</sup>, Y. Tonegawa<sup>1</sup>, K. Sakata<sup>1</sup>, M. Nowada<sup>1</sup>, K. Yumoto<sup>2</sup>, S. Kokubun<sup>3</sup>, T. Yamamoto<sup>4</sup>, T. Mukai<sup>4</sup>, and K. Tsuruda<sup>4</sup>

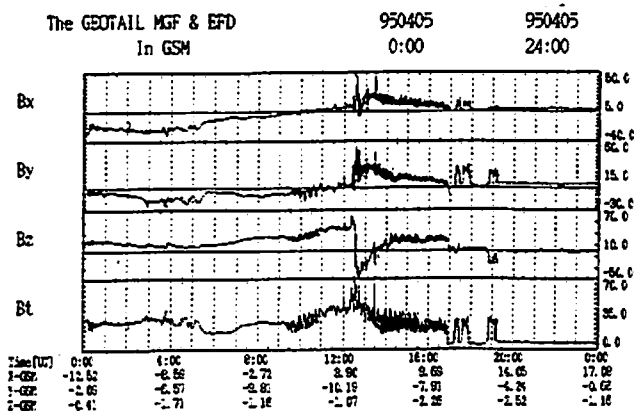
1:Tokai University, 2:Kyushu University 3:STEL Nagoya University 4:ISAS

### Abstract

The Geotail satellite surveyed outer magnetosphere from dawn to dusk quadrant passing through midnight sector. During these satellite surveys of the outer magnetosphere very interesting large amplitude compressional oscillations belonged to Pc 5 category of magnetic pulsations have been observed in the outer magnetosphere. In usual ground survey of magnetic pulsations has been reported only on pure transversal oscillations of the Pc 5 in the morning sector. Moreover, satellite observations have rarely reported compressional oscillations of the Pc 5 at geosynchronous orbit and in the outer magnetosphere. The survey of the outer magnetosphere by using the Geotail satellite has frequently observed compressional large amplitude oscillations of Pc

5, which accompanied oscillations of electric field and velocity of plasma. Occurrence and wave characteristics of these compressional Pc 5 oscillations are discussed with comparison of those of Pc 5 observed in the duskside outer magnetosphere.

An example of typical compressional Pc 5 oscillations observed during two hours from 09 to 11 UT in the dawnside outer magnetosphere is shown in the following Figure.



## B21-02 電子ブーメラン法で測定した磁気圏波動

○鶴田浩一郎、早川基、山本遼人(宇宙科学研究所)  
中村正人(東大理)

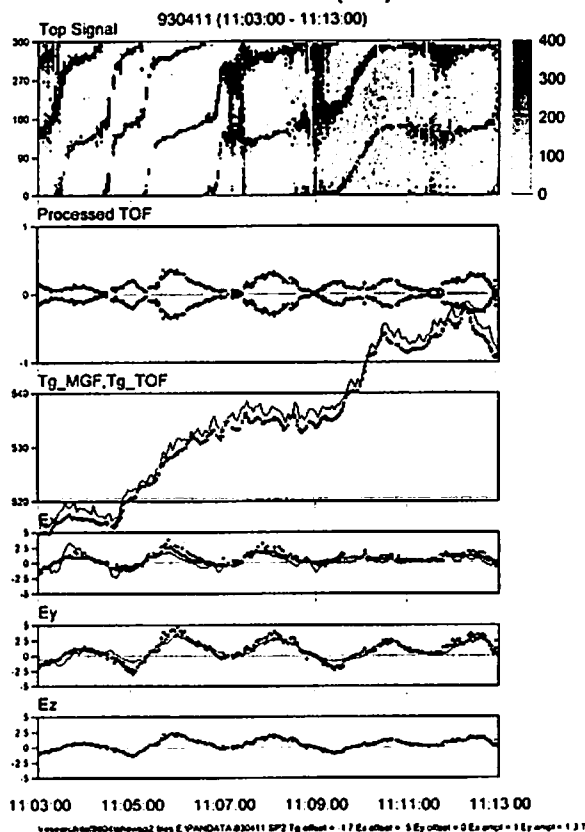
### Magnetospheric Waves Observed by the Electron Boomerang Method

K. Tsuruda, H. Hayakawa, T. Yamamoto(ISAS)  
M. Nakamura (Tokyo Univ.)

The oscillations of the electric field with the period of a few minutes were detected by the electron beam Boomerang instrument onboard Geotail in the dusk side magnetosphere. The amplitude of the oscillation is a few mV/m and its polarization is linear.

Geotail 衛星に搭載されている電子ブーメラン法による電場測定器で観測された周期数分の波動について報告する。この帯域の波動は既にプローブによる観測が報告されているが、ブーメラン法による観測では、測定上の問題無しに3次元電場のベクトル測定が可能である。右に示した図は上から電子ビームの戻り方向(電場の方向に対応)、電子ビームの戻り時間とジャイロ周期の差(電場の大きさに対応)、磁力計とブーメランで計ったジャイロ周期、電場の三成分をあらわす。E<sub>x</sub>とE<sub>y</sub>には参考のためプローブで測定した電場も併せてプロットしてある(実線)。電場に現れている周期的な変動は磁場にははっきり現れていない。また、電場のx成分とy成分は略同相で変動しており振動が直線的であることを示している。昼間側のブーメラン実験の概要とあわせてここに紹介した波動の特徴について述べる。

### Geotail TOF Plot(MS)



B21-03

ETS-VI で観測された夜側の Pc 型地磁気脈動

<sup>01</sup>能勢正仁、<sup>1</sup>家森俊彦、<sup>1</sup>中部佐知子、<sup>2</sup>長井嗣信、  
<sup>3</sup>松本晴久、<sup>3</sup>五家建夫、<sup>3</sup>福田敏幸  
<sup>1</sup>京都大・理、<sup>2</sup>東京工業大、<sup>3</sup>宇宙開発事業団

Pc-type pulsations observed by the ETS-VI satellite on the night side

<sup>01</sup>M. Nosé, <sup>1</sup>T. Iyemori, <sup>1</sup>S. Nakabe, <sup>2</sup>T. Nagai,   
<sup>3</sup>H. Matsumoto, <sup>3</sup>T. Goka, <sup>3</sup>T. Fukuda

<sup>1</sup>Faculty of Science, Kyoto University, <sup>2</sup>Tokyo Institute of Technology,   
<sup>3</sup>National Space Development Agency of Japan

The ETS-VI satellite has perigee of 2.3R<sub>E</sub>, apogee of 7.1R<sub>E</sub>, and inclination of 13°. Using magnetic field data from the ETS-VI satellite, we have found that azimuthal Pc4 pulsations appear on the night side (23-04MLT). Those pulsations have the following characteristics which are different from those of Pi2 pulsations: (1) They are dominant in azimuthal component; (2) They have continuous waveforms; (3) The occurrence distribution has a peak around 01MLT. It is also found that the onset of Pc4 pulsation is simultaneous to or a few minutes later than that of Pi2 pulsation observed at Kakioka (MLAT=26.8°). The difference of the onset time becomes larger, as the satellite locates far from the midnight. This observational fact shows that the sources for Pc4 excitation are released at the same time of substorm occurrence and propagate from midnight to dawn at the velocity of about 45 degrees per 1 minute.

ETS-VI は近地点高度 2.3R<sub>E</sub>、遠地点高度 7.1R<sub>E</sub>、軌道傾斜角約 13°の楕円軌道をもつ衛星である。衛星には 3 軸フラックスゲート磁力計 (MAM) が搭載されており、高度約 4R<sub>E</sub>以上では 0.125nT の分解能で 3 秒サンプリングのデータを取得している。

今回の解析では、1994 年 10 月から 1996 年 4 月のうち、3 軸制御を行っていた 496 日間の期間で、衛星の地上高度が 28000km 以上の磁場データを利用した。磁場データは、磁力計に起因するオフセットを補正し、IGRF90 モデル主磁場を差し引いた後、LMG(Local MaGnetic)座標系に変換した。

以上のデータセットから、Pc3-5 地磁気脈動を自動検出し、それぞれの発生頻度分布を求めた。Invariant latitude(ILAT)の範囲は衛星の軌道特性から、64.5°-69°に限られる。この分布図から、真夜中すぎ(23-04MLT)に発生する azimuthal Pc4 地磁気脈動が認められた。この夜側 Pc4 脈動は、その卓越成分 (azimuthal) や波形、出現する MLT から判断して、従来衛星で観測されてきた Pi2 脈動とは異なる。そして、周期が ILAT に依存することや、磁気赤道付近では観測されにくいことから、奇数次の定在波であると推測できる。また、この脈動は地上 (柿岡: MLAT=26.8°, MLON=208.0°) で Pi2 脈動が観測されたのとはほぼ同時か、または少し遅れて観測される。地上の Pi2 と衛星の Pc4 のオンセット時間差をしらべると、真夜中から朝側へ行くにしたがって、地上の Pi2 に対し衛星の Pc4 のオンセットは遅れることが分かった。これは Pc4 の励起源が、サブストームのオンセット時に解放され、真夜中から朝側へ 1 分間に 45 度の速さで伝搬したことを示している。この Pc4 地磁気脈動の励起機構としては、(1)fast mode wave がサブストームオンセット時に発生し、夜側磁気圏内部で磁力線共鳴を起こす。(2)磁気圏尾部から注入された粒子がドリフトしながら、波を励起する。などが考えられる。

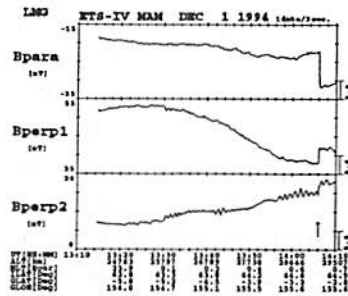


Figure: Azimuthal Pc4 pulsations observed by ETS-VI on the night side. The sudden change of magnetic field indicated by an arrow is due to artificial noise.

B21-04

ETS-6 衛星で観測された 圧縮性 ULF 波動

<sup>0</sup>中西 永佳<sup>1</sup>、高橋 圭衛<sup>1</sup>、小川 忠彦<sup>1</sup>、湯元 清文<sup>2</sup>、福田 敏幸<sup>3</sup>、  
五家 建夫<sup>3</sup>、松本 晴久<sup>3</sup>、長井 嗣信<sup>4</sup>  
(<sup>1</sup>名大STE研、<sup>2</sup>九大理、<sup>3</sup>宇宙開発事業団、<sup>4</sup>東工大)

ETS-6 Observations of Compressional ULF Waves

<sup>0</sup>H. Nakanishi<sup>1</sup>, K. Takahashi<sup>1</sup>, T. Ogawa<sup>1</sup>, K. Yumoto<sup>2</sup>,  
T. Fukuda<sup>3</sup>, T. Goka<sup>3</sup>, H. Matsumoto<sup>3</sup>, and T. Nagai<sup>4</sup>

(<sup>1</sup> STE Lab., Nagoya Univ., <sup>2</sup> Kyusyu Univ., <sup>3</sup> NASDA, <sup>4</sup> Tokyokogyo Univ)

We present the results of a statistical analysis of compressional Pc3-4 geomagnetic pulsations observed by the ETS-6 satellite. The data obtained at L = 5 ~ 8 and 6 ~ 18 MLT during the period May - November 1995 are analyzed for a frequency range of 10 - 60 mHz. Wave amplitudes at low latitudes with frequencies between 10 and 20 mHz are predominant at 12 - 14 MLT, being consistent with previous result.

Pc 3-4 型地磁気脈動とは、周期が 10 ~ 150 秒の連続的で規則的な波形を持つ地球磁場の微小変動である。これまでの観測から、地球磁気圏外に発生源を持つとみなされる Pc 3-4 型地磁気脈動は、地球磁気圏内では磁気音波やアルフヴェン波として伝搬すると考えられている。Geotail 衛星を用いて 7 ~ 12Re の範囲の様々な点で圧縮性磁気音波が観測されているが、地球磁気圏内をどのように伝搬するのかまだ明らかではない。そこで、本研究の目的は ETS-6 衛星の磁場データを用い、L = 5 ~ 8 において圧縮性 Pc 3-4 が観測される領域を解明することである。

解析に用いたのは 1995 年 5 月 ~ 11 月の間で、ETS-6 衛星が L = 5 ~ 8 に位置し、地球磁気圏内の昼側 (6 h < MLT < 18 h) を通った軌道で得られた磁場データである。このデータを用いて、20 分間を 1 イベントとし、フーリエ変換を行い、Pc 3-4 帯の周波数のうちの 10 ~ 60 mHz について 10 mHz ごとに振幅の強さを求めた。

図に ETS-6 衛星で観測された Compressional 成分の波の振幅分布の例を示す。低磁気緯度 (|MLAT| < 5 度) の圧縮性磁気音波は、周波数が 10 ~ 20 mHz のものに関しては 12 時 ~ 14 時で振幅が最大になる。これは Takahashi et al. (1992) の論文の CCE 衛星を用いて得られた結果と比較して

みると、同じような結果である。これが果して真の空間的分布を反映するのかわ、ETS-6 衛星がこの位置にいた時に強い発生源が太陽風中に存在していたのかを区別するために太陽風のデータを解析中である。

ETS-VI Compressional ULF Wave Amplitude  
Band: 10-20 mHz

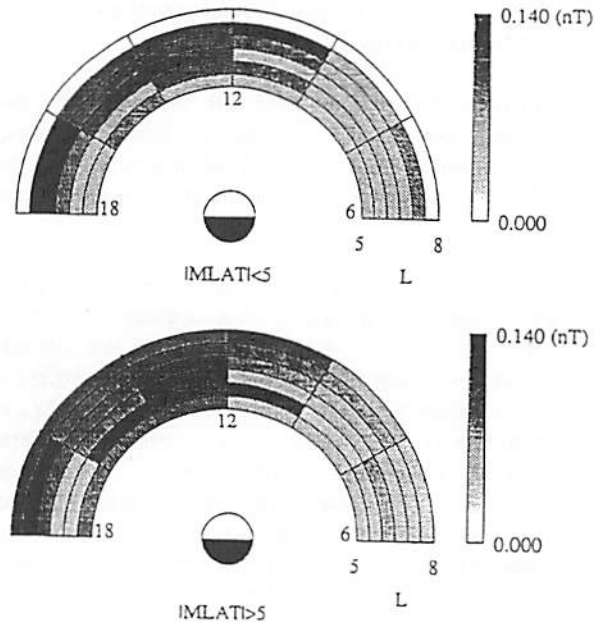


図: ETS-6 衛星で観測された Compressional 成分の波の振幅分布



昼間側磁気圏における 100 mHz 以上の compressional 波動

○林 幹治、松井 洋 (東大理)、

國分 征 (名大 STE)、山本達人 (宇宙研)

Compressional waves above 100 mHz

in the dayside magnetosphere

°K. Hayashi, H. Matsui (Univ. of Tokyo),

S. Kokubun (Nagoya Univ.), and T. Yamamoto (ISAS)

Electromagnetic waves in ULF range is observed by a fluxgate magnetometer of Geotail satellite with a sampling rate of 16 Hz. Shear mode waves in the frequency range between 100 mHz and 1 Hz are often observed which are usually categorized as Pc 1 waves generated by ion cyclotron resonance. In addition to the Pc 1 waves, compressional mode waves are sometimes observed in the same frequency range as Pc 1 waves, though signal level is very weak and they are not observed quite often as shear mode waves. Compressional waves have band limited structures. The center frequency of a type of compressional waves is near 110 mHz, which is well above the Pc 3 range which is typically 30 mHz ~ 50 mHz. The waves near 110 mHz were

recognized in several cases. Another type of waves near 400mHz was also observed and are apparently excluded from Pc 3 category, though only one case is recognized. Typical duration time of the waves is about an hour. Magnetopause crossings are often followed within a few hours after/before the satellite observed waves. Waves are observed both in the dawn side and in the dusk side of the magnetosphere.

One of the possible source is similar to the compressional waves observed in Pc 3 range, that is propagated from the magnetosheath. In that case, there is a question why those types of compressional waves are observed in a selected narrow frequency band. Another wave source is harmonic ion cyclotron waves related to He<sup>+</sup> and/or O<sup>+</sup>. However, we cannot identify multiples of harmonic structures. There is a possibility that waves are converted to compressional mode from shear mode near the He<sup>+</sup> (or O<sup>+</sup>) cyclotron frequency, because there are some heavy ions in the dayside magnetosphere.

A change of an auroral luminosity correlated with Pi2 oscillations

°渡辺 修、坂 翁介、岡田 興太  
(九州大学 理学部 地球惑星科学科)

°O. Watanabe, O. Saka, and K. Okada  
(Dept. of Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ., Fukuoka.)

The fine structure in the temporal variation of the auroral breakup's obtained at Syowa station, Antarctica (L=6.7) were compared with the Pi2 pulsations measured by fluxgate magnetometer at Huancayo, Peru (dip-equator). We found that an increase of the auroral luminosity (namely, particle precipitation) is correlated well to the increases of the H component of the ground Pi2 oscillations. This feature should be added to the known relation (e.g. simultaneity) between the Pi2 and the auroral substorm onset. Furthermore, it offers a scenario of Pi2 pulsations in relation to the auroral substorm.

Pi2 地磁気脈動の onset と Auroral Breakup はどちらも磁気圏Substorm の開始時に見られ、それらの間の同時性が知られている。今回、高時間分解能な Aurora Video Data と、地上赤道域で観測された地磁気脈動データを用いた比較解析を数イベントに関して行った結果、これまでただ複雑とされていた Breakup 時の Aurora の輝度変化と、Pi2 脈動とのあいだにも良い相関が認められることが分かってきた。右図のイベントの場合、Auroral Breakup (UT2212) から UT2216 にかけて Surge が活発に変動している最中のオーロラ輝度の増加 (つまり磁気圏粒子の高緯度電離層への降り込みの増加) と地上 (赤道、低緯度) 磁場の北向き成分の増加とがほぼ同位相で認められている (図中の縦線)。これらの結果は、オーロラと Pi2 脈動の関係としてこれまで一般に知られている「同時性」に加えられるべき新たな事実であると確信している。

Position-time display of aurora.

86/06/12

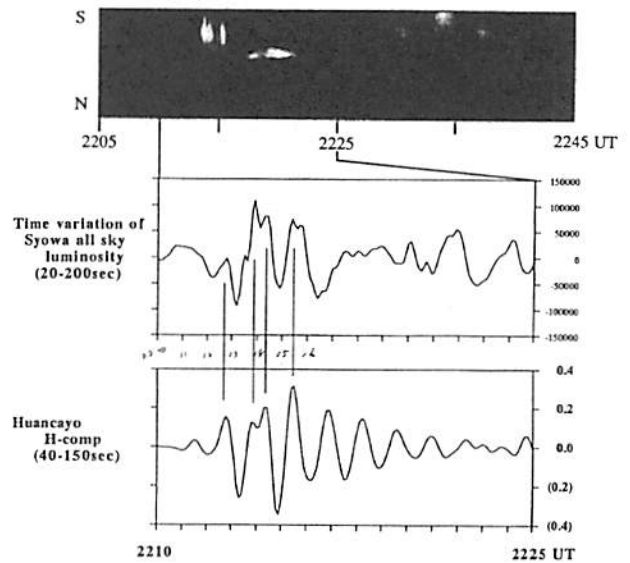


Fig. Temporal variation of the auroral luminosity (middle panel) and the equatorial Pi2 (bottom panel) during the periods from 2210 to 2225 UT June 12, 1986.

参考文献

O. Watanabe et. al., A comparative study of auroral modulation and ground Pi2 oscillations. Proc. NIPR Symp. 1996

参考出版ポスター

O. Saka et. al., On the cause of Pi2 pulsations.

B21-07

210° 地磁気観測網で得られた  
sc/si Main Impulseの立ち上がりの同時性について

○北村健太郎、篠原 学、北村泰一、湯元清文 (九州大学理学部)  
210° 地磁気観測グループ

Time Difference of Onset of sc/si Main Impulse  
Observed Along the 210° Magnetic Meridian

○K.Kitamura, M.Shinohara, T.-I. Kitamura, K.Yumoto (Kyushu Univ.)  
and The 210° MM Magnetic Observation Group

Magnetic field 1-sec sampling data from the 210° magnetic meridian (MM) Magnetometer Network (L=1.00-5.5) have been analyzed to investigate the transfer (and/or propagation) process of sc/si magnetic impulses. We examined the onset times of 5 sc/si events observed around local noon during one year interval of 1993.

It is found that these sc/si events do not show a regular phase relation among the latitudinally separated stations.

210°地磁気観測網の13のステーション(CHD, MGD, PTK, MSR, KAG, CBI, GAM, YAP, BIK, WEP, BRV, ADL, MCQ)で観測されたsc(Sudden Commencement)/si(Sudden Impulse)から、MI(Main Impulse)の立ち上がり時刻を緯度的に比較した。

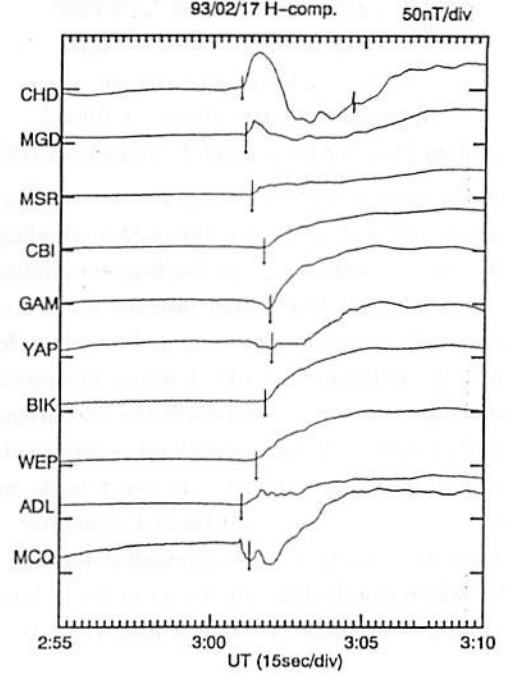
1993年に観測されたsc/siの内、特にLTが正午に近い5つのイベント (sc/1月30日、2月17日、3月11日、3月15日、si/5月4日) に対して解析を行った。これは、sc/siの波形が昼間側でないと同定しにくいためである。

sc/siは地球規模でほぼ同時に観測される現象であるが、今回、サンプリングタイム1秒のデータを解析することによって、MIの立ち上がりは、高緯度から赤道にかけて数10秒の時間差があることを確認できた。しかしながら、この時間差の分布は5つのイベントで一様ではなく、規則性は見い出せなかった。このこと

は、sc/siの緯度方向の伝播の性質が多様である事を示しており、単一の伝播モードで論ずることが困難であると考えられる。

ただし、sc/siの波形はPRI(Preliminary Reverse Impulse), MIなどの重ね合わせによって形成されているため、MIの立ち上がりの時刻を数秒の誤差範囲で定めることは非常に困難であり、本研究ではおおむね15秒程度の範囲で読み取り誤差を見積もっている。

図は2月17日の例である。高緯度から低緯度への伝播が見られるが、他のイベントでは異なる分布が現われる。



B21-08

210° 磁気子午線上で観測された低緯度 Pc 3 の  
H、D成分の Local Time 依存性

○田中良昌、篠原学、北村健太郎、北村泰一、湯元清文  
(九州大学理学部)、210° 地磁気観測グループ

The Dependence of the H and D-component of Low-latitude Pc3  
Observed Along the 210° Magnetic Meridian on Local Time

○Y.Tanaka, M.Shinohara, K.Kitamura, T.-I.Kitamura, K.Yumoto  
(Kyushu Univ.) and The 210° MM Magnetic Observation Group

We have analyzed data from the 210° MM Network and the dip-equatorial stations during the period from December 1993 to June 1994. Low-latitude Pc3 pulsation is mostly detected in the H component. However, the D component of Pc3 at MSR (L=1.6) is found to be often larger than the H component during 9~12 hr local time. This behavior could be identified at BRV (Australia) which is located at the magnetic conjugate point of MSR and also at the other 210° MM stations at L=1.4~2.2.

我々は、特にPc3の活動度が高かった1993年12月から1994年6月の期間の、210度地磁気データと、赤道の地磁気データを用いて、解析を行った。

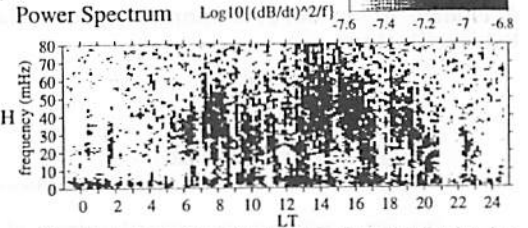
その結果の例を、図1、図2に示す。図1のダイナミックスペクトルを見ると低緯度の母子里 (MSR, L=1.60) では、一般的に、Pc3帯の波動は、D成分に比べH成分に強く現れる。しかし、午前側付近 (LT=9~12) に、特にD成分に強く現れる時間帯がある事が発見された。図2は、DとHのパワーの比の、周波数と地方時に対する変化である。これを見ると、Pc3帯の波動は、午前側 (LT=9~12) の所で、DがHに比べて強い事が明らかである (黒く出ている部分)。

この特徴的な現象は、MSRの磁気共役点にあるBirdsville (BRV, L=1.57) や、他の210度磁気子午線付近の低緯度の観測点でも、同様に観測された。また、Pc3のD成分についても、MSR、BRV間のコヒーレンスが高い (>0.7) 事が確かめられた。

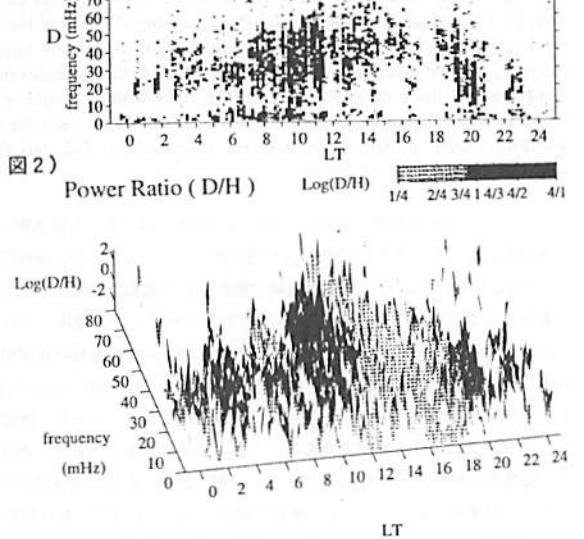
M.Vellante et al. (Geophys. Res. Lett., 1996) により、L=1.6付近で観測されるPc3のD成分の卓越した周波数は、太陽風から理論的に期待される upstream waveの周波数と相関が良い事が報告されている。低緯度Pc3のD成分は、太陽風中の upstream waveと直接関係している可能性が高く、非常に興味深い事である。

1994/06/03 in MSR

(図1)



(図2)



LT

**Peculiarity of ULF Pulsations at the Dip Equator; 1. Observations**

°M. SHINOHARA<sup>1</sup>, A. YOSHIKAWA<sup>1</sup>, H. TACHIHARA<sup>1</sup>, T.-I. KITAMURA<sup>1</sup>, K. YUMOTO<sup>1</sup>, N. B. TRIVEDI<sup>2</sup> AND JOSÉ MARQUES DA COSTA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University  
<sup>2</sup>Laboratório de Geofísica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brazil

The dip equator is characterized by the high zonal ionospheric conductivity which is localized within ±2 degrees latitude. The dense magnetometer network across the dip equator is necessary to study the conductivity anomaly effect to the electromagnetic phenomena. We examined the amplitude enhancement and the phase difference of Pi2 and Pc type pulsations by analyzing the Brazilian magnetometer network data. We could obtain the following results;

- The enhancement factor of DP2 amplitude attains a value of 4 at the dip equator, while those of Pi2 and Pc4 pulsations are a value of 2.
- The phases of Pi2 and Pc4 pulsations at the dip equator delay with respect to those in other regions during daytime. The averaged phase delay is about 30-40 degrees.

According to the zonal high ionospheric conductivity, the intensive current associated with the electromagnetic signal flows at the dip equator. If the earth is regarded as a perfect conductor, the ionospheric current generates the image current under the ground. The induction electric field is induced by these current circuit. Therefore, the magnetic signals on the ground are modified by the induction current. We suggest that the previous behavior of Pi2 and Pc4 can be explained by involving the current induction model.

**Peculiarity of ULF Pulsations at the Dip Equator 2. Model and Physics**

• A. Yoshikawa<sup>1</sup>, M. Shinohara<sup>1</sup>, M. Itonaga<sup>2</sup> and K. Yumoto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University  
<sup>2</sup>Computation center, Kyushu University

In order to explain the peculiarity of ULF pulsations at the dip equator, we construct a model for magnetosphere-ionosphere-atmosphere-solid earth coupled system. An inductive response of the coupled system to the fluctuation of ionospheric source current is investigated for the case of compressional wave incidence from the magnetosphere and for the case of ionospheric oscillating electric field instantaneously transmitted in the ionosphere-earth wave guide. The analysis for these two cases explain well the observational results.

観測によって得られた磁気赤道域 ULF 脈動の特異的性質 (1部) の説明を試みるため、磁気圏-電離圏-中性大気-固体地球 結合系での電離圏ソース電流の時間変動に対する誘導電流の効果のモデリングを、以下、二つの例について行った。

- (1). compressional wave が電離圏に入射した場合
  - (2). 電離圏に直接、変動電場が加わった場合
- 詳しい解析は、講演時に述べるが、(1部)の観測結果は(1),(2)の適用によって、見事に説明される。

モデルの物理的背景

$$\mu_0 \frac{\partial}{\partial t} \mathbf{J}^{ind} = \mu_0 \frac{\partial}{\partial t} \Sigma_c \mathbf{E}^{ind} = e \times \left[ \lim_{\omega \rightarrow \infty} (\nabla \times \mathbf{E}^{ind}) - \lim_{\omega \rightarrow 0} (\nabla \times \mathbf{E}^{ind}) \right] \quad (A)$$

( $\Sigma_c$ : cowling conductivity)

電離圏電流の時間変動 (式 A 左辺) によって励起される誘導電場

磁気赤道の特異性は、電離圏の電気伝導度が低緯度域と比較してたいへん高くなるという点にある。この領域は緯度にしてわずか±2度の幅に局在しており、電離圏電気伝導度の差異による磁場変動への影響を捉えるためには、赤道に非常に近接した多点観測を行う事が必要である。我々は、ブラジルに設置した磁力計ネットワークより、ULFを中心とした電磁現象について振幅のエンハンス、位相の変化等を解析して来た。その結果として、

- 振幅のエンハンスメント  
 DP2は赤道では4倍程度のエンハンスを示すのに対し、Pi2,Pc4などの周期100秒前後のULFでは2倍程度に抑えこまれている。この結果は、赤道エンハンスメントには現象の周期に対する依存性があるとした Sarma and Sastry [J. atmos. terr. Phys., 1995] の報告と一致する。
- 脈動の位相差  
 Pi2,Pc4などのULFを調べると、100秒前後の周期帯では30-40度程度の位相の遅延が赤道で発生している。更に、より長い周期の現象では位相遅延が小さくなる傾向を示している。

等の結論が得られたので、これについて報告する。

赤道の異常性が現象の周波数に相関を持つという点は大変興味深い。ULFによって赤道電離圏に強い電流が流れると、地下に映像電流が作られ反平行の電流系を作る。この電流構造を電気回路に例えてインダクタンスLを求めると、LR直列回路の特性を考察することにより、入射電場に対する位相の遅れ、エンハンスの抑えこみなどを導く事ができた。単純ではあるが、電離圏電流による誘導電流の重要性について報告する。

以上を物理的に考察すると、電離圏電流によって作られる磁束が厚さ100kmの大気圏に指え込まれ、空間的な磁束の集中が効果的な誘導電場を引き起こし、電離圏に影響を及ぼすことになると考えられる。この詳細については第2部で発表する。

は、磁気圏では fast compressional wave (式 A 右辺第1項) を、中性大気領域では magnetic poloidal wave (式 A 右辺第2項) を放射することにより、電離圏電流の時間変動に付随する磁束の増減を押さえこむよう働く。等価回路的に考えた場合、この電流の抱え込む磁束が波動によって表現され、どれくらいの空間スケールに閉じこめられるかによって、系全体のインダクタンスとしての寄与の程度が異なってくる (図1)。(A)の右辺は電離圏上部、下部での放射される波の種類によって、磁束密度が異なることを示しているが、今の場合、 $k_y$ を磁力線方向の波数として、それぞれの wave conductance,

$$\Sigma_r = \frac{\sqrt{(\omega/V_A)^2 - k_y^2}}{\mu_0 \omega}, \quad \Sigma_{em} = i \frac{k_y}{\mu_0 \omega}$$

に比例する磁束密度は、それぞれの波動の電離圏と直交する空間スケールと関連しており、 $(\omega/V_A)^2 > k_y^2$ の時、位相のずれは  $\Sigma_{em}$  から生じることが理解される。magnetic poloidal wave は、固体地球の良導性により電離圏と固体地球の狭い空間に効率良く閉じこめられるため、更に磁束密度を高める因子が  $\Sigma_{em}$  に掛けられ、磁気圏-電離圏-中性大気-固体地球 結合系での中性大気圏インピーダンスの役割は結果、非常に重要となる。

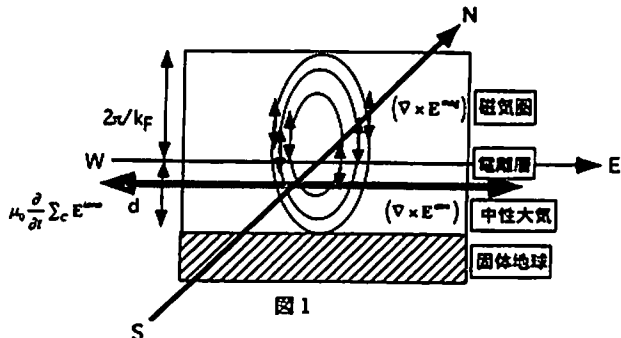


図1

## B21-11 Transient Response of Non-Uniform Equatorial Ionosphere to MHD Compressional Waves

°M. Itonaga<sup>1</sup>, M. Shinohara<sup>2</sup>, A. Yoshikawa<sup>2</sup>,  
H. Tachihara<sup>2</sup>, and K. Yumoto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Computation Center and

<sup>2</sup>Department of Earth and Planetary Sciences,  
Kyushu University, Fukuoka 812-81

The preliminary reverse impulse (PRI) appears notably near the day-side dip equator in the SSC event. It is difficult to produce the PRI by a direct incidence of the plane MHD compressional wave on the uniform ionosphere. However, very little is known about the transient response of the non-uniform equatorial ionosphere to the incident MHD wave. A detailed numerical research for such a response is presented.

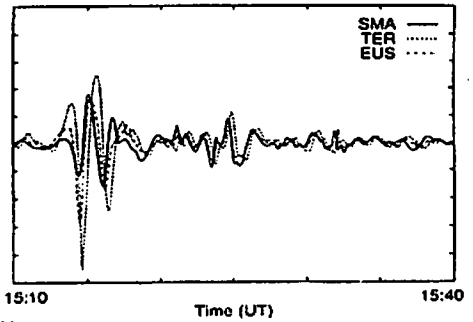
昼側赤道域では、dip equator における PRI や Psc は、その外側で観測されるものに対して時間的に遅れることが知られている (Itonaga *et al.*, 1995). Araki (1977) は、高緯度で観測される PRI と昼側赤道でのそれとの間に緊密な関係があることを見だし、赤道 PRI は高緯度 PRI の原因である電離層電流の赤道への延長により引き起こされると結論づけた。Kikuchi & Araki (1979b) は、極域電離層に突然印加された電場が地球—電離層導波管における 0 次 TM 電磁波として赤道に瞬時に伝播し得ることを示した。球面電離層上の現実的な電気伝導度分布を仮定して、Tsunomura & Araki (1984) は、極域電離層から瞬時に伝播した電場により作られる電離層電流の汎世界的な分布を静的に計算し、PRI の昼側増大を説明するに足る赤道での西向き電離層電流の急激な増加を見出した。彼らにより得られた電流分布は PI の等価電流系とよく一致しているのだが、昼側赤道に見られる PRI の位相差は、時間差なし

に確立される PI 電流系のみでは決して説明されない。MHD 圧縮波動が磁気圏から電離層に入射するとき、電離層誘導電流は、MHD 波動に伴う磁場が中性大気中に入ることを妨げようとする。その結果、磁場の地上での出現における時間遅れは、誘導電流の強さを決定する電離層伝導度により強く支配されることが期待される。平面 MHD 波動の一樣電離層への直接入射により PRI を作ることは困難であることが知られている (Kikuchi & Araki, 1979a)。しかしながら、入射 MHD 波動に対する非一様赤道電離層の過渡応答については、ほとんど何も知られていない。本講演では、この過渡応答の数値実験を報告する。

図は、ブラジルで観測された PRI とそれに続く Psc の例である。磁気赤道に最も近い Teresina (TER) で位相が遅れている。

Aug. 13, 1992 H-comp. (PCP-filtered)

Brazilian (noon) meridian 2 nT/div



### 参考文献

- Araki, T., *Planet. Space Sci.*, 25, 373-384, 1977.  
Itonaga, M., *et al.*, *J. Geomag. Geoelectr.*, 47, 441-457, 1995.  
Kikuchi, T. and T. Araki, *J. Atmos. Terr. Phys.*, 41, 917-925, 1979a.  
Kikuchi, T. and T. Araki, *J. Atmos. Terr. Phys.*, 41, 927-936, 1979b.  
Tsunomura, S. and T. Araki, *Planet. Space Sci.*, 32, 599-604, 1984.

## B21-12

Characteristics of storm time geomagnetic variations observed in low latitudes (4)

Satoru Tsunomura (Kakioka Magnetic Observatory)

Characteristics of storm time geomagnetic variations in low latitudes are examined on the basis of magnetic observations in Japanese observatory chain and model calculation of ionospheric current system.

At the 1995 fall meeting of SGPSS, I showed that the latitudinal profile of east-west current in the morning side is possibly affected by the conductivity model around the equator and that the horizontal scale of high latitude source currents can be deduced from the local time variation pattern of magnetic variation of SSC and/or SI in middle to low latitudes. In this paper, I will discuss solar activity dependence of the ionospheric current system of SSC and SI.

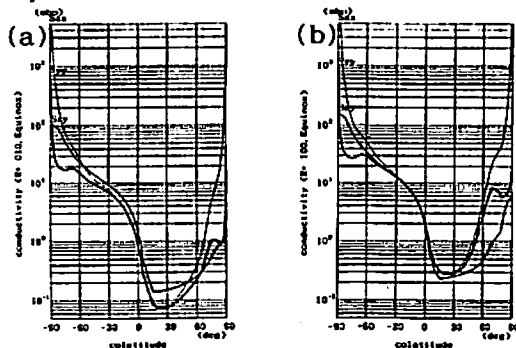


Fig. 1 Conductivity model in the noon(left) midnight(right) meridian for solar quiet (a; sunspot number = 10) and active (b; sunspot number = 100) conditions.

Fig. 1 shows latitudinal profiles of ionospheric height integrated conductivity in the noon-midnight meridian for solar quiet (a) and active (b) conditions. Conductivity is higher for the active condition than the quiet and the ratio of high to low latitude values in the night side is higher for the active than the quiet. Local time variations of calculated ionospheric currents at the equator and in middle latitude for both models are shown in Fig.2 (a) and (b), respectively. It is shown that the enhancement ratio differs clearly between the both. The dependence on sunspot number is opposite from the observations (Jain and Srinivasacharya, 1976). This difference will be discussed in the lecture.

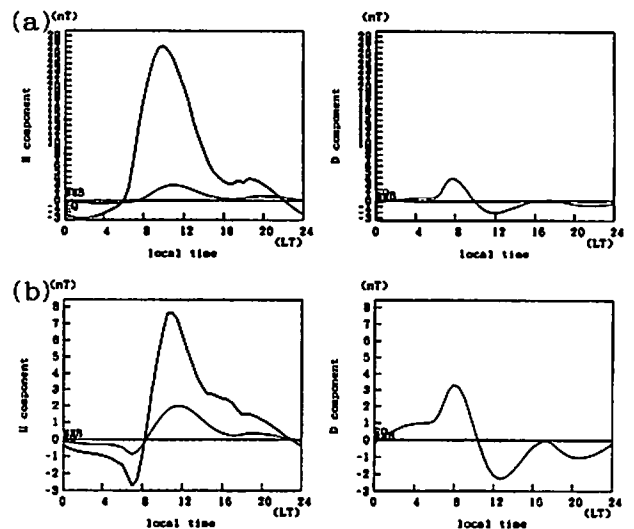


Fig. 2 Local time variations of calculated ionospheric currents at the equator (EQ) and mid-latitude (MMB) for solar quiet (a) and active (b) conditions. Current strength is converted to magnetic unit (nT).

B21-13

ULF データからの人工磁場ノイズリダクション

今吉英司、 亀井豊水

京都大学理学部

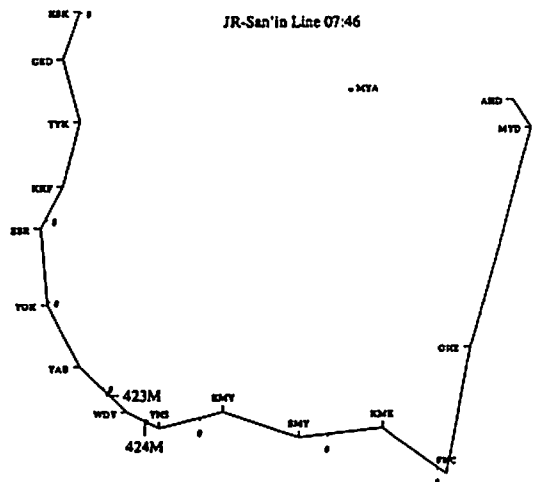
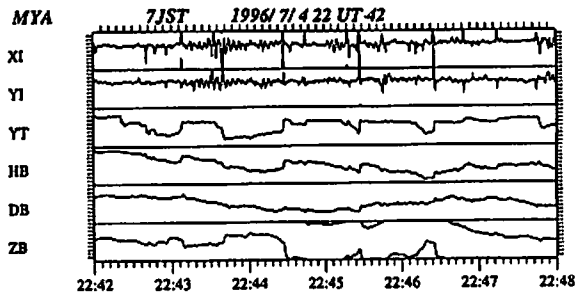
Reduction of artificial geomagnetic noise from ULF data

E. Imayoshi, T. Kamei

Faculty of Science, Kyoto University

We are observing 10Hz data of geomagnetic variations at Mineyama, Kyoto, using Induction Coil Magnetometer, Fluxgate Magnetometer and Tellurigrams. Because of the rapid sample, we can clearly detect high frequency artificial noises together with natural ULF waves. The noises are mostly caused by electric trains on San'in-Line, JR (located at 20-25km away from observation point.), and Miyafuku-Line. We have executed a case study and statistic analysis about which train causes noises. This time we study how the high frequency noises interfere with the geomagnetic data and how to reduce such noises from the data.

京都府中郷峰山町にある京都大学防災研究所峰山観測室において、昨年春より誘導磁力計2成分2組、フラックスゲート磁力計3成分2組、地電流2成分の10 Hz デジタルデータを自動記録している。しかし、ULF データにさまざまな人工ノイズがはいる、解析時に問題となっている。特に、20 km ほど離れた所を弧を描くようにしてJR山陰本線が走っており、電車の漏洩電流によるものと思われる電磁ノイズが大きい。さらに今春より北近畿丹後鉄道宮福線が電化され、ノイズをだしている。そこで、今回は電車による磁場変化について調べ、ULF データから電車ノイズを分離する方法を考える。



B21-P38

極冠域を含む高緯度で観測される Pc1 波動の空間範囲  
 °松井 洋、林 幹治 (東大理)

Spatial extent of Pc 1 waves observed at high-latitude stations including polar caps

°H. Matsui and K. Hayashi (Univ. of Tokyo)

Magnetic variation in Pc 1 range is often recorded at more than 20 observation sites of STEP Polar Network. The stations are located in Canada, Alaska, Greenland, and Svalbard. Geomagnetic latitudes of the stations are between 57° and 89°, covering sub-auroral regions and polar caps. We analyzed two components (N-S and E-W components) of wave form data acquired by search coil magnetometers with a sampling frequency of 10 Hz. The signals are processed by FFT. Amplitude and polarization are displayed with frequency-time spectrograms. The data acquired between January, 1995 and March, 1995 are processed with the above method, in which the recorded data are readily available at more stations than other period. In this study, we will concentrate on spatial extent of Pc 1 waves especially for the following two types of waves observed at high latitude stations (more than 65° of geomagnetic latitude).

One of the outstanding phenomena is structured Pc 1 waves simultaneously observed at multi-stations ranging from Greenland to western Canada, and from southern to northern Canada with similar types of spectral shapes. It suggests that the waves are propagated not only in the N-S direction but also in the E-W direction. A typical frequency range of the events is between 0.5 Hz and 1 Hz. Those types of events

tend to be more often observed in local nighttime conditions, in which wave propagation in an F layer duct is more preferable compared to daytime conditions. We will compare the attenuation rate with the values obtained previously both by simulations and observations. In some cases, elliptical polarization is observed at a few stations in the polar cap, although it can propagate long way from low latitude stations.

Another category of wave events are observed less than 0.5 Hz at high latitude stations. Those wave events are not simultaneously observed at other stations often. For example, Wave spectra at Iqaluit (73.2°, 14.6° of geomagnetic coordinate) and Kuujuaq (68.1°, 13.3°) often do not have similar spectra. It is also true for the spectra at Resolute Bay (83.6°, 317°) and Cambridge Bay (77.5°, 307°). It gives limitations of spatial extent of waves observed at the satellite near the boundary layer or magnetopause, which are presumably confined within a magnetospheric duct. The wave intensity at Resolute Bay is often weak compared to Cambridge Bay. It suggests that wave events at the boundary layer propagate to the ionosphere of low latitude region compared to Resolute Bay. Polarization of those types of low frequency events does not tend to be clearly left-hand polarized. One possible reason is that the waves are not left-hand polarized originally when they propagate from the magnetosphere. The other reason is that the waves propagate in an F layer duct and that waves observed at the ground does not have left-handed polarization.

**B21-P39 南極AGOネットで観測された Pc1 脈動現象のスペクトル構造**

佐藤 光輝、福西 浩 (東北大理)

Spectral structures of Pc1 pulsations observed by the U.S. AGO network in Antarctica

M.Sato<sup>1</sup>, and H.Fukunishi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Faculty of Science, Tohoku Univ.

We have studied the spectral characteristics of Pc1 geomagnetic pulsations observed by the searchcoil magnetometers of Automatic Geophysical Observatories (AGOs). We used magnetic data obtained at AGO P1 (-80.14° magnetic latitude, 16.75° magnetic longitude), P2 (-69.81°, 19.21°), P3 (-71.78°, 40.09°) and P4 (-80.00°, 41.51°) from February 20, 1995 to April 20, 1995. We found that most of Pc1 events were categorized to three types, Pc1 bursts, Pc1-2 band and irregular HM emissions (dot type).

南極のカサブ・極冠域に展開する無人観測所網 (U.S. AGO / PENGUIN 計画) で我々が担当するサーチコイル磁力計により、1995年2月20日から4月20日にかけて数多くのPc1現象 (0.2-1.0 Hz) が観測された。この期間は、これまでに設置されている AGO P1 (磁気緯度: -80.14°, 磁気経度: 16.75°), P2 (-69.81°, 19.21°), P3 (-71.78°, 40.09°), P4 (-80.00°, 41.51°) の4つ全てのステーションから観測データ得られている。サーチコイル磁力計データにダイナミックスペクトル解析を行った結果、これらの高緯度帯で観測されるPc1には、以下の3つのタイプがあることが明らかになった。

- 1、Pc1バースト  
10:00-17:00(MLT)で高い発生確率。周波数0.3-0.6(Hz)、継続時間30-100(min)
- 2、Pc1-2バンド  
10:00-17:00(MLT)で高い発生確率。周波数0.15-0.3(Hz)、継続時間100-160(min)
- 3、イレギュラーHMエミッション(ドットタイプ)  
22:00-03:00(MLT)で高い発生確率。周波数0.2-0.6(Hz)、継続時間~20(min)

さらに1のタイプは、高緯度側のP1, P4ステーションよりも低緯度側のP2, P3ステーションで観測される確率が、イベント数にして約3倍高いことが分かった。また2のタイプで、14:00-16:00(MLT)での発生率はP1, P4で50%に対し、P2, P3では30%であることから、P1, P4ではこの時間帯にとりわけ顕著に観測される現象であることが分かった。講演では、これらのスペクトル構造とMLT依存性、周波数依存性、位相関係のほかに、磁気圏での発生領域についても考察する。

(謝辞) スペクトル解析法の開発にあたって援助をいただいた東海大工学部利根川豊氏に感謝いたします。

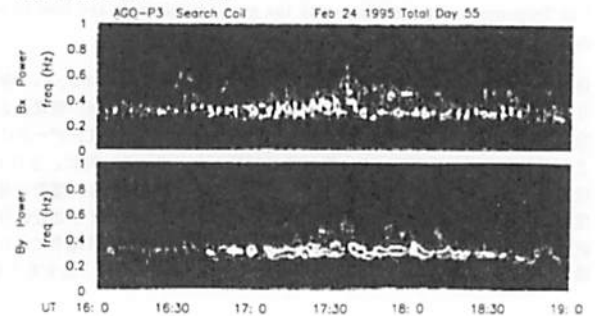


図1 1995年2月24日にAGO P3で観測されたPc1現象

**B21-P40**

**低緯度IPDPの発生伝搬機構の解析**

樋口喜啓 (山形大学工学部電子情報工学科)

Generation and Propagation Mechanisms of Low-Latitude IPDP Plasma Wave Events

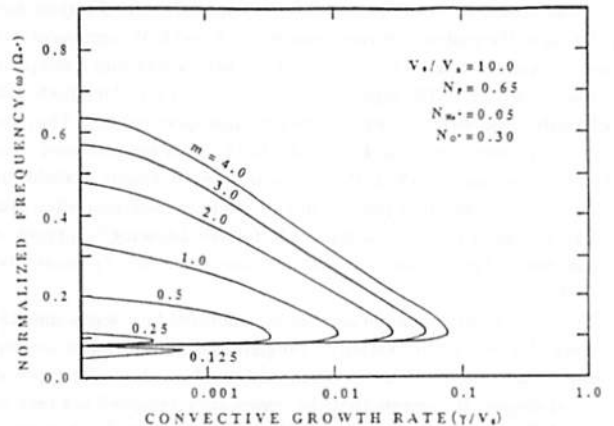
Y.Higuchi(Department of Electronics and Information Engineering, Yamagata University, Yonezawa, Jpn 992)

In order to clarify the magnetic field control of frequency increase in the dynamic spectrum of IPDP plasma wave events, we consider the dispersion relation for an oxygen ion cyclotron wave propagating to the background magnetic field. It is assumed that the particle distribution function is a mono-energetic oxygen ion beam with a pitch angle anisotropy.

Numerical result of the unstable frequency band as a function of convective growth rate with a parameter of pitch angle distribution is shown in Figure 1.

磁気圏サブストームとIPDPは密接な関係があり、出現時刻も18LT付近に卓越し、周波数スペクトルにおいて時間と共に中心周波数が増加するという特徴が知られている。IPDPの発生原因については、いくつかの説が提案されてきているが詳細については解決されていない。東向きオーロラジェットの高緯度側でdiffuseオーロラの赤道側境界上がその発生場所と考えられている。又、UndulationやSAID及び、プラズマポーズやプラズマテイルとの相互作用等と

の関連が指摘されてきている。特に何故時間と共に中心周波数が増加するのか定説がない。大きな磁気嵐の主相でサブストームが発達中のとき低緯度オーロラとともにIPDPが観測されることより、非対称環電流を構成している高エネルギー酸素イオン(30keV)が発生原因に関係しているものと予想される。そこで、非等方ピッチ角分布を持った酸素イオンビームをエネルギー源としてサイクロトロン共鳴不安定性の解析を試みた。図はピッチ角パラメータmを変化させたときの不安定周波数帯と移動成長率との関係を示したものである。



参考文献: Y.HIGUCHI, J. Plasma Phys., 44, 467-481, 1990.  
Y.HIGUCHI, J. Geomag. Geoelectr., 46, 177-192, 1994.  
Y.HIGUCHI, J. Geomag. Geoelectr., 47, 1183-1190, 1995.  
Y.HIGUCHI, IUGG XX1, GAB31J-3 B128, Boulder, 1995.

**B21-P41**

**衛星及び地上多点観測に基づくPc3波動の研究**

○松岡 均 (通総研)、高橋 主衛、國分 征 (名大STE研)  
 湯元 清文 (九大理)、S. I. Solov'ev (IKFIA)、E. F. Vershinin (IKIR)  
 長井 嗣信 (東工大理)、福田 敏幸、五家 建夫、松本 明久 (NASDA)

**Study of Pc3 Pulsations based on multipoint observations**

Hitoshi Matsuoka (CRL), K. Takahashi, S. Kokubun (STEL), K. Yumoto (Kyushu Univ.),  
 S. I. Solov'ev (IKFIA), E. F. Vershinin (IKIR), T. Nagai (Tokyo Institute of Technology),  
 T. Fukuda, T. Goka, H. Matsumoto (NASDA)

It has been known that magnetospheric Pc3 pulsations are related to upstream waves in the solar wind. However, the propagation mechanisms of magnetospheric Pc3 waves are still unresolved. Therefore, we made cross phase analysis of Pc3 pulsations simultaneously observed in the solar wind, in the outer magnetosphere, and on the ground over wide latitudinal range. We will present the latitudinal amplitude and phase structure of Pc3 pulsations.

昼間の磁気圏や地上で観測されるPc3型のULF波動の大部分は、太陽風パラメータと強い相関を示すことがわかっている。特に、惑星間磁場の強度と方向に依存して発生しているPc3波動は、太陽風中のイオン・サイクロトロン不安定がその起源であると思われる。しかし、これまでの研究では、太陽風起源で発生しているPc3波動が、どのように磁気圏内を伝播しているのか観測的には明らかにされていない。そこで、本研究では、衛星と地上のデータを組み合わせることによって、太陽風中の磁場変動と磁気圏内のPc3波動を比較し、相関のある現象を同定した。更にそれらのイベントに対して、広く分布する地上の磁場データを用いることにより、位相と振幅の緯度方向の分布を明らかにした。

図1は、GEOTAIL、ETS-6、地上の中・低緯度で同時に観測されたPc3波動の例である。GEOTAILは、地球中心から約30R<sub>E</sub>離れた1000LT付近に位置しており、周期的な磁場の変動が観測されてい

る。ほぼ同時刻の外部磁気圏 (~7R<sub>E</sub>)に位置しているETS-6でも、GEOTAILと同時にPc3波動が観測されている。しかし、GEOTAILで観測された磁場は、磁力線と垂直な成分での振幅が大きいものに対して、ETS-6では、磁力線方向の成分の振幅が大きい。このことは、磁気圏内では圧縮性波動として伝播していることを示している。また、地上でも広い領域にわたってPc3周期の脈動が観測されている。しかも、その振幅と位相は緯度によって複雑に変化しており、単純に磁気音波として低緯度帯に伝わっているのではないことを示している。講演では、Pc3の緯度方向の振幅と位相変化について詳しく示す。

July 29, 1995

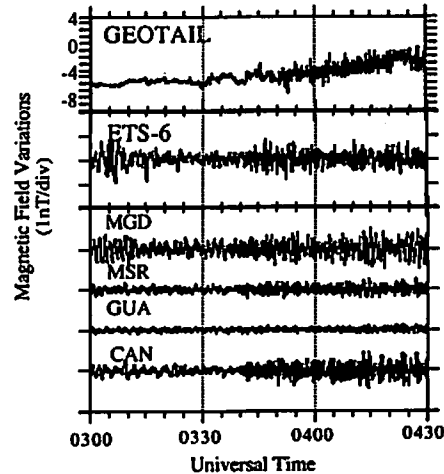


図1. GEOTAIL、ETS-6、地上の中・低緯度で同時に観測された磁場変動の例。それぞれ東西成分(GEOTAIL)、トータル成分(ETS-6)、南北成分(地上)を示す。

**B21-P42**

**磁気脈動に伴う電離圏変動のHFD観測**

○石田 憲一、柴田 尚、奥澤 隆志 (電気通信大学)

**Ionospheric Manifestation of Magnetic Pulsations in the HF Doppler Frequency Shifts**

\* K. Ishida, T. Shibata, and T. Okuzawa (Denki-tsushin Univ.)

Ionospheric manifestation of magnetic pulsations is investigated by analyzing the simultaneous data of HF Doppler frequency shift and magnetic H component on the ground. The HFD data were provided from the continuous recordings at Chofu (35.65°N, 139.55°E) of the ionospherically reflected waves of JJY 5 and 8MHz signals transmitted from Nazaki (36.18°N, 139.85°E), while the H component data being issued from Kakioka Magnetic Observatory (36.23°N, 140.1°E).

地球磁場の微小な変動として知られる磁気脈動と、磁気圏下側の境界層にあたる電離層から反射してくるHF電波の周波数偏移(HF Doppler変動)の間に関連があることは、以前から指摘されている。

我々のグループは、JJY標準電波(5MHz、8MHz)を利用したほぼ電離層垂直入射とみなされるHFD変動データと、その電離層反射点直下から70km程しか離れていない柚岡地磁気観測所における地磁気水平成分データを用い、両者の相関解析を行うことによって、磁気脈動に対する電離層の応答機構の解明を進めてきた<sup>1),2),3)</sup>。そこで使用していたデータは、地磁気データが1秒値であるのに対してHFDデータは10秒値であったため、解析対象となる脈動はPc4領域以上のものに限られていた。

ところで、Liu and Berkeley<sup>4)</sup>による理論解析によれば、HFD変動の要因と考えられる電離層プラズマの移流や、磁気脈動に伴うプラズマの圧縮・膨張の効果は、脈動をもたらすULF波の正負の符号付き南北方向スケール長や磁気伏角に加えて、脈動周波数の関数であると指摘されている。

このことから我々は、より高周波のHFD変動を検出すべく、HF波の上空波を10ミリ秒サンプリングで観測し、それから地磁気データの1秒値にあわ

せて、HFDデータを1秒値で得るシステムを開発した。これにより機能的には、Pc2~3領域のHFD変動も検出する事が可能となり、HFD変動と磁気脈動の相関をより広い周波数領域で検討する事が可能となった。

観測例として、1993年11月18日1340UT頃に地磁気水平成分で観測された磁気脈動と同時間帯の5MHz波のHFDデータを図1に示す。周期約41秒の磁気脈動が1337~1341UTに起こっており、それに伴って同一周期のHFD周波数変動も観測されている。なお、HFDデータにおける1335~1339UT間はJJY波に毎時課されている停波の時間帯である。

発表では、これらのデータに関する解析結果の詳細に加えて、他の事例に関する解析結果についても述べる予定である。

- 1) Shibata, T., H. Kataoka, Y. Nakamura, and T. Okuzawa; Proc. Intl. Symp. STP, Sendai, p.110, 1994.
- 2) 中村, 柴田, 奥澤; 地球惑星科学関連学会1995年合同大会予稿集, p.252, 1995.
- 3) 李, 柴田, 奥澤, 湯元; 第98回地球磁気・地球惑星科学学会講演予稿集, p.A21-p.63, 1995.
- 4) Liu, J. Y., and F. T. Berkeley; J. Geophys. Res., 99, pp.17539-17545, 1994.

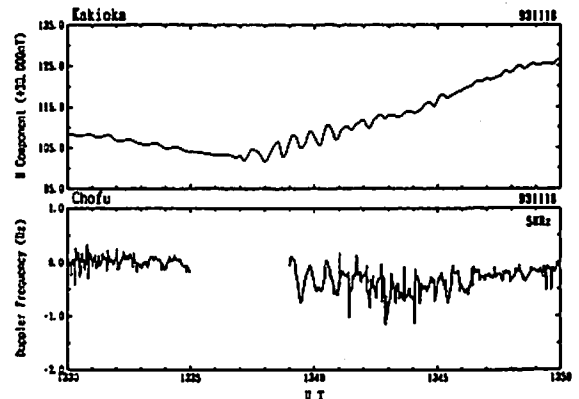


図1. 1993年11月18日1340UT頃の地磁気水平成分(上)とHFD(下)の変動。

Surface eigenmodeとしてのmagnetosphere waveguide mode  
藤田茂 (気象大)

The magnetosphere waveguide mode as a surface eigenmode  
S. Fujita (Meteorological College)

The magnetosphere waveguide mode theory developed by Samson et al., (1992) is studied by assuming that the waveguide mode is the surface eigenmode. There are two kinds of the surface eigenmodes; one is the mode that is evanescent in both magnetosphere and magnetosheath and the other is evanescent in the magnetosheath and non-evanescent in the magnetosphere. The former mode appears when the magnetosheath plasma flow speed is slower and the latter does in the faster flow speed condition. Note that the latter mode relates to the so-called global mode. After preliminary numerical results, the flow speed must be faster than  $V_A$  at the outer magnetosphere, which may be rare in the actual magnetosphere-magnetosheath condition.

磁気圏や地上で観測される ULF 波動は特定の spectrum を持つ [e.g., Saito, 1969]. spectrum を決定する機構としては、大別して周期運動をしている plasma と波動との相互作用による波動不安定性 (一般に  $m$  number が大きい) と、磁気圏中の波動捕捉領域中の固有振動 (一般に  $m$  number が小さい) が提唱されている。特に後者では、Kivelson and Southwood (1985) に始まる magnetospheric cavity resonance が詳しく研究され、現実的なモデルを使用した数値シミュレーションも行われている [Lee and Lysak, 1991]。一方、最近では cavity resonance を改良した model も提出されている。例えば、外部磁気圏は夜側に長く伸びていて、もし magnetopause を波動を反射する boundary であると仮定した

場合、cavity というより waveguide と呼ぶ方が良い。そこで Samson et al., (1992) により、waveguide mode という新しい eigenmode が提唱され、今日まで研究されている。ところで、過去の waveguide mode の研究では magnetopause を perfect conductor ( $\delta E=0$ ) か free boundary ( $\delta B=0$ ) にするか、または Bow shock での波動の反射を仮定して、trapped mode を議論していた。しかし、magnetopause ではどちらの boundary condition も成立せず、wave momentum は magnetopause を通して magnetosheath から magnetosphere に入り込んでいる。即ち magnetopause で momentum のやりとりがないという仮定は正しくない。Bow shock が波動を完全に反射する仮定も正しいとは言えない。以上の仮定は、方程式を固有値問題として取り扱えるようにするために与えた仮定である。

一般に、magnetosheath での波動の伝搬速度 ( $V \approx V_f$  or  $V_s$ ; これらは fast mode と slow mode の速度) は磁気圏の波動の速度より遅く、もし磁気圏内で magnetopause に垂直な方向に伝搬性 (WKB を仮定すれば、 $k_z^2 = (\omega/V_A)^2 - k_r^2 > 0$ ) である波動は magnetosheath では必ず伝搬性になり、stationary wave (eigenmode) にはならない Fujita and Glassmeier, (1995)。しかし、magnetosheath での flow を考えると、magnetosphere に準拠した系では magnetosheath の波動の  $\omega$  は Doppler shift するから evanescent になりうる。この場合、magnetosphere と magnetosheath の全体の系では stationary wave を形作ることが可能である。この論文では以上の考えに基づき、waveguide mode の theory を考え直して見ようとするものである。

magnetosphere-magnetosheath 系では、2種類の eigenmode が得られる。一つは両方の領域で evanescent であるもので、他方は magnetosphere では evanescent でないものである。後者は global mode の特性を持つものである。予備的な数値計算結果では、global mode につながる surface eigenmode は magnetosheath flow speed が非常に大きな場合であることが分かった。

B21-P44 磁気圏 ULF 波動のモデリング

-IV-

ULF 波動の地上における振幅の季節依存性

中田裕之 (京大理) 藤田茂 (気象大)

Modeling of the magnetospheric ULF oscillations

-IV-

the seasonal dependence of the amplitude of ULF waves in the ground

H.Nakata<sup>1</sup> and S.Fujita<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Science, Kyoto University <sup>2</sup> Meteorological College

We calculated the eigenmodes of ULF waves using the dipole magnetosphere model including the effect of the ionosphere and the atmosphere. In this report, we show how north-south asymmetric ionospheric conductivities yield asymmetric intensity of the ground magnetic signatures at conjugate points. We use the real conductivities of the ionosphere in this calculation.

これまでの発表で、電離層、中性大気の効果を含めたダイポールモデルで ULF 波動を考えた場合、磁気圏、地上ではどの程度の振幅を持つかについて述べた。Alfvén 固有振動を考えた場合、 $L$  が大きい磁力線 ( $L=6$  程度) では、地上に現れる磁場の値は Hall conductivity にほぼ比例することが計算から明らかになった。また、より  $L$  が小さくなるにつれて Pedersen conductivity の効果も大きくなり、Pedersen, Hall 両方の効果が効いてくるため、地上での振幅の電離層電気伝導度依存性は複雑になってくることも示した。

これまでの計算はすべて南北対称な電気伝導度の場合であるので、今回は実際の電離層電気伝導度を用いて計算を行った。用いた電気伝

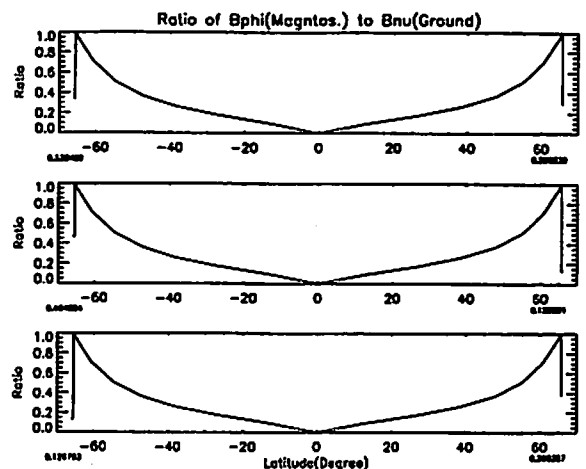


図1:  $L=6$  の磁力線での磁場変動の profile。それぞれ、上: Equinox、中: 北半球が夏、下: 北半球が冬の場合

導度は Equinox、夏至、冬至のものである。その結果の一部を図1に示した。 $L=6$  の磁力線に対応した、Alfvén 固有振動を考えた場合である。横軸は磁力線の緯度を表しており、右半分が北半球に対応する。磁気圏中の profile は電気伝導度に変化してもほとんど変わらないが、地上に現れる磁場の値は大きく変化することが図から分かる。一般に夏半球の方が日照のために電気伝導度が高くなるが、結果から、電気伝導度が高い半球、すなわち夏半球の方が地上に現れる磁場が大きくなる。この地上に現れる磁場の大きさは Hall conductivity にほぼ比例しており、基本的な性質は南北対称の時と変わらない。よって、南北非対称な場合でも南北対称な場合と結果は一致している。



## B21-P45 東海大学地磁気観測システムの開発

・坂田圭司<sup>1</sup>、利根川豊<sup>1</sup>、板井亨<sup>1</sup>、坂田俊文<sup>2</sup>、横塚英世<sup>2</sup>  
 (1:東海大・航空宇宙学科、2:東海大・情報技術センター)

### Geomagnetic Field Monitoring System at Tokai University

Keiji Sakata, Yutaka Tonegawa, Tohru Sakurai (Tokai Univ.),  
 Toshiyumi Sakata, Hideyo Yokotsuka (TRIC)

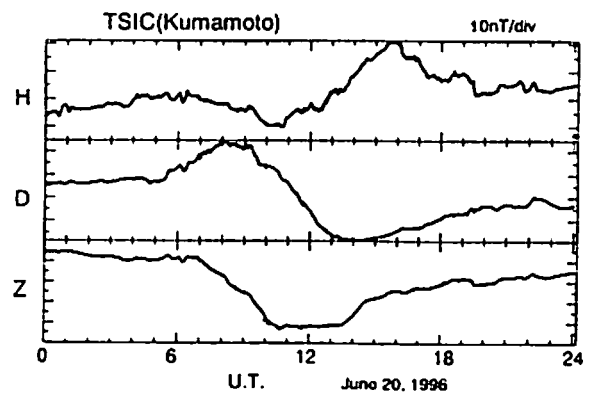
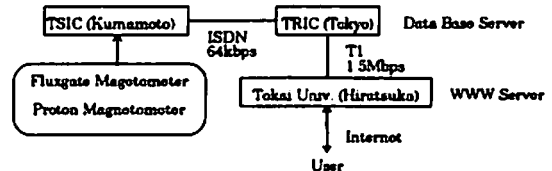
We have constructed a real-time data acquisition system of geophysical data observed from space and on the ground at Tokai University Space Information Center (TSIC) in Kumamoto. As one of the most essential geophysical data, the observation of geomagnetic field has been started since June, 1996. The vector and total magnetic fields observed by fluxgate and proton magnetometers are provided with sampling intervals of 1 s and 10 s, respectively.

Everyone interested in the data may access the database through Internet and use them for scientific purpose. We are also developing programs for data analysis by using Java.

東海大学では宇宙情報センター（熊本）における10年間にわたる衛星データ蓄積を基に、地球観測分野への応用可能な地球観測衛星データベースの構築が可能になった。この蓄積データを有効活用し、広く社会に還元する目的で、本学では「総合地球データ観測網計画」を現在推進中である。その一環として、同センターにフラックスゲート磁力計およびプロトン磁力計を設置し、1996年6月より予備観測を開始した。

本観測システムの特徴は、地磁気観測の他に、太陽、気象、紫外線、重力等の複合的な同時観測データをリアルタイムでモニターできることである。今回は、主に地磁気観測システムについて報告する。

観測データはISDN（デジタル公衆回線）を通して熊本から東京の情報技術センター（TRIC）に設置されたデータベース・サーバに転送される。熊本キャンパスにあるワークステーション内の解析システムは解析要求に応じて、このサーバにアクセスしてデータの取得を行う。解析システム自体はJAVA 言語で記述されており、プラットフォームとしてWWW (World Wide Web) を選んでいる。これにより観測データを利用する研究者は、WWW ブラウザが動くハードウェア環境があれば、どこからでも解析システムを利用することができ、さらにフィルタリングやスペクトル解析なども実行可能である。また現在、ウェブレット変換を用いたスペクトル解析により、Pi2 波動の自動検出プログラムを開発中である。



B会場

10月22日(火)

13:00~16:24

# 電離圏構造

## Ionosphere

oral: B22-01~16

poster: B22-P32~P37

座長

藤井良一 (名大・STE研)

山本 衛 (京大・超高層電波研究センター)

B22-01

低緯度オーロラ現象に伴う  
電離圏擾乱とその磁気圏過程との関連

・ 田中 高史・大高一弘 (通秘研)

Ionospheric disturbances during low-latitude auroral events  
and their association with magnetospheric processes

T. Tanaka and K. Ohtaka

Communications Research Laboratory, Koganei-shi,  
Tokyo 184, Japan

Ionospheric disturbances associated with low-latitude auroral events that occurred during geomagnetic storms on October 21, 1989 and May 10, 1992 are investigated from measurements of the total electron content (TEC) by the U.S. Navy Navigation Satellite System (NNSS) and ionosonde data from the Japanese meridian chain. Features of the ionospheric disturbances are then associated with the progression of geomagnetic disturbances during the storms. After the onset of the main phase of each storm, anomalous TEC distributions characterized by depressed TEC distributions on the high-latitude side (>35° geographic latitude) and an enhanced equatorial ionization anomaly (EIA) on the low-latitude side (<35° geographic latitude) were observed over Japan both by the NNSS and by the meridian chain of ionosonde stations. This enhancement of the EIA suggests the penetration of magnetospheric electric fields during the storms. Corresponding to the anomalous TEC decreases in the northern part of Japan, ionosonde stations in this region observed specific disturbances of ionospheric variation

characterized by simultaneous decreases of foF2 and increases of h'F. These features of ionospheric variations on the high-latitude side can be attributed to the upward escape of ionospheric plasma caused by the heating and evacuation mechanisms, which are induced by depletion of the plasmasphere and the resulting access of ring current particles to low latitudes.

After the appearance of the characteristic ionospheric variations mentioned above, low-latitude aurorae were observed at the maximum development stage of the Dst, associated with the recovery of mid-latitude geomagnetic horizontal (H) components. Prior to the appearance of the low-latitude aurorae, magnetic disturbances in the auroral region increased with the decrease of mid-latitude H components, as a natural consequence of magnetic storms. However, they showed a recovery before the start of the low-latitude aurorae while the magnitude of the low-latitude magnetic field continued to decrease. These observed features of the magnetic disturbances suggest that the position of the auroral oval shifted toward the equator before the appearance of the low-latitude aurorae. Consequently, these observations are consistent with the plasmopause and auroral zone moving toward the equator before the onset of low-latitude aurorae. We conclude that the convection electric field penetrating toward low latitudes causes the enhancement of the EIA, the shrinkage of the plasmasphere, and the penetration of high-energy particles toward the low-latitude region.

Reference

Tanaka, T. and K. Ohtaka, Ionospheric disturbances during low-latitude auroral events and their association with magnetospheric processes, J. Geophys. Res., in press, 1996.

B22-02

赤道帯の電離層擾乱時における

電子温度、電子密度の振る舞い

磯田 綾子(横浜国立大学), 小山 孝一(宇宙科学研究所), M.A.Adbu(Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brazil), R.Heelis(University of Texas, USA), 渡部 重十, 高橋 忠利, 大家 寛(東北大学理学部)

Behavior of Electron Temperature and Electron Density During Magnetic Storm.

F.Isoda(Yokohama National University), K.I.Oyama(Institute of Space and Astronautical Science), M.A.Adbu(Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brazil), R.Heelis(University of Texas, USA), S.Watanabe, T.Takahashi, H.Oya(Tohoku University)

Electron temperature(Te) at the height of ~600km during 3 magnetic storms in the low latitude region is studied by using HINOTORI satellite data which was obtained in 1981~1982.

Deviation from model value are studied regarding local time(night time and daytime) before, during and after the storms. At night, Te increases above model value during main phase of Dst, Te increase of about 300K is observed for the largest value of Dst, 120. In the morning, Te becomes sometimes below and other time above the model values, which is controlled by electron density.

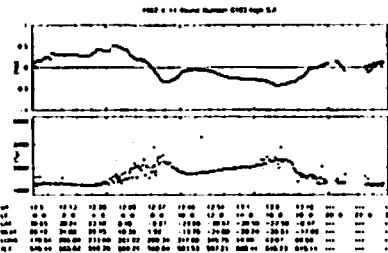
Night time enhancement of electron temperature may be explained as due to a corpuscular heating associated with Ring current. Decrease of electron temperature in the morning time is explained as due to the electron density enhancement followed by the reduction of Ne. Time when enhanced Ne moves to the Ne reduction shifts systematically with local time.

人工衛星「ひのとり」によって観測された高度600kmにおける赤道電離層の電離層擾乱時の電子温度は、DstのSudden Commencementが起こると、標準値から大きくずれ、徐々に標準値に落ちついてい

く。とくに、標準的な朝の電子温度上昇(Morning Overshoot)は擾乱時には見えなくなる。このような電子温度の変化はそのときの電子密度に依存することから、電子密度の標準値からのずれを調べた。標準値より高い電子密度(Enhancement)と標準値より低い電子密度(Depression)へ変化する地方時はDstのSudden Commencementからの時間によって変化をしてゆくことが分かった。この地方時変化は擾乱がおさまるにつれて昼間にシフトし、EnhancementとDepressionはやがて標準値に近づいてゆく。

EnhancementとDepressionはそれぞれ電離層プラズマの垂直ドリフトの変化が対応していると考えられる。Enhancementの際ドリフトは上向きになると考えると、ドリフトを引き起こす電離層の電場が通常の電場とは逆になることが予測される。特に深夜から明け方については、平常時は電離層下部の電場による下向きのドリフトのために電子密度が減少するが、電離層擾乱時には大幅な電子密度の増加が見られる。

この現象について、本研究では、同時期に電離層観測を行った米国の人工衛星DE-2のデータとの比較を行うために、両人工衛星で同時に観測されている1982年3月2日と同4月10日のDstのSudden Commencementについて考察を行う。



電子密度の標準値からのずれ(上:標準値からの差の対数)、電子温度(下:点線が標準値、×が観測値)の地方時変化。

4月10日に起こったSudden Commencementから約半日後、地方時0時から8時にかけての電子密度の増加のため、Morning Overshootが見られない。

## B22-03 Intense Ionization in the D- and E-regions Associated with an SSC

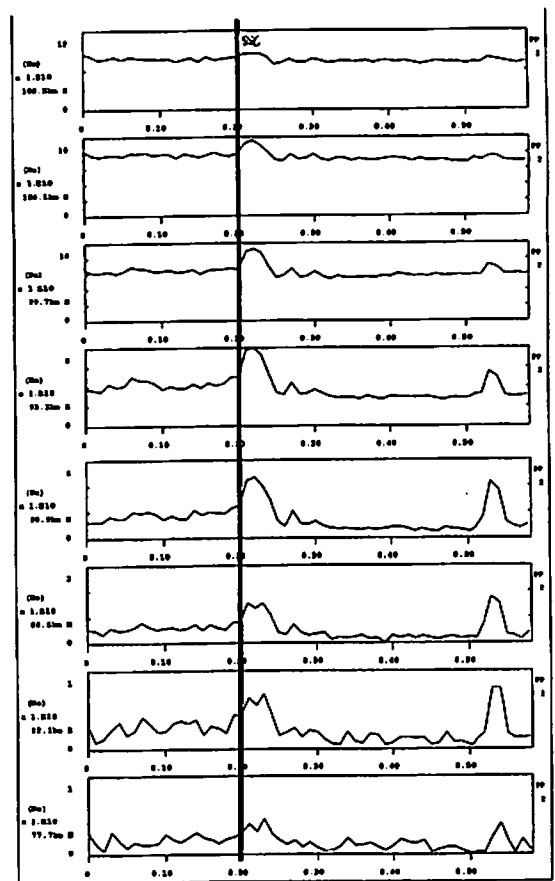
°R. Fujii<sup>1</sup>, S. Nozawa<sup>1</sup>, N. Matuura<sup>1</sup>, and A. Brekke<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>STE Laboratory, Nagoya University  
<sup>2</sup>The Auroral Observatory, University of Tromsø, Norway

The Svalbard IS radar (called "ESR") has recently been constructed and has started test runs. The preexisting EISCAT radars in the northern Scandinavia consist of the tri-static UHF radar system located at Tromsø, Kiruna and Sodankylä (called the "KST" radar system), the mono-static VHF radar and the heating facility at Tromsø. The joining the EISCAT of Japan as the seventh associate country allows Japanese scientists to conduct their own experiments using all these radar systems and to use all Common Program (CP) data including those in the past.

The ACF (Auto-Correlation Function) analysis is a normal procedure to derive several physical quantities from EISCAT data. This method enables us to obtain the electron density down to an altitude of about 90 km, but the signals scattered from below 95 km often do not have enough S/N ratios to derive a meaningful electron density. The electron density can also be determined from the power profile of the scattered signals, where the electron density down to an altitude of about 70 km can be available, although the errors might be larger than those with the ACF method.

The determination of the D-region electron density is particularly important to study auroral phenomena associated with high energy electron precipitation. It should be noted that the riometer is capable of measuring only the column density in the D- (plus E-) region(s). Figure 1 shows an example of the electron density at some selected altitudes from 77.7 km to 108.5 km obtained from the KST radar system on June 12, 1990, when an SSC occurred at about 0820 UT. It is clearly seen that the electron density down to an altitude of 82 km was significantly enhanced coincidentally with the SSC onset, which suggests that very hard electrons precipitated during the SSC. The inspection of all the altitude range data has provided that the electron density enhancement during this time period is confined in the altitudes from 80 km to 105 km. We will present a detailed analysis of the time variations of the electron energy spectra and discuss the electron precipitation during the SSC.

*Acknowledgment.* We are indebted to the Director and staff of EISCAT for operating the facility and supplying the data. EISCAT is an International Association supported by Finland (SA), France (CNRS), the Federal Republic of Germany (MPG), Japan (NIPR), Norway (NFR), Sweden (NFR) and the United Kingdom (PPARC). The data archives and processing have been made at STEL, Nagoya University.



## B22-04 E-region neutral wind in the auroral ionosphere: A case study for two intervals

S. Nozawa<sup>1</sup>, A. Brekke<sup>2,3</sup>, and R. Fujii<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

<sup>2</sup>The Auroral Observatory, University of Tromsø, Norway

<sup>3</sup>University Studies at Svalbard, Norway

Owing to the close coupling between the neutral atmosphere and the ionized species at E-region heights the ionized gas can be used as a tracer for the motion of the neutral atmosphere. By observing the E-region plasma drifts by for example a ground-based radar one can derive the neutral wind velocities when knowledge of the coupling processes is taken into account.

EISCAT data obtained in the auroral ionosphere have been analyzed in terms of the E-region neutral wind behavior at three heights of 101, 109, and 119 km. We have examined two datasets of long-run experiments conducted for 96 hours each during 21-25 September 1987 and 16-20 March 1988.

The data sets were obtained by EISCAT Common Program One Version H (CP-1-H). In the CP-1-H mode the transmitter antenna at Tromsø is in a fixed position viewing along the field line, while the remote antennas in Kiruna (67.9N, 20E) and Sodankylä (67.4N, 27E) are moved consecutively into common volumes, which are at 101, 109 (or 108), 119 and 132 km in the E-region, and one common volume in the F-region (278 km), for sequences of 10 minutes. Each data set is treated as one time sequence of 96 hours duration.

Mean winds as well as tidal amplitudes and phases derived by both Fast Fourier Transform (FFT) and least square fit (LSF) methods are compared with those of corresponding seasonal wind from the quiet-time statistical study by Brekke et al. (JGR., 99, 8811, 1994). The mean zonal wind derived by FFT blows eastward with the maximum of during 21-

25 September 1987. The amplitudes of the tidal components gradually increase by height. The amplitude and phase profiles with height are similar to that obtained in quiet-time fall. Good agreement of phases of tidal components with those of the average quiet-time fall wind is obtained. Geomagnetic effects are found for the mean zonal wind and the zonal diurnal amplitudes to be enhanced at 119 km and all the heights, respectively. During 16-20 March 1988 the amplitudes of the meridional and vertical mean wind are nearly zeroes. The mean zonal wind blows eastward but its amplitude is relatively small (<18 m s<sup>-1</sup>) or about half as large as that of the average quiet-time spring wind. Amplitudes for meridional diurnal and horizontal semidiurnal components are also about half of those of the averaged quiet-time spring wind. However, height profiles of the mean zonal wind as well as semidiurnal amplitudes are similar to those of the averaged quiet-time spring wind. Phases show good agreements with those of the average quiet-time spring wind.

Comparisons of mean winds as well as tidal components are made with the Sondre Stromsfjord results by Johnson (JGR, 96, 1081, 1991) and TIGCM predictions by Fesen and Roble (JGR, 96, 1173, 1991). Generally good agreement is obtained for the amplitudes and phases of the tidal components as derived from the EISCAT and Sondre Stromsfjord results. The TIGCM predicts well features of the mean meridional wind as well as diurnal and semidiurnal amplitudes derived by EISCAT. Comparisons of zonal semidiurnal components derived for the September and March experiments are also made with model predictions by Forbes and Salah (JGR, 96, 1135, 1991) and Forbes and Vial (JATP, 51, 649, 1991), respectively. Fairly good agreement with the model prediction by Forbes and Salah (1991) is obtained with the components derived by FFT and LSF.

*Acknowledgment.* We are indebted to the Director and staff of EISCAT for operating the facility and supplying the data. EISCAT is an International Association supported by Finland (SA), France (CNRS), the Federal Republic of Germany (MPG), Japan (NIPR), Norway (NFR), Sweden (NFR) and the United Kingdom (PPARC). The data archives and processings have been made at STEL, Nagoya University.

**B22-05** Correlation of Ti/Te enhancement with J and E in the polar E-region using EISCAT CP data —Part II—

\*S. Saito<sup>1</sup>, S. Nozawa<sup>1</sup>, R. Fuji<sup>1</sup>, N. Matuura<sup>1</sup>, and A. Brekke<sup>2</sup>

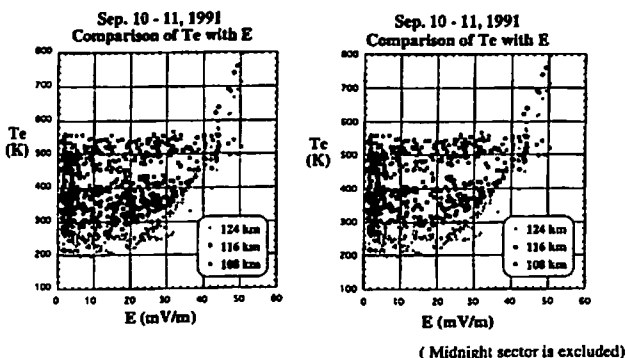
<sup>1</sup>Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University  
<sup>2</sup>The Auroral Observatory, University of Tromsø, Norway

At the latest SGEPPS meeting we reported an initial study on the correlation between Ti/Te and some electromagnetic parameters such as the electric field, the current density, and the Joule heating rate. The analysis was made without distinguishing magnetic local times and geomagnetic disturbance levels. The results of the study are summarized as: 1) both the electron and the ion temperatures have correlation with the electrodynamic parameters such as E, J, J · E and J · E', 2) the ion/electron temperatures have a positive correlation with the amplitude of the electric field when it is higher than a certain value which is a function of an altitude, 3) this correlation may be varied by magnetic local times, magnetic disturbance levels and so on.

The aims of the present paper are: 1) to show a further developed analysis of the correlation between Ti/Te and the electrodynamic parameters, in which we have sorted out the EISCAT CP data based on magnetic local time, i.e., the morning sector (04 MLT-12 MLT), the afternoon sector (12 MLT-20 MLT) and the midnight sector (20 MLT-04 MLT) and also based on several geomagnetic disturbance levels, and 2) to compare the correlations obtained from this analysis with those derived from several theoretical studies that are mainly based on non-linear instability theories. The sorting of the data 1) has improved the correlation coefficients concerned with keeping the relations mentioned above. We also report on the detailed analysis of the events that have extreme scatters from the correlations and show their exclusive characteristics compared with other

events.

**Acknowledgment.** We are indebted to the Director and staff of EISCAT for operating the facility and supplying the data. EISCAT is an International Association supported by Finland (SA), France (CNRS), the Federal Republic of Germany (MPG), Japan (NIPR), Norway (NFR), Sweden (NFR) and the United Kingdom (PPARC). The data archives and processing have been made at STEL, Nagoya University.



**B22-06**

**MU レーダー観測に基づく  
電離圏/熱圏大気重力波の研究**

\*大塚 雄一, 高見 友幸, 深尾 昌一郎  
 京都大学超高空電波研究センター

**MU Radar Observations of  
Ionospheric/Thermospheric Gravity Waves**

\*Y. Otsuka, T. Takami, and S. Fukao  
 RASC, Kyoto University

By observing simultaneously in multiple beams with the MU radar, we have been able to track the passage of gravity waves and measure their propagation characteristics. We investigate the dispersion relation for these waves. We find that, on average, vertical phase velocity decrease from 80 m/s at 50 minutes period to 60 m/s at 130 minute period.

**要** 本研究では MU レーダーを用い、ビームを高速に走査することによりレーダー上空の異なる方向の電子密度変動を同時に観測し、レーダー上空を伝播する電離圏伝搬性擾乱について調べ、電離圏伝搬性擾乱は、熱圏中の大気重力波により中性大気密度、速度、温度に擾動が生じ、これらの擾動が電離気体の擾動を引き起こすことによって生じる。したがって、電離圏伝搬性擾乱について調べることで、熱圏中の大気重力波の特性を明らかにすることが出来る。

**観測及び解析方法** 本研究では、1987 年から 1990 年までに MU レーダー観測によって得られた 14 日分の電離圏 F 領域電子密度の高度プロファイルデータについて解析を行った。観測は、MU レーダーが取り得る最長のパルス幅 512μs を用い、波動現象の解析に十分な SN 比と高時間分解能 (2 分) を得ている。ビームは、天頂角 20° で地磁氣的東西南北の 4 方向に走査しており、南北 (東西) のビーム間水平距離は高度 250 km で約 180km である。

レーダーで得られた受信信号は電子密度に比例しており、受信信号の変動から電子密度の変動を知ることが出来る。観測された受信信号の時系列に狭

帯域バンドパスフィルターを使用して特定周期の波動成分 (50, 60, ..., 130 分) を抽出する。高度 200 ~ 300 km の範囲でレーダー上空を平面波が通過しているとして波動の水平位相速度および鉛直位相速度を求める。水平位相速度はビーム間の相互相関を計算することにより求める。さらに、それぞれのビームで各高度間の相互相関からビーム方向の位相速度を求め、水平位相速度とから鉛直位相速度を求める。

**結果** 図 1 に、MU レーダーで観測された波動の周期と鉛直位相速度 (鉛直下向きを正とする) の関係を示す。図中の ○ は観測日毎に求めた鉛直位相速度であり、実線は各周期の平均値である。波動の鉛直伝搬方向は下向きであり、平均鉛直位相速度は周期 50 分で 80 m/s、周期 130 分で 60 m/s と周期が長いほど位相速度が小さくなる傾向がみられる。本講演では、大気重力波理論との比較を行う予定である。

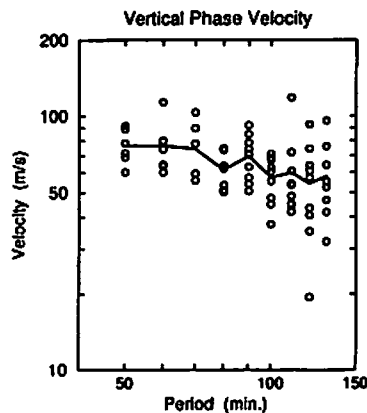


図 1: MU レーダー観測から得られた波動の分散関係 (周期-鉛直位相速度)。鉛直位相速度は鉛直下向きを正としている。図中の ○ は観測日毎に求めた値であり、実線は各周期の平均値である。

**Ionospheric Condition for the Evolution of the Midlatitude Ionospheric Irregularities**

°A. Saito<sup>1</sup>, T. Iyemori<sup>2</sup>, M. Takeda<sup>2</sup>

- 1. Department of Geophysics, Faculty of Science, Kyoto University.
- 2. Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Faculty of Science, Kyoto University.

°齊藤 昭則, 家森 俊彦, 竹田 雅彦

- 1. 京都大学 大学院 理学研究科 地球惑星科学専攻
- 2. 京都大学 理学部附属 地磁気世界資料解析センター

Ionospheric conditions under which irregular structures could evolve in the *F* region at midlatitude is studied including the effect of the conjugate ionosphere and *E* region.

We have studied the electric field fluctuations observed in the nighttime midlatitude ionosphere. Satellite observations, satellite and radar conjugate observations, and numerical simulations suggest that these fluctuations are created at midlatitude *F* region ionosphere by some instabilities, such as Perkins instability, when the ionosphere is vertically modulated by traveling ionospheric disturbances (TIDs) [Saito et al., 1995].

The numerical simulation shows that when the background ionospheric electric field is more than 10 mV/m, the irregularities could grow up to a amplitude sufficient to explain the electric field fluctuations observed by satellites. A question is whether or not more than 10 mV/m background electric field can occur at the comparable probability to that of the electric field fluctuations observed by satellites. The electric field in this case is the effective electric field,  $E+U \times B$ , where *U* is the neutral wind velocity. When the *E* region and the conjugate ionosphere are neglected, the polarization field is generated to cancel the local  $U \times B$ . Therefore, the effective electric field should be almost vanished and no ionospheric irregularities would be evolve. The scale size of this phenomenon is

**電離圏 E領域イレギュラリティと背景電離圏電場の関連**

°齊 哲也, 山本 衛, 深尾 昌一郎  
(京都大学 超高層電波研究センター)

**Association between E-Region Irregularities and Background Ionosphere**

°T. Itsuki, M. Yamamoto, and S. Fukao

(Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University)

Theoretical studies show that the Doppler velocity of irregularity echoes due to gradient-drift instability corresponds to the  $E \times B$  drift. Time variations of drift velocity of field-aligned irregularity echoes observed by the MU radar in the summer of 1993, 1994 and 1995 was similar to those obtained as summer seasonal average by IS observations with the MU radar in the low solar activity. In the period of high solar activities, however, the drift velocities were not similar between irregularity and IS observations.

MU レーダーで観測される E 領域イレギュラリティは、そのドップラースペクトルの特徴から、基本的にはグラディエント・ドリフト不安定によって生じると考えられている。理論的研究によれば、グラディエント・ドリフト不安定によって生成されるイレギュラリティエコーは、そのドップラー速度が外部電界と外部磁界によって生じる  $E \times B$  ドリフトに対応することが知られている。(Tanaka and Venkateswaran, *J. Atmos. Terr. Phys.*, Vol.44, 1982 など)

MU レーダーではビーム方向を 5~16 方向とする多ビーム観測が行われており、これによって磁力線直交方向のドリフト速度の東西・南北 2 成分の推定が可能である。そこで 1989 年から 1995 年の夏に行われた多ビーム観測のデータから、各 1 時間毎の 2 次元の平均ドリフト速度ベクトルを求めた。図 1 に太陽活動度の高かった 1989 年から 1991 年まで、図 2 に太陽活動度の低かった 1993 年から 1995 年までのそれぞれの期間平均のドリフト速度の時間変化を示す。これを MU レーダー IS 観測に基づく夏季の電離圏の平均的なドリフト速度 (Oliver et al., *J. Geophys. Res.*, Vol.98, 1993) と比較したところ、太陽活動度の低い時は概ね一致したが、太陽活動度の高い時は一致が見られなかった。特に準周期エコーが卓越する 21~0 時の時間帯には、太陽活動度にかかわらず大きな西向きドリフト成分があらわれている。

more than 10 km, and thus the coupling between the *F* region and *E* region, and conjugate ionosphere cannot be neglected. Considering the coupling, the effective electric field,  $E+U \times B$ , is controlled by the conductivity and the neutral wind in the all regions, thus large  $E+U \times B$  could occur.

The coupling with the other region, however, have another effect on the evolution of the midlatitude irregularities. It makes the growth rate of the ionospheric instabilities lower than that in the case without the electrical coupling. The large background  $E+U \times B$  could be achieved only when the coupling is considered, but the coupling would make the growth rate smaller.

As discussed above, the influence of the coupling on the evolution of the irregularities is complex but essential. In this study, the midlatitude ionosphere is numerically simulated including the coupling between the *F* and *E* regions, and conjugate regions, using models of conductivity and neutral wind.

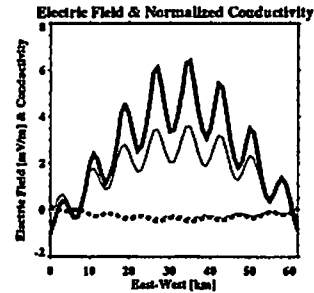


Figure 1 : A result of the numerical simulation. Electric field (solid lines) and field-line-integrated Pedersen conductivity (dashed lines) are shown. Thin lines are initial state, thick lines represent the state at 900 seconds after. Large scale variation corresponds to a variation caused by a TID.

References

- Saito, A., T. Iyemori, M. Sugiura, N.C. Maynard, T.L. Aggon, L.H. Brace, M. Takeda, and M. Yamamoto, Conjugate occurrence of the electric field fluctuations in the nighttime midlatitude ionosphere, *J. Geophys. Res.*, 100, 21,439-21,451, 1995.

更に、多ビーム観測を行った際に各ビームで観測されるエコー強度、ドップラー速度、スペクトル幅の準周期エコーの周期程度の小さい時間空間スケールの変動について現在解析中である。また、本年 8 月に予定されているロケット実験では、準周期エコーが発生している時の背景電場について詳しい観測が行われることになっている。

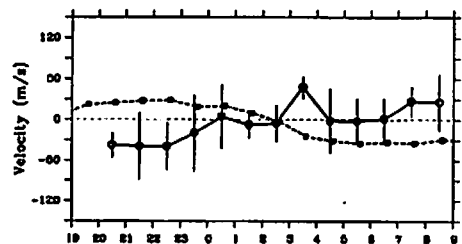


図 1: 1989 年から 1991 年の夏季の MU レーダー多ビーム観測から求められた FAI のドリフト速度の 1 時間毎の磁力線直交東西成分。点線は太陽活動度の高い時の MU レーダー IS 観測に基づく夏季の電離圏 F 領域の平均的なドリフト速度。横軸は日本標準時。

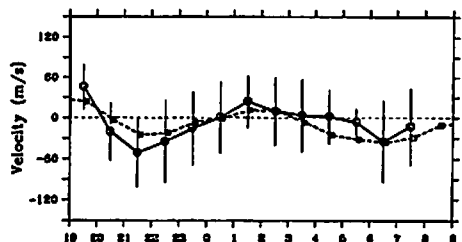


図 2: 図 1 と同じ。但し、1993 年から 1995 年の夏季の観測による。点線は太陽活動度の低い時の夏季の電離圏 F 領域の平均的なドリフト速度。

## B22-09

### SEEK—Sporadic E Experiment over Kyushu— キャンペーン速報

深尾 昌一郎・山本 衛(京大超高度)、早川 基・向井 利典(宇宙研)  
R. T. Tsunoda (SRI International)、SEEK 観測班

A Japan-US collaborative rocket and ground-based observation campaign called SEEK (Sporadic E Experiment over Kyushu) which is designed to elucidate the quasi-periodic structure of Sporadic E layers was conducted in the south of Kyushu in July and August 1996. A preliminary result from this campaign will be reported.

#### 1. はじめに

MUレーダーで発見されたスポラディックE層に伴う準周期構造解明を目指した、ロケット・地上観測キャンペーンSEEK—Sporadic E Experiment over Kyushu—が1996年8月に実施されたのでその速報を行う。

#### 2. QP エコー

MUレーダーによる、Es層に伴うField-aligned echo (Yamamoto et al., 1991) は数分から十分程度の著しい準周期性を示す。しかもechoが高度90kmから130kmの広い範囲で、高高度から低高度に下降することから、Es層は大気重力波によりこの高度域で高度変調を受け波状構造をしているもの、と推定されている(Woodman et al., 1991)。Tsunoda et al.(1994)は、QP echoのドップラーシフトがしばしば背景のプラズマドリフト速度を超える速度を示すことを指摘し、Es層の高度変調に伴い強い分極電界が生じる可能性を見出し、これによるイレギュラリティの発生がQP echoをもたらすモデルを提案している。

このモデルが正当性を持つためには、下層で励起され上方伝搬する大気重力波が、充分大きな振幅を持ってEs層と相互作用をする必要がある。またEs層の周辺で分極電界が発生しているか否かを明らかにすることが必要である。これまでの、主にMUレーダーやFARレーダーを用いた地上観測はイレギュラリティに伴うechoの性質を詳細に明らかにするために必要な、分極電界、電子密度、電子温度等の諸量の観測や、背景の中性大気中の大気波動の観測を行う点において不十分であった。そこで本キャンペーンにおいては、ロケット観測と地上観測を

組合わせた多面的観測を実施しイレギュラリティの構造と生成機構の解明を図った。

#### 3. 観測概要

SEEKは日本の研究者による国際協同研究である。参加者の属する主な研究機関は、文部省宇宙科学研究所、京都大学超高度電波研究センター、東京大学理学部、東北大学理学部、東海大学、郵政省通信総合研究所、宇宙開発事業団、スタンフォード国際研究所(SRI International)、NASA、クレムソン大学、ユタ州立大学である。平成8年8月、ロケットS-3102機(26および25号機の順)を連続して打上げ以下の観測を行う予定になっている。主として26号機ではEs層の大規模(10km以上)スケールの波状構造を、一方25号機では小規模(3m)スケールのイレギュラリティをしらべることが主たる目的である。

1. ダブルプローブ法による電界の空間分布(26号機)
2. 中性大気の高高度分布と時間変動(26号機)
3. プーメラン法による電界の空間分布(25号機)
4. 電子密度の高高度分布(25および26号機)
5. 電子密度の揺らぎ(25号機)
6. 電子温度の高高度分布(25号機)
7. スターセンサーによるロケット姿勢(25および26号機)
8. 磁界測定によるロケット姿勢(25および26号機)

さらに以下の地上観測を1996年7月中旬から実施している。

1. 可搬型VHFレーダー観測(鹿児島県南種子町)
2. 大気光イメージング観測(鹿児島県内之浦町・山川町・大隅町、  
滋賀県信楽町)
3. アイオノンデ観測(鹿児島県山川町、四分寺市他)
4. MFレーダー観測(鹿児島県山川町)
5. MUレーダー(滋賀県信楽町)
6. Chung-Liレーダー(Chung-Li(台湾))

#### 4. まとめ

現在、地上観測の結果が一部得られているのみで、2機のロケットは数日内に打上げられるべく準備が進められている。観測時にはこの結果も含めてSEEKキャンペーン全般について速報を行う予定である。

## B22-10

### SEEK 観測キャンペーンで得られた スポラディックE層電子密度プロファイル

山本真行、小野高幸、大家 寛(東北大学理学部)

The observation of electron number density profile in the sporadic-E  
ionospheric disturbances: SEEK rocket experiment

M. Yamamoto, T. Ono, and H. Oya  
Faculty of Science, Tohoku University

In the E-region of middle latitude ionosphere, the MU radar experiments revealed the new type ionospheric disturbances so called quasi-periodic echoes. This phenomenon have been found in summer season post-sunset period related to sporadic-E ionosphere condition.

In order to investigate the generation mechanism of quasi-periodic irregularities, the SEEK (Sporadic-E Experiment over Kyushu) rocket observation has been planned in August 1996. Two sounding rockets (S310-25,26) will be launched from KSC (Kagoshima Space Center) toward the east to observe the ionospheric parameters including the profile of electron number density by NEI (Impedance probe) on board the both rockets.

#### 1. はじめに

最近のMUレーダーによる電離層E領域の高時間・高空間分解能観測によりその存在が明らかとなった中緯度電離圏におけるイレギュラリティ現象が注目されている。観測されるエコー強度が5~1

0分で準周期的に変化することからQP (Quasi Periodic) エコーと呼ばれるこの現象は、夏季の日没後の時間帯で出現頻度が高く、その周期性から波長20km程度で波打つようなゆらぎの空間構造が推察されている。

#### 2. SEEK 観測キャンペーン

SEEK (Sporadic-E Experiment over Kyushu) 観測キャンペーンは、2機の観測ロケット(S310-25, 26)と地上光学観測ならびにレーダー観測等を用いた総合的な観測により、電離層E領域で発生する電離層擾乱と背景中性大気中の波動現象を同時観測することで、中緯度電離圏におけるイレギュラリティ生成機構の解明を目的としており、1996年8月に鹿児島スペースセンター(KSC)において実施される。ロケットは、中性大気の高高度測定のためのTMA発光雲を発生させることを主目的とするS310-26号機がまず打ち上げられ、続いて15分後に電離層密度ゆらぎ並びに電場などの観測を主目的とするS310-25号機が打ち上げられ観測を行う予定である。

#### 3. スポラディックE電子密度プロファイル

今回着目しているスポラディックE層におけるイレギュラリティ現象の直接観測においては、電離層擾乱の背景となる電子密度の高高度プロファイルは重要であり、電子密度計測装置(NEI)は2機のロケットに搭載され、 $10^3 \sim 2 \times 10^6 / \text{cc}$ のレンジでの電子密度を精度よく測定する。本発表では、SEEK観測における電子密度プロファイルの測定結果を中心に報告する。

### A MU radar-based study of the solar activity variations of the ionospheric temperatures and densities

Y. Z. Su<sup>1</sup>, S. Fukao<sup>1</sup> and G. J. Bailey<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Radio Atmosphere Science Center, Kyoto University, Uji, Kyoto 611, Japan  
<sup>2</sup>The School of Mathematics and Statistics, Applied Mathematics Section, The University of Sheffield, The Hicks Building, Sheffield S3 7RH, UK

The solar activity variations of plasma temperatures and densities in the ionospheric F region are investigated for equinoctial conditions by using MU radar observations from 1986 to 1992.

The variations of the daytime electron temperature with 10.7-cm solar flux index (F10.7) are shown in Figure 1. At all altitudes the correlation of daytime electron temperature with F10.7 is negative at low values of F10.7 and is positive at high values of F10.7. The value of F10.7 at which the correlation changes from negative to positive is about 150.

The daytime ion temperature at low altitudes increase with F10.7. However, when F10.7 is greater than about 150 the rate of increase decreases considerably. The results calculated from the MSIS86 show that, the daytime neutral temperatures also increase nonlinearly with F10.7. The ion temperature increases with increasing altitude and the increase is larger at the lower values of F10.7 because of the greater importance of electron heating. At night, the electron, ion, and neutral temperatures have almost the same values which increase linearly with F10.7.

Below 300 km the electron density also increase nonlinearly with F10.7; the increase rate is much smaller for F10.7 being greater than about 150 than for lower values of F10.7. However, for high values of F10.7 the increase rate increases with altitude. As a result, above 450 km, the increase of electron density with F10.7 is almost linear for all values of F10.7. The fact that the nonlinear variations of the electron density with F10.7 only appear at low altitudes suggests that that the photoionization plays an important role in the nonlinear variations.

### Ionospheric variations over Japan: Studies using MU radar and a theoretical model

N. Balan<sup>1</sup>, Y. Otsuka<sup>1</sup>, G. J. Bailey<sup>2</sup>, and S. Fukao<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Radio Atmosphere Science Center, Kyoto University, Uji, Kyoto 611, Japan.  
<sup>2</sup>The School of Mathematics and Statistics, University of Sheffield, Sheffield S3 7RH, England

The advantages of an incoherent scatter (IS) radar over other ground based instruments are its capabilities to measure several ionospheric parameters over a large altitude range extending well above the ionospheric peak. The ionospheric measurements can also be used to obtain information about the thermosphere through the inter-relationships between ionospheric and thermospheric parameters. The MU radar at Shigaraki in Japan has started its IS mode observations in 1988. The electron density, electron and ion temperatures, and plasma drift velocities measured by the radar during the last ten years have been used to study various aspects of the ionosphere and thermosphere under different geophysical conditions.

In the present paper, the electron density and electron and ion temperature data collected during 1986-1992, when the 10.7 cm solar flux index varied from 66 to 334, are used to investigate the seasonal and semiannual ionospheric variations over Japan. The preliminary results (Figure 1) show that the variation at high solar activity is seasonal at altitudes below about 300 km and semiannual at higher altitudes. The well known seasonal anomaly or winter anomaly, that is, the electron density in winter being larger than that in summer, is present up to an altitude of about 450 km; above this altitude, the electron density in summer becomes larger than that in winter.

The Sheffield University plasmasphere-ionosphere model (SUPIM), which solves the equations of continuity, momentum, and energy balance for the

The results presented in this study suggest that the nonlinear variations in electron and ion temperatures and electron density are caused directly or indirectly by the nonlinear increase of solar EUV flux with F10.7.

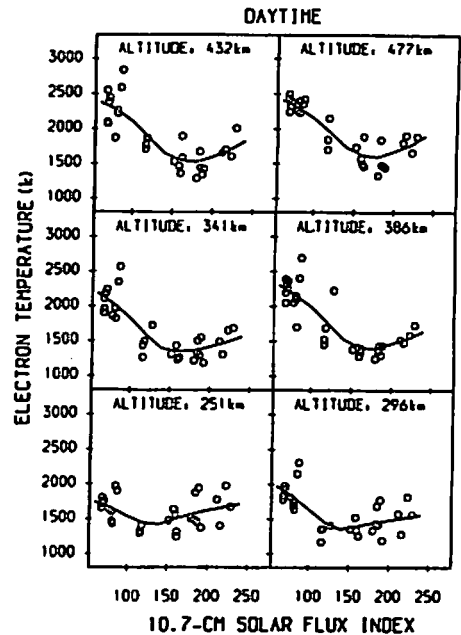


Figure 1. Daily averaged daytime electron temperatures as functions of F10.7 at six altitude ranges. The mid altitude of each altitude range is shown in the top of each panel. The solid curve gives the running average values of the temperatures.

electrons and ions, will be used to investigate the variations at the location of the MU radar and its conjugate point, which in magnetic latitude, corresponds to the location of the Arecibo radar.

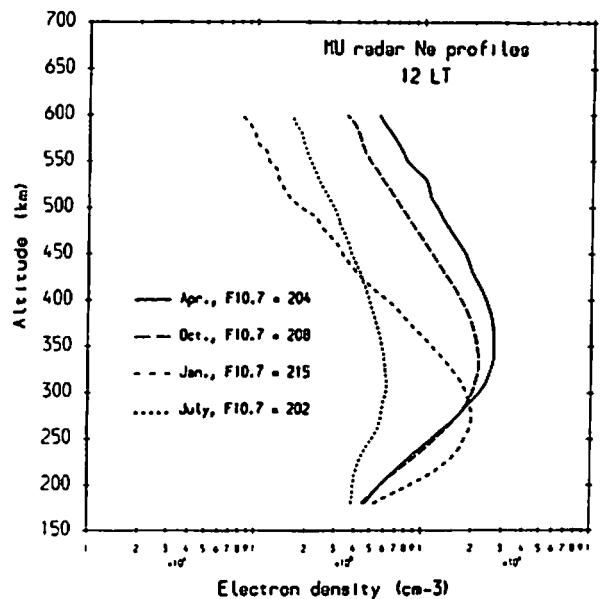


Figure 1. Sample electron density profiles measured by the MU radar in the spring, fall, winter, and summer of high solar activity.



## The Anomaly of Weak Thermospheric Winds over Japan

°B. M. Reddy<sup>1,2</sup>, Y. Otsuka<sup>1</sup>, and S. Fukao<sup>1</sup>

- 1) Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University, Uji, Kyoto-611, Japan.
- 2) National Geophysical Research Institute, Hyderabad-500 007, India.

There is credible experimental evidence that has been published in recent years to unambiguously show that neutral winds in the F-region over Japan are weaker compared to winds at similar latitudes elsewhere, but particularly compared to the American and European longitudes from where an overwhelming data inputs have gone into the existing models. The first evidence came from Oliver et al.(1990) through the MU radar data in the incoherent scatter mode. This was followed by Igi (1995) through the Kokubunji ionosonde data. To check the possibility of any longitudinal differences in the global circulation, horizontal pressure gradients were computed using MSISE-90 model atmosphere for midlatitude stations in several longitude zones (Rishbeth and Fukao,1995) and the results did not support weaker winds over Japan and the anomaly persists.

We propose that two major reasons can contribute to this anomaly. Firstly, the magnetic north pole around which are concentrated heat inputs from Joule heating (due to convection electric fields) and particle precipitation is located around 78°N and 280°E. This is very close to North

America and is exactly on the other side of the Earth for Japan. The magnetic south pole is (76°S and 127°E) around the Japanese longitudes, but far away in the southern hemisphere. Secondly, there is still inadequate quantification of the solar wind energy input into the thermosphere during quiet and disturbed times. The present estimates of the total global thermosphere heating being in the range of 0.3 to 2.1 × 10<sup>11</sup> watts (depending on magnetic activity) may be much less than the solar EUV. But the EUV heating efficiency is now thought to be considerably low because a larger part of it is radiated into space through electronic transitions (Killeen,1987).

If the solar wind-induced heating which depends on the geomagnetic disposition is comparable to the EUV heating which is controlled by the geographic coordinates, then the winds at any place are determined by the geometrical addition of the pressure gradients initiated by these two independent sources of heating.

A careful examination of more than a hundred days of incoherent scatter mode data from the MU radar was done individually. As the amount of energy deposited from solar wind can increase by an order of magnitude during periods of magnetic disturbances, we have used data from disturbed days to test the importance of solar wind-related input vis-a-vis EUV heating. The results provide clues to (a) the anomaly of weaker winds over Japan (b) explain the seasonal morphology of thermospheric winds and (c) a significant contribution from solar wind-related energy inputs.

### References

- 1) Oliver et al. (1990), *J. Geophys. Res.*, 95, 7683-7692
- 2) Igi et al. (1995), *J. Geophys. Res.*, 100, 21323-21326
- 3) Rishbeth and Fukao (1995), *J. Geomag. Geoelectr.*, 47, 621-637
- 4) Killeen (1987), *Rev. Geophys.*, 25, 433-454

## B22-14 中緯度スボラディックナトリウム層の出現高度

○長澤 親生、阿保 真 (都立大・T)

### Appearance Altitude of Sporadic Sodium Layers

Chika NAGASAWA and Makoto ABO  
Tokyo Metropolitan Univ.

Abstract: The mesospheric sodium layers have been observed by the lidar system at Tokyo Metropolitan University for about 4 years. Several characteristics of the mesospheric sporadic sodium layers are analyzed statistically for appearance altitude.

東京都立大学において中間層ナトリウムライダー観測により、従来中緯度においては発生頻度が低いとされていたスボラディックナトリウム層 (Nas層) が夏季を中心に頻繁に観測されることを見出し、電離層スボラディックE層 (Es層) と統計的に相関が良いことを示した (Nagasawa and Abo, 1995)。また、通常より短い時間間隔と高さ分解能を持つイオンゾンデとライダーの同時観測を行い、98km付近に発生したNas層はEs層と強度、高度変化の時間相関が良いが、95km以下に発生したNas層はEs層と直接的な相関は見られず、Nas層の発生機構が高度により異なることが推測された (阿保他, 1994)。

Hansen and von Zahn (1990) は、極域のAndoyaで観測されたNas層を高度100km以上の高高度に発生したものを "thermospheric Nas"、100km以下の低高度に発生したものを "mesospheric Nas" と分類した。mesospheric Nasのピーク密度は背景Na層のピーク密度の10倍にもなるが、thermospheric Nasのピーク密度は背景Na層のピーク密度の1/10以下であった。mesospheric Nasは流星dust particleとNa化合物からのNaの放出により形成され、thermospheric NasはNa<sup>+</sup>のgas phase chemistryで説明できるとしている。Collins (1996) によると、極域のPoker Flatにおいて、thermospheric Nasとしては大きなNas層をオーロラ活動時に観測し、これはNa<sup>+</sup>のgas phase chemistryで説明できず、流星のablation物質のreservoirから発生したものと推測している。

我々の中緯度の解析においても、高度100km付近を境にEs層との相関等が異なるのが見出されている。極域のthermospheric Nasに相当する高度100km以上に出現するNas層の観測例を図1に示すが、Hansen and von Zahnの観測に比べてピーク密度の大きいNas層が発生しており、発生要因が異なることが推測される。

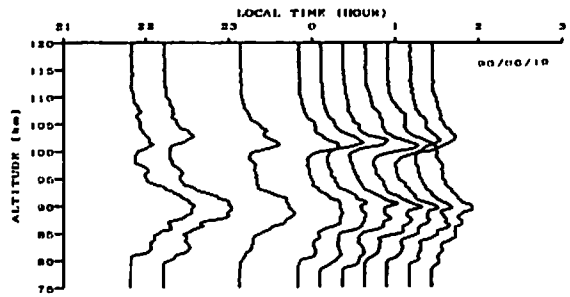


図1 高度100km以上に出現したNas層の観測例

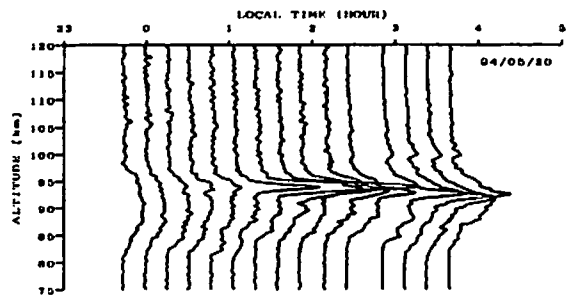


図2 高度100km以下に出現したNas層の観測例

### 参考文献

- Nagasawa, C. and M. Abo (1995) *G.R.L.*, 22, 263-266.
- 阿保他 (1994) 第96回地球電磁気・地球惑星学会講演会, No.A21-10.
- Hansen, G. and U von Zahn (1990) *J.A.T.P.*, 52, 585-608.
- Collins, R.I. (1996) private communication.

B22-15

空電の分散特性を利用した平均的下部電離層高度観測  
 ○大矢浩代、島倉信(千葉大学)

The measurement of the lower ionospheric height by using causative atmospheric whistlers  
 ○H. Ohya and S. Shimakura(Chiba Univ.)

In order to investigate the height and large scale disturbance of the lower ionosphere, it is important to estimate the dispersion characteristics of the Earth-ionosphere waveguide with good precision. Analysing signals of atmospheric whistlers, some results of the height of the lower ionosphere will be shown.

1.はじめに

広領域における下部電離層の平均高度や赤道帯における雷分布の情報を得るには、電離層大地導波管の分散特性を精度良く測定する必要がある。疑似空電と観測された空電信号との位相差を計算することから、伝搬経路の平均的高度と観測源までの伝搬距離を推定する。また、2観測点までの伝搬距離から位置推定を行い、伝搬経路を明らかにする。解析システムの改良によって、測定精度が向上し、時間的あるいは空間的な下部電離層の変動についての考察が可能となった。

2.解析方法

平面大地導波管モデルにおいて、群速度から求められる空電の位相 $\phi(t)$ は次式で与えられる。

$$\phi(t) = 2\pi f_c \sqrt{(t - t_0)^2 - \left(\frac{d}{c}\right)^2} + \phi_0$$

ただし、 $f_c$ は1次モードのcut-off周波数、 $t_0$ は空電の発生源である雷放電の発生時刻、 $d$ は伝搬距離、 $\phi_0$ は初期位相、 $c$ は光速である。上式より、振幅1の疑似空電を作成し、それらの位相差を計算することにより、伝搬パラメータ( $f_c, t_0, d$ )を推定する。そして電離層の平均的反射高度 $h$ は、

$$h = \frac{c}{2f_c}$$

で与えられる。また、各観測点までの伝搬距離 $d$ から球面三角法によって雷放電の位置推定を行っている。

3.解析結果

解析結果の一例を示す。図1は1992年2月7日01:50-01:52(JST)の2分間に名古屋大学太陽地球環境研究所母子里及び鹿児島観測所で同時観測された先行空電の発生位置を示したものである。図中の数字は伝搬経路の平均的反射高度である。東側の空電の伝搬経路上の下部電離層高度のほうがより低くなっているのは、経度方向に電離層が傾いているためとも考えられるが、更に詳細な考察が必要である。講演では、解析結果について報告する。

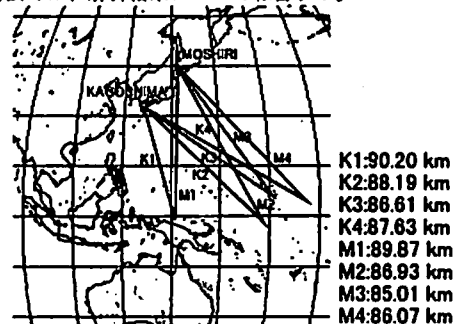


図1 空電の伝搬経路上の下部電離層高度と雷放電の発生位置

B22-16

電子ビーム放出実験中の観測ロケット搭載用標準型インピーダンスプローブの種々の特性  
 \*渡辺 勇三(宇宙研)

Various Frequency Spectra of the Impedance Probe with Electron Beam Experiments Installed on the S-310-24  
 \*Yuzo WATANABE [ISAS]

The impedance probe has been installed on the S-310-24 rocket launched from KSC at 20 JST on the 11th day of February in 1996. Sharp peaks have been observed in the spectra synchronously with the rocket spinning rate. These are interpreted to be generated due to a bias effect of the probe by the electron beam which has been emitted from the rocket to the space. The ion sheath around the probe has been enhanced when the probe has been charged.

はじめに

平成8年2月11日20時00分に鹿児島宇宙空間観測所から発射されたS-310-24号機に搭載されたインピーダンスプローブは此のロケットの主目的である「電子ビームを用いた大気物理実験」を支援する為に電離層の電子密度を高精度で測定した。また電子ビーム放出実験が行われた期間中に種々の多彩なプローブ特性を得ることが出来た。特に放出された電子流がプローブ表面を直撃したと思われる時には突に特異なプローブ特性が得られ検討された結果電子によるプローブの負帯電に基づくバイアス現象であることが明らかにされた。

最後にインピーダンスプローブとロケット機体が電気的に短絡したと思われるような興味あるデータ例を報告する。

I ロケット実験

実験の概要をプローブを主として記述する。挿引時間は電子流の影響を見る為にスピンの半分に設定された。発射の衝撃で振盪を止めている棒が振動してプローブ容量値が僅かに変化した。開頭で屈の観測が始まりその2秒後にアンテナが伸展を始めた。アンテナ容量値は棒が抜ける時に減少しプローブ伸展とともに増加した。やがて電離層プラズマの観測が行われて電子ビーム実験が実施されると多彩な特性が得られた。降下時には電子流とプローブの位置の違いに従って異なる特性が得られた。観測終了後大気圏に突入り折れ曲がって機体に接触してフルレベルを示した。その後根元から切断してゼロレベルを示した。

II プローブ特性

磁場と電子流が角度を持つと磁場に平行な成分が螺旋のピッチを定めて直角の成分が旋回半径を決める。電子流は磁場方向に右ネジを廻すように螺旋運動して平均自由行程を越えた距離で熱化して消滅する。

磁軸と磁場が直交から数十度傾斜して交われば磁場に直角の処で射出された電子流は機殻を直撃しないでその後を通過して元の処に戻る。

機体下方に旋回する時に続く次のデータではプローブと電子銃は共に半周して反対の位置に来る。そして今度は磁場の方向が逆になっているので上方に旋回して機体上方を越えて元の場所の付近に帰還する。

電子銃の下方66cmで155度にあるプローブは1スピンに2度ビーム流に遭うが距離が異なるので2つの異なる型のデータが得られる。

III ピーク状スペクトル特性

351秒~361秒の期間中にスピン周期で急峻なピーク状スペクトルが連続して観測された。ピークはビームに基づく第二のUHRと逆位相の位置に現われた。真空中プローブ等価容量値まで上昇して平坦な状態を保った。その時間幅は時間と共に規則正しく変化した。下降時はCR放電特性を示した。低いレベルはUHRのレベルを下まわらない。帰還ビームによる高電子密度の場合に出現してビーム実験の後半部分では通常のビームを持つプラズマ中の周波数スペクトルになっている。

この現象は電子流のプローブ直撃で説明される。電子流は磁場に直角に打ち出されるとジャイロ旋回するがMPR共鳴の観測と屋姿勢計の観測結果から、磁軸と磁場は70°の角度を持つので機殻の側方を通過して周期的にプローブの表面を直撃する。プローブは負に帯電して周辺のイオンシースが増える。ほぼ真空中のプローブ等価容量値を示すがビームが去ると回路常数とプラズマで定まる時定数で放電特性を示す。真空中容量値の幅の時間的変化は電子ビームの漏れている状態、或は、磁場と機軸と機殻の幾何学的な位置が時間と共に変化することに基づく。

終りに

上述の特異なプローブ特性の他の現象としてビーム実験の終了直前にスピン周期でプローブ等価容量値がフルレベルを示すような短絡現象が見出されたので今後の課題として検討を試みたいと考えている。

謝辞

実験主任に感謝致します。搭載機器は明星電気が担当されました。

文献：渡辺、プラズマ共鳴特性、宇宙研報告、12巻、2号-A、1976年

B22-P32

アラスカ・ポーカーフラットにおける  
イメージング・リオメータによる銀河雑音吸収の観測

村山 泰啓<sup>1</sup>, 森弘隆<sup>1</sup>, 貝沼昭司<sup>1</sup>, 石井守<sup>1</sup>, 五十嵐喜良<sup>1</sup>,  
山岸 久雄<sup>2</sup>, 西野 正徳<sup>3</sup>

1. 通総研 2. 国立極地研 3. 名大STE研

CNA Observation with the Imaging Riometer  
at Poker Flat, Alaska

Y. Murayama<sup>1</sup>, H. Mori<sup>1</sup>, S. Kainuma<sup>1</sup>, M. Ishii<sup>1</sup>,

K. Igarashi<sup>1</sup>, H. Yamagishi<sup>2</sup>, and M. Nishino<sup>3</sup>

1. CRL 2. NIPR 3. STEL, Nagoya Univ.

An imaging riometer equipped with a 16x16 array antenna has been observing 38.2 MHz CNA (cosmic noise absorption) at Poker Flat, Alaska, since October 1995. Two-dimensional CNA images clearly show evident absorption belt across the sky which deforms and vanishes in a few minutes, demonstrating clear coincidence with the visual aurora observed with the Poker Flat all sky camera operated by Geophysical Institute of University of Alaska Fairbanks.

はじめに オーロラ帯に位置するアラスカ・ポーカーフラットにおいて、1995年10月からイメージング・リオメータによるCNA(銀河雑音吸収)観測がアラスカ大学地球物理研究所(GI)と通信総合研究所の協同で行われている。ポーカーフラットでは、1996年になってからGIによって比較的継続した全天カメラ観測が行われており、その1分値が公開されている。ここでは、イメージング・リオメータによるCNA観測をGIの全天カメラデータなどと比較する。

CNA観測 イメージング・リオメータの受信周波数は38.2 MHzで、最小ビーム幅6°をもつ256ビームによって、高度90 kmに換算して約400 km x 400 kmの視野のCNAを観測する。水平分解能は天頂付近で11 km、時間分解能は1秒である。天頂角の大きい視野周辺部の48ビームではメインビームが形成されていないため、実際には208ビームが使用可能である。

全天カメラとの比較 図1は1996年3月20日の観測例で、CNAは各ビームのデータを同じ大きさのピクセルにして、魚眼レンズ像に近い表示にしている。最上部のパネルが10:28:28 UTで、1分間隔で下方へ時間が経過する。10:28-10:29 UTにイベントが始まり、10:30 UTごろ最も

可視オーロラが明るくなり(CNAは強くなり)、onsetから約分以内にオーロラ・CNAの強いアークは消え、recovery phaseへ移ったものと推測される。CNAと全天カメラ(ASC)画像はかならずしも全く同じ現象を捉えないものの、イベントの推移やアークの形状・時間発展に類似が見られる。この日のΣKpは28+であった。ここでは必ずしも視野が同じでないことを考慮する必要があるが、ASC・CNAデータを同じ水平面上に投影することで改善可能である。

なお、米メリーランド大のグループが計画・開発中のGulkona(約200 km南方)のイメージング・リオメータでCNA画像を出せるようになれば、3角法によるCNAの高度推定も可能になるなど、リオメータ観測の新しい展開に寄与しうる[P. Stauning, JATP, 1996]。

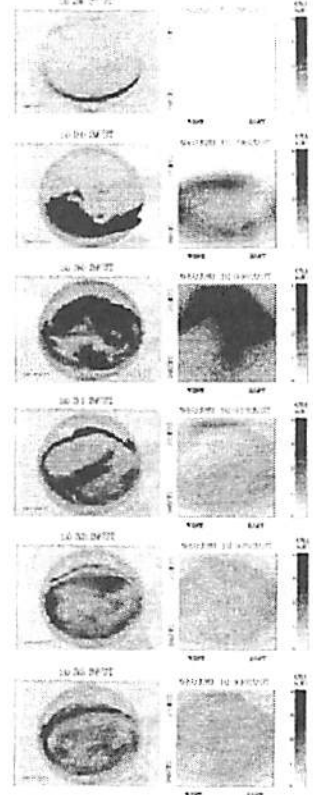


Figure 1 (right): Comparison of CNA images of the Poker Flat imaging riometer (right column) with the all sky camera (ASC) negative images at Poker Flat (left column), at an interval of 1 min since 10:28:28 UT on 20 March 1996. CNA data are shown as quasi-fish-eye images. For images of the both data, top is to north and right is to east magnetically. The Poker Flat ASC is operated by Geophysical Institute of University of Alaska Fairbanks.

B22-P33

EISCAT によって観測された移動性電離層擾乱の  
相対位相および振幅 (II)

嶋村武彦, 柴田 喬 (電気通信大学), 藤井良一 (名大STE研)

Relative Phases and Amplitudes of TIDs  
observed by EISCAT (II)

T. Shimamura, T. Shibata (Denki-tsushin Univ.),  
and R. Fujii (STE Lab., Nagoya Univ.)

Atmospheric gravity waves (AGWs) produce wavelike perturbations, so-called Traveling Ionospheric Disturbances (TIDs), in the ionospheric electron density, ion drift velocity, electron and ion temperatures. The aim of this investigation is to derive the typical phase and amplitude behaviour of AGW induced TID in the auroral ionosphere by making use of the EISCAT CP1 data. The phases and amplitudes of the different TID parameters, their relationships and height variations have been analysed in order to find average characteristics of the ionospheric response to AGW.

大気重力波 (AGW) は電離層プラズマとカップリングして移動性電離層擾乱 (TID) を引き起こす。IS レーダー観測では、その TID を電子密度 ( $N_e$ )、電子およびイオン温度 ( $T_e, T_i$ )、イオンの視線方向ドリフト速度 ( $V_i$ ) 等の複数のプラズマパラメータの変動として捉えることができる。

本研究は、時間 5 分、高度約 3km の分解能を持つ EISCAT レーダーによる CP1 観測データを使用して、高度 100~250km の E 層および下部 F 層領域における  $N_e$ -TID,  $T_e$ -TID,  $T_i$ -TID,  $V_i$ -TID 相互の位相関係、振幅関係を調査し、AGW に対する電離層プラズマの応答機構を明らかにすることを目的としている。

解析にあたっては、まず、生データに 2 次元フィルターをかけて時間空間領域での高周波成分を取り除き、その 5 時間幅移動平均操作から各パラメータの背景値 ( $N_{e0}, T_{e0}, T_{i0}, V_{i0}$ ) を決定し、それらを差し引くことにより相対

変動量、 $\Delta N_e/N_{e0}, \Delta T_e/T_{e0}, \Delta T_i/T_{i0}, \Delta V_i$  を求めている。次いで、得られた変動量の時間-高度フレーム上の構造を調査するとともに各時系列を観測高度ゲート毎にスペクトル解析し、4 つの変動パラメーターに共通する卓越成分が連続する高度ゲートに存在することを条件として、TID の変動周期を決定した。スペクトル解析には短時系列からも高分解能のパワースペクトルが得られる MEM を用いた。各変動量データは、決定された TID 周期を中心とする適当なバンド幅の帯域通過フィルターによって帯域制限され、それに正弦波をフィッティングさせることによって、TID 変動振幅と位相を決定している。解析の結果では、全観測時間帯の全観測高度で着目する TID が継続的に存在するという状況にはないため、フィッティング処理における誤差を検討し、誤差の小さいケースを議論の対象とした。

表 1 は解析結果の一部をまとめたものである。1992 年 7 月 31 日、8 月 2 日、8 月 4 日に観測された周期 60~240 分の TID について、 $T_e$ -TID を基準とした  $N_e$ -TID,  $T_e$ -TID,  $V_i$ -TID それぞれの相対位相、 $\varphi_{\Delta N_e - \Delta T_e}, \varphi_{\Delta T_e - \Delta T_i}, \varphi_{\Delta V_i - \Delta T_e}$  を示している。表 1 より、 $\Delta T_e$  と  $\Delta T_i$  の位相差は TID の周期にかかわらずほぼ 0° で同位相とみなし得るが、他のプラズマパラメーターの相対位相に関しては TID 周期による差異があり、変動周期に対する依存性の存在が示唆される。

紙幅の制約より、詳しい議論は発表時に譲る。

なお、本研究において使用したデータは名古屋大学太陽地球環境研究所の EISCAT データベースから供給されたものであることを申し添える。

表 1. 1992 年 7 月 31 日、8 月 2 日、4 日に観測されたプラズマパラメーターの変動の相対位相

相対位相	7/31	7/31	7/31	8/2	8/4
	T=240 min	T=100min	T=60min	T=150min	T=165min
$\varphi_{\Delta N_e - \Delta T_e}$	—	90±5°	180±20°	-80±10°	-70±30°
$\varphi_{\Delta T_e - \Delta T_i}$	-20±10°	20±10°	-20±20°	-30±10°	-30±20°
$\varphi_{\Delta V_i - \Delta T_e}$	90±30°	-180±30°	-150±10°	—	-150±30°
$\varphi_{\Delta N_e - \Delta T_i}$	—	45±40°	-180±30°	-45±45°	-45±45°

(一部は測定不能を意味する。)

°太田 晋久<sup>1</sup>, 丸山 隆<sup>2</sup>, 奥澤 隆志<sup>1</sup>, 大高一弘<sup>2</sup>, 森岡 昭<sup>3</sup>, 加藤 浩文<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>電通大, <sup>2</sup>通総研, <sup>3</sup>東北大理, <sup>4</sup>HIIT

On determination of the mean ionospheric height  
in the observation of total electron content

°Yoshihisa OHTA<sup>1</sup>, Takashi MARUYAMA<sup>2</sup>, Takashi OKUZAWA<sup>1</sup>,  
Kazuhiro OHTAKA<sup>2</sup>, Akira MORIOKA<sup>3</sup> and Hirofumi KATO<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>Univ. Electro-Comm., <sup>2</sup>Comm. Res. Lab., <sup>3</sup>Tohoku Univ., <sup>4</sup>HIIT

An unknown integral constant must be determined for calculating relative TEC (Total Electron Content) from the differential Doppler frequency measurements at the ground by receiving two coherent signals (149.988 MHz, 399.968 MHz) transmitted from the NNSS (Navy Navigation Satellite System) satellites. When we use "two-station method"[1] which matches the equivalent vertical TECs from two stations by least squares minimization, the integral constant to be determined depends greatly on the assumed mean ionospheric height. It is exemplified in this paper that if we applied this method to the data set from three stations, Kokubunji, Sendai and Ebetsu, the mean ionospheric height can be uniquely determined.

電離圏全電子数 (TEC) の測定法の一つに差分ドップラー法がある。この測定法では衛星から送信される 2 周波のビーコン電波のドップラー周波数偏移を測定することにより TEC の時間変化率を求めることができるが、未知の積分定数を決定しなければ TEC そのものを評価することはできない。この積分定数の推定法に 2 点観測法 [1] があり、この方法では衛星のパスに沿って並んだ 2ヶ所の地上観測局で同一の衛星を観測する。この際、適当に基準高度を仮定し、両観測局の観測データの中から衛星と地上観測点を結ぶ直線と基準高度との交点の緯度が等しいものを選び出し、これに対応する TEC<sub>v</sub> (TEC の鉛直方向への換算値) の残差の自乗和が最小となるようにそれぞれの積分定数を決定する手順がとられる。しかし、この方法により求められる積分定数は仮定した基準高度に依存する。そこで、基準高度を正しく選択することが重要となるが、最適基準高度を客観的に決定する方法は今までに確立されていない。

本研究では 3 観測局のデータセットに対して 3 通りの組み合わせに 2 点観測法を適用し最適基準高度を決定するとともに結果の物理的検討を行う。

1994 年 5 月 20 日 21 時 40 分 (JST) 頃に国分寺 (35.7°N, 139.5°E)、仙台 (38.3°N, 140.9°E)、江別 (43.1°N, 141.6°E) の 3 局において観測された NNSS (Navy Navigation Satellite System) 衛星 (高度約 1100 km, 軌道周期約 110 分) から送信される 2 周波 (149.988 MHz, 399.968 MHz) のビーコン電波のドップラー周波数偏移のデータセットについて、国分寺-仙台、国分寺-江別、仙台-江別の 3 通りの組み合わせに 2 点観測法を適用した。基準高度を逐次変化させた場合の積分定数の変化を図 1 に示す。図から明らかなように、ある特定の基準高度 (この場合約 350 km) のときに各観測局での積分定数が一意的に決定できる。

このとき、国分寺における同時帯のイオンゾンデにより観測された電離圏伝送係数 M(3000)F2 より電子密度最大点高度を推定する [2] と約 320 km であった。この時間帯では電離圏の上側は下側よりも層が厚いため電子密度の重心高度は電子密度最大点高度よりも高くなると思われる。したがって、基準高度を約 350 km に選択することは物理的にも妥当であると考えられる。

なお、他の解析例を含めた関連する議論は発表時に譲る。

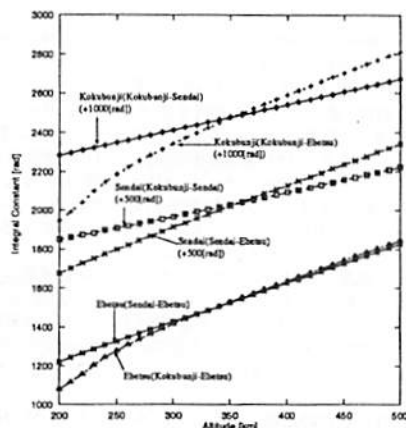


図 1. 基準高度に対する積分定数の変化

参考文献

- [1] Leitinger, R., G. Schmidt and A. Tauriainen, *J. Geophys.*, **41**, 201, 1975
- [2] Shimazaki, T., *J. Radio Res. Labs.*, **2**, 85, 1955

°関藤 憲秀<sup>1</sup>, 小川 忠彦<sup>1</sup>, 山本 衛<sup>2</sup> (°名大STE研, °京大超高層)

MU Radar Observations of E Region FAI Turbulence

°N. Sekito<sup>1</sup>, T. Ogawa<sup>1</sup>, and M. Yamamoto<sup>2</sup>  
(°STE Lab., Nagoya Univ., °RASC, Kyoto Univ.)

By using the MU radar, relations among echo power, Doppler velocity, and spectral width of the radar echoes due to midlatitude E region field-aligned irregularities (FAI) are studied in detail. As opposed to radar observations at equatorial and high-latitude and theoretical expectation, clear correlations among them are not found in general because they are usually modulated with short-period (5-10 min) atmospheric gravity waves.

MU レーダーの観測により、中緯度の電離圏 E 領域に出現するスポラディック E 層に伴う電子密度の沿磁力線不規則構造 (Field-Aligned Irregularities: FAI) の研究はかなり進展した。すなわち、レーダーエコーが準周期型 (~10 分で周期的に発生と消滅を繰り返す筋状のエコー) と連続型 (長時間安定して存在する層状のエコー) の 2 種類に分けられること、準周期エコーと大気重力波との関係、FAI の運動や乱流の様子などが明らかにされてきた。本報告では、レーダーエコーのドップラースペクトルからモーメント法を用いて導出される三つのパラメータ (エコー強度: P、平均ドップラー速度: V、スペクトル幅: W) の関係を求め、中緯度 FAI のプラズマ乱流について詳細に調べる。

解析に用いたデータは 1995 年 6 月 12 日 ~ 17 日の日没から日出にかけて MU レーダーで得られたものである。例として、6 月 15 日 2100 ~ 2300 LT に観測されたレーダーエコー強度の range-time intensity (RTI) プロットを Fig. 1 に示す。比較的安定したエコー層が 100 km 高度を挟んで二つ存在していること (2 層の Es 層?)、これらに周期が 5 ~ 10 分の準周期型エコーが重畳していることが分かる。図 2 には、高度 96 km、2131.07 ~ 2210.19 LT のデータについて、(a) V - P、(b) V - W、(c) W - P の関係がプロットされている。a 図では  $P \propto V^2$  (あるいは、 $\propto V^1$ ) の関係がありそうであるが、b 図ではあまり相関が見られない。また、c 図では相関があるといえる。

赤道域やオーロラ帯の E 層 FAI のレーダー観測や、FAI を作る gradient-drift 不安定な非線形理論から、 $P \propto V^2$  や  $W \propto V^2$  の関係が予測されているが、我々の中緯度での観測からはこのような関係が明白には読みとれない。その原因として、①中緯度では地球磁力線が斜めであるため、既存の非

線形理論がそのまま適用できない、②短周期 (数分 ~ 10 分) の大気重力波で P、V、W が常に変調されており、理論との単純な比較ができない、などが考えられる。

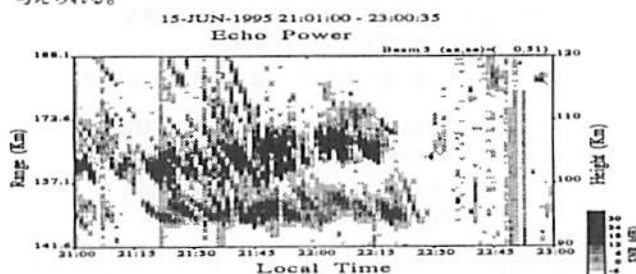


Fig. 1. MU radar RTI plot obtained between 2100 and 2300 LT on June 15, 1995.

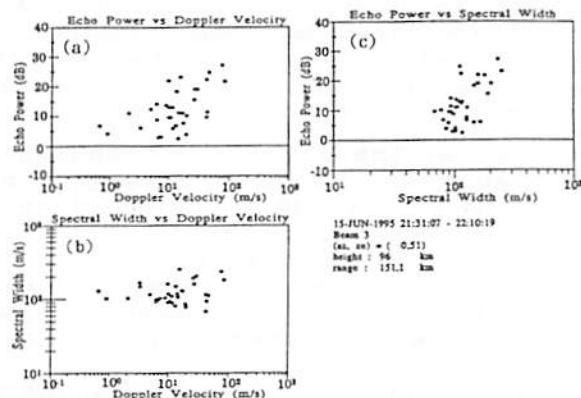


Fig. 2. Scatter plot of (a) velocity vs. echo power, (b) velocity vs. spectral width, and (c) spectral width vs. echo power at 96 km altitude between 2131.07 and 2210.19 LT.

B22-P36 赤道異常の日々変動特性

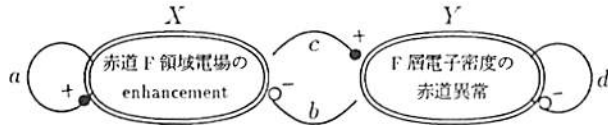
高見 友幸 深尾 昌一郎 (京大超高層)

The day-to-day variability of the equatorial ionization anomaly

T. Takami and S. Fukao  
(Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University)

We discuss the equatorial ionization anomaly at midnight with the evening enhancements of the equatorial F region electric field. We note the correlation between the equatorial ionization anomaly and the eastward wind in the F region.

高太陽活動期の深夜に起こる F 層電子密度の赤道異常を赤道夕方 F 領域電場 enhancement と関連させて議論したい。特に、赤道異常の日々変動の周期性に注目する。昼間の赤道異常の周期性については、下層大気から E 領域に伝搬してきたプラネタリー波によるものとして説明づけるのが主流である。



上図は、深夜の赤道異常と夕方赤道電場 enhancement の結合過程のダイアグラムである。夕方 F 領域の (1) 東向き風 は F 層ダイナモが引き起こす E-F 層の電気的結合で F 領域 (2) 東向き・西向き電場 enhancement を生成し、そのうちの東向き電場 enhancement が赤道噴水効果を通じて F 層電子密度の赤道異常を引き起こす。電場 enhancement が大きいほど赤道異常は大きい(この増幅作用を結合係数 c で示す)。一方で、E-F 層の電気的結合は (3) 同様のメカニズム で F 領域 (4) 鉛直下向き電場 enhancement を生成する。この電場 enhancement は (5) 東向き風を加速することとなり、これがよりいっそう E-F 層の結合を強め、電場 enhancement を増幅する結果となる(この自己増幅作用を結合係数 a で示す)。ところで、赤道異常が生じると、赤道 F 層の電子密度は減少し、F 層ダイナモが引き起こす E-F 層の結合が弱まるので、電場 enhancement

は小さくなる(この抑制作用を結合係数 b で示す)。また、一度度以上赤道異常は拡散により抑制される(結合係数 d)。電場 enhancement の度合いを X (0 ≤ X ≤ 1)、赤道異常の度合いを Y (0 ≤ Y ≤ 1) で表すとすれば、これらの時間発展を示す差分方程式は次式で表されることになる。

$$X_{n+1} = f(aX_n - bY_n) \quad Y_{n+1} = g(cX_n - dY_n)$$

f, g の関数形は、今しばらく問わない。とりえず単調増加関数であればよい。こうした差分式で記述できる系は自然界にいくつかあって、それらは周知のように、周期構造あるいはカオスを生み出す。たとえば、X, Y をそれぞれ興奮性、抑制性ニューロン群とみなしたときの神経回路網がそれである。このように、東向き風 電場 enhancement-赤道異常の結合システムを採用するならば、それ自身で周期構造あるいは不規則性を作り出すことができるわけで、赤道異常の周期性を説明するために、わざわざプラネタリー波のような外部からの強制的振動項を導入する必要はない。

上記の下線部(1)~(5)は仮説であって、上記シナリオが成立するためには、少なくとも、この仮説がまず受け入れられなければならない。(1)は夕方東向き電場 enhancement に対する Farley et al.(1986)のモデル、(2)~(5)については、前回の講演で我々が報告した。要は、赤道夜間の電場の平均日変化・季節変動、熱圏大気の Superrotation を説明するひとつの単純な物理モデルが存在するというのである。シナリオのキーとなる赤道 F 領域東向き風については、信頼に足る観測データは存在しないが、F 層ダイナモが完全に作動しているならば、東向きプラズマドリフト速度 (V<sub>IE</sub>) がその役目を果たしてくれるはずである。講演では、CEDAR データベースから得られた Jicamarca の F 層プラズマドリフト (1985~1993 年) に基づいて、より詳細に仮説(1)~(5)を検証したい。(1) V<sub>IE</sub> と夕方東向き・西向き電場 enhancement が正の相関をもつかどうか、(2) V<sub>IE</sub> が強い日には、朝方に西向き・東向き電場 enhancement が出現しているかどうか、(3) 単一日の V<sub>IE</sub> の変動に enhancement 的な特徴が見られるかどうか、(4) 見られるとするならば、東西電場 enhancement とのタイミングが合っているかどうか、が問題となる。そして最終的には、東向きプラズマドリフト (=東向き風) の日々変動パターンが赤道異常の日々変動パターンと一致しているかどうか、ということで上記シナリオの正否が決まる。

- 参考文献  
1) Takami et al., *J. Geophys. Res.*, **101**, 5773, 1996  
2) 高見 他, 第 99 回 SCEPSS 講演予稿集, 1996

B22-P37 全地球的地磁気 Sq 場の逐日変化

竹田 雅彦 (京大・理)

Day-to-Day variation of equivalent current system of the geomagnetic Sq Field

M. Takeda (Faculty of Science, Kyoto University)

Day-to-day variation of the external Sq current vortex was examined from the global Sq analysis. Effect of the UT variation were removed by subtracting the monthly averaged value of each UT. Both Intensities and locations in both hemispheres of the current vortex show day-to-day variation pattern of the intensity of the northern vortex by Takeda (1984).

地磁気 Sq 場は主に電離層ダイナモによる電離層電流が原因であるので、その逐日変化は、電離層電気伝導度・風・電場の少なくとも 1 つの変化が原因である。今回は、全地球的な球関数解析により求めた UT1 時間毎の Sq 等価外部電流系の逐日変化を調べた。注目したパラメータは南北両半球の電流渦強度及び中心位置(緯度・経度)である。UT 変化の効果を除くため各 UT 別に各月の平均を求め、それを差し引いた値を調べた。図 1・2 はこのようにして求めた両半球の Sq 電流渦の強度と緯度の逐日変化の例を 1980 年 3 月 1 ヶ月分について示したものである。1980 年 3 月 1-18 日について Takeda(1984) で述べられた、北半球の Sq 電流強度変化パターンが南半球渦強度にも見られることや渦中心緯度にも現れることがわかる。

学会講演時には、さらに等価電流系の数日-十数日間の周期の変化の構造についても触れる予定である。

References

Takeda, M., *J.A.T.P.*, **46**, 911-915, 1984.

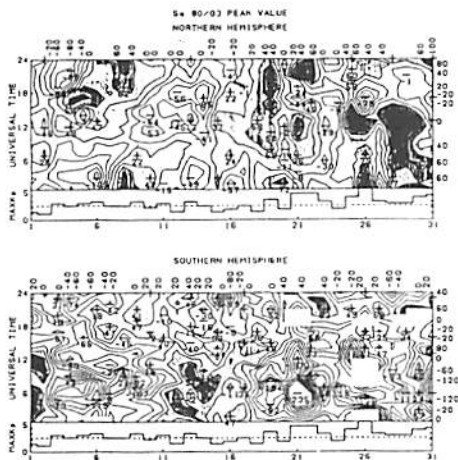


Fig. 1 Day-to-day variation of the intensities of the external equivalent Sq current vortex of the northern (top) and southern (bottom) hemispheres in Mar. 1980.

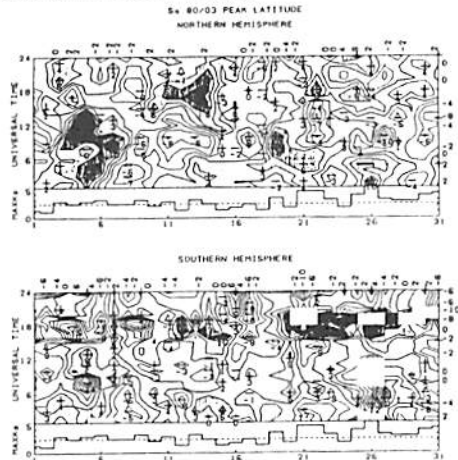


Fig. 2 Same as in Fig. 1 but of the latitudes.

B会場

10月22日(火)

16:48~17:36

# 大気放射

## Atmospheric Radiation

oral: B22-17~20

poster: B22-P19~P27

座長 高橋幸弘 (東北大・理学部)  
中村卓二 (京大・超高層電波研究センター)

SPRITES' 96 キャンペーン速報 :

1. 光学観測の経過と結果の概要

◦ 福西 浩, 高橋 幸弘, 藤戸 学, 渡邊 芳明, 坂野井 和代, 渡部 重十 (東北大学大学院理学研究科), U. S. Inan (スタンフォード大学), W. A. Lyons (FMA Research社)

SPRITES' 96 Campaign: I. Optical Observations and Major Results

◦ H. Fukunishi, Y. Takahashi, M. Fujito, Y. Watanabe, K. Sakenoi, S. Watanabe (Tohoku Univ.), U. S. Inan (Stanford Univ.), W. A. Lyons (FMA Research Inc.)

We observed the fast motions of sprites and elves using a framing/streak camera with an exposure time of 500 μs and a 16-ch array photometer with a sampling time of 52 μs in the SPRITES'96 campaign carried out at Yucca Ridge Field Station in July 1996. An important finding is that the motion of elves is always downward, while sprites appear initially as dots at ~65 km altitude, and then the luminous region expands upward and downward simultaneously, forming the head and tendril structures, respectively.

1. はじめに

雷放電に伴う超高度発光現象のメカニズムを解明するために米国コロラド州 Yucca Ridge (40.6°N, 104.9°W) にて 1994 年、1995 年と 2 度にわたりキャンペーン観測が実施され、大きな成果が得られたが、本年もさらに規模を大きくして 16 の機関が参加し、1996 年 7 月 1 日 - 31 日の間 SPRITES' 96 が実施された。我々は昨年のキャンペーン観測 (SPRITES' 95) に初めて参加し、狭視野の高速フォトメーター観測によって下部電離圏で Sprites に先行して大規模な発光現象が起こることを発見し、"Elves" と命名した (Fukunishi et al., 1996)。その結果、雷放電に伴う成層圏・中間圏・下部電離圏の発光現象には少なくとも、Elves, Sprites, Blue Jet の 3 つのタイプがあることが明らかになった。SPRITES' 96 の目的はこれらの発光現象と ELF-VLF 電波現象、電離圏擾乱を同時に観測し、発光の物理機構を明らかにすることである。

2. 光学観測システムの特徴と観測経過

Elves, Sprites 現象の特徴は継続時間がきわめて短いことである。Elves

は 1 ms 以下、Sprites は数 ms 程度である。したがって通常の高感度 CCD カメラ (露出時間 17 ms) ではこの現象の時間・空間変化をとらえることができない。我々は昨年度の観測に狭視野 (鉛直 1', 水平 9.5') の 4 チャンネルフォトメーター (サンプリングタイム、15 μs) を使用し、速い時間・空間変化をとらえることに成功したが、本年度はこのフォトメーターを 427.8 nm 観測用のフィルターフォトメーターとして使用し、新たに、1) 超高速撮像が可能なフレーミング・ストリークカメラ (露出時間 250 - 1000 μs で使用)、2) 鉛直方向に 16 チャンネル並べたアレイフォトメーター (各チャンネルの視野は 0.5', 全視野は 16', サンプリングタイム、52 μs)、3) CCD カメラ (近赤外まで感度をもち露出時間は 17 ms) の 3 種類の観測器を用意した。これらの観測器を使用し、1996 年 7 月 1 日 - 31 日の期間の 10 夜にわたって観測を実施した。また、スタンフォード大学の広帯域 VLF 波形データをフォトメーターデータと同時に記録した。さらに解析には、W. A. Lyons の 11 付き CCD カメラのデータも使用した。その結果、Elves と Sprites 現象に関して以下のような新事実を発見することができた。

3. 結果の概要

- 1) フレーミング・ストリークカメラとアレイフォトメーターにより初めて Elves と Sprites の超高速の動きをとらえることに成功した。また CCD カメラにより初めて Sprites の中心部に存在するドット構造が明らかになった。
2) Elves を伴う Sprites に関しては、VLF 電波で同定される雷放電の開始直後に Elves の発光が 100 km 付近でまず起こり、発光領域が下向きに光速の 1/5 - 1/10 程度で移動する。次に高度 65 km 付近にドット構造が出現し、このドットから上向きと下向きに発光領域が拡大する。上向きの発光は Head を、下向きの発光は Tendril を形成する。
3) Elves を伴わない Carrot 状の Sprites に関しては、高度 60 - 70 km 付近がまず発光し、発光領域が上向きに光速の 1/5 - 1/10 程度で移動し、その後 Head 部が急激に増光し、これが弱まる段階で最上部 (Hair) が増光する。

謝辞: 今回の観測のためにフレーミング・ストリークカメラを提供していただいた浜松フォトリクス株式会社に感謝いたします。

「名古屋」および「つくば」において

測定されたオゾンミリ波分光観測結果の比較

◦ 前川昇司, 小川英夫, 河嶋公昭 (名大理) 岩坂泰信 (名大STE研) 中根英昭, 二宮真理子 (国立環境研)

Comparison of millimeterwave data of atmospheric ozone observed at Nagoya and Tsukuba

◦ S. Maekawa, H. Ogawa, K. Kawabata (School of science, Nagoya Univ.) Y. Iwasaka (STEL, Nagoya Univ.) H. Nakane, M. Ninomiya (NIES)

The J=61A-G0,6 (110.836GHz) line of strato-mesospheric ozone has been measured employing a millimeterwave ozone sensor equipped with a superconductive mixer since 1992 at Nagoya. Since Oct. in 1995, NIES (Tsukuba) started a measurement of atmospheric ozone using the same millimeter wave spectrometer at Nagoya. We made a comparison between these ozone data obtained at Nagoya and Tsukuba.

オゾンのミリ波分光観測では成層圏から中間圏にかけて存在するオゾンの濃度を測定することが可能である。名古屋大学では超伝導 (SIS) ミキサを使用したオゾンミリ波スペクトル観測装置を開発し、以後、大学内 (36°N, 137°E) でこれを用いた観測を行ってきた。

このたび、これと同種の装置が国立環境研究所 (つくば: 36°N, 140°E) に設置され、95 年 10 月より本格的に観測を開始した。

そこで、今回新たにつくばで得られたデータと名古屋のデータの比較を行なった。ここでは、95 年 11 月から 96 年 2 月にかけて観測された高度 38km 付近のオゾン濃度の変動を、図 1 に示す。上がつくばで観測されたデータ、下が名古屋で観測されたデータである。

95 年 11 月下旬から 12 月の中旬にかけての期間、この高度でのオゾン濃度はかなり高く、これがその後 12 月中旬に急激に減少し、下旬にはやや回復していることが、どちらのデータからも見てとれる。高度 50km 以上の領域では、高度が高くなるほどこの変動は顕著ではなくなるものの、中間圏までにわたって同様の傾向が確認された。

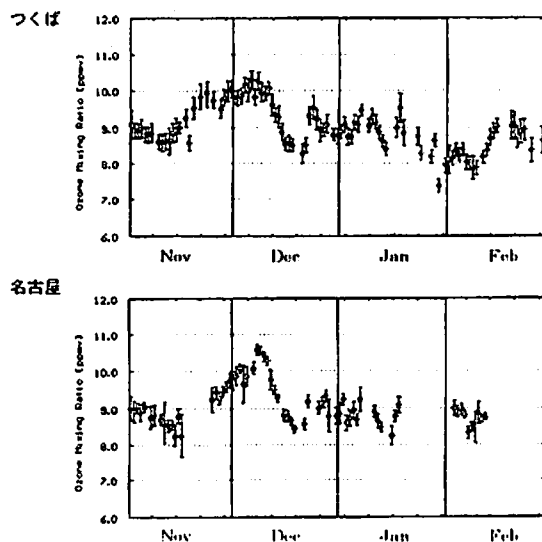


図 1 観測されたオゾン濃度の変動。上がつくば、下が名古屋。(95 年 11 月 - 96 年 2 月、高度 38km でのデータ)

## B22-19

### ライダー及び気球搭載パーティクルカウンターによる極成層圏雲の観測結果の比較

藤野一啓, 藤原玄夫 (福岡大学理学部)  
林政彦, 柴田隆, 岩坂泰信 (名古屋大学太陽地球環境研究所)

Comparative studies of the lidar and balloon-borne optical counter measurements of polar stratospheric clouds

I. Fujino, M. Fujiwara (Dep. Appl. Phys., Fukuoka Univ.)  
M. Hayashi, T. Shibata, Y. Iwasaka (STE Lab., Nagoya Univ.)

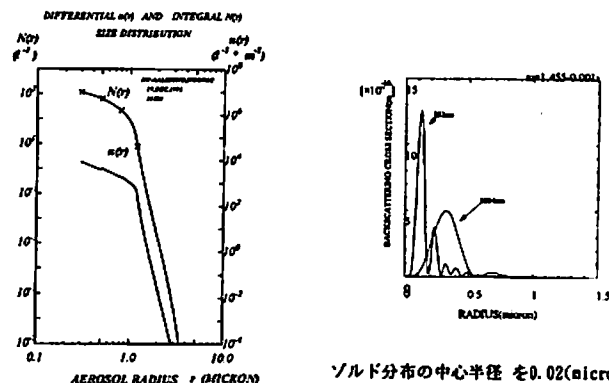
The results of the measurements of Polar Stratospheric Cloud (PSC) by lidar and balloon-borne optical particle counter (OPC) are compared based on the Mie particle scattering theory. From the integrated particle size distribution measured by the OPC, the differential size distribution functions are calculated using Spline, which are multiplied by the backscattering cross sections of individual particle calculated by the Mie theory, and integrated over the size of the particle to obtain the lidar backscattering coefficients for two wave lengths, 532nm and 1064 nm. Lidar backscatterings are consistent with the OPC results only for the background aerosols for the wavelength 1064 nm. Various size distributions are assumed in the size range where the OPC is not effective to reconcile the OPC and lidar observation.

近年の極地方での観測や室内実験により、冬季に極成層圏で発達する極成層圏雲がオゾン層破壊に重要な役割を果たすことが分かってきたが、極成層圏雲の物性、生成過程は十分に理解されているとはいえない。福岡大学、名古屋大学はドイツのアルフレッドヴェグナー研究所の協力を得てノルウェイ・スバルバル島のニーオルセン北極基地(79°N)で1995/96の冬にライダーと気球の同時観測を行った。これによって、極成層圏雲の生成過程の理解のための最も重

要な物理量の粒径分布を調査するためである。

ライダー観測は2波長(532, 1064nm)で行われ、ある程度の粒径分布に関する情報は得られるが、その情報は極めて限定されたものである。我々はまず、OPCによって測定された粒径分布から、Mie散乱の理論を用いて、ライダーによる測定値の後方散乱係数を求めて比較を試みた。OPCの観測結果からSplineによって求めた積分粒径分布関数を微分し、これにMie理論によって計算した個々のサイズの粒子に対する後方散乱断面積を掛けて、粒径で積分する。その結果は、計算された波長1064nmに対する後方散乱係数は、バックグラウンドエアロゾルに関してはある程度ライダー後方散乱係数と一致するもの、PSCに関しては、また532nmに対する後方散乱係数はバックグラウンド、PSCの両者に関して良い一致を見なかった。これは、とくに532nmに効果的な0.3ミクロン以下の粒子がOPCで測定できないことによる。

今回は、ライダーとOPCの両者の結果が一致するように、この微小粒子の分布にいろいろな仮定を行って計算した結果を報告する。



12月17日の粒径分布  
プロファイル

ソルド分布の中心半径を0.02(micron)としたときの各半径における後方散乱断面積

## B22-20

### オーロラ/大気光分光計測のための絶対校正システムの開発

竹下 秀 (東海大・開発技術研究所), 木山喜隆 (新潟大・理学部)  
江尻全機, 岡野章一 (国立極地研究所)

Development of the absolute calibration system for spectral radiometric measurement of aurora and airglow

S. Takeshita<sup>1</sup>, Y. Kiyama<sup>2</sup>, M. Ejiri<sup>3</sup> and S. Okano<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Institute of Research and Development, Tokai University  
<sup>2</sup>Faculty of Science, Niigata University  
<sup>3</sup>National Institute of Polar Research

An absolute calibration system for spectral radiometric measurement of aurora and airglow has been developed. The system is composed of a small calibrated halogen tungsten lamp and diffuser plates giving very high accuracy and compact. Outline of the system and preliminary results will be presented.

#### はじめに

現在、様々な手法を用いて、オーロラや大気光の計測が行われている。これらの光学計測に物理的な意味を持たせるには、装置感度の高精度の絶対校正が不可欠である。我々は、現在、小型かつ高精度の可視域用絶対校正システムの試作を進めている。本報ではシステムの概要と初期実験結果について報告する。

#### 校正システムの概要

校正精度が数10kRとなるように、システム構築を試みた。通常、放射輝度計の校正は、均等輝度発光面を作りその面の放射輝度値を測定して校正する。本報で目的とするオーロラ/大気光計測用分光放射輝度計の場合は、分光放射輝度標準電球と拡散反射面または拡散透過面が必要である。第1に使用する分光放射輝度標準電球を検討した。

日本国内で安定して入手可能な分光放射輝度標準電球としては、JPD-100-500CS型ハロゲンタングステン電球が存在する。この分光放射輝度標準電球は、1971年に通産省工業技術院電子技術総合研究所(ETL)とウシオ電機によって開発された。目標分布温度は3150K、250-2500nmの分光放射輝度が値つけられており、研究機関や産業界で幅広く使用されている。1989年から1990年にか

けて、国際度量衡委員会(CIPM)の測光放射諸問委員会(CCPR)主催で、National Institute of Standards and Technology, USA (NIST)を基準局として開催された分光放射輝度の国際比較に参加し、400nm以下の紫外域で1%以内、400-800nmの可視領域で2%以内の精度で、NISTの値と一致することが確認されている。本システムでは入手の容易さと精度を考慮し、JPD-100-500CSを分光放射輝度標準として使用することにした。校正時の重要な点は、実際に測定する放射輝度と同程度の放射輝度の面光源で校正する点である。第2にシステムの光学系を検討した。

JPD-100-500CSのオーロラ輝線の[OI]630.0nmでの分光放射輝度は、光源までの距離が50cmの場合、約0.08Wm<sup>-2</sup>nm<sup>-1</sup>である。この面の放射輝度は約4000MR/nmとなり、オーロラ用分光放射輝度計の場合は6桁は落とす必要がある。放射輝度を低下させる手法として距離の2乗則が一般的に利用される。目標放射輝度を得るためには距離を1000倍の5kmとする必要があり、非現実的である。高精度かつコンパクトなシステムを目標としたので、JPD-100-500CSの校正値を、分光器を使って50Wのハロゲンタングステン電球(IC-12-50,色温度:3300K)に移し、実用標準電球として利用することにした。50Wのハロゲン電球をDC10Vで点灯した場合の分光放射輝度は、JPD-100-500CSの約1/10と測定された。さらに放射輝度を下げするために、拡散反射面を2面使用することにした。すなわち、50Wハロゲンタングステン電球と第1拡散反射面とで疑似分光放射輝度標準光源を作成し、第2拡散反射面を標準放射輝度面とし、校正に利用する。

第3に拡散反射面を検討した。校正システムの拡散反射面は完全拡散面である必要がある。成形の容易さと拡散面の特性を考慮し、第1拡散反射面にはBaSO<sub>4</sub>粉末プレス面、第2白色拡散面にはBaSO<sub>4</sub>粉末の塗装面を利用することにした。BaSO<sub>4</sub>粉末の塗装面はEastman Kodak社の標準白色板を利用する事にした。

このシステムで得られる630.0nmの第2白色拡散面の分光放射輝度は、光源から第1拡散反射面までの距離:1.5m、第1拡散反射面の面積:7×10<sup>-2</sup>m<sup>2</sup>(半径:1.5cm)、第2拡散反射面から第1拡散面を見込む角度:45度とした場合、約40kR/nmと試算され、オーロラ計測用分光放射輝度計の校正に適当な強度の放射輝度面が得られる。低輝度の放射輝度面が必要な場合には、光源の色温度を低くするとともに、光源と第1拡散反射面の距離、第1拡散反射面と第2拡散反射面の距離を調整することで、数100R/nmの放射輝度面が得られる。

現在、予備実験を行いつつシステムの構築をすすめている。完成時には、全国の関係者に利用して頂くことを希望しているので、本システムに対するご意見、ご要望などいただけると幸いです。



## 2. Sprites/Elves光学観測システム

\*渡辺芳明、高橋幸弘、藤戸 学、坂野井和代、福西 浩

(東北大学 宇宙地球物理学科)

W. A. Lyons (FMA社)

## SPRITES '96 Campaign:

## 2. Optical Observation System for Sprites and Elves

\* Y. Watanabe, Y. Takahashi, M. Fujito, K. Sakanoi, H. Fukunishi

(Tohoku Univ.),

M. A. Lyons (FMA Res.)

During the SPRITES'96 campaign we carried out optical observation for sprites and elves with four optical instruments: 1) Multi-Anode Array Photometer (MAP), 2) Multichannel Filter Photometer (MFP), 3) Framing-Streak Camera (FSC), and 4) CCD Camera. MAP has 16 fields of view in the vertical direction and the sampling interval is 52  $\mu$ s. FSC obtains 8 frames with a time resolution of 0.5 - 2.0 ms.

昨年、我々は4チャンネル(2仰角)の高速フォトメータを開発し、コロラドで行われた観測キャンペーンSPRITES'95に参加、新しい発光現象Elvesを発見するなど大きな成果を挙げた。しかし、当初の目標であったSpritesの鉛直方向の動きに関しては、予想よりも複雑で、チャンネル数の不足のために確定的なことは分からなかった。そこで今回のキャンペーンでは16チャンネルを有するフォトメータや超高速カメラを持ち込み観測に望んだ。本講演ではSPRITES'96キャンペーンで我々が使用した次の4種類の光学観測機器と運用の概要について述べる。MAP、MFP、CCDカメラを同架したシステムの概観をFig.1に示す。

## Multi-Anode Array Photometer (MAP)

今回我々が新たに開発した、マルチアノード型の光電子増倍管を用いたブリアンブ内蔵型多チャンネルフォトメータ。1つのチャンネルの視野は $0.5^\circ$  (鉛直)  $\times 10.6^\circ$  (水平)で、これが $1^\circ$  間隔で16個並べられている。実際の観測ではA/D変換ボードのチャンネル数の制限から、8ないし11チャンネルを現象に応じて選んだ。サンプリング間隔は52  $\mu$ sである。光学フィルターは使用せず、

400-800nmで十分な感度がある。

## Multichannel Filter Photometer (MFP)

干渉フィルターとシャープカットフィルターを用い、 $N_2^+1N$  (427.8 nm) の検出と、 $N_2^+1Pos./N_2^+2Pos.$ の比を求めることを目的とした4チャンネルのフォトメータである。視野は $2.0^\circ$  (鉛直)  $\times 5.0^\circ$  (水平)で、2チャンネルは同方向とした。また1チャンネルは視野を広げ、A/D変換ボードのトリガー信号用に使った。サンプリング間隔は52  $\mu$ sである。

## Framing-Streak Camera (FSC)

1つのイベントにつき8枚の連続イメージを得ることのできる、イメージインテンシファイア内蔵の超高速カメラ。今回の観測では0.5 - 2.0 ms間隔で撮像を行った。視野は $22^\circ$  (鉛直)  $\times 31^\circ$  (水平)または $12^\circ$  (鉛直)  $\times 18^\circ$  (水平)、トリガーにはフォトメータからの信号を用いた。

## CCDカメラ

$13.7^\circ$  (鉛直)  $\times 18.0^\circ$  (水平)の視野を持ち、現象の微細構造を捕えと共に、同じ架台に搭載されたフォトメータの視野と発光現象の位置関係の記録に用いる。記録はSVHSビデオデッキを使用し、時間分解能は17 msである。

MAP、MFP、CCDカメラは1つの架台に載せられており、モータードライブでリモートコントロールされ、方位と仰角はエンコーダで読み取ることができる。2種類のフォトメータの記録は、1枚の16チャンネルA/D変換ボードを介してパソコンで行った。A/D変換ボードには他に、VLF信号、時刻信号、CCDカメラのビデオ信号などを入力し解析の際の便宜をはかった。トリガーは、フォトメータの1つのチャンネルの信号を用いてかけ、現象を捕えた場合はトリガーの前200msと後470msのデータをハードディスクに記録した。

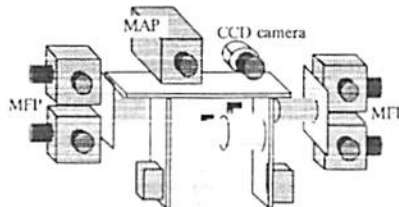


Fig. 1. Photometers and a CCD camera on a mount.

場合の2種類に大別出来ることが分かった。本講演ではelvesを伴うspritesの時間空間構造の初期的な解析を行なった結果について発表する。

現在はMAPとFSCの同時観測できた条件の良い約30例について解析を進めている。そのうち約半数についてはelvesが発生しており、その場合についてはspritesとelvesが密接な関係を持っていることが明らかになった。また各々のspriteはhead, hair, tendrilの3つの領域から成っており、それらのMAPデータ(Fig. 1)とCCD画像(Fig. 2)から次のような時間空間構造を持つことが明らかになった。まず地上の雷放電の直後にelvesが高度約100kmから65km付近まで降下する。そのときの速度は降りるにつれて遅くなり $\sim 8.5 \times 10^4 - 1.0 \times 10^4$  km/sの幅を持つ。次にそのelvesの最下部付近に数個から成る点状の発光(ドット構造)が現れ、そこから鉛直上向きにhead、鉛直下向きにtendrilsが伸びる。これらはともに $\sim 30 \times 10^4$  km/sの速度を持つ。その後headの上方にhairが成長していく(Fig. 3)。

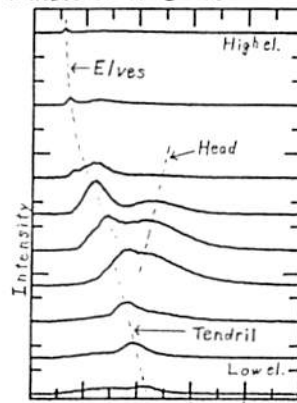


Fig 1 Plots of MAP data obtained on July 21, 1996

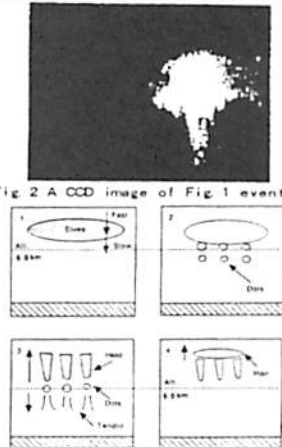


Fig 2 A CCD image of Fig 1 event. Fig 3 Schematic diagrams showing development of sprites and elves

## 3. Elvesを伴うSpritesの時間空間構造

\*藤戸 学、高橋幸弘、渡辺芳明、坂野井和代、福西 浩

(東北大学 宇宙地球物理学科)

W. A. Lyons (FMA Res.)

## SPRITES '96 Campaign

## 3. Spatial and Temporal Structures of Sprites with Elves

\*M. Fujito, Y. Takahashi, Y. Watanabe, K. Sakanoi, H. Fukunishi

(Tohoku Univ.)

W. A. Lyons (FMA Res.)

Using the high-speed photometers and the cameras, we observed sprites and elves in July 1996 at Yucca Ridge, Colorado to investigate the characteristics of their vertical motions. We found the following fact. The luminous region of elves moves downward from  $\sim 100$  km to  $\sim 65$  km altitude with a velocity of  $\sim 8.5 \times 10^4 - 1.0 \times 10^4$  km/s. The velocity tends to become slow with decreasing altitude. A dot structure appears when the luminous region of elves reach the lowest altitude. Then the luminous region expands upward and downward from the dots, forming head and tendril structures, respectively. The velocity of the upward and downward motions is  $\sim 30 \times 10^4$  km/s.

我々は1996年7月にコロラド州ユッカリッジで行われたSPRITES'96キャンペーンにおいて、マルチアノードアレイフォトメータ(MAP)、マルチチャンネルフィルターフォトメータ(MFP)、フレーミングストリークカメラ(FSC)、CCDカメラの4台の観測器を持ち込み、spritesとelvesの同時観測を行なった(観測器の詳細については本学会の渡辺他の発表を参照)。得られたMAPデータと2台のカメラによる画像データのうち約50例について解析を行った結果、spritesはelvesを伴う場合とそうでない

## B22-P21 SPRITES '96 キャンペーン速報:

### 4. Carrot状Spritesの時間空間構造

\*高橋幸弘、藤戸 学、渡辺芳明、坂野井和代、福西 浩  
(東北大学 宇宙地球物理学科)  
W. A. Lyons (FMA Res.)

#### SPRITES '96 Campaign:

#### 4. Spatial and Temporal Structures of Carrot-like Sprites

° Y. Takahashi, M. Fujito, Y. Watanabe, K. Sakanoi, H. Fukunishi  
(Tohoku Univ.),  
M. A. Lyons (FMA Res.)

We have examined the spatial and temporal structures of sprites using optical data obtained by high speed photometers and cameras in the SPRITES '96 campaign. It was found that sprites are classified into two types, that is, a) sprites with preceding elves and b) sprites without elves. Type b is called "carrot-like sprites" because of their shape. At the initial stage, the luminous region moves from lower altitude to higher altitude with a velocity of  $\sim 3-8 \times 10^4$  km/s. Then, the luminosity of the head region is remarkably enhanced and its enhancement lasts for 2-4 ms. A hair structure appears during the decay of the head.

昨年のSprites観測キャンペーン(SPRITES'95)で得られたデータから、我々はSprites以外にもElvesという発光現象があることを発見し、それがSpritesに先行する短時間(<1 msec)の発光現象であることを示した。Elvesは水平方向に一様で常に下向きに伝搬する。また、Spritesのみの場合、Elvesのみの場合、SpritesとElvesが両方見られる場合の3種類あることも明らかにした。

今回の観測キャンペーン(SPRITES'96)で得られた超高速カメラおよびフォトメータのデータは、Elvesを伴うSpritesの場合、両者の間に密接な関係があることを示唆している(本学会藤戸他

表参照)。一方、全体の約半数を占めるElvesを伴わないSpritesにも、特徴的な時間空間構造のあることが分かってきた。Elvesを伴わないSpritesの典型的な画像をFig. 1に示す。Elvesを伴う場合、Spritesは水平に広がっており、Head内部に数本から10本程度の明るい柱がある。これに対しElvesのない場合は大きな柱は1本で、上部のやや広がった逆三角形をしている。形状が人参に似ていることから、これをCarrot状Spritesと呼ぶ。マルチアノードアレイフォトメータ(MAP)が捕えたCarrot状Spritesの観測例をFig. 2に示す。最初にスパイク状の発光が数万km/sで低高度から高高度に向かう(A)。続いて低高度(Head領域)に強い発光が現われ(B)、最後に高高度(Hair)が再び増光する(C)。継続時間は多くの場合、2-4msである。Fig. 3に時間発展の様子を模式的に示す。



Fig. 1. An example of carrot-like sprites observed by a CCD camera.

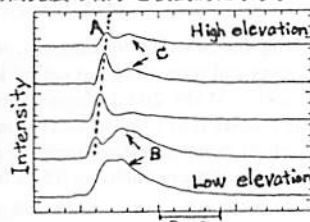


Fig. 2. Photometer (MAP) plots of carrot-like sprites.

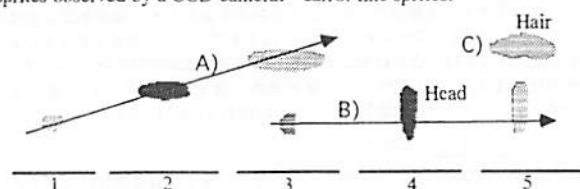


Fig. 3. A time sequence of a carrot-like sprite.

## B22-P22 1次元アレイセンサを用いた衛星搭載用オゾン観測紫外分光計の概念検討(2)

°久世観彦(NEC)、小川利純(EORC/東大)

### Conceptual study of ozone UV spectrometer using one dimensional array detector (2)

Akihiko Kuze\*, Toshihiro Ogawa\*\*  
\*NEC Corporation, Yokohama, Kanagawa, Japan  
\*\*Earth Observation Research Center, Minato-ku, Tokyo, Japan  
University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan

#### Abstract

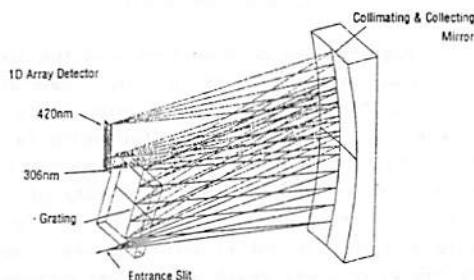
The UV spectrometer discussed here is an advanced TOMS type instrument, which has capability of 306 nm - 420 nm continuous measurements with 0.5 nm spectral resolution and 20 km spatial resolution by using one dimensional array detector. This satellite-borne instrument is expected to provide information about total O<sub>3</sub>, tropospheric O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, surface albedo, cloud height, and aerosol. We have developed one dimensional UV Si-MOS array detector for this spectrometer and tested its performance. Its dark current is very low and we don't have to cool the detector in orbit.

今後人工衛星からのオゾン観測用センサとして、TOMSのデータ継続性を考慮し、かつ観測性能を向上させた紫外分光計の開発が期待されている。昨年秋の学会で報告したように、光学系としてはTOMSと同等の分光方向の結像特性に優れたFastie-Ebert型を前提とし、1次元のSi-MOSアレイ検出器を用いて0.5 nmの分光分解能で306-420 nmの範囲の後方散乱光を連続的に取得する分光計が最適であると考えられる。

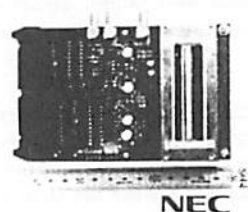
本分光計の製作における課題は、地球大気による微弱な後方散乱光を高いSN比で観測できるアレイ型の検出器の開発であり、分光器の開発に先立ち試作を行った。本分光計の波長範囲では波長により後方散乱光の強度が異なるため、受光素子毎にチップに内蔵した初段アンプの増幅率を変えている。また対流圏オゾン、雲頂高度の導出、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、エアロソルの観測には高いSN比が要求されるため、ノイズの要因となるチップ上の配線

には特に注意を払って設計した。製作、評価はNECと浜松ホトニクス社が行った。素子の大きさは260 μm、素子数は222、積分時間は30 msec/ミナルで可変とした。試作した検出器の特徴としては以下の点が上げられる。

- ①入射光量の少ない短波長側の素子ではチップ上で高増幅率を実現
  - ②CCD等の技術では得られない分光器専用の60 mm長の受光面を実現
  - ③ゼロバイアス技術による低暗電流レベルを実現し冷却が不要
- 本検出器に関して分光感度特性、SN比、暗電流の温度依存、リニアリティ、クロストーク等の評価を行ったので、講演ではその結果の詳細について報告する。本試作の結果から1次元アレイセンサを用いた衛星搭載用のオゾン観測分光計の実現のめどがたつた。



1次元アレイセンサを利用した紫外分光計の概念図



試作を行ったSi-MOS型1次元アレイ検出器

地上大気光観測による  
中間圏オゾンコラム密度 2

○北島理香子、山本博聖、関口宏之、牧野忠男

(立教大・理・物理)

Column density of the mesospheric ozone  
from ground airglow measurement

R. Kitajima, H. Yamamoto, H. Sekiguchi and T. Makino  
(Dept. of Phys., Rikkyo Univ.)

We observed OH and O<sub>2</sub> near infrared airglow radiations by using a 4 colored radiometer from sunset to sunrise in July 1996 at Ikebukuro. The column density of the mesospheric ozone is inferred from comparing the zenith radiance of the observed O<sub>2</sub> 1270 nm radiation and that of the calculated radiation in early evening. Furthermore, the A<sub>00</sub> value of the O<sub>2</sub>(a<sup>1</sup>Δ<sub>g</sub>) can be investigated from the comparison.

昨年度に引き続き、東京池袋において7月中旬の新月をはさむ7日間 OH、O<sub>2</sub> 近赤外大気光の地上観測を行った。

8種類の近赤外領域のフィルターを5秒で切り替える放射計による測定と同時に、本年度から新たに4波長放射計による測定も行った。4波長放射計は、OH(3-1)帯 2P<sub>1</sub> 1523 nm、4P<sub>1</sub> 1541 nm、O<sub>2</sub>(a<sup>1</sup>Δ<sub>g</sub>) (0-0) 1268 nm とバックグラウンド用 1246 nm を測定する。InGaAs 素子(2 mm φ)を電子冷却したものを検出素子として使用している。

O<sub>2</sub>(a<sup>1</sup>Δ<sub>g</sub>)は、昼間は主に太陽紫外線によるオゾン光解離で生成され、日没とともにゆっくりと減少し、地上日没からほぼ4時間経過するとこの成分はなくなり、オゾンが関与しない生成機構による成分へと移る。

オゾン光解離で生成された成分のみを取り出し、これをオゾン光解離を生成機構とした薄明時の1270 nm 光モデル計算値と比較する。日没2時間後には高度70 km以下のオゾンの影響がほぼなくなることから、70 km以上の中間圏オゾンコラム密度が求められる。

またモデル計算では、遷移確率 2.58 × 10<sup>-4</sup> [s<sup>-1</sup>] (Badger et al. 1965) と 1.47 × 10<sup>-4</sup> [s<sup>-1</sup>] (Miyazaki and Nesbit 1995) を各々用いて計算しており、あわせて検討する。

下図は4波長放射計による今季7日間の1例と、夕方以降の昼間生成成分の強度変化のモデル計算値を観測結果から得られた変化を比較したものである。学会では回転式放射計による結果との比較も行う。

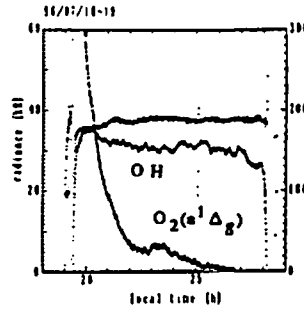


図1. 地上観測例  
(1996.07.18-19 池袋)

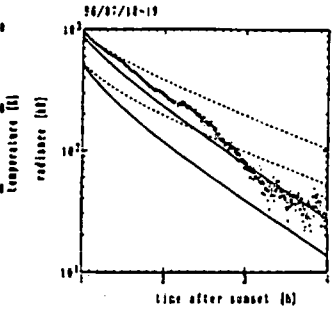


図2. 昼間生成成分の強度変化の観測結果とモデル計算値 (1996.07.18-19 池袋)  
実値: 2.58 × 10<sup>-4</sup> [s<sup>-1</sup>]  
観値: 1.47 × 10<sup>-4</sup> [s<sup>-1</sup>]

B22-P24 信楽 MU 観測所での OH イメージ観測  
(SEEK キャンペーン期間の速報)

○中村 卓司、宮川 博尚、津田 敏隆、  
(京都大学・超高層電波研究センター)

山田 嘉典、高橋 幸弘、福西 浩 (東北大学・理学部)

OH airglow imaging observations at the MU radar  
observatory during the SEEK campaign in 1996.

T. Nakamura, H. Miyagawa, and T. Tsuda,  
(Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University)  
and Y. Yamada, Y. Takahashi, H. Fukunishi,  
(Department of Astrophysics and Geophysics, Tohoku Univ.)

During the SEEK (Sporadic-E Experiment over Kyushu) campaign in August–September 1996, CCD imaging observations of OH airglow were carried out at the MU radar site, Shigaraki, and airglow modulations by the gravity waves were studied. Unlike the E-layer field aligned irregularity, the propagation direction of the gravity waves by the imager was most preferentially towards the north east. This direction is similar to the mesospheric gravity waves observed by the turbulence echoes (65–80km) using the MU radar.

E層沿風力線レギュラリティの生成機構を明らかにするために日米共同でロケットと地上装置を用いたスボラディック E層観測プロジェクト「SEEK(Sporadic-E Experiment over Kyushu)」が本年8-9月に行われたが、京都大学の信楽 MU 観測所では MU レーダーによる高度 80-100km の流星風観測 (8月9日~14日)、および E層コヒーレント散乱観測 (8月15日以降) が行われている。また、合わせて同観測所では、信州大学との共同観測でのナトリウムライダー、および東北大との共同観測で高度 87km 付近で発光する OH 大気光の CCD 観測が実施された。

ライダーの観測は、信州大・川原氏らの講演で報告されるので、本講演では OH 大気光の CCD イメージ観測について報告する。

観測装置は、ニコンの f=8mmF2.8 の魚眼レンズに 680nm のシャープカットフィルタを装着。CCD は、Hamamatsu の CCD-01 で、チップサイズの関係で画角は長辺方向で 60 度強である。システムの構成は、東北大の MoAI (Monochromatic Airglow Imager) とほぼ同じであるが、CCD チップが小さい分視野が狭くなっている。100-160 秒毎に OH の画像を得る。PC9801 にて取得された画像は、ネットワークファイル (NFS) を通じてすぐにワークステーションに送られ、データ処理ソフト IDL でクイックルックを行なった。8月9日より晴天時には観測を行った結果、水平波長 10-30km 程度と見られる重力波らしき波動の流れが極めて普通に見られた。伝播方向は E層 FAI で見られる南西方向の卓越はとくに見られず、逆に北東への伝播がしばしば見られ、MU レーダーの中間圏乱流散乱エコー観測 (高度 65-80km) でホドグラフ解析や運動量フラックス解析で見られて来た夏季の重力波の伝播方向とむしろ傾向が似ていた。ただし、これらの伝搬は地上から見た位相速度であるため、今後 MU レーダーでの風速観測データ等を用いてドップラーシフトの影響を除いた大気波動のパラメータ解析が必要である。

観測は、予稿作成中も継続しており、なるべく多くの観測データを得て SEEK 期間中の OH 光に見られる重力波の特徴を捕らえる予定である。また、MU レーダー観測や他の観測のデータと信楽での OH 光に見られた重力波の特性を突き合わせていき、また、SEEK 期間中に鹿児島で観測された大気光観測とも比較検討を進める。

## B22-P25

### SEEK キャンペーン期間の内之浦・大隈 OH 大気光観測速報

福西 浩, \*土岐 剛史, 山田 嘉典, 高橋 幸弘 (東北大学大学院理学研究科),  
山本 衛, 深尾 昌一郎 (京都大学超高度電波研究センター)

OH Airglow Observations at Uchinoura and Ohsumi during the  
SEEK Campaign in 1996

H. Fukunishi, \*T. Toki, Y. Yamada, Y. Takahashi (Tohoku Univ.),  
M. Yamamoto, S. Fukao (RASC, Kyoto Univ.)

During the SEEK (Sporadic-E Experiment over Kyushu) campaign in August 1996, we carried out imaging observations of the OH airglow using an all-sky CCD camera set up at Uchinoura and a wide-angle CCD camera set up at Ohsumi. Airglow modulations by gravity waves were frequently observed. The characteristics of these waves will be reported.

#### 1. はじめに

E層沿磁力線イレギュラリティの生成機構を明らかにするために日米共同でロケット (S-310-25, 26 号機) と地上観測装置 (レーダー, 光学観測器) によるスポラディック E層観測計画 SEEK (Sporadic-E Experiment over Kyushu) が 1996 年 8 月に実施された。大気重力波によってスポラディック E 層に不安定性が生じ、沿磁力線イレギュラリティが発達する可能性が考えられ、SEEK 期間中、新たに開発した全天イメージャーを用いて OH 大気光を観測し、大気重力波の特性を明らかにすることを試みた。

#### 2. イメージング観測装置の概要

図 1 に新たに開発した全天イメージャーのブロック図を示す。対物レンズと 2 個のコリメーターレンズ、フィルターターレット、および CCD カメラからなる。対物レンズには視野 180° の 35 mm 版カメラ用の魚眼レンズを使用している。フィルターターレットは干渉フィルターなど 5 枚が入り、回転用ステッピングモーターのコントロールはパソコンから行うことができる。この新型イメージャーはイメージンシファイヤーを使わず、代わりに量子効率の非常に高い (~90%) 背面照射型の冷却 CCD を採用しているため、高感度かつ高空間分解能を実現している。

外気温 25°C で冷却温度 -40°C を保つことができ、OH 大気光の撮像では 20 秒間の積分で良好な画面を得ることができる。また、光学系の総重量は約 17 kg とこれまでの全天イメージャーに比べて格段に軽量で、今回の SEEK キャンペーンのような出張/移動観測も意識したコンパクトな設計になっている。

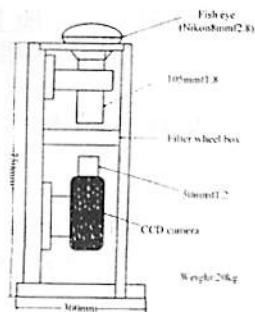


図 1. 全天 CCD イメージャー

#### 3. 観測経過

観測は、発光層の高度を求めることができるように、内之浦と大隈の 2 カ所で行った (図 2)。一方、山川では通信総合研究所が MF レーダーとファブリー・ペロー干渉計を、ユタ大学の M. Taylor が全天イメージャーによる観測を実施しており、これらのデータとの比較も興味深い。内之浦での観測は 8 月 10 - 22 日の間、大隈での観測は 8 月 10 - 22 日の間行った。内之浦では台風の影響がなくなった 8 月 15 日以降連日観測ができ、良好なデータが得られたが、大隈は残念ながら 8 月 15 日以降も天候が悪く短時間の観測データしか得られなかった。内之浦では複数夜にわたり、大気重力波と思われる OH 大気光の波状構造が様々な方向に伝搬する様子を探らえた。特に顕著な構造が東および北向きに伝搬するのが 1 晩ずつ観測されたが、どちらも水平波長 70 - 80 km, 周期約 10 分であった。今後詳しい画像解析を行い、SEEK 期間中の大気重力波の特性を明らかにする予定である。

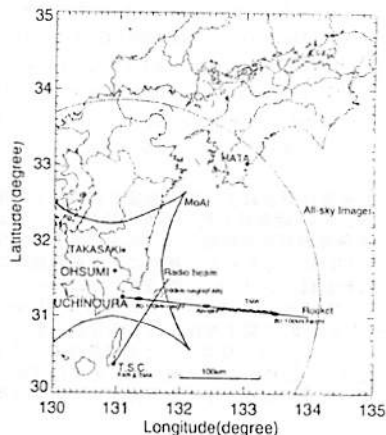


図 2. OH 大気光観測視野とロケット飛行方向

## B22-P26

### 近赤外線カメラによる OH-airglow の観測

\*森 淳 (東大・理・天文), 木山喜隆 (新潟大・理・物理)

#### Near Infrared Observations of OH-airglow

Atsushi Mori (University of Tokyo), Yoshitaka Kiyama (Niigata University)

The OH-airglow images were observed at National Astronomical Observatory using the near infrared camera developed for astronomy. This camera is cooled by liquid nitrogen (~90K) and provides a spatial resolution 1.4 min/pixel; the total field of view is 5.8 deg. The OH-airglow emission was detected with high sensitivity. The observed data revealed the spatial variations and time variations of the OH-airglow.

天文用に開発された近赤外線カメラを用いて OH 夜光の観測を行った。カメラの視野は 5.8 度角、空間分解能は 1.4 分である。検出器には近赤外域 (1-2.5 μm) で高い量子効率を持つ HgCdTe2 次元検出器 NICMOS3 を用いている。光学系には口径 38mm, f=100mm のレンズ系を使用している。

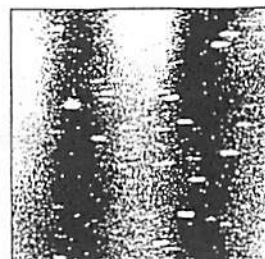
フィルタには天文観測用の干渉フィルタを用いた。

(狭帯域バンドパスフィルタ ( $\Delta\lambda \approx 200\text{nm}$ ) および  
広帯域バンドパスフィルタ ( $\Delta\lambda \approx 3000\text{nm}$ ))

光学系がすべて 90K 以下に冷却された完全冷却カメラであるため、赤外線観測において問題となる熱的背景放射を十分に抑えることができ、感度の高いカメラとなっている。

1995 年 1 月および 11 月に東京都三鷹市にある国立天文台に於いて観測を行った。観測された OH 夜光は近赤外域においてこれまでになく高感度データであり、OH 夜光の空間変動・時間変動を見事にとらえている。

- Jan. 2, 1995
- A.M. 2:17 (JST)
- 2170nm 狭帯域フィルタ
- 60 秒積分
- 真南・高度 50 度



## ハワイ・ハレアカラ山頂における 大気光観測結果 - その5 -

木山喜隆 (新潟大学理学部)

北 和之、岩上直幹、小川利雄 (東京大学大学院理学系研究科)

### Night-Airglow Observation at Mt. Haleakala in Maui island, Hawaii

Y. Kiyama(Niigata Univ.),

K. Kita, N. Iwagami, and T. Ogawa(Tokyo Univ.)

Our observation site is at the top of Mt. Haleakala, Maui island in Hawaii(longitude: 156° 15'.4W, latitude: 20° 42'.4N, geomagnetic latitude: 21° N, 3054m above sea level), and observation was made during the nights from 14 to 28 February and 9 to 18 November, 1993, 28 October to 9 November, 1994, and 16 to 22 November, 1995. For this particular observation, we fabricated a quick-scan all-sky photometer for 4 wavelength channels with a computer controlled scan mechanism. This enable us to take a sky mapping within 5 minutes with 12 steps in zenith angle and 140 steps in azimuthal angle. [OI]630.0nm, and [OI]557.7nm are alternatively measured, and either one is done simultaneously with OH(7,2) band and the background. We report, as being based on a result of the observation, whether there is a correlation or not, in the intervals with [OI]630.0nm and OH(7,2) band.

ハワイ・マウイ島・ハレアカラ山頂(3000m)で、1993年2月、11月、1994年10・11月と1995年11月の計4新月期間に渡って、大気光の観測を行った。装置は、約5分間で全天を掃引するフォトメーターで、3色(background, OH(7,2)band, [OI]630.0nm or [OI]557.7nm)を同時に観測できる。

今回は、[OI]630.0nmとOH(7,2)bandとの間に関連性があるかどうかを、観測結果に基づいて、報告する。

B会場

10月24日(木)

9:36~12:00

# 磁気圏プラズマ波動

## Plasma Waves in the Magnetosphere

oral: B41-01~11

poster: B41-P58~P62

座長

笠原禎也 (京大・工学部)

小野高幸 (東北大・理学部)

## B41-01 Anomalous Resistivity in Slow-mode Shock Induced by GEOTAIL Observation

° KUSAKA Hiraku<sup>1</sup>, M.Nakamura<sup>1</sup>,

I.Shinohara<sup>1</sup>, H.Hayakawa<sup>2</sup>, K.Tsuruda<sup>2</sup>,

T.Mukai<sup>2</sup>, Y.Saito<sup>2</sup>, S.Kokubun<sup>3</sup>, and T.Yamamoto<sup>2</sup>

1. Department of Earth and Planetary Physics, Graduate School of Science, The University of Tokyo

2. Institute of Space and Astronautical Science

3. STE Laboratory, Nagoya University

Saito *et al.* [1995] successfully examined the kinetic property of the slow-mode shock in the magnetotail using three-dimensional ion and electron data obtained by GEOTAIL satellite. The present study is the extension of theirs to investigate the dissipation effects on the shock. We used a complete set of plasma and field data and selected events among 32 slow-mode shocks reported by Saito *et al.* [1995] in accordance with the criterion that the shock normal vector  $\mathbf{n}$  is parallel to the satellite spin axis within the range of  $n_z > 0.9$ . The following three events satisfied the criterion:

- 930917 17:02:11 - 17:05:11
- 940112 15:08:45 - 15:11:45
- 940114 15:39:35 - 15:42:35

From these events, we found the following two aspects:

## B41-02

### 磁気中性面近傍における電子加熱と磁場擾乱

◎篠原 育 (東大理), 藤本正樹, 長井嗣信 (東工大), 寺沢敏夫, 松井 洋, 林 幹治 (東大理), 齋藤義文, 向井利典, 山本達人 (宇宙研), 町田忍 (京大理), 國分 征 (STE 研)

### Electron heating events at the neutral sheet and its relation with magnetic turbulence

◎I. Shinohara (U. Tokyo), M. Fujimoto, T. Nagai (Tokyo Inst. Tech.), T. Terasawa, H. Matsui, K. Hayashi (U. Tokyo), Y. Saito, T. Mukai, T. Yamamoto (ISAS), S. Machida (Kyoto U.), S. Kokubun (STE Lab.)

An identification of a micro-instability mode, which is responsible for the dissipation process at the neutral sheet, has been an important key to understand the triggering mechanism of magnetic reconnection in the magnetosphere. Although many theorists have approached this problem and proposed models (e.g. Lower Hybrid Drift Instability (LHDI)), there is little evidence of micro-instabilities at the magnetotail neutral sheet because of difficulties of wave observations. The search-coil magnetometer onboard the GEOTAIL satellite (MGF-SC) can provide us the ELF range (1-50Hz) magnetic wave data. In the high beta plasma, although most of plasma waves tend to damp, the electro-magnetic effect becomes more important so that the neutral sheet environment may be convenient for the magnetic wave observation. Actually, MGF-SC sometimes observes magnetic turbulence in the lower hybrid frequency range at the neutral sheet.

On March 30, 1995, a small substorm onset is recognized at 1110 UT in the ground-based magnetometer data. At this time, GEOTAIL was located in the plasma sheet at (-15.2, 2.3, 0.6 Re) in the GSM coordinates. Just prior to the substorm onset,

$$1. B_y = \alpha + \beta B_x + \gamma B_z,$$

where  $\alpha$ ,  $\beta$ , and  $\gamma$  were determined by performing least-squares fitting to data and the correlation coefficient is more than 0.8. We also confirmed that neither  $B_x$  nor  $B_z$  could explain  $B_y$  independently.

$$2. E_y = a + bB_x,$$

where  $a$  and  $b$  were determined by performing least-squares fitting to data and the correlation coefficient is more than 0.8. Note that the offset of  $E_y$  was included in this study. We only assume that the offset is constant through the shock.

The data selection allows us to assume all averaged quantities depend only on  $z$  in SC coordinate system (nearly GSE coordinate system). The turbulence in the shock is expected to be a function of  $x$ ,  $y$ ,  $z$  and  $t$ , however we assume incompressibility so that we can neglect  $\Delta B_x$ . We also neglect the  $x$  component of the electric field by inspection of the actual data. With such assumptions and combining the above two results with Maxwell equations, we can determine the  $z$  component of the electric field without assuming the *frozen-in* condition. Then we found that there is a good correlation between  $(E+V \times B)_y$  and  $(E+V \times B)_z$  - the correlation coefficient is more than 0.7. Using this relation, we induced the anomalous resistivity  $\eta$  quantitatively. Our result suggests that the resistivity  $\eta$  is positively correlate with the upstream Mach number  $M_S = V_p/V_M$ , where  $V_p$  and  $V_M$  are plasma bulk velocity and slow-mode velocity, respectively. This seems reasonable since the shock with a higher Mach number requires more effective dissipation.

GEOTAIL observed strong southward magnetic field (~10nT) near the neutral sheet. Therefore, we expect that GEOTAIL was very close to the near Earth X-type neutral line.

Wave spectra obtained by MGF-SC clearly show the existence of lower hybrid range wave activity near the neutral sheet, which starts with the southward turning of the magnetic field.

A significant electron heating was also observed at the neutral sheet when the wave intensity became more active. Figure indicates an example of heated electron distribution functions. It shows that the distribution has a flat-topped shape and the electron heating mainly occurs in the parallel direction. The shoulder energy of the flat-top is about 2 keV.

If the parallel electron heating is caused by the resonance with the lower hybrid range waves, there should exist oblique propagating waves. Now, we are examining whether the linear theory of the generalized LHDI permits the existence of oblique propagating waves. We will discuss whether the observed waves can explain the electron heating at the neutral sheet.

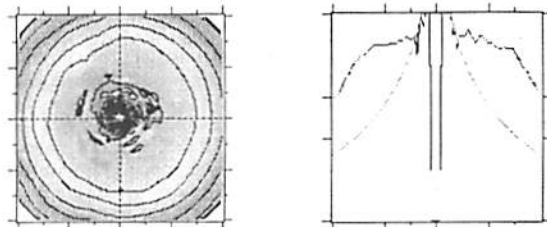


Figure The flat-topped electron distribution observed near the neutral sheet (1110:30 UT, Mar. 30, 1995). The left panel indicates a contour map of the distribution function in the plane which includes both the magnetic field and the ion flow vectors. The right panel represents an one-dimensional plot cut along the magnetic field line.

## あけぼの衛星で観測されたプラズマ圏ヒスの強度分布に関する研究

\*松浦 孝介、松尾 敏郎(京大工学部)、木村 馨根(大阪工大)

## Study on Intensity Distribution of Plasmaspheric Hiss Observed by Akebono Satellite

\*Kosuke Matsuura, Toshio Matsuo (Kyoto Univ.) and Iwane Kimura (Osaka Institute of Technology)

A spatial distribution of plasmaspheric hiss intensity was investigated by using MCA(Multi-Channel-Analyzer) on board Akebono satellite. The intensity is about 20 dB larger for  $L > 3.0$  than for  $L < 2.5$ , and we also found a good correlation between this hiss intensity and electron fluxes of 300 ~ 950 keV observed by RDM (Radiation Monitor) during a severe magnetic storm.

プラズマ圏ヒスは、低エネルギーの電子との相互作用で磁気赤道上のプラズマボーズ付近で発生するホイスターモードの電磁波でありプラズマボーズでの反射や、LHR 反射を繰り返す伝搬によってプラズマ圏に充滿すると考えられている。

このヒスはあけぼの衛星でも頻りに観測され、搭載された PFX によりプラズマ圏ヒスの波面法線角は磁気赤道付近で小さく緯度が高くなるにつれて大きくなることを前回報告した(1)。

伝搬途中に波の増幅機構がないかぎり、波動の強度が強い程、波源に近いと考えると、あけぼの衛星で観測された大量のデータを使ってプラズマ圏ヒスの強度の空間分布を調べる事は意義がある。あけぼの衛星には MCA と呼ばれる機器が搭載されており、ヒスのような広い領域に渡って観測される連続性雑音の電界、磁界強度の空間分布を調べるのに適している。そこで、磁気圏で観測される代表的な波動の強度の空間分布を調べるために、波動毎に対応する全ての各周波数成分を、また  $k_p$  指数毎に空間分布の濃淡図を多数出力した。今回は、このうち周波数が 1 kHz のプラズマ圏ヒスの強度の空間分布に関する報告が中心である。

プリンスアルバートで 1992 年に受信した 1 年分のデータを使って、1 kHz のプラズマ圏ヒスの電界強度の平均値をプロットしたのが Fig. 1 である。

図から明らかのように強度は L 値が大きくなるにつれ強くなり、L が約 2.5 以下と L が 3 以上とでは約 20 dB 程度の強度差が見られる。このようにプラズマ圏内はヒスで満たされているが、これは LHR 反射による伝搬問題としてレイトリングで説明されてきている。しかし、このような空間的な強度分布をも考慮すると必ずしも MR 反射による伝搬では説明しにくい。MR ホイスラーの強度が 1 回の LHR 反射でその強度が約 20dB も減衰しない事から、MR 反射によるプラズマ圏内の充滿を説明できても空間的な強度分布を説明しきれないからである。磁気赤道付近で広い高度にわたって発生した波が、比較的小さな  $k$ -ベクトルで伝搬したものととも考えられる。一方、1 例ではあるが、磁気嵐中の 300 ~ 950 keV の電子のフラックス(2)の変化との比較では、フラックスの増加とともにヒスの強度の増加がみられた。

## 参考文献

- (1) 松浦、松尾、木村 : 1996 年合同大会予稿集, p688,1996.
- (2) Yukimatsu, et al., : Proc. of 8th Intern. Sympo. on Solar Terr. Phys., p150, 1994.

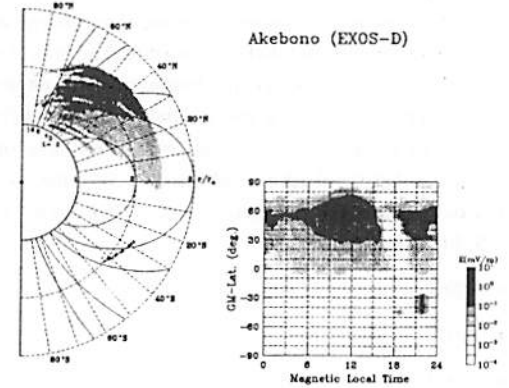


Fig.1: Intensity distribution of plasmaspheric hiss observed in 1992.

## ガウス分布型 1-2 方向モデルを用いた波動分布関数法による VLF 波動の伝搬方向推定

\*笠原 慎也<sup>1</sup> 相坂 和城<sup>1</sup> 恒原 克彦<sup>1</sup> 木村 馨根<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>京都大学 工学部 <sup>2</sup>大阪工業大学

## Determination of VLF wave normal direction by wave distribution function method using Gaussian one and two direction model

\*Y. Kasahara<sup>1</sup> K. Aisaka<sup>1</sup> K. Tsunehara<sup>1</sup> I. Kimura<sup>2</sup><sup>1</sup> Dept. of Electronics and Commun., Kyoto University<sup>2</sup> Dept. of Information System, Osaka Institute of Technology

The wave distribution function (WDF) method is derived from the concept that observed signals consist of a number of elementary plane waves and can be defined as a distribution of wave energy density [1,2]. Calculating a spectral matrix  $S$  composed from observed electric and magnetic wave field components, we can estimate the wave distribution  $F$  by solving the set of integral equations (1). However, solving equations is a so-called ill-posed problem and the solution is not determined uniquely, therefore we must assume an adequate model as a solution. Several kind of models are suggested by many authors, and we developed a new method which is originally from one and two direction model [3].

In the new model, we assume that the wave distribution is presented by a Gaussian distribution represented by (2). Using computer-generated spectral matrix, the performance of the new method was evaluated. It is found that the wave distribution is successfully reconstructed compared with the other methods such as maximum entropy method [4] or Phillips-Tikhonov regularization method [5]. We also introduce the results using VLF wave data such as Omega signal and auroral hiss observed by Akebono satellite.

波動の伝搬方向推定には、いくつかの方法が考案されているが、複数波源から到来する波動現象にも対応できる方法としては、波動分布関数(WDF)法が知られている [1,2]. 波動分布関数法では、波動のエネルギー密度分布を次の波動分布関数  $F(\omega, \psi, \eta)$  として表現する。

$$S_{ij} = \frac{\pi}{2} \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} a_{ij}(\omega, \psi, \eta) F(\omega, \psi, \eta) \sin \psi d\psi d\eta, \quad (1)$$

ただし  $\psi$  は伝搬ベクトルと磁力線のなす角(伝搬角),  $\eta$  は磁気子午面とのなす角である。また  $S = [S_{ij}]$  は衛星で観測される波形データから計算したスペクトルマトリクス,  $a_{ij}$  は積分核と呼ばれ波動の分散関係式から計算される既知の値である。これより、式(1)から逆に波動分布関数  $F$  を解くことにより、波動のエネルギー密度分布、すなわち波動の伝搬ベクトル方向を推定できることがわかる。しかしながら、解  $F$  は一意に求めることができないため、1-2 方向モデル [3]、最大エントロピー法 [4]、Phillips-Tikhonov 正則化モデル [5] など、様々な手法が提案されている。今回我々は、もっとも単純な 1-2 方向モデルを改良し、以下の式で示されるようなガウス型に広がる分布を仮定し、フィッティングによって波動分布関数  $F$  を求める方法を試みた。

$$F(\omega, \psi, \eta) = \sum_{l=1}^m \alpha_l \exp \left\{ - \left( \frac{d_l(\psi, \eta)}{d_{l0}} \right)^2 \right\} \quad (m = 1 \text{ or } 2) \quad (2)$$

ここで  $\alpha_l$  は波動の到来方向の中心  $(\psi_l, \eta_l)$  における波動分布の大きさ,  $d_{l0}$  は分布の広がり,  $d_l$  は  $(\psi_l, \eta_l)$  とある到来方向  $(\psi, \eta)$  との距離をあらわす。つまりこれによって最大 2 つの方向から広がりを持って到来する波動の様子が表現できることになる。

この方法と従来の方法とを、擬似データを用いて推定精度の評価を行った。その結果、提案する方法は従来の方法より特に波動の広がり方の推定精度に優れ、また波動の到来方向に関するパラメータが定量的に求められる点で、実用上有効であることが明らかになった。

今回の報告では、擬似データを用いて行なった従来の方法との性能評価の結果、および実際にあけぼの衛星で観測されたオメガ信号やオーロラヒスに適用して、到来方向の推定を行なった結果について報告する。

## 参考文献

- [1] Storey and Lefeuvre, *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, 56, 255, 1979
- [2] Storey and Lefeuvre, *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, 62, 173, 1980
- [3] Buchalet and Lefeuvre, *J. Geophys. Res.*, 86, 2377, 1981
- [4] Lefeuvre and Delannoy, *Ann. Telecommun.*, 34, 204, 1979
- [5] Yamaguchi et al., *Trans. IEICE*, J76-B-II(11), 880, 1993



ELF ヒスの波動エネルギー分布動態

鍋木貴憲、島倉信 (千葉大)、Andy J. Smith (BAS)

Dynamics of Wave energy distribution of ELF hiss

Takanori Kaburaki, Shin Shimakura(Chiba Univ.) and Andy J. Smith(BAS)

When discussing the wave distribution function of magnetospheric ELF/VLF radio waves, and also its change with time, the wave polarization is one of important parameters, because the wave polarization depends strongly on the propagation effect in the Earth-ionosphere wave guide. And also another important parameter is the the duration for which radio wave is stationary signal.

これまでの解析結果から、受信した波動の中に含まれる多重反射波の効果が重要で、whistler mode の偏波を維持した成分と逆廻り円偏波成分のエネルギーの比は電離層透過域が観測点からどれくらい離れているかを知る重要な情報であることが分かっている。今回は波動分布関数の時間変動について考察する。

ELF/VLF 波動の波動分布関数を求める場合、定常信号と見なせる信号の継続時間をどの程度に見積もるかが重要である。図2(a)は定常区間を1000msecとして波動分布関数を求めた結果である。同図からは、初め左廻り円偏波成分が強く、多重反射波の影響が弱く比較的観測地点近傍に透過域があり、その後遠方に移動したようにも考えられるが、解の安定性が悪い。図1(a)は定常区間を50msecとして解析した結果である。図1(b)および2(b)より明らかのように、解の安定性は改善されている。また、図1(a)の約0.5secの時刻では左右円偏波のエネルギー比は約20dBで、whistler mode の

偏波を保持しており、波動分布関数の示す位置に透過域があったと考える事が妥当であろう。

信号の解析時間を短く取ると、波動分布関数の変動があまりにも速い。約10分間にもわたるゆるやかな変動をどのように解析するか、今後の課題である。

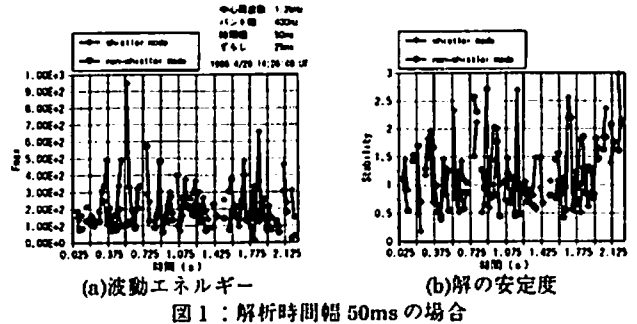


図1：解析時間幅50msの場合

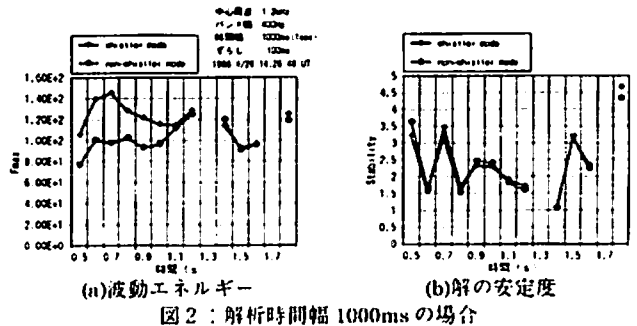


図2：解析時間幅1000msの場合

低緯度ダクト出口のホイッスル偏波特性 (2)

中村 義勝  
通信総合研究所

Polarization of low-latitude whistlers

Yoshikatsu NAKAMURA  
Communications Res. Lab., Koganei-shi, Tokyo 184

Direction-finding observations revealed that polarization ratios of low-latitude whistlers decrease rapidly with increase in the arrival zenith angles and that low-latitude whistlers sometimes have many components of left-hand polarization (Ref. 1).

Polarization ratios of whistlers at the duct exit are studied using a field-aligned duct model by ray-tracing in order to examine these observational results. The distribution of the polarization ratios at the duct exit is calculated for the downgoing whistler with changing the input position at the duct entrance (Fig. 1).

The characteristics of the distributions (Figs.2 and 3) depend on the input-position range at the duct entrance.

Large polarization ratios appear when the duct exit approaches the ionospheric lower boundary (Fig. 3).

低緯度ホイッスルの方探で観測されるホイッスルの偏波率には次のような性質がある。ホイッスルの偏波率は到来天頂角の増加とともに急激に低下する。またホイッスルは本来右旋偏波であるのに、左旋偏波成分がしばしば観測される (Ref. 1)。

左旋偏波のホイッスルは中村らによって発見され (Ref. 1)、岡田らによって確認され (Ref. 2)、長野らによって理論的に研究された (Ref.3)。このようにホイッスルの偏波については考究すべき点が多

い。ここでは図1のモデルに従って、ダクト出口におけるホイッスルの偏波率を計算した。図2、図3は計算結果の例を示す。横軸はダクト出口において中心から測った水平距離 (ダクト半値巾で規格化、出口は北半球であると仮定)。たて軸は偏波率である。

図2、図3に示すように、偏波分布の形は、共役点でのホイッスルの入射位置範囲とダクト出口の高度に依存する。ダクト出口が電離層下層 (90 km に仮定) に近づくと、1よりずっと大きい偏波率が発生することがわかった (図3)。

- 1) Nakamura et al., Rev. of the Communications Res. Lab., 35, 61, 1989.
- 2) Okada and Yamaguti, Trans. Inst. Electron. Eng. Jpn., 25B-2, 1321, 1985.
- 3) Nagano et al., Res. Natl. Inst. Polar Res., Spec. Issue Jpn. 22, 46, 1982.

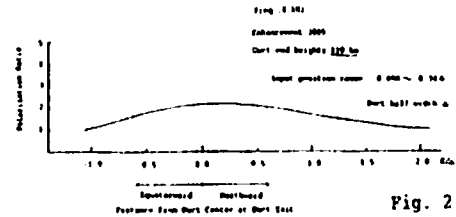


Fig. 2

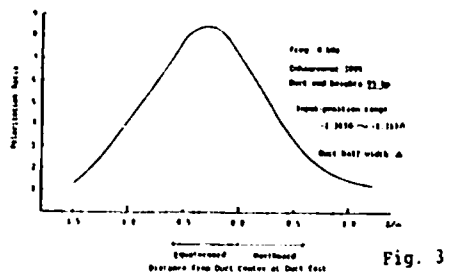


Fig. 3

ホイスラーモードサイドバンド波を放射する可能性のある電子の軌道について  
池田 慎 (武蔵大)、V. S. Sonwalkar (アラスカ大)

Trajectories of the untrapped electrons which may generate whistler mode sideband waves

M. Ikeda (Musashi Univ.), V. S. Sonwalkar (Univ. of Alaska)

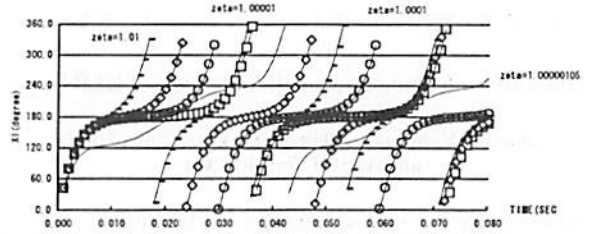
In this meeting, the authors would like to report on trajectories and current amplitudes of the untrapped electrons which may generate whistler mode sideband waves. As the acceleration term in phase due to whistler mode electric field was neglected in the sideband generation model which was reported before, it is added to a motion equation of the untrapped electrons. I obtained some new and developmental results as follows. I think that some of untrapped electrons resonant with a quasi-monochromatic whistler mode signal are phase bunched or phase trapped just outside the separatrix on the phase space. It is supposed that they may experience phase oscillation with resonance points and move along chaotic trajectories. However, since these results were derived by the approximation that phase ( $\xi_1$ ) determined from perturbation terms was much smaller than 1, it is necessary to carefully solve some non-linear differential equations later for the sake of accuracy.

前回までに報告したホイスラーモードサイドバンド波モデルにおいて省略されていた電場による加速項を加え、改めてホイスラーモードサイドバンド波を放射すると考えられる電子群の軌道について報告する。紹介するホイスラーモードサイドバンド波の生成モデルでは、媒質は均質・不変である。又キャリアー信号の振幅も一定と仮定する。方程式系は、キャリアー信号とドップラースhiftしたサイクロトロン共鳴する電子の座標系における電子の運動方程式である。波動の位相に対する電子の位相 ( $\xi$ ) は、振り子の運動方程式に従う部分 ( $\xi_0$ ) と摂動による擾乱位相 ( $\xi_1$ ) に分離される。考慮される電子はホイスラーモード波に捕捉されない非捕捉電子であり、その位相は波動に対して回転しながら、同時に  $\xi_1$  による位相振動が重なっているような軌道を描く。計算に使われた位相振動の方程式は、強制振動項をもつ Mathieu の微分方程式で近似される。

$$\frac{d^2 \xi_1}{dy^2} + [U(z) - 2r(z) \cos 2y] \xi_1 \approx \frac{V_R}{U_{10}} \sqrt{\frac{\omega_1}{k U_{10}}} [C_1(\zeta) \sin 2y + C_2(\zeta) \sin 4y] \quad (1)$$

ただしこの近似式は  $\xi_1$  が十分小さいという仮定の下で得られたため、より精密な議論は

は適さない。得られた軌道は図1に示されており、パラメータとある範囲で位相パンチングが生じている様子が見られる。



【図1】(位相パンチング)

異なった  $\xi_1$  に対する  $\xi_1$  の時間変化 (1/ξ は振り子の軌道を分類する母数)

方程式(1)から、 $\xi_1$  があると (=1.00000101757) で極端に大きくなる位相共振を示す事がわかる。この  $\xi_1$  の近傍で電子の軌道はかなり大きく変化する事から、この方程式は位相変調によるカオス軌道を表すようである。この方程式に従って電子が運動すると仮定すると、位相トラップされる軌道が得られる。上記に示した位相パンチング、位相トラッピングから、ホイスラーモードサイドバンド波を生成する電流が作られ、サイドバンド波の周波数が決定されるのかもしれない。今学会では、スペクトルブロードニングの効果を除いた、各次数のサイドバンド波を生成する電流についての計算結果を報告する予定である。

捕捉共鳴電子を伴った静電波のサイドバンド不安定性

大村 善治<sup>1</sup> Victor Krasovsky<sup>2</sup> 松本 紘<sup>1</sup>  
1. 京大・超高層 2. IKI, Russia

Sideband Instability of Electrostatic Waves with Trapped Resonant Electrons

Yoshiharu Omura<sup>1</sup>, Victor Krasovsky<sup>2</sup>, H. Matsumoto<sup>1</sup>  
1. RASC, Kyoto Univ., 2. Space Research Institute, Russia

Electrostatic solitary waves (ESW) are often observed in the plasma sheet boundary layer (PSBL). ESW are caused by the nonlinear evolution of electron beam instabilities [Matsumoto, et al., 1994, Omura et al., 1994, 1996], where resonant electrons trapped by the growing electrostatic wave form electron holes. (Figure 1) Through coalescence of the electron holes, the electrostatic waves evolve to the ESW.

In the present study, we first studied the stability of a monochromatic electrostatic wave with trapped resonant electrons theoretically to obtain the growth rate of the sideband instability of the electrostatic wave. Sideband instability manifest itself as a growing large-scale modulation of the primary wave with subsequent coalescence of the electron holes at the saturation stage of the electron beam instability.

We then performed electrostatic particle simulations on the sideband instability of a monochromatic wave with trapped resonant electrons at the center of the trapping potential. In agreement with the theory, the linear stage of the instability represents an exponential growth of the sidebands resulting in a large-scale modulation of the primary wave. As a consequence of this growing amplitude modulation, partial escape of the trapped electrons leads to a saturation of the instability.

We varied the initial configuration of trapped electrons placing the trapped electrons just inside of the separatrix of the trapping regions

in the velocity phase space. We also found a good agreement with the theory. The growth rates of the sideband instability depend are found to depend on the effective density perturbation of the resonant electrons.

References

- 1) H. Matsumoto et al., *Geophys. Res. Lett.*, vol.21, 2915-2918, 1994.
- 2) Y. Omura et al., *Geophys. Res. Lett.*, vol.21, 2923-2926, 1994.
- 3) Y. Omura et al., *J. Geophys. Res.*, vol.101, 2685-2697, 1996.

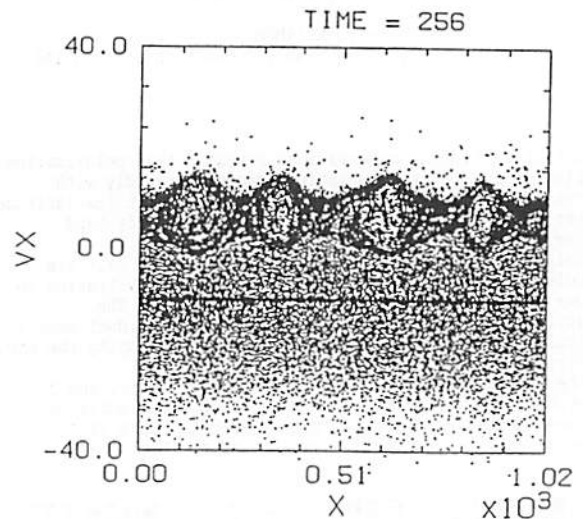


Figure 1. Electron holes formed by trapped electrons in the electrostatic wave potentials generated by bump-on-tail instability.

**B41-09 静電孤立波形成メカニズムに関する  
静電ブラゾフコードを用いた計算機実験**

°三宅 壯聡 大村 善治 松本 紘  
京都大学超高層電波研究センター

**Computer Experiments of Electrostatic Solitary Waves  
with Electrostatic Vlasov Code**

° T. Miyake Y. Omura H. Matsumoto  
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University.

We have performed computer experiments on formation mechanism of ESW(Electrostatic Solitary Waves) observed by GEOTAIL spacecraft with the electrostatic particle code (kuES2)<sup>1,2)</sup>. In this study, the effects of the numerical thermal fluctuation are strongly found in the case of the weak electron beam instability. The enhanced thermal fluctuation disturbs weak potential structures which are excited due to the initial weak electron beam instability. We cannot clarify the threshold of electron beam/background density ratio which is necessary for the formation of stable ESW, because we cannot avoid the enhanced thermal fluctuation as far as using particle code<sup>2)</sup>. In the present study, to eliminate the numerical thermal fluctuation, we are now developing the electrostatic Vlasov code. In the electrostatic Vlasov code, the Vlasov equation and Poisson's equation are self-consistently solved, and we can avoid the effect of the enhanced thermal fluctuation. We will present the initial results of this electrostatic Vlasov code. We will perform computer experiments of the weak electron beam instability with the Vlasov code, and estimate the necessary density of beam/background electrons for ESW formation.

京都大学超高層電波研究センターでは、これまで静電孤立波(Electrostatic Solitary Waves)に関する研究を行っている。特に粒子コードを用いた計算機実験によって、電子ビーム不安定の非線形発展の後、静電孤立波が形成されることが示されている<sup>1,2)</sup>。

しかし粒子コードでは、コンピュータ資源の限界のため数値的熱擾乱の影響が大きくなり、正確な物理機構を再現できないことがある。特に電子の速度分布が関与する非線形波動粒子相互作用などは、この数値的熱擾乱の影響を強く受けるため、粒子コードを用いたこれらの現象の物理機構の解析は非常に困難である<sup>2)</sup>。本研究では弱電子ビーム不安定のシミュレーションにおいてこの数値的熱擾乱の影響が強く見られる。弱い電子ビームによって形成された弱いポテンシャル構造は、数値的熱擾乱によって乱され成長できない。そのため、粒子コードを用いた計算機実験では静電孤立波の形成に最低限必

要な電子ビームの密度を特定することはできない。そこでこれら粒子コードでの解析が困難である現象を扱うため、数値的熱擾乱の影響を受けない静電ブラゾフコードの開発を行っている。静電ブラゾフコードはブラゾフ方程式とポアソン方程式を解き進めて粒子の空間・速度分布を求めるコードで、粒子コードでは避けることのできない数値的熱擾乱の影響を受けることがない。

今回は、現在開発中の静電ブラゾフコードについてその開発状況等を報告する。またこれまで粒子コードを用いて解析を行ってきた、電子ビーム不安定に起因する静電孤立波の形成メカニズム、特に弱ビーム不安定について静電ブラゾフコードを用いた計算機実験を行い、静電孤立波形成に必要な電子密度の特定を試みる。

**参考文献**

- 1) Y. Omura et al., *J. Geophys. Res.*, vol.101, 1996.
- 2) 三宅 等, 第99回 SGPSS 講演会予稿集

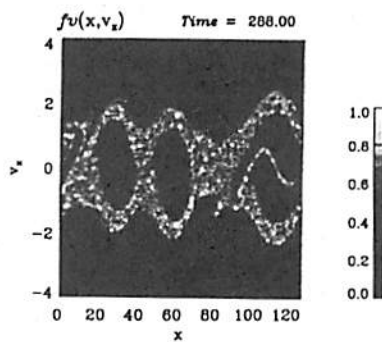


Fig.1 Vlasov コードによるシミュレーション例(二流体不安定)

**B41-10 プラズマ密度不均一に起因する  
UH 波励起に関する計算機実験 (3)**

°上田 裕子<sup>†</sup>, 大村 善治<sup>††</sup>, 松本 紘<sup>††</sup>

<sup>†</sup>千葉大学工学部, <sup>††</sup>京都大学超高層電波研究センター

**Computer Experiments on Excitation of Upper  
Hybrid Wave by Density Irregularities (3)**

°Hiroko UEDA<sup>†</sup>, Yoshiharu OMURA<sup>††</sup> and Hiroshi MATSUMOTO<sup>††</sup>  
<sup>†</sup> Chiba University, <sup>††</sup> RASC, Kyoto University

We investigate direct conversion(DC) process of L-O mode electromagnetic pump wave into upper hybrid(UH) wave by pre-existing density irregularity whose scale length is comparable to the pump wave length, by means of electromagnetic particle simulations. The relation between excitation energy of UH wave and various parameters is found by linear theory, such as degree of the irregularity, scale length of the irregularity as compared with the pump wave length, propagation angle to the static magnetic field. The dielectric function of the UH wave with appropriate wavenumber is expected to be the most important factor for large amplification of the excitation. The relation is analyzed quantitatively by many simulation runs.

本研究ではL-Oモードの電磁波と、この波長程度の磁力線に垂直方向のプラズマ密度不均一との相互作用により高域混成(UH)波が励起される Direct Conversion (DC) と呼ばれるメカニズムを、計算機実験により検討している。励起波( $\omega, k$ )はL-Oモードポンプ波( $\omega_0, k_0$ )と周波数、波数に関する共鳴条件、 $\omega = \omega_0 (= \sqrt{\omega_{pe}^2 + \omega_{ce}^2})$ ,  $k = k_0 \pm k_n$ を満たす。ここで  $k_n$  は密度不均一の波数である。このときポンプ波に

対する励起波の振幅は

$$\frac{|E|}{|E_0|} = \left(\frac{\omega_{pe}^2}{\omega_0 \omega}\right) \left(\frac{n_1}{n_0}\right) \frac{|\cos\theta|}{|D(\omega, k)|} \quad (1)$$

で与えられる。ここで  $n_0, n_1$  はそれぞれプラズマ密度の平均値, ゆらぎを表し,  $\theta$  はポンプ波およびUH波の磁場に対する伝搬方向, また  $D$  はUH波の誘電率関数である。したがって励起波のエネルギーは(1)式に含まれる各パラメータに依存するが、特に  $D$  は  $\omega, k, \theta$ , および熱速度などに応じて値が究めて零に近づき、理論的には無限大の振幅となり得ることが示される。しかし、実際にはどの程度の振幅まで励起されるのか、また各パラメータとの関係についても計算機実験により詳しく解析する。図1には線形理論による一様なプラズマにおける斜め伝搬UH波の  $|D|^{-1}$ を示す( $k_z = k_{||}, k_x = k_{\perp}$ )。各パラメータには計算機実験に対応する正規化された値を用いた。

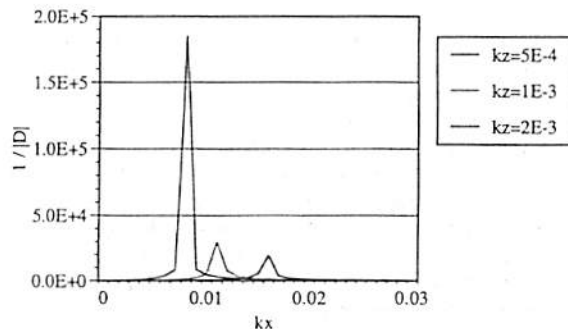


図1. UH 波の誘電率関数の波数依存性 ( $\omega = \sqrt{\omega_{pe}^2 + \omega_{ce}^2}$ )

\*本研究は京都大学超高層電波研究センター電波科学計算機実験装置(KDK)を利用して行なわれた。

Gauss型粒子を用いたVLF放射の  
計算機シミュレーション  
○小野 康, 上田 裕子, 島倉 信  
(千葉大学工学部)

Computer Simulations of a VLF Emission with  
Gaussian-shaped Particle Code  
○Yasushi Ono, Hiroko Ueda, Shin Shimakura  
(Faculty of Engineering, Chiba Univ.)

Particle simulations with square-shaped particles usually suffer from a high level of numerical heating unless a large number of particles are used or the grid space ( $\Delta x$ ) is smaller than Debye length ( $\lambda_D$ ). To improve this limitation, Gaussian-shaped particles are introduced into a one-dimensional electro magnetic particle code KEMPOI. We show this smooth shape factor reduces the numerical heating mainly due to the electric field fluctuation. The new code can be applied to a VLF emission generated by cyclotron resonance which requires large simulation system length ( $>1000\lambda_D$ ).

電磁粒子モデルシミュレーションはプラズマ物理における有用な研究手法のひとつであるが、現在の大型コンピュータの性能を活用してもデバイ長に比べて数百倍以上の現象を扱うことは困難である。これは、典型的な粒子シミュレーションではデバイ長とグリッド長の比 $\lambda_D/\Delta x$ を少なくとも1以上を取られなければ、数値的加熱が大きく、有意なシミュレーション結果を得られないことが主な原因である。

そこで我々は1次元電磁粒子コードKEMPOIを基にGauss型粒子を導入することによりこの $\Delta x$ に関する制限を緩和し、KEMPOIでは困難となってくる長波長のVLF波の解析が可能な1次元Gauss型粒子コードを開発した。図1(a)(b)にKEMPOI, また(c)(d)にGauss型シミュレーションそれぞれにおける粒子の形状とshape factorを示す。Gauss

型では粒子の形状としてGaussian関数を用いている。これによりshape factorもGaussian関数、即ち滑らかな関数となり、 $\lambda_D/\Delta x \ll 1$ であっても数値的加熱を十分に抑えることができる。実際に磁気圏プラズマにおける波動現象を定量的に解析することが可能であるかを、サイクロトロン共鳴によるVLF波動の励起過程のシミュレーションを行い確かめる。

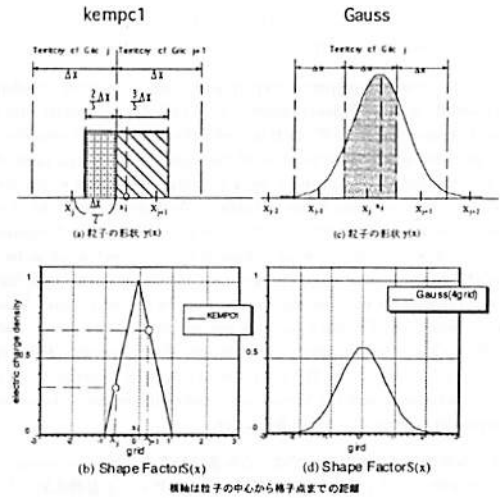


図1 粒子の形状と shape factor

非構造格子電磁粒子コードによる  
SFUのプラズマ電磁環境の計算機実験  
岡田 雅樹<sup>1</sup>, 渡辺 勇三<sup>2</sup>, 佐々木 進<sup>2</sup>  
松岡 忍<sup>3</sup>, 江尻 全機<sup>1</sup>, 松本 結<sup>4</sup>

1: 国立極地研究所 2: 宇宙科学研究所 3: USEF 4: 京大超高層

Computer Experiments of SFU Plasma  
Electromagnetic Environment  
via Unstructured-grid EM Particle Code  
Masaki OKADA<sup>1</sup>, Yuzou WATANABE<sup>2</sup>, Susumu SASAKI<sup>2</sup>,  
Shinobu MATSUOKA<sup>3</sup>, Masaki EJIRI<sup>1</sup>, and Hiroshi Matsumoto<sup>4</sup>  
1: NIPR 2: ISAS 3: USEF 4: RASC

Unstructured-grid Electromagnetic Particle Code has been developed to simulate electromagnetic environment in the vicinity of a spacecraft which has complex external shape. We had spent quite a lot of time to construct spatial grid. In order to achieve reasonable precision in simulation results, we introduce an automatic grid generation system. Electromagnetic wave modes will be mainly analyzed in this paper as well as the electrostatic waves which had been shown in previous talk.

任意境界電磁粒子コードは、宇宙飛行体などの複雑な形状の内部境界近傍におけるプラズマ電磁環境を計算機上でシミュレートするために開発されてきた。これまで、複雑な内部境界をもつ空間格子を生成するためには、非常に多くの手間を必要としたが、今回、空間格子の自動生成システムを導入し、効率良くかつ精度の高い計算結果が得られるように改良をおこなった。また、これまで静電波モードを中心とした、衛星近傍の電場環境を解析してきたが、このシステムを用いて電磁波モードについても解析を試みたのでその結果についても紹介する予定である。

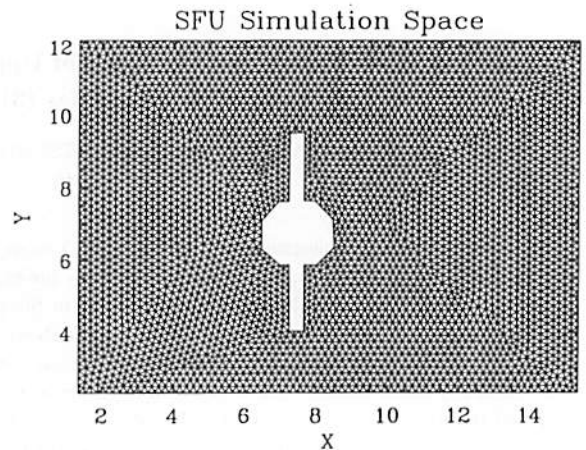


図1: SFUを内部境界としてモデル化した任意境界電磁粒子コードの格子配置図。

° 白井 英之<sup>1</sup> 松本 絃<sup>1</sup> 向井 利典<sup>2</sup> 齋藤 義文<sup>2</sup>

1) 京都大学超高度電波研究センター 2) 宇宙科学研究所

Study on Electron Cyclotron Harmonic Waves Observed  
near the boundary layers in the magnetosphere.° H. USUI<sup>1</sup> H. Matsumoto<sup>1</sup>  
T. Mukai<sup>2</sup> Y. Saito<sup>2</sup>

1) RASC, Kyoto University 2) ISAS

We observe a variety of Electron Cyclotron Harmonic (ECH) waves in the magnetosphere with the GEOTAIL spacecraft. As well as at the dayside region, ECH waves are found at the tail region, in particular, in the lobe region near the plasma sheet. These ECH waves are important because they can be mode-converted into the Continuum Radiation in the tail region. We pick up the data of ECH waves observed in the tail region and study the wave signature with corresponding WFC data. We also examine corresponding particle data to understand the plasma conditions. Based on the plasma parameters obtained in the observation, we perform computer simulations to study the generation process of the ECH waves.

平成4年度に科学衛星 GEOTAIL が打ち上げられ、宇宙プラズマの様々な観測が順調に行なわれているが、我々、プラズマ波動班は、磁気圏内の様々な領域、すなわちマグネットポーズ、マグネットシース、プラズマシート、低緯度境界領域、プラズマシート境界領域、プラズマシートなどにおいて、実に多彩な非線形波動現象の存在を明らかにしつつある。

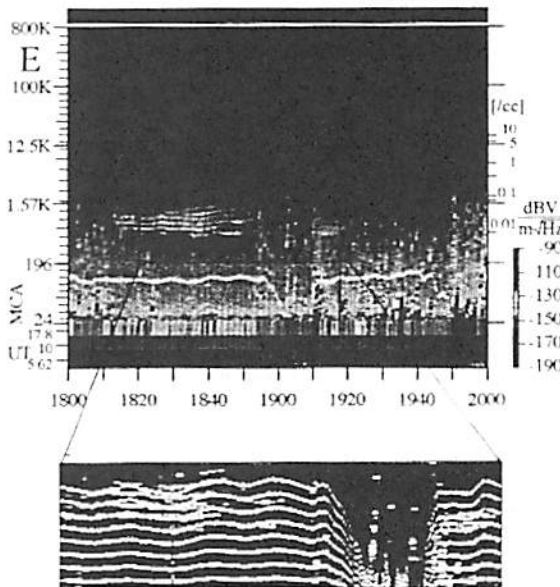
磁気圏での特徴的な波動の一つとして、電子サイクロトロン高調波 (ECH) が観測されているが、これまで特に磁気圏昼間側のマグネットポーズでの観測例に注目してきた。特に、トームポール (TP) エミッションと名付けられたバースト的な波動については、その波動特性、プラズマ環境、発生機構の検討及びそれに関連する計算機実験の結果をこれまで本学会でも報告してきた [1,2,3,4]。

一方、尾部側においても、主にプラズマシートに近いローブ領域において ECH 波動は頻りに観測されている。これらの ECH 波動は Continuum Radiation の発生メカニズムにも密接に関係しており、その発生機構の解明が待たれている。今回の講演では、昼間側のみならず尾部側で観測された ECH 波動にも注目し、その波動特性を WFC データ、SFA データを用いて解析を行なう。また、ECH 波動の発生機構の情報を担うプラズマ粒子のデータ解析を行ない、昼間側の場合の結果と比較を行なう。こ

れらの解析により、境界層近傍で発生する ECH 波動についての理解を総合的に深める。また、得られた観測結果を元に、ECH 波動近傍のプラズマパラメータを決定し、波動励起に関する計算機実験を行なう。

## GEOTAIL PWI SFA &amp; MCA

DATE: 930520



SFA data for ECH waves observed at the magnetotail region.

## 参考文献

- [1] 白井 英之, 1994年 合同大会、講演予稿集
- [2] 白井 英之, 1994年 SGE/PSS、講演予稿集
- [3] 白井 英之, 小泉 徳, 1995年 合同大会、講演予稿集
- [4] 白井 英之, 1996年 合同大会、講演予稿集

Equatorial Electromagnetic Gyro-harmonic Waves  
Induced by Storm-associated Oxygen Ions

° H.Liu, K.Hayashi

Department of Earth and Planetary Physics, University of Tokyo

S.Kokubun

Solar Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

Y.Omura, H.Matsumoto

Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

Generation conditions of equatorial electromagnetic gyroharmonic waves induced by storm-associated oxygen ions, which was first reported from early observation of Akeboo satellite [ Liu et al., 1994], are investigated for long term data set more than 5 years. They are confirmed as special emissions observed; (1) in altitudes of 6000km ~ 9000km, (2) mainly in the morning-noon sector (0500 - 1000LT), (3) exclusively within a limited extent from the equatorial plane, (4) mainly near the maximum phase of major magnetic storms ( $D_{ST} < -100nT$ ). Furthermore we find that occurrence of the observed emissions is controlled by solar activity or by solar cycle.

Characteristics of waves are; (1) spacing of the multiple bands is related to the local gyrofrequency of oxygen ions ( $\Omega_{O^+}$ ), (2) each frequency band varies subject to spatial variation of the magnetic field intensity along the satellite orbit, (3) the highest harmonics has a frequency near  $12\Omega_{O^+}$  and the fundamental was usually absence, (4) wave normal vector has an average angle of 70 degrees to the ambient magnetic field.

Assuming the electromagnetic Bernstein mode we analyze characteristics and stability of waves with simplified dispersion relations with plasma composed of two parts; energetic oxygen ions contributing to wave growth; background plasma either of cold or thermal parts in Maxwellian distribution composed of protons and oxygen ions. In a simple case of cold background plasma we evaluate dispersion and growth rate of waves for non resonant mode, i.e.,  $k_{\parallel} = 0$ , near the harmonic frequencies,  $n\Omega_{O^+}$  ( $n$ : harmonic number), caused by a ring-like distribution of energetic oxygen ions in the velocity space. Another case closer to realistic situations when the emissions are observed is also evaluated for plasma composed of Maxwellian background plasma and energetic oxygen ions in loss-cone distribution with temperature anisotropy. Composition ratio of oxygen ions to protons in background plasma, thermal velocity, anisotropy magnitude and distribution shape of energetic oxygen ions are shown crucial to produce harmonic structures of the observed emissions. Especially, it is required that the number densities of oxygen ions are comparable to or greater than those of protons for the background plasma to have a certain magnitude of growth rate of waves, while a threshold velocity of energetic oxygen ions with strong anisotropy to give rise to all harmonics growth is typically at a range of 200 ~ 300km/s.

B41-P61

GEOTAIL搭載電界アンテナにおける  
インパルス応答と背景プラズマ状態

- 筒井 稔<sup>1</sup> 小林 諭<sup>2</sup> 長野 勇<sup>3</sup> 小嶋浩嗣<sup>4</sup> 松本 結<sup>4</sup>  
 1) 京都産業大学 計算機科学研究所  
 2) 京都産業大学 理学部  
 3) 金沢大学 工学部  
 4) 京都大学 超高層電波研究センター

Impulse Response to the GEOTAIL Wire  
Antenna in the Magnetosphere

- Minoru TSUTSUI<sup>1</sup> Satoshi KOBAYASHI<sup>2</sup> Isamu NAGANO<sup>3</sup>  
 Hirotsugu KOJIMA<sup>4</sup> Hiroshi MATSUMOTO<sup>4</sup>  
 1) Institute for Computer Sciences, Kyoto Sangyo University  
 2) Faculty of Science, Kyoto Sangyo University  
 3) Faculty of Technology, Kanazawa University  
 4) Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

Photo-electron emissions from the electric field antenna elements cause a lift in the element potential. During the spacecraft spinning, the element potential changes drastically in accordance with the angle between the antenna axis and the sunward direction. At the moment when the antenna axis points to the sunward, the potential arises spiky dip. This spiky dip can be regarded as an input of an impulse signal to the antenna circuit. Therefore the output of the antenna pre-amplifier will represent the impulse response to the antenna circuit including the ambient plasma. In this paper, we will report the effect of the ambient plasma parameter for the impulse response to the antenna circuit.

GEOTAILの電界アンテナを用い、磁気圏プラズマ中でそのインピーダンスを測定した結果、その電気的等価回路は抵抗とコンデンサの並列接続により成り立っている事が分かり、それらの値は背景のプラズマパラメータに依存していることが明らかにされた [1]。このインピーダンスはアンテナ回路に直列に接続された形となっている。一方、アンテナ素子は衛星の半スピン周期毎に急激な電位降下を引き起こす。これはアンテナ素子が太陽の方向を向く事によりその表面からの光電子放出量が最小となる為である。ダイポールアンテナの両素子からの光電子放出量は異なっているため

に、両者の帯電した電荷量は異なっており、その結果両素子間に電位差が生じる。そのため変動増幅の出力にはスパイク波形が現れる。このスパイク電圧の直後には再び両素子からの光電子放出が始まるが、その電荷はプラズマ中に放出されるため、回路的にはアンテナインピーダンスを経由した電流となる。即ち、図1に示す回路系のアンテナインピーダンス  $Z_a$  に直列にインパルス電圧が加えられた事になる。回路系にインパルス電圧が印加されその出力波形を見る事は、その回路系のインパルス応答を見ている事になり、伝達関数は次のようになる。

$$H(\omega) = \frac{Z_1 Z_3}{Z_a(Z_1 + Z_2 + Z_3) + Z_1(Z_2 + Z_3)} \quad (1)$$

この伝達関数は背景プラズマのパラメータにより変化することが予想されるので、自然雑音の少ない時の観測波形の周波数スペクトルを求めることが出来れば、その時のプラズマパラメータに関する情報を知る事が出来る。図2はWANTで観測されたインパルス応答現象を現している例である。今回はこの解析結果に付いて報告する。

[1] Tsutsui et al., Measurements and Analysis of Antenna Impedance aboard the GEOTAIL Spacecraft, Submitted to Radio Science, 1996.

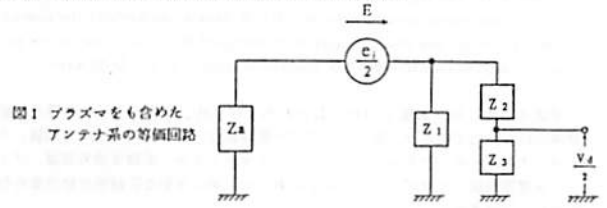


図1 プラズマをも含めた  
アンテナ系の等価回路

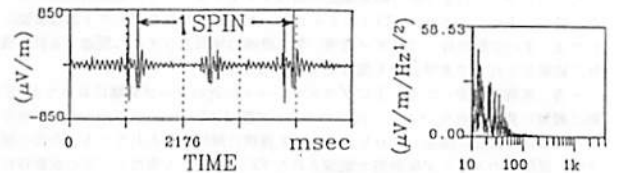


図2 WANTが検出したインパルス応答波形とそのスペクトル

B41-P62

赤道UHR波動急増現象(EPWAT)の出現特性

飯島 雅英、大家 寛 (東北大・理)

Occurrence characteristics of Equatorial Enhancement of the Plasma Wave Turbulence (EPWAT) observed by PWS onboard Akebono satellite

M. Iizima and H. Oya (Tohoku Univ.)

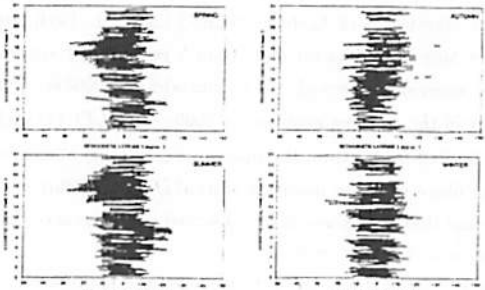
In the region of magnetic equator, remarkable enhancements of UHR mode waves have been discovered by PWS (Plasma Wave and Sounder experiment) onboard the Akebono satellite and named Equatorial Enhancement of the Plasma Wave Turbulence (EPWAT) (Oya et al., 1990, 1991). In the present study, the basic characteristics of EPWAT events have been confirmed; the results indicate that there is a clear dawn-dusk asymmetry which shows seasonal variation in the occurrence regions of EPWAT even in the case of calm condition of geomagnetic activity ( $K_p < 2$ ); EPWAT events occur at the geomagnetic equator through the entire region of inner plasmasphere. Though further investigations are deferred for future studies, this characteristic possibly reflects an intrinsic nature of plasmasphere to generate EPWAT events which may be closely related to the possible radial electric field (Oya et al., 1991).

あけぼの (EXOS-D) 衛星に搭載されたプラズマ波動観測装置 (PWS) は、周波数 20kHz から 5MHz までの周波数のプラズマ波動を最短 2sec で分析、観測する NPW モードをもっている (Oya et al., 1990)。この観測モードで常に UHR モードの波動が観測されているが、特に磁気赤道域でその強度が増大する現象が発見され EPWAT (Equatorial Enhancement of the Plasma Wave Turbulence) と命名されている (Oya et al., 1990) (以下 EPWAT と略す)。EPWAT の発生域はプラズマ圏中に磁気赤道を中心として、高度 1000km から 10,000km の領域ですべてのローカルタイムにわたって「土星の輪」状に存在し、その強度は磁気活動度が高い場合、 $\Sigma Kp$  に依存して変化するが、地磁気活動度によらない成分が存在し、磁気赤道領域プラズマ圏の

固有の性質を反映している (Oya et al., 1991)。

本論では、さらに 1989年3月より 1994年1月までの約5年間のデータに対し統計を進め、EPWAT の特性を検討した。EPWAT は解析した全期間にわたりほぼ全ての磁気赤道を横切る軌道で観測されており、上記のようなこれまで報告されている EPWAT の発生に関わる基本的諸性質は今回のデータ解析においても確認されたが、特に発生域の dawn-dusk asymmetry が多量のデータ解析の結果、顕著に現れ、またそれが明確な季節変化を示すことが明らかとなった。また地磁気活動度が大変低い場合 ( $K_p < 2$ ) にも内部プラズマ圏全域にわたってその磁気赤道領域に存在していることが示された。

今後、これら EPWAT 現象の諸特性の原因を解明していく必要があるが、赤道域におけるプラズマ圏と磁気圏の結合に関わる固有の性質、たとえば Oya et al. (1991) によって示唆される radial 電場等に関わっていると考えられる。



EPWAT発生域の季節変化

Reference

- H Oya et al., J. Geomag. Geoelectr., 42, 411, 1990.  
 H Oya et al., Geophys. Res. Lett., 18, 329, 1991.

B会場

10月24日(木)

13:00~15:12

# 太陽風・磁気圏相互作用

## Solar Wind-Magnetosphere Interaction

oral: B42-01~11

poster: B42-P86

座長

松岡彩子 (宇宙科学研究所)

河野英昭 (UCLA/IGPP)

B42-01

太陽風パラメータの地磁気活動への影響  
 恩藤忠典 (宇宙地球環境研究所)

Influences of Solar Wind Parameters on Geomagnetic Activity  
 T. Ondoh (Space Earth Environment Laboratory)

Recent observations of solar wind by the Wind and Interball show that the solar wind has many small-scale irregularities. So, when we use only one satellite data, we should study effects of large-scale variations of the solar wind on the geomagnetic activity by using average values. We analysed effects of solar wind dynamo electric field and solar wind impact pressure on time variation of  $K_p$ . The result shows that the solar wind dynamo electric field increases simultaneously with  $K_p$  together with the solar wind impact pressure in the storm initial period of about ten hours. This suggests that the solar wind dynamo electric field invades along interconnected field lines caused by the dayside merging into the magnetosphere, and that the dayside merging occurs only when newly stronger southward IMF subsequently arrives in the dayside magnetosphere. The dayside merging can no longer occur after arrival of the maximum southward IMF. The solar wind velocity becomes maximum in the storm last phase when the solar wind impact pressure is low. The solar wind velocity is above 600 km/s for a few days in the storm last phase. So, the viscous-like interaction seems to drive the two-cell convection in the magnetosphere through the momentum transfer from the solar wind even in the storm last phase.

ウインドとインタボールの同時観測は、太陽風が多くの小規模不規則を持つことを示し、太陽風の単一の衛星データでは、平均化した大規模変化しか議論できないことを示している。1974年7月22日-8月2日の太陽風ダイナモ電場  $E = V B_z$ 、太陽風動圧  $P = N m V^2$  と  $K_p$  との時間変化を、例えば0-3 UT間の太陽風の平均値を、その毎時値  $P_i$  から求めた  $\sum P_i / 4$  ( $i = 0 \sim 3$ ) を用いて解析した。磁気嵐前の7月22日は  $V = 380$  km/s 以下、 $B_z = 1 \sim -3$  nT、 $E = 0.1 \sim -1$  mV/m、 $P = 1.8 \sim 2.9 \times 10^{-8}$  dyne/cm<sup>2</sup>、 $K_p \leq 3$  だった。22日の21-0 UTに  $B_z$  が南向きになり、西向きの  $E = -0.9$  mV/m が起こり、磁気嵐が始まった。23日の3-6 UTまで、 $K_p$  と西向き  $E$ 、 $P$  は共に相関して増大し、 $V = 440$  km/s、 $E = -3.2$  mV/m、 $P = 13.4 \times 10^{-8}$  dyne/cm<sup>2</sup>、 $B_z = -7.3$  nT となり、磁気嵐は  $K_p = 6+$  と発達した。22日の21-0 UTから23日の3-6 UTにかけて、Dayside Merging が起こり、強い西向き電場が再結合した磁力線に沿って磁気圏に入り、大磁気嵐を起こしたと思われる。然し23日の6-9 UTに  $B_z$  は北向きになり  $V = 490$  km/s、 $P = 12.0 \times 10^{-8}$  と強かったが、磁場融合は一時休止し、 $K_p = 5-$  になった。23日の9-12 UTに  $V = 550$  km/s、 $B_z = -6.2$  nT、 $E = -3.4$  mV/m、 $P = 6.4 \times 10^{-8}$  と再び増大し、 $K_p = 7$  と磁気活動は極大になった。23日の12-15 UTには、 $V = 610$  km/s、 $P = 10.9 \times 10^{-8}$ 、 $B_z = -7$  nT となった。これらの期間では、太陽風速は増大を続けたが、太陽風の磁気圏への効果は、 $E$  と  $P$  の減少から見て、減衰したと見るべきだろう。7月24日の21-0 UTの磁気嵐終相には、太陽風速は  $V = 814$  km/s と極大になったが、太陽風密度は既に減少しており、 $P = 3.6 \times 10^{-8}$  と小さく、 $E$  と  $P$  の効果は極めて弱く、 $K_p = 4$  は磁気嵐赤道環電流の減衰を反映している。7月27日までは、 $P$ 、 $E$  は共に小さいが、 $V \geq 600$  km/s と高いので、粘性状相互作用による太陽風からの運動量輸送による、磁気圏対流の励起は磁気嵐終相でも起こりうる。

B42-02

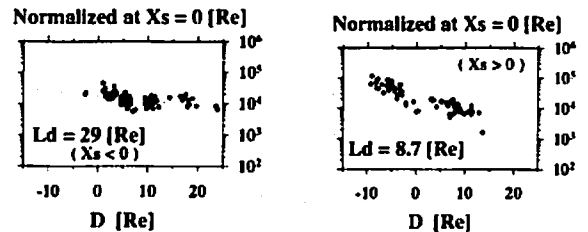
Bow Shock 上流域における  
 Diffuse Ion の Flux 変化: GEOTAIL - LEP 観測

○杉山 徹、寺沢 敏夫 (東大理)、向井 利典、斎藤 義文 (宇宙研)、  
 町田 忍 (京大理)、山本 達人 (宇宙研)、園分 征 (STE研)

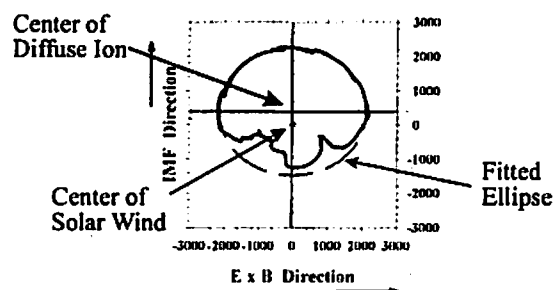
Flux Variation of Diffuse Ion in the Upstream Region

○T.Sugiyama, T.Terasawa (Univ. of Tokyo), T.Mukai, Y.Saito (ISAS),  
 S.Machida (Kyoto Univ.), T.Yamamoto (ISAS) and S.Kokubun (STElab)

We have made statistical study of upstream diffuse ions. The flux intensity depend on  $X_s$  and  $D$ , where  $X_s$  is the  $X_{GSE}$  coordinate of the IMF foot on the bow shock surface, and  $D$  is the field aligned distance from the shock to the observer. Assuming a functional form of  $A \exp(X_s/L_x - D/L_d)$ , we have found the attenuation distance ( $L_d$ ) in the near-earth upstream region is shorter ( $\sim 8.7$  Re) than that in the pre-dawn upstream region ( $\sim 29$  Re) (Upper figure). The difference of scale length between pre-dawn and near-earth region is also seen the upstream wave amplitude and consistent with ions properties. The intensity of higher energy particles are reduced faster in the pre-dawn region, and energy spectrum become softer than that in the near-earth region. The angular distribution of ions are like 'mushroom' in both near-earth and pre-dawn region (Lower figure). The cap part of the 'mushroom' shape suggests the occurrence of strong scattering process in the direction away from the bow shock.



These figures show the normalized intensity of 10.14 keV/q ions versus distance  $D$ , and its scale length ( $L_d$ ) along the IMF [ $X_s < 0$  Re (left),  $X_s > 0$  Re (right)]. Dotted line shows results of the fitting of the functional form of  $A \exp(X_s/L_x - D/L_d)$ .



This figure shows the angular distribution of ions ( $X_s \sim -9$  Re). We fit an ellipse to the cap part of the 'mushroom', and get the center of the diffuse ion. The center have a parallel velocity which direct away from the shock.



Magnetic cloudの到来による  
bow shockの膨張とその緩和現象

坪内誠, 寺沢敏夫, 島田延枝 (東大研)  
向井利尚, 斎藤義文, 山本道人, 西田風弘 (宇宙研)  
町田忍 (京大研), 田分征 (名大STE), 松本誠, 小嶋高嗣 (京大RASC)  
A.J.Lazarus, J.T.Steinberg (MIT), R.P.Lepping (GSFC, NASA)

Bow shock expansion and its relaxation  
during the magnetic cloud passage

K.Tsubouchi, T.Terasawa, N.Shimada (Univ. of Tokyo)  
T.Mukai, Y.Saito, T.Yamamoto, A.Nishida (ISAS)  
S.Machida (Kyoto Univ.), S.Kokubun (Nagoya Univ., STE lab.)  
H.Matsumoto, H.Kojima (Kyoto Univ., RASC)  
A.J.Lazarus, J.T.Steinberg (MIT), R.P.Lepping (GSFC, NASA)

The Earth's bow shock has been regarded as an ideal laboratory for collisionless shocks in plasmas. In the previous studies, the shape and size of it has been proved to be governed by the upstream solar wind condition, specifically the dynamic pressure and the Mach number (sound, Alfvén, or magnetosonic one). Most of these investigation mainly shed light on its static structure, while in this study we have particular interest in dynamic formation of a bow shock in response to the solar wind disturbance.

A magnetic cloud, released by the sun, is one of the major disturbance traveling in the solar wind. It is constituted of smoothly rotated magnetic fields with constant and relatively strong magnitude. In addition, inner plasma density is very low, so that Alfvén Mach number inside the cloud is much smaller than the ambient space. Former studies have suggested that the bow shock shape becomes blunter under the low Mach number condition. Since a sharp change in the solar wind Mach number takes place at the magnetic cloud arrival, the process of its encounter with the bow shock will be expected to show a fine example of the dynamics of the bow shock structure.

We have examined the magnetic cloud - bow shock interaction phenomenon observed during Oct. 18 - 19 as the first IACG campaign

period by the use of GEOTAIL and WIND spacecraft data. As the solar wind monitor, WIND recorded a large magnetic cloud passage (|B|~20(nT), Ni~5(cc) on average) for 26 hours 175 RE upstream from the earth: Alfvén Mach number inside the cloud is approximately 2.0. The front edge of this cloud passed GEOTAIL 43 minutes later where GEOTAIL was located at (9, -23, -2) RE. The bow shock was observed after 5 minutes, indicating that the shock lies about 10 RE upstream of the nominal position. Normal direction of this shock points more sunward than the nominal one, so that the bow shock was expanded in a unsharpened shape. In the rear region of the cloud, the solar wind dynamic pressure was gradually increasing and Alfvén Mach number became larger (~8.0). Variation of the dynamic pressure made the shock move back- and forward fluctuation and the bow shock returned to be formed in its regular location.

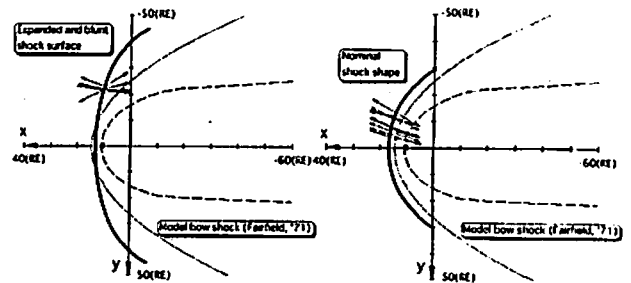


Figure: Bow shock normal vectors during the magnetic cloud passage on Oct. 18 - 19. Shock shape first expands and becomes blunt (left), and finally returns to the usual averaged shape.

Alfvén Waves in the Magnetosheath

A. Matsuoka (ISAS),

D. J. Southwood (Imperial College, UK),

T. Yamamoto, T. Mukai (ISAS), and S. Kokubun (STE Lab)

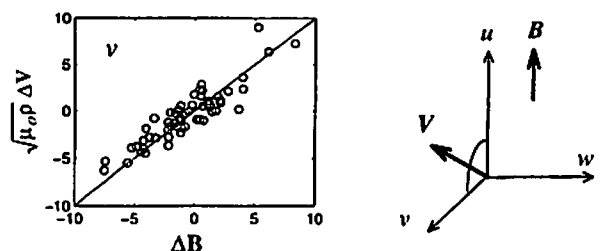
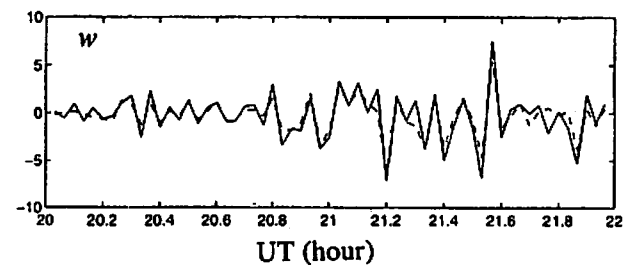
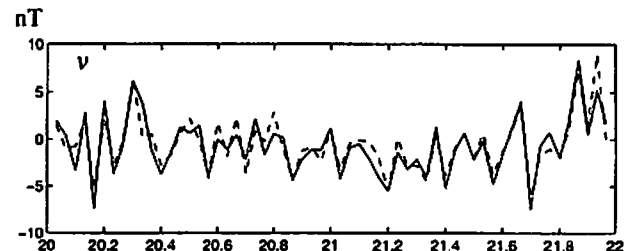
We have investigated the fluctuations of the magnetic field and that of the plasma velocity in the magnetosheath using GEOTAIL data, and found they often show the characteristics of Alfvén wave. In 0.1 - 100 mHz frequency range, the change of magnetic field often satisfy the Walén relation expected from the theory of propagating Alfvén wave:

$$\Delta B = \pm \sqrt{\mu_0 \rho} \Delta V$$

An example observed on December 5, 1994 is shown in the figures. Sign in above equation depends upon the angle between the magnetic field and the plasma flow direction. It suggests that the propagating direction of the wave always has a component along the flow direction. In other words the Alfvén waves are moving downstream. We found Alfvén wave in wide range radial distance of magnetosheath,  $-46 R_E < X < 6 R_E$ . Alfvén wave in the magnetosheath has been reported in only few previous papers as relatively isolated events. Our result suggests that there exist regions of the magnetosheath where the Alfvén wave is dominant wave mode. Such regions are common and can be distinguished for example from regions where mirror mode disturbances dominate the field.

1994/12/5

—  $\Delta B$     - - -  $\sqrt{\mu_0 \rho} \Delta V$



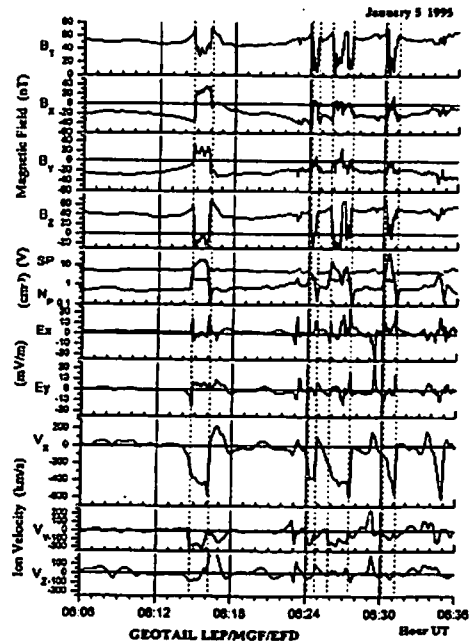
**B42-05 Transient magnetosheath entry events  
in the daytime sector**

・ 園分 征 (名大 STEL)、向井利典、山本達人、鶴田浩一郎  
(宇宙研)

Kokubun, S.(STEL, Nagoya University), T. Mukai, and T. Yamamoto, and K. Tsuruda (ISAS)

From the survey of GEOTAIL data obtained on skimming orbits along the dayside magnetopause, we found that transient entries of the spacecraft into the magnetosheath are often observed in the local time sector of 7-15 hour. Magnetic field configurations and durations are similar to those of variations, called magnetic holes and crater-like flux transfer events [Russell and Elphic, 1978; Lühr and Klöcker, 1987; LaBelle et al., 1987]. In this study analysis is focused on events observed during periods of southward interplanetary magnetic field(IMF).

Figure shows examples of transient entries with a high magnetic shear observed around a position of 4.8, -9.1, 0.7  $R_E$  in GSM coordinates. Common features of this type of change with several minute duration are: 1) Before outbound (after inbound) of the satellite, field magnitudes increase toward the magnetopause current layer. 2) The anti-sunward component of bulk velocity slowly increases toward the magnetopause. 3) The bulk flow often becomes sunward in a few minutes after the reentry from the magnetosheath. The sunward flow velocity sometimes attains to  $\sim 300$  km/s. We will also examine similar magnetosheath entry events during periods of northward IMF. Preliminary examination indicates that magnetic field strengths are larger in the magnetosheath than those in the magnetosphere in such cases.



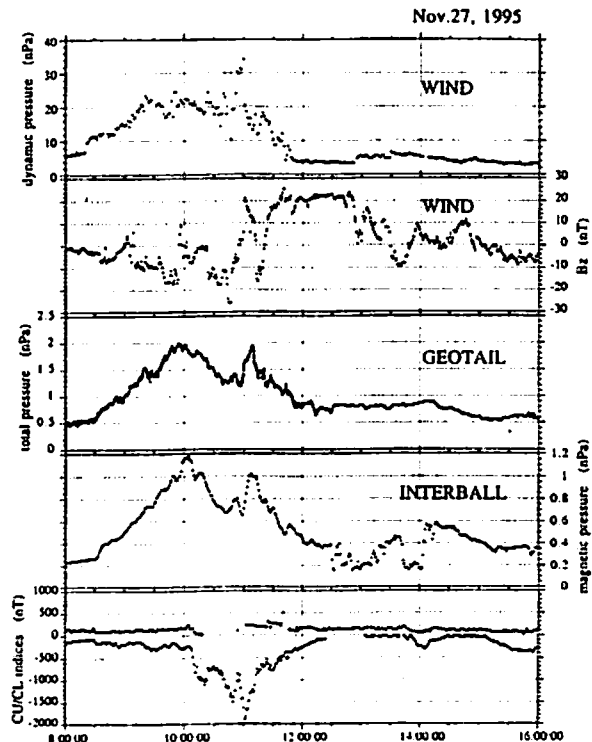
Transient entry events observed on January 5, 1995. SP, and Np denote the spacecraft potential and ion density, respectively. Time resolutions of the magnetic and electric field data, and plasma data are 3 seconds and 12 seconds.

**B42-06 Magnetotail Response to Variations of Solar  
Wind Dynamic Pressure and IMF-Bz Polarity:  
A Case Study on November 27, 1995**

・T. Mukai, Y. Saito, T. Yamamoto (ISAS), T. Nagai (Tokyo Inst. Tech.),  
S. Machida (Kyoto Univ.), S. Kokubun (STE Lab.),  
L. Zelenyi, A. Petrukovich (IKI, Russia),  
A.J. Lazarus, J.T. Steinberg (MIT), R.P. Lepping (NASA/GSFC),  
G. Rostoker (Univ. Alberta)

This paper reports on a case study of the magnetotail response to changes in the solar wind dynamic pressure and IMF-Bz polarity. Here we use data from multi-spacecraft observations (WIND, GEOTAIL, INTERBALL-TAIL) on November 27, 1995, during the IACG Campaign-1. The CU/CL (CANOPUS AU/AL) indices in the ISTP Key Parameters and other ground magnetogram data are also used as indicators of auroral electrojet and substorm activities. WIND was approaching the magnetosphere and encountered a co-rotating interaction region approximately one day before the bow shock crossing. In the interaction region, the solar wind dynamic pressure increased to  $\sim 20$  nPa, an order of magnitude larger than the usual value, and attained 33 nPa impulsively during several minutes. In the region of high dynamic pressure, IMF-Bz became strongly negative, and then changed to a strongly positive value. Both the GEOTAIL and Interball-Tail spacecraft were located inside the magnetotail. GEOTAIL was moving from duskside to midnight with increasing distance from 6 to 25  $R_E$  downtail, while Interball was in the northern lobe around midnight meridian at distances of 30 to 25  $R_E$ . In association with increase of the solar wind dynamic pressure, the (total) pressure variations observed at different downtail distances by GEOTAIL and Interball show clearly the compression of the tail propagating tailward with nearly the same speed as that of the solar wind. This is true for stepwise as well as impulsive increase of the solar wind pressure. Under southward IMF-Bz, the pressure in the magnetotail continued to increase even for nearly constant dynamic pressure, while it began to decrease after the IMF-Bz turned to northward. In association with increasing pressure in the tail, the plasma sheet became thin and activated (as indicated by occurrence of bursty fast flows). The tail pressure variations are affected by electrojet activities (that is, dissipation) as well. On the other hand, the electrojet activities did not go into the substorm expansion phase until the

tail pressure reached an extremely large value, whereas substorms took place under much lower levels of the tail pressure at later times on the same day. Therefore, the level of the tail pressure is not a main factor for triggering substorms, though the tail pressure decreases obviously in association with the substorm.



B42-07

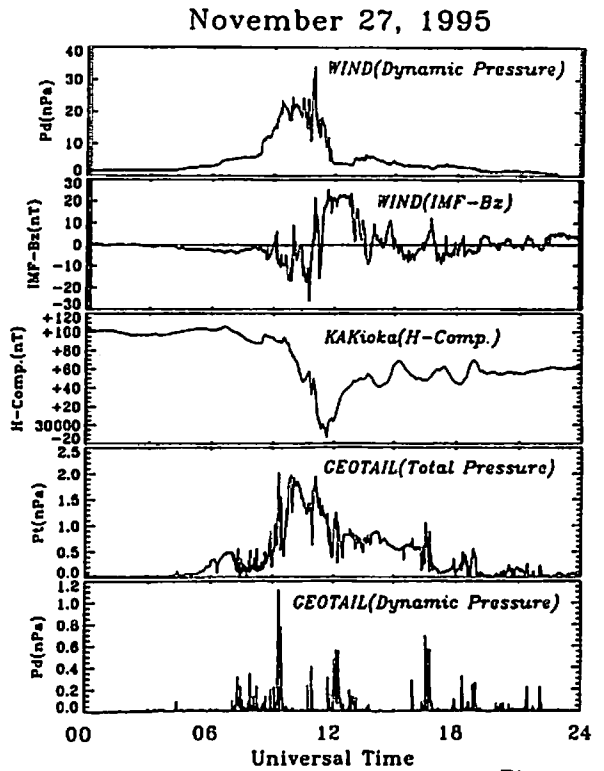
**Response of Ground Magnetic Field to Variations of Dynamic Pressure and Magnetic Field in Solar Wind**

OM.Emoto, T.Araki and S.Machida  
 Department of Earth and Planetary Science, Kyoto University,  
 Kyoto 606-01, Japan  
 T.Mukai and T.Yamamoto  
 Institute of Space and Aeronautical Science,  
 Sagamihara, Kanagawa 229, Japan  
 K.Yumoto  
 Department of Earth and Planetary Science, Kyushu University,  
 Fukuoka 812-81, Japan  
 K.Shiohawa and T.Kokubun  
 Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University,  
 Toyokawa, Aichi 422, Japan  
 R.P.Leppling and K.W.Ogilvie  
 NASA, Goddard Space Flight Center,  
 Greenbelt, MD 20771, USA  
 D.Orr and D.Milling  
 Physics Department, York University,  
 York Y01 5D0, UK

**ABSTRACT**

A geomagnetically disturbed period on November 27, 1995 was analyzed by using data from the satellite WIND in the solar wind, GEOTAIL and IMP8 in the magnetotail and ground stations. INTERBALL also observed the disturbance in the magnetotail. WIND observed a large scale dynamic pressure (Pd) increase and associated IMF-Bz fluctuations in the solar wind as shown in the top two panels of the figure. There are many spiky fluctuations of Pd in the large scale variation which lasted from around 04h to 19h U.T. Especially the amplitude of the sharp pulse around 11h U.T. is 34 nPa. IMF-Bz was mostly southward between 04h and 11h U.T., strongly northward between 11h and 12.5h U.T., and oscillating after that. The ground geomagnetic stations detected storm-like variations (middle panel). The bottom two panels show the total and dynamic pressure observed by GEOTAIL. We analyze responses of the ground magnetic field and tail parameters to the variations in the solar wind. Our analysis is concentrated to the following points;

- (1) Separation of effects of Pd and IMF-Bz on the large scale variation,
- (2) Characteristics of IMF-Bz effects on each stage mentioned above,
- (3) Response to the short spiky variations of Pd.



Figure

B42-08

**IMF control of the occurrence and motion of flux transfer events**

H. Kawano and C. T. Russell  
 Institute of Geophysics and Planetary Physics,  
 University of California, Los Angeles, USA

Flux Transfer Events (FTEs) are transient phenomena observed near the magnetopause, characterized by an isolated bipolar signature in the magnetopause-normal component of the magnetic field. It has been proposed that FTEs are caused by transient and patchy reconnection at the magnetopause. Another proposal is that FTE-type perturbations are caused by pressure pulses generated in the foreshock. Because the reconnection process is affected by the ambient magnetic field configuration, and because the magnetic field topology in the interplanetary magnetic field (IMF) would also affect where the foreshock pressure pulses contact the magnetopause, one test of these proposals is to study the IMF control of FTE properties. We address this issue by analyzing a nine-year database of FTEs, which we have identified in ISEE-1 magnetic field data with the aid of a computer program which automatically identifies isolated bipolar perturbations in the component normal to the magnetopause. Simultaneous IMF data come from ISEE-3 and IMP-8. The time lag from these satellites to ISEE-1 is calculated by simply dividing the distance by the solar wind speed. We have studied this

database, and found the following results. (1) The occurrence rate and the magnitude of both magnetospheric and magnetosheath FTEs increase with decreasing distance from the magnetopause, confirming that the FTEs are magnetopause origin. (2) Most of subsolar FTEs are associated with southward IMF. On the other hand the post-terminator FTEs are associated with both northward and southward IMF. This may be due to the draping effect. (3) The ratio of the number of FTEs during spiral IMF to that during anti-spiral IMF is roughly the same at any MLT, which is unfavorable for the foreshock source of our FTEs. (4) The tension force of the IMF B<sub>y</sub> tends to affect the motion of FTEs, causing sunward-moving FTEs, which is again favorable for the reconnection source of our events. To summarize, the combination of the above results suggest that the foreshock is not the source of FTEs but the reconnection at the magnetopause is the source.

### Interpretation of Recent AMPTE Data at the Magnetopause

Walter J. Heikkila

(University of Texas at Dallas, Richardson, Texas)

understood on the basis of two complementary processes, involving (1) a polarization electric field which does not depend on the movement of the magnetopause itself [Lemaire and Roth, 1978] and (2) the inductive electric field due to magnetopause erosion which does. These results have opened a new chapter on solar wind-magnetospheric interaction. They demonstrate that the concepts of frozen-in flow and of magnetic reconnection (as defined) are inappropriate at the magnetopause.

**Abstract.**

Phan and Paschmann [1996] have done a superposed epoch analysis of conditions near the dayside magnetopause and have found significant structure within the magnetopause current sheet itself. Among their many important results, the electron temperature for an outward profile shows cooling of the solar wind plasma followed by heating. Since these two cases are associated with  $E \cdot J < 0$  and  $E \cdot J > 0$ , this pivotal result can be interpreted as evidence of a dynamo-load combination. This was hypothesized by Heikkila [1982] for the localized impulsive penetration of solar wind plasma through the magnetopause current sheet; his process involves an inductive electric field given by Lenz's law around the current perturbation (the electromotive force). A dynamo is not included in the standard definition of reconnection, only the reconnection load. Another key result is a remarkable difference between inbound and outbound crossings of the normal component of plasma velocity  $v_n$ . This can be

### Upstream Waves observed by GEOTAIL

H. Matsumoto<sup>1</sup>, H. Kojima<sup>1</sup>, Y. Kasaba<sup>1</sup>, Y.-L. Zhang<sup>1</sup>,  
Y. Omura<sup>1</sup>, D. Morikawa<sup>1</sup>, S. Kudo<sup>1</sup>, N. Miki<sup>1</sup>, K. Ohtsuka<sup>1</sup>,  
and R. R. Anderson<sup>2</sup>,

1: RASC, Kyoto University  
2: Dept. of Physics, Iowa University

**Introduction**

After being transferred from the distant tail to the near Earth orbit, GEOTAIL takes advantageous orbits for investigating the upstream and bow shock regions. Figure 1 shows the orbits for a period from Nov., 1995 to Nov., 1996. We discuss plasma waves in the upstream and the Bow shock region observed by GEOTAIL. In addition to SFA and MCA, WFC provide informative detailed characteristics of those waves in the upstream and bow shock regions. They may well provide a clue to understand so-far unclear wave natures.

**Foreshock Region**

Though Gurnett (1985) classified the foreshock region into electron and ion foreshock according to the wave nature, we further divide these regions into sub-regions as illustrated in Fig. 2. The electron foreshock region can be divided into 'fast electron beam', 'slow electron beam', and 'electron heat flux' regions. The ion foreshock region can be divided into cold ion and hot ion regions. Each region can be identified by different natures of plasma dynamics which reflect different plasma dynamics.

**Wave Signatures**

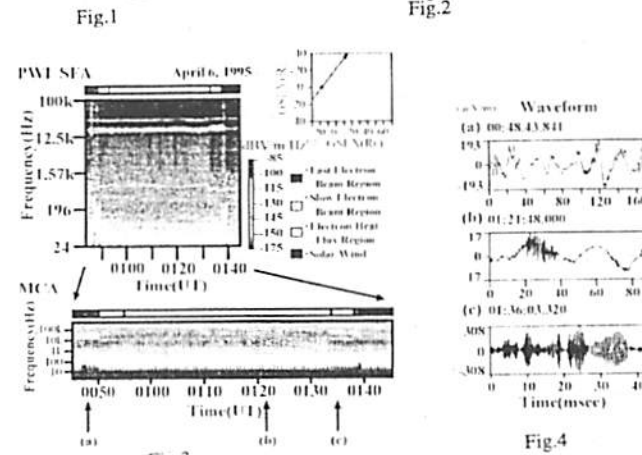
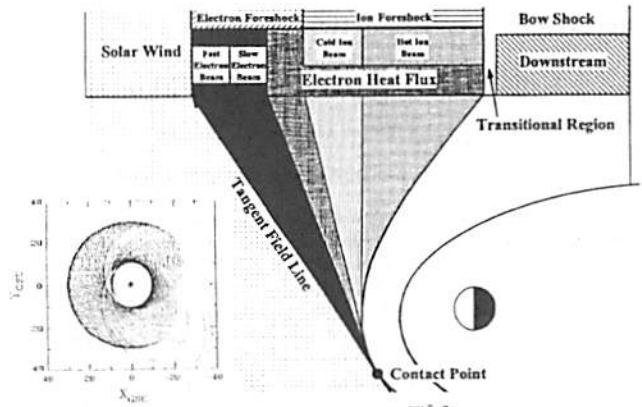
Figure 3 shows an example of wave dynamic spectra in the electron foreshock region obtained with SFA and MCA. Figure 5 shows the corresponding wave forms at times (a), (b) and (c) indicated in Fig. 4.

**References**

D. Gurnett, Upstream waves, Collisionless shocks in the heliosphere, AGU Monograph, p.207, 1985.

**Figure Captions**

- Fig.1 GEOTAIL orbits during Nov., 1995-Nov., 1996.
- Fig.2 Classification of Upstream regions due to wave characteristics
- Fig.3 Wave dynamic spectra in the electron foreshock
- Fig.4 Wave forms at times in (a), (b) and (c) in Fig.4



# GEOTAIL による地球衝撃波前面の $2f_p$ 電磁放射領域の観測

・ 笠羽 康正<sup>1</sup> 松本 敏<sup>2</sup> M. J. Reiner<sup>3</sup>  
 J.-L. Bougeret<sup>4</sup> M. L. Kaiser<sup>5</sup> T. Mukai<sup>6</sup>  
 1) 京大超電研 2) Hughes STX 3) アイオワ大  
 4) パリ天文台 5) NASA/GSFC 6) 宇宙科学研

Remote sensing of the magnetosphere: VI. GEOTAIL observation of  $2f_p$  emission region in the terrestrial foreshock

・ Y. Kasaba<sup>1</sup> H. Matsumoto<sup>1</sup> M. J. Reiner<sup>2</sup> R. R. Anderson<sup>3</sup>  
 J.-L. Bougeret<sup>4</sup> M. L. Kaiser<sup>5</sup> T. Mukai<sup>6</sup>  
 1. RASC, Kyoto Univ. 2. Hughes STX. 3. The Univ. of IOWA  
 4. Observatoire de Paris 5. NASA / GSFC 6. ISAS

$2f_p$  emission is observed by GEOTAIL around the terrestrial electron foreshock at 10-30  $R_E$  from the Earth. We determine source region of  $2f_p$  emission by three methods: 'mapping of  $2f_p$  flux', 'timing analysis of bifurcation phenomena with solar wind density discontinuity', and 'propagation direction determined by spin modulation'.

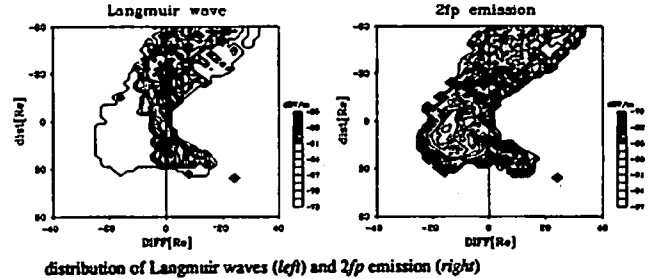
Results show some useful conclusions: 1)  $2f_p$  source region is on the tangential field line of IMF, coexisting with strong Langmuir wave. 2) Both Langmuir wave and  $2f_p$  emission is not strong around the contact point. 3) Typical extension of the source region from contact point is about 20-40  $R_E$ .

Geometry of the source region reflects distribution function of electron beams in the foreshock region. On this point of view, we investigate the source region by three methods: 1) in-situ observation of waves and particles on the tangential field line, 2) comparison of  $2f_p$  flux and direction with WIND/WAVES, and 3) numerical experiments on the foreshock conditions.

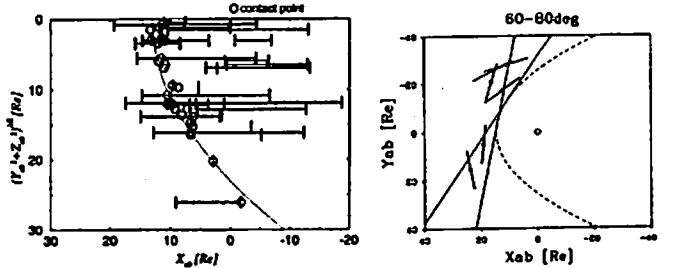
$2f_p$  電磁放射は、地球衝撃波から 10-30  $R_E$  前面において GEOTAIL により頻りに観測されている。我々はこの電磁放射の放射領域構造を、“電磁強度のマッピング解析”、“太陽風密度不連続線の通過に伴う時間変動解析”、“スピニングを用いた伝播方向解析”の3つの手法を用いて決定した。これらの解析結果の一部を左側に示す。我々は、以上3つの解析により以下の結論を得ている。1)  $2f_p$  放射領域は衝撃波

面に接する惑星間空間磁力線 (IMF) 上に位置する。この領域では電子ビームに伴う強い Langmuir 波が観測される領域と一致する。2) 電子プラズマ波・ $2f_p$  電磁放射とも、衝撃波面と IMF との接点近傍では弱い。強い波動が観測されるのは接点から 5-10  $R_E$  以上である。3)  $2f_p$  放射の放射領域の長さには上限がある。典型的な衝撃波面からの距離は 20-40  $R_E$  程度である。

$2f_p$  電磁放射は、高エネルギー電子により励起されるプラズマ波動の線形・非線形相互作用により生成される。このため、その放射領域の構造は IMF 上の電子ビームの分布関数の変化を反映したものと考えられる。我々はこの点を確認するために、“衝撃波面に接する IMF 上における波動・粒子データの解析”、“WIND WAVES との電磁強度・伝播方向同時観測データの解析”、“衝撃波前面領域の物理条件を用いた数値実験”の3つの解析を現在進めている。本講演では、以上の解析の暫定的な結論も併せて報告を行う。



distribution of Langmuir waves (left) and  $2f_p$  emission (right)



$X_{ab}$  distribution of the  $2f_p$  source propagation direction when IMF-B4 = 60-80 deg

## B42-P86 Prediction of Dst from Solar Wind Data Using a Neural Network Algorithm(1)

・ Samuel Kugblenu and Takashi Okuzawa  
 (University of Electro-Communications, Tokyo)

Using a neural network originally developed for drug simulation (Ichikawa, 1993), we have been able to predict 1 hour ahead  $Dst$  values using as inputs, solar wind data and previous four hours  $Dst$  values.

Artificial neural network (ANN) models enjoyed a resurgence in popularity as prediction tools during the late 1980s, as a consequence of the backpropagation of error learning algorithm. A most unique property of these ANNs is their ability to generalize to new situations after having been trained on a number of examples of a relationship. They can then induce a complete relationship that interpolates and extrapolates from the examples. ANNs have already been used for prediction of geomagnetic activity (e.g., Lundstedt and Wintoft, 1994).

A typical geomagnetic storm has three phases: The initial phase which often begins with a sudden increase in magnetic field, the main phase which is usually indicated by a rapid decrease in the  $Dst$ , and the recovery phase which consists of a rapid recovery change followed by a slow increase in the  $Dst$ .

The recovery phase is not so highly correlated with solar wind properties as the initial and the main phases, so that the recovery phase was not well predicted, whereas in the prediction of the  $Dst$  index exclusively from solar wind data, the initial and the main phases were well predicted. Therefore, to accurately predict all phases of a geomagnetic storm, and different strengths of storms, we use as input, in addition to the solar wind parameters,  $Dst$  values for four previous hours.

The ANN for this application is a three layer network with selectable number of input, hidden and output nodes. The threshold error desired and the number of epochs are inputable. The network has been trained with carefully selected data of 20 storms made available by both the National Space Science Center of NASA over the internet, and the WDC-2 of Kyoto University.

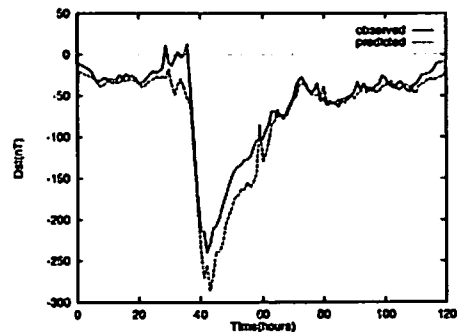


Figure 1: Observed and predicted storm of 19th Dec., 1980

In the quest for optimum results, various number of hidden layers and epochs together with varying degrees of threshold errors have been applied during the training of the network. A compromise for the best fit for all data has been found to be a hidden layer of six(6) whilst the input layer is seven(7) and the output, one(1).

Figure 1 shows the plot of both the observed and predicted  $Dst$  values of the storm of 19th Dec., 1980.

The goodness of our model is, however, yet to be determined, and be compared with other classical-type prediction models such as Burton *et al.*(1975).

### References

- [1] Burton, R. K., R. L. McPherron, and C. T. Russell, "An empirical relationship between interplanetary conditions and  $Dst$ ", *J. Geophys. Res.*, 80, 4204, 1975.
- [2] Ichikawa, H., "Layered Neural Networks", *Kyoritu Pub.*, 108, 1993
- [3] Lundstedt, H., and P. Wintoft, "Prediction of geomagnetic storms from solar wind data with the use of a neural network", *Ann. Geophys.*, 12, 19, 1994

B会場

10月24日(木)

15:36~17:36

# 惑星電磁圏

## Planetary Magnetosphere

oral: B42-12~21

poster: B42-P87~P88

座長

山本達人 (宇宙科学研究所)

三澤浩昭 (東北大・理学部)

Three-Dimensional MHD Simulation of Mercury  
Ionosphere-Magnetosphere

○H. Okuda T. Ogino

(Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University)

We have studied interaction between the solar wind and Mercury which have a little intrinsic magnetic field by using a 3-dimensional global MHD model, when the IMF with z component was imposed.

1. まえがき

地球型惑星(水星、金星、地球、火星)と太陽風プラズマとの相互作用から生じる惑星電磁圏構造は、固有磁場の大きさの違いにより異なったものとなる。これまでに、地球電磁圏の場合、観測、計算機シミュレーションなどによって精力的に研究されてきたが、その他の惑星については、そのグローバルな電磁圏構造を解明する上でまだ多くの問題が残されている。そこで、水星のグローバルな電磁圏構造を解明するために、小さな固有磁場を与え、IMF(惑星間磁場)の大きさと向きを変えて、電磁圏構造を3次元の電磁流体力学的(MHD)シミュレーションから調べた。

2. シミュレーションモデル

座標系として、惑星中心を原点、太陽方向をz軸正、夕方方向をy軸正、北極方向をx軸正とする直交座標系をとり、メッシュサイズ $\Delta x = 0.05R$  ( $R$ は水星半径)、 $400 \times 100 \times 100$ 個の3次元格子点を用いる。内部境界条件として、電磁圏構造に重要な影響を与える電離圏密度分布、及び圧力分布を、圧力と重力の釣り合う静水圧平衡から決定する。IMFは、z成分のみを持ち太陽風と共にz正の方向から流れてくる。以上の条件下で、MHD方程式をmodified leap-frog法を用いて初期値境界値問題として解き、時間ステップは太陽風速度に応じて数値安定性を満足するように $\Delta t = 2\Delta x$ と決定した。

3. シミュレーション結果

小さな固有磁場を持つ惑星(水星)の、電磁圏構造を図1に示す。固有磁場は太陽風との衝突のため下流方向に吹き流され、夜側にローブとプラズマシートの形成が見られる。また、図2、3はIMFが南向きと北向きの場合の電磁圏の構造を示す。図1と同様に夜側にローブとプラズマシートの形成が見られる。冠衝撃波面では太陽風プラズマの速度が減速され、これに凍結され磁場がこの位置で増大する。講演では、IMFの大きさと向きを変化させた場合についての電磁圏構造の時間的経過を詳細に報告する。

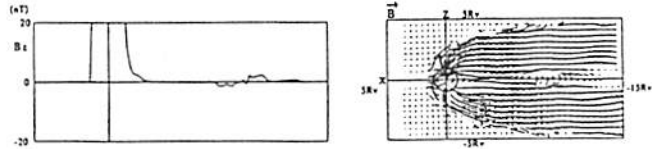


図1 IMFが無く、固有磁場がある水星電磁圏構造、  
太陽と水星を結ぶ線上の磁場変化(左図)、  
及び子午面の磁場ベクトル(右図)、  
 $B_z = 0\text{nT}$   $B_d = 40\text{nT}$  time=89.6m.

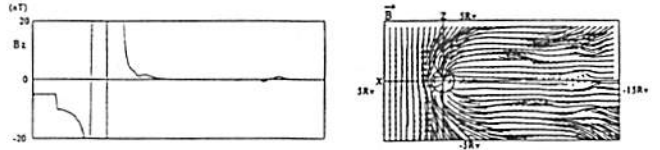


図2 南向き IMF の水星電磁圏構造、  
 $B_z = -5\text{nT}$   $B_d = 40\text{nT}$  time=70.4m.

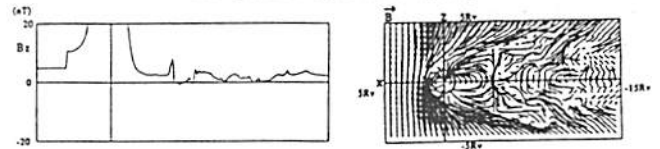


図3 北向き IMF の水星電磁圏構造、  
 $B_z = 5\text{nT}$   $B_d = 40\text{nT}$  time=76.8m.

Solar Wind - Ionosphere Coupling in Mars

T. Yamamoto, K. Tsuruda, H. Hayakawa (ISAS)

We discuss an electric current system in the Martian ionosphere. There could be three possible drive-forces to induce an electric current in the ionosphere. One is neutral wind which drives the ion motion through the collisions. Second is a velocity shear which exists between the solar wind and ionosphere. The last is the ionosphere-solar wind coupling through field-aligned current. The energy transfer rate from the solar wind to the ionosphere through field-aligned current could be comparable to that due to the velocity shear. The field-aligned current flowing along the draped magnetic field line could reach  $10\sim 100 \mu\text{A}/\text{m}^2$ . This field-aligned current is so intense that it may generate wave activities or field-aligned potential drops to thermalize or accelerate the ionospheric species.

火星には固有磁場が無いが、存在したとしても太陽風を十分に支える程の強度は無いと考えられている。無磁場惑星の代表としては金星があるが、太陽活動極大期にPVOで観測された金星の電離層は充分なプラズマ圧を持ち、第0次近似では電離層上部でIonopauseを形成し太陽風の動圧を支えていると考えられている。それでも、境界面近傍での粒子衝突の効果は無視出来ない程大きく、惑星間磁場・太陽風が電離層内に侵入したり、フラックスローブを電離層内に形成する事も多々ある。一方、火星ではViking着陸船による数少ない観測を参照する限り、電離層プラズマの圧力は太陽風動圧を支える事は出来ない。従って、太陽風は惑星間磁場を引き連れて電離層深くに侵入する筈である。その結果、粒子間の衝突が卓越する領域で誘導電流を発生させ、大局的に見れば、磁場圧とプラズマ圧の和として太陽風をせき止めていると考えられる。太陽風動圧から火星電離層内での誘導磁場の強度は $20\sim 30 \text{nT}$ 程度と予想される。この程度の磁場を持つと、ホール効果により2次的な分極電場が発生すると考えられ、電流・ポテンシャル分布の自己制御効果も存在しうる。

98年打ち上げ予定のPLANET-Bで計測される火星電離層での磁場データの解釈には、火星電離層での電流系モデルが不可欠である。ここでは研究の最初として、比較的簡単な状況を設定し、火星電離層電流系/太陽風との結合系の考察を行う。火星電離層中のイオンに運動を与えるものとしては、中性大気ドラッグ・速度シア・沿磁力線電流の3つの候補が考えられるが、ここでは、主に速度シア・沿磁力線電流による結合系を検討する。

・速度シア

電離層の上には太陽風が流れているので、粒子間衝突/電磁気的擾乱を通して太陽風の運動量が電離層に運ばれ、水平方向の運動を励起する事は十分に想定される。この効果は速度シアが大きいのと思われるターミネータ付近で顕著となろう。この効果による電離層電流系はターミネータから昼間赤道に向かう形状と考えられる。この物理過程で輸送されるエネルギーを太陽風が火星に衝突する事により失う総ての太陽風の動エネルギーとすると $10^9 \text{W}$ 程度と推算される。

・沿磁力線電流による電離層-太陽風結合

粒子間衝突が卓越する電離層領域に太陽風が遭遇すると、惑星間空間磁場は電離層内に拡散し侵入してくる。衝突が無視出来る太陽風との境界付近では磁力線はスリップしている。火星電離層と磁力線を通して結合しているサブアルフヴェニック領域の太陽風は減速され、沿磁力線電流としてポインティングフラックスが電離層に注入される。結果として電離層には大規模なプラズマ対流が形成される。このプラズマ対流に伴う水平方向の電離層電流系は、片半球から他半球に向かうものである。この過程で流れる沿磁力線電流を大きめに見積ると $10\sim 100 \mu\text{A}/\text{m}^2$ 程度と推算される。この電流によるエネルギー流入量は $10^9 \text{W}$ 程度であり、速度シアによるものと同程度になりうる。また、沿磁力線電流密度としては地球極域と同程度となりうるので、2次的な電磁波動励起/粒子加熱/粒子加速も予想され、電離層プラズマの散逸に影響を与えていると考えられる。

電波えんべい法による火星電離、中性大気観測計画

小山孝一郎、水野英一、山本善一、  
鶴田浩一郎、山本達人、中谷一郎、河島信樹、他  
宇宙科学研究所

Study of Martian Ionosphere and Atmosphere by Means of Radio Occultation Technique

Ko-ichiro Oyama, Eiichi Mizuno, Zen-ichi Yamamoto, Ko-ichiro Tsuruta, Tatsundo Yamamoto, Ichiro Nakatani, and Nobuki Kawashima  
(Institute of Space and Astronautical Science)

Abstract

Radio occultation experiment will be conducted in Mars (Planet-B) mission. Neutral density, temperature and ionosphere plasma density are basically obtained. These parameter can be used to study Martian weather such as dust storm, surface temperature, interaction between Martian ionosphere and solar wind, and the effect of dust storm on the ionosphere. During the missing phase to the Mars, radio occultation can be used to study solar wind. This report describes overview of the radio occultation experiment. We would like as many scientists as possible to be interested in this exciting mission.

1998年に日本の火星探査機、Planet-Bが打上げられる予定である。

この探査機による実験の一つとして、SおよびXバンドの二つの周波数を用いた電波えんべい実験が予定されている。電波えんべい法は、中性大気あるいは電離大気を通過する電波がその進行方向を曲げられることによって、結果的に送信周波数より受信周波数がわずかにずれることを利用するもので、過去にソ連、米国でのほとんどの惑星探査で用いられてきた。日本では1986年に「さきがけ」「すいせい」による太陽コロナの観測を始めた時に、将来計画として惑星探査での電波えんべいを最終的な目的として、1989年のヴォエジャーによる海王星の電波えんべい実験などを通じて技術を習得してきており、火星における電波えんべい法はその最終目的にあたりと位置づけ、現在地上系の設計を行っている。日本で得られない超安定の発振器が米国から入手できる予定であり、これによって火星の電離層電子密度高度プロファイルと中性大気密度高度プロファイルが得られる見通しである。火星の表面温度、大気の擾乱など火星気象に関する知見を得ることができると共に電離層プラズマ、太陽風との相互作用、夜間電離層の構造、砂嵐の電離層への影響など多くの研究テーマが考えられる。また、1998年に火星探査機が打上げられて、火星に到達するまでの一年間のクルージングフェイズにおいては太陽風の観測も可能である。日本のPLANET-Bより軌道傾斜角の高い米国のMars Global Surveyorによる電波えんべい実験との共同観測についても話し合いが進められている。国内においてもできるだけ多くの研究者に参加して戴きたい。ご関心のおありの方は下記へ連絡されたい。

e-mail: oyama@bochan.ted.isas.ac.jp

B42-15 SL9彗星塵の木星磁気圏通過期間に観測された特異Sバーストと二周波干渉計観測結果の対応

○大矢 克、大家 寛、飯島 雅英  
(東北大学理学部)

Correspondence between Abnormal S-bursts Observed in the Period of Jovian Magnetosphere Passage of SL9 Cometary Dust and Observation Result by Double Frequency Interferometer Network System

○M.Oya, H.Oya and M.Iizima  
(Tohoku University)

Abnormal S-bursts which durate less than 10 msec were detected by dynamic spectrum analyzer in the period of Jovian magnetosphere passage of SL9 cometary dust. The emissions show frequent repetition with clustering of bursts with random period within 2 to 6 sec. In each cluster, a few to over a few tens of short duration bursts are included. Some of long duration bursts show very fast dispersion. The cluster of the abnormal S-burst are analyzed together by the two frequency interferometer system. The results of two frequency interferometer indicate that the abnormal S-burst emissions were jovian origin, then it is confirmed that the abnormal S-bursts were caused by the dust-plasma interaction with jovian magnetosphere which made multi-current systems being coupled with jovian polar region ionosphere.

注 1994年7月におけるSL9彗星の木星衝突時に、東北大学の二周波干渉計は観測された異常増大デカメーター波が木星起源である事を示し、SL9彗星のdustの効果による電波増大を確認している。東北大学では二周波干渉計のほかにも高時間分解能スペクトル解析装置の観測も同時におこなっており、この観測で通常のSバーストとは形状の全く異なる、特異Sバーストと呼ぶべきバーストが観測されている。今回、このスペクトル解析装置の結果と二周波干渉計の結果を対比して、干渉計で得られたデータがダイナミックスペクトル上でいかなる様相を示すかを調べ、同時に特異Sバーストの微細構造の解析を行った。

観測装置 衝突期間中、二周波干渉計(22.34MHz, 22.58MHz)の観測では、最大115km、最小40kmのベースラインをもつ川波、米山、蔵王、阿武隈の四観測点

で、また、高時間分解能スペクトル解析装置U-2-2(24.5MHz~26.5MHz)の観測は米山観測所でおこなった。このスペクトル解析装置は2msecという高時間分解能で解析をおこなうことができ、今日のようなタイムスケールの極めて短い現象を捉えることができた。

結果 観測周波数は二つのシステムで異なるが、データ比較はバーストが広い周波数帯をカバーすると仮定して、スペクトル解析装置で得られたデータの最低周波数(24.5MHz)の部分を取りだし、干渉計の22.34MHzのデータとサンプリングレートをあわせて比較をおこなった(Fig.1)。この結果により、スペクトル解析装置で観測された特異Sバーストの群生した部分を干渉計の四観測点で観測で観測していたことが確認された。この結果は、特異Sバーストが木星起源であることを証明し、この放射がコヒーレント多重電波源であることを実証している。また、特異Sバーストの周波数ドリフトも確認され、Dust Plasmaが木星磁力線を切る事によって発生する電場に伴う粒子流入を示唆している。

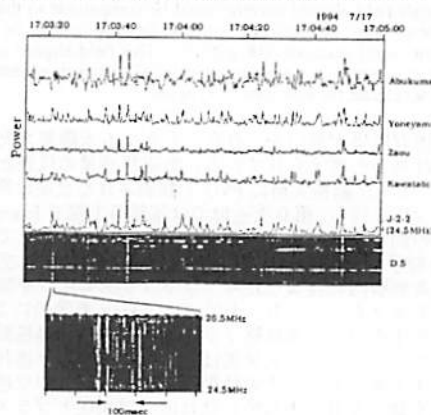


Fig1. 干渉計とスペクトル観測との対応

参考文献

- (1)大家 他, 1995年合同大会予稿集
- (2)大家 他, 1996年合同大会予稿集



木星・銀河デカメータ電波干渉計  
ECODESシステムの開発

○大家 寛、飯島雅英、小野高幸、片瀬拓弥（東北大・理）

Development of ECODES System  
for Observations of Jovian  
and Galactic Radio Sources.

H. Oya, M. Iizima, T. Ono, T. Katase (Department of Astronomy  
and Geophysics, Tohoku University)

The study on the exploration of cosmical decametric radio wave emission sources (ECODES) has been started in Tohoku University. The system consists of 9 antennas for observation of decameter radio waves in the frequency range from 20MHz to 40MHz. The 9 antennas are distributed randomly in 2 dimensional way making base lines ranging from 20 m to 130 m;  $\rho C_2$  combinations of base lines for pointing the decametric emission sources are available. The signals detected with threshold of -140dBm are fed into analyzer being separated into the right hand and left hand polarizations, through the accurately phase-controlled transmission lines.

Two system operations are designed; these are for Jovian decameter wave radiation with band width from 500Hz to 2KHz and for the galactic pulsar with 288 channels narrow band analyzer, with band width of 50Hz for each. Pointing of the sources can be made especially designed integration interferometer method; the effective beam width of antenna in this integration interferometer is  $\pm 1.5^\circ$ . The observations have been started from August. 14, 1996.

1. 序: 東北大学では、長期にわたる木星デカメータ電波観測、及び銀河中心パルサーの存在の発見という両面から、宇宙におけるデカメータ電波を基本とする観測研究を実施してきた。これらの研究を通じ、より S/N の高い、したがってビーム巾のせまい、システムによる観測が待たれていた。特にデカメータ観測システムにより銀河中心パルサーの存在については、より詳しい確認が必要となっている。このため 1996 年 8 月より 9 基のアンテナよりなる干渉計アレイシステムが完成観測に入った。

2. システム: 図 1 にアンテナの二次元配置を示す。ベースラインは 20-120m 間隔でランダムに配置されている。各アンテナでは R.L 偏波成分に分離し、最高感度 -140dBm で受信し、都合 18 系統の信号を処理する。受信帯域は木星電波波用は 500Hz-2kHz の切り換え選択、銀河パルサー観測のためには、銀河空間での dispersion 補償のため、18 系統各々について 50Hz 帯域巾で 16 channel の分割受信を行う。本システムでは、 $\rho C_2 = 3.6$  通りの位相検出が基本であり、このため各サブシステム及び信号伝送系で相互間位相を高い精度で校正している。したがって、合計 288 チャンネルの相互間位相を Check するためオーバーレーションはコンピューターの支援を基本としている。

3. データ処理: 出力は 8 台の A・D 変換により 200 点/sec ~ 4000 点/sec の可変形態でデータ取り込みを行う。1 日の観測総量は 2G Byte となる。

データ処理に置いて最も特徴とするところは、指向性を出すため積分型干渉計処理をするところにある。すなわち 3.6 通りの各ベースラインの組合せに対し、理論的 Fringe 信号  $\cos(\Theta(t))$  (ただし  $\Theta$  は位相で時間  $t$  の関数) を発生し、観測データ  $D(t)$  に対し、

$$I(t) = \frac{1}{T_d} \int_t^{t+T_d} D(t) \cdot \cos(\Theta(t)) dt$$

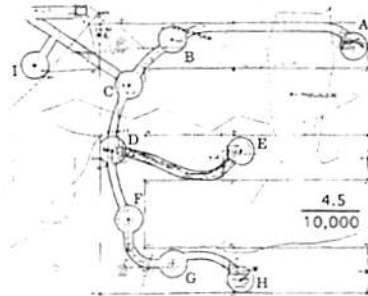


図 1 ECODES アンテナ配置

A, B, ... I は 9 基のアンテナの位置。

をもって指向性選択することにある。これによって指向性は  $\pm 1.5^\circ$  にしぼられ、S/N は 20dB 向上する。銀河中心からのデカメータパルサーについては、二段階の特殊処理が加わる。その一つは、3.6 通りの干渉計基本処理において 30 分単位で Box-car method を適用すること。他の一つは 50Hz 間隔でとられた中心周波数 900Hz-1650Hz にわたる 16 チャンネルの各データについて銀河系伝播による分散を補正し、最終的にパルス波形を再現することにある。

ECODES 計画は 1995 年 8 月 14 日より実施に入った。

銀河中心デカメータパルサーを対象とする積分型アレイ干渉計方式の検討

○服部 真、片瀬 拓弥、大家 寛、飯島 雅英

M. Hattori, T. Katase, H. Oya and M. Iizima (Department of Astronomy and Geophys., Tohoku University, Sendai Japan)

Theoretical Investigation of Integrating Array Interferometer Methods for Observation of Decameter Pulsar from Galactic Center

Theoretical Investigation has been made for new interferometer array system which consists of nine randomly distributed decameter wave antenna with base lines ranging from 40m to 120m. The method of integration is uniquely designed to use product of geometrically calculated reference fringes with observation data from  $\rho C_2$  combinations of the interferometer system as the argument. The result shows that the narrow beam of the receiving antenna system can possibly be established with beam width of  $\pm 1.5^\circ$  for the integration time from 15 to 30 minutes.

1. 序

デカメータパルサーが銀河中心に存在し、その原因として回転するブラックホールの可能性が指摘されている(Oya et al., 1989)。270pc/cc の銀河空間を 25 ~ 40MHz 帯において周期 0.421602sec ハルスを受信する可能性についての理論が最近 Oya によって確立されている(Oya, 1996)。

この現象を確認するため東北大学理学部では、飯館木星・銀河電波観測所において新しいアンテナアレイシステムを設立した。本研究はここにおいてとられている「積分型アレイ干渉計方式」について理論面から検討した。

2. 積分型干渉計方式

干渉計は最大間隔 120m 最小間隔 40m をもってランダムに配置されたアンテナアレイシステムよりなる。位相は正しく校正されていてデータ上の補正が充分可能である。したがって理論としては絶対位相系(対象の幾何学的位置と観測者の位相差が計算可能な状態)で対応する。) をもった位相フリンジを示すとして取り扱った。9 基からなるアレイにおける  $\rho C_2$  の計算されるフリンジ

$$\Phi_{lm} = \cos(\theta_m(t))$$

に対し、

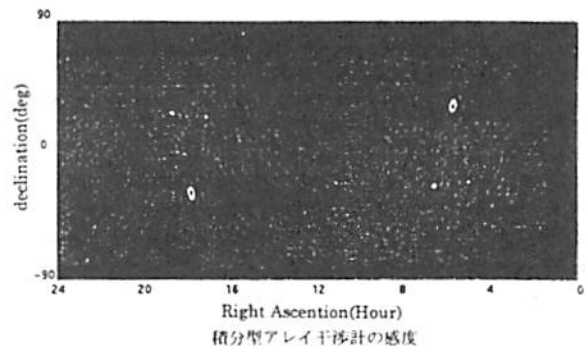
$$I = \frac{1}{T_d} \int_t^{t+T_d} \sum_l \sum_m \Phi_{lm} \cdot \Phi_{0m} \cdot dt$$

を求める。

3. 結果

銀河中心の南中時間後 15 分の時間積分を想定したモデル計算の感度分布を下図に示す。結果は目標方向を中心に東西方向、南北方向それぞれ約  $3^\circ$  にビームが集中することを示している。特にパルサーの場合の固有な状況として長時間積分が可能となるが、 $t_d = 15 \sim 30$  分の積分で位相の  $2\pi$  不確実性が消え観測電波の検出方向が  $\pm 1.5^\circ$  にしぼられることが示される。従来行ってきた広帯域ダイポールアンテナによる観測に比して S/N 比が 20dB 改善されることになる。

積分型アレイ干渉計システムの観測は 8 月下旬よりオーバーレーションに入る(大絶本アブストラクト)。実測との対比も近い将来の研究対象としている。



References

Oya H., M. Iizima, and M. Morioka, Possible Detection of a Pulsar of Decameter Radio Waves in the Direction of the Galactic Center, J. Geomag. Geoelectr., 41, 331-369, 1989.  
Oya H., Theory on observation of the decameter pulsar located deep in galactic space by using extremely narrow band signal receiving system, submitted to Radio Science, 1996.

木星電子放出と惑星間空間磁場極性の関係  
 土屋史紀、森岡 昭、三澤浩昭  
 東北大学理学部超高度物理学研究施設

The relation between Jovian electron and the IMF polarity

○Fuminori Tsuchiya, Akira Morioka, Hiroaki Misawa  
 Upper Atmosphere and Space Research Laboratory,  
 Department of Science, Tohoku Univ.

Relations between Jovian electron flux and IMF polarity are investigated using data measured by Pioneer10,11 and Ulysses. We found that when spacecrafts was located in the upstream or dawn side of Jupiter, Jovian electrons are observed with more enhanced flux during away polarity of IMF. On the other hand, when Ulysses was located in dusk side of Jovian magnetosphere, electron flux was enhanced during toward polarity. These results suggest that the interaction process between Jovian magnetosphere and IMF depends on Jovian local time.

惑星間空間磁場 (IMF) の極性に対する木星磁気圏の応答を調べる事は、木星磁気圏と太陽風との相互作用を知る上で極めて重要である。木星磁気圏からは大量の高エネルギー電子が惑星間空間に放出される現象が知られているが、我々はこの現象に注目し、Pioneer10,11及びUlyssesが計測した高エネルギー電子フラックス変動と IMF 極性のデータをNSSDCより取得して比較検討を行い、木星磁気圏に作用する IMF が電子放出量に与える影響を調べた。Pioneer11 inbound path では Fig.1 に示すように IMF By の極性の正負により木星電子フラックスは強度で2~3倍の変化を示し、away polarity の時にフラックスは増大する。これは木星磁気圏に作用する IMF 極性が電子放出量をコントロールする事を示している [1]。この傾向は他の Pioneer10 及び Pioneer11 の path で探査機が木星に対し upstream/dawn 側にいる時にも見られる。これに対し Ulysses の観測結果では Fig.2 に示すように、大きな trend を持つフラックス変動に注目すると、inbound path では away polarity、outbound path では toward polarity の時電子フラックスが増大している。これらの結果は木星磁気圏の upstream/dawn 側と dusk 側とで電子放出の仕方が異なる事を示唆している。尚、Fig.2 から木星電子フラックスには上述の連続的で時間スケールの長い変動と、時間スケールの短い電子バーストが存在する事が分かるが、電子バーストの IMF 極性依存性は inbound,outbound 共に

toward polarity で発生しやすいという報告があり [2]、我々の結果とは異なっている。

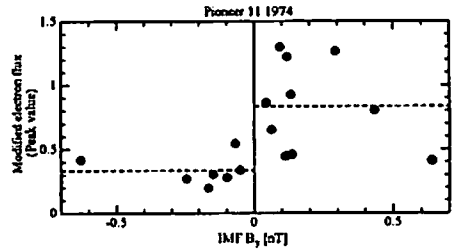


Fig.1 Peak fluxes of Jovian electrons with respect to the IMF By components, during the period from day 1 to day 260 of 1974

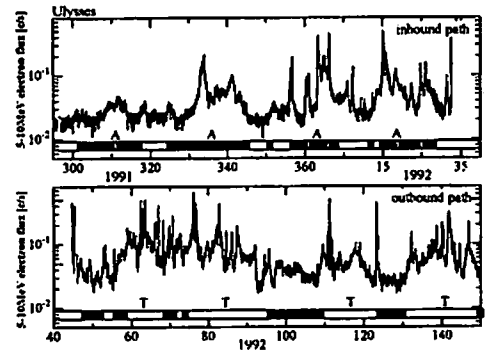


Fig.2 5-10MeV electron flux observed by High Energy Telescope onboard Ulysses spacecraft. Upper panel indicates inbound profile and bottom panel as outbound. The averaged polarity of the interplanetary magnetic field are shown as black and white hands of each panel. Label "A" ("T") indicates away (toward) polarity.

- [1] 土屋史紀、森岡 昭、三澤浩昭、第 99 回 SGPSS 講演予稿集、1996
- [2] Simpson et al., J. Geophys. Res., 98, A12, 21,129-21,144, 1993

あけぼの衛星によって観測された  
 木星ヘクトメートル波の出現特性  
 ○中川 史丸、森岡 昭、三澤 浩昭、大家 寛  
 東北大学理学部

Occurrence characteristics of Jovian hectometric radiation observed by PWS onboard EXOS-D  
 ○F.Nakagawa, A.Morioka and H.Misawa H.Oya  
 (Tohoku University)

Using the data from the PWS(Plasma Waves and Sounder Experiment) onboard the Akebono(EXOS-D) satellite, we investigated the occurrence characteristics of the Jovian hectometric radiation(HOM) by means of the box car method. The obtained characteristic of HOM occurrence at 4MHz showed a different feature from characteristic at lower frequency(below 1MHz).

木星ヘクトメートル波 (以下HOM) は木星極域を放射源とする数100 kHz~数MHzのcoherentな電磁波で、これまでVoyagerやUlysses等の木星をflybyする探査機によって観測されてきた。しかしその出現特性とその周波数依存性等、詳しい特性などはまだよくわかっていない。今回我々はあけぼの衛星 (EXOS-D) に搭載されたPWSのデータを用い、特にこれまで観測例の少ない3MHz前後のHOMの出現特性について解析を行った。これまでの我々のcase studyの解析からあけぼの衛星でのHOMの観測は可能であることがわかっていて、しかし、その強度は地球起源の電波に比べ非常に弱いため統計的に出現特性を調べるには何らかの方法が必要となる。HOMは観測者が木星磁気赤道面近傍にいるときのみ観測される (これをHOMのlatitudinal beamingという) ことが、Voyagerなどの観測でわかって

いる。このことにより、木星1自転周期の間に観測者の見る磁気緯度が変動することからsystem III経度で約200° (木星磁軸の傾斜方向の磁気緯度) で対称な出現特性が生じる。そこで本研究ではこの特性を考慮しながら以下の解析を行った。すなわち、HOMのsystem III経度に対する出現特性を調べるため、box car methodを用い、任意の周波数について一ヵ月間のデータをsystem III経度で重ねていき、その平均強度を求め、さらに、HOMの強度は非常に弱いことを考え、上記latitudinal beamingの特性が現われる強度を数居値とし、その数居値以下のデータについてのみ解析を行う。この手法を用いることにより、system IIIに依存しないAKR、THRIは雑音とみなせHOMの出現特性だけが現われることになる。

1989年10月と11月における解析結果を図.1に示す。この4.2MHzの結果はこれまで知られているIMF前後のlatitudinal beamingと大きく異なっており、HOM出現特性には周波数依存性があることが明らかにされた。更に詳細な解析を進めることによりHOMの放射源説明の手がかりが得られるものと考えられる。

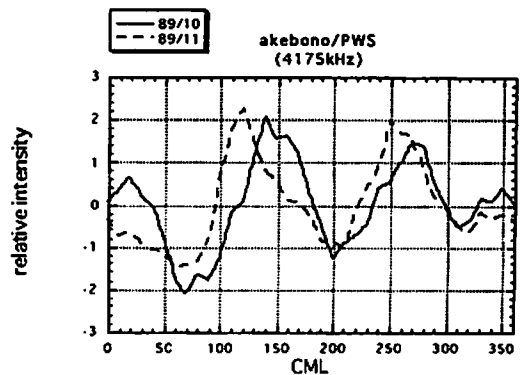


図.1.1989年10月と11月4175kHzの解析結果

## B42-20 イオ衛星ナトリウム雲の観測 (速報) - 木星磁気圏プラズマ源の研究

森岡 昭<sup>1</sup>, 三澤浩昭<sup>1</sup>, 高橋 慎<sup>1</sup>, 野澤宏大<sup>1</sup>, 岡野章一<sup>2</sup>  
 1: 東北大学理学部超高層物理学研究施設  
 2: 国立極地研究所

### Observation of sodium clouds near the Io satellite

A. Morioka<sup>(1)</sup>, H. Misawa<sup>(1)</sup>, S. Takahashi<sup>(1)</sup>, H. Nozawa<sup>(1)</sup>  
 and S. Okano<sup>(2)</sup>  
 1: Upper Atmosphere and Space Research Lab. Tohoku Univ.  
 2: National Institute of Polar Research

We have started the observation of the sodium clouds near Galilean satellite Io, to study the origin of the plasma in the Jovian magnetosphere. Our first results which were observed in August, 1996 at Zao and Sendai, using the CCD camera, are reported.

木星磁気圏の熱的プラズマの源及びその供給の過程には大きな謎がある。すなわち木星磁気圏のプラズマ源として、i)木星電離圏からの供給、ii)太陽風からの供給及びiii)衛星イオからの供給、の3つが考えられているが、ボイジャーの観測では、イオ起源のプラズマは90%を占めていると報告されていた。しかし、その後のイオ火山観測ではイオの火山活動はかなりの変動していることが判明してきた。このことは木星磁気圏のプラズマ源が大きく変動していることを示していると共に、それに伴って木星磁気圏の電磁環境が顕著な変動をすることが想像される。しかしこの点に関しこれまで詳細な研究は進んでいなかった。近年になって国際木星監視 (International Jovian Watch; IJW) によるイオ衛星の観測キャン

ペーンが行われているが、東北大学超高層物理学研究施設では上記研究目的を持ってイオ衛星の観測研究を開始した。この研究には、赤外域でのイオ火山活動モニター、中性ガス雲分布のモニター、及びイオン化雲 (トラス) の観測が必要になるが、本講演では、まず最初に手がけたイオ起源木星ナトリウム雲の観測の初期結果を報告する。

観測は、28cmシュミットカセグレン望遠鏡、冷却CCDカメラを用いて行われた。第1図に観測例として1996年8月9日23時58分から30分間の露出によるイオ衛星周辺のNa-D1/D2線強度分布を示す。観測はその緒についたばかりであるが、今後絶対値校正等を行い、定量的評価を行うと共にさらにイオ火山ガスのイオンガス (S II, S III) の観測をも進めていく。

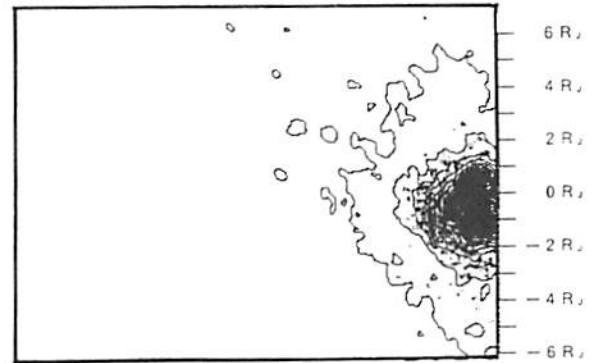


Fig.1 Contour plots of Na-D1/D2 line intensities near IO

## B42-21 月周回探査衛星による 月地下探査並びに太陽・惑星電波観測計画

小野高幸、大家 寛、森岡 昭 (東北大学・理)  
 橋本弘蔵 (京大・工)、山路 敦 (京大・理)  
 山口 靖 (名大・理)、佐々木晶 (東大・理)

### A Proposed Plan of the Lunar Radar Sounder Experiment from a Moon Orbiter

Takayuki Ono, Hiroshi Oya, Akira Morioka (Tohoku Univ.)  
 Kozo Hashimoto, Atsushi Yamaji (Kyoto Univ.)  
 Yasushi Yamaguchi (Nagoya Univ.), Sho Sasaki (Univ. Tokyo)

The Lunar Radar Sounder Experiment (LRS) is proposed to observe the subsurface structure of the Moon by using an extension of the plasma sounder technique which has been developed for the plasma observation of the Earth's and Martian plasma environments. The LRS experiment is also aimed to observe the characteristics of the Solar and Planetary radio emissions' spectrum in detail and to identify their source regions.

The main objective of the subsurface sounding is to study on the Moon's tectonics. The HF radio wave subsurface sounding of the Moon was initiated by the Apollo 17 ALSE experiment, however the recent technical advantages makes it possible to obtain global map of the moon's subsurface structures with high resolution and accuracy.

On the other hand, the main objectives of the radio wave observation are to investigate the origin of the solar and planetary radio emissions by identifying the source region of the radio emissions based on the radio occultation signatures of the Moon's body. Another importance has been pointed out for the plasma wave turbulence associated with solar wind and magnetosphere interaction at the Moon's distance and solar wind and Moon's body interactions making an wake signature in the downward region of the solar wind.

In this paper we would like to discuss on our research plan of the LRS experiment and the feasibility of the subsurface sounding.

#### はじめに

月2ロケットを用いた科学衛星ミッションとして月探査周回衛星計画がスタートした。これは大型の科学衛星を月周回軌道に投入し、月の起源と進化、

月の物理環境、及び太陽系内のプラズマ物理の解明に向けて総合的な観測研究を行うことを目的としている。ここでは月地下探査並びに太陽・惑星電波観測を行う月レーダサウンダー観測装置 (LRS) が提案されている。LRS に関わる研究分野は従って、太陽地球系物理学分野と固体地球物理・惑星科学分野にまたがるものとなり、両研究分野の研究者が協同して、観測計画の検討や機器開発に取り組み体制が作られている。LRS観測装置はこれまでに科学衛星 EXOS シリーズ並びに Planet-B 衛星開発を通じて確立されてきたプラズマサウンダーをベースに開発されることになる。ここでは LRS 観測計画の目的並びに観測方法などについて議論したい。

#### 観測目的

- LRS観測計画の目標は、月のテクトニクスの研究では、
- (1) 海の層位学による深部温度構造の時間変化の推定
  - (2) 表層テクトニクスを駆動した外因の推定
  - (3) 高地の地殻構造からのマグマオーシャン仮説の検証
  - (4) 多重リングクレータの成因の解明
  - (5) 火山の地下構造探査

が主要な研究課題である。一方太陽・惑星電波の研究では、月による掩蔽効果など月周回衛星の特徴が積極的に利用されて、

- (1) 太陽電波放射分布の研究
- (2) 惑星電波広帯域放射スペクトルの研究
- (3) 地球自然電波の定点観測
- (4) 磁気圏尾部におけるプラズマ波動の発生・伝搬機構の研究
- (5) 太陽風プラズマと地球磁気圏相互作用の研究
- (6) 月の Wake 効果の研究

が進められる。

#### 観測装置

サウンダー観測と自然電波・プラズマ波動観測を同時に行うレーダサウンダー観測装置のベースは、EXOS-B衛星を始めとするこれまでのプラズマサウンダー観測装置にて既に確立されており、LRSにおける新たな開発の課題は月地下探査に必要な信号処理並びにデータ解析手法の確立となる。地下数100mから数kmからのサウンダーエコーの検出のため、送信信号に周波数変調を施し、約100mの高い空間分解能を得る手法が採用されることとなった。同様のアイデアによる月地下探査はアポロ17号により月司令船軌道上で実施された経験を持つが、その結果は月地下の探査がHF帯レーダにて可能であることを示すものとなっており、今回のレーダサウンダーによる月地下構造の詳細なマッピングに期待が寄せられている。

### 木星シンクロトロン放射の 2.2GHz 強度変動観測

三澤 浩昭, 三好 由純, 森岡 昭 (東北大理超高層)

Radio flux observations of Jovian synchrotron radiations at a frequency of 2.2GHz

H. Misawa, Y. Miyoshi, and A. Morioka

Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University

E-mail: misawa@stpp1.geophys.tohoku.ac.jp

Jovian synchrotron radiations (JSR) have been observed to investigate poorly known dynamic process of the Jupiter's inner magnetosphere. The radio flux measurements have been made at 2.2GHz with the 64m radio telescope of UDSC, ISAS once a few weeks since May, 1996. Although data reduction methods, especially compensation for geatmospheric absorption of JSR, have been still under examination, the flux measurement is being achieved at an accuracy of 0.2Jy. We report methods of observations and data reductions, and a preliminary result.

[序] CRRES, SAMPEX 或いはあけぼの衛星等の観測により、太陽・地球磁気活動に関連し、地球放射線帯では内帯でも高エネルギー電子フラックスの変動が観測されている。磁場強度や空間スケールにおいて地球に較べ巨大な木星では、太陽活動等に伴い、その放射線帯がどのようなレスポンスを示すであろうか、また、そのダイナミクスは如何なるものであろうか。

東北大学では、放射線帯の高エネルギー電子により発生するシンクロトロン放射 (JSR) をプローブとし、木星放射線帯のダイナミクスを探る観測的研究を 1995 年に開始した (第 98 回 SGEPS 講演会 B12-06, B12-P91, 第 99 回 B22-04 参照)。JSR は数十 MHz~数 GHz 帯に flux 強度 1~6Jy の電波として観測されるが、本講演では、2.2GHz で行われた JSR 強度測定の結果を報告する。

[観測及び解析] 2.2GHz の JSR 観測は、宇宙科学研究所白田宇宙空間観測所の 64m パラボラアンテナを用い、1996 年 5 月~9 月の期間 2, 3 週毎に行われた。2.2GHz での 64m アンテナのビーム幅は 7 分角であり、本観測では地球上で約 2 分角に広がって存在する JSR 放射領域全域からの放射強度が捉えられる。2.2GHz では、1) 地球大気放射、及び、2) 大気による電波吸収が電波強度観測に影響を及ぼす。1) については、木星方向と僅かに木星方向からビームを外した方向とを交互に観測する off-on-off 法で影響を取り除いた。2) については現在評価法を検討中であるが、0.2Jy 程度の精度での JSR 強度導出が可能となりつつある。尚、絶対強度の導出は、校正電波源 (3C309.1, NGC7027 等; Ott, A&A, 1994. 参照) との強度比較により導出した。

[結果] 初期結果を図 1 に示す。木星自転軸と磁軸のずれに起因する、磁気経度に対し sinusoidal な curve 状になる見掛けの強度変化が見えるものの、観測間隔である 2.3 週のうちに curve の形状や同一経度に対する強度値が変化しており、JSR 強度が実際に変動した事が示唆される。

\* 本研究の遂行にあたり、宇宙科学研究所の藤沢健太氏、向井利典氏及び斎藤 宏氏に多大な御協力を頂きました。ここに感謝申し上げます。

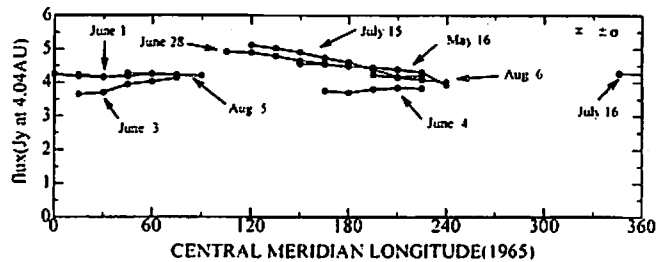


Figure 1. Preliminary result of radio fluxes of JSR at 2.2GHz observed with the 64m radio telescope of UDSC, ISAS. Each line corresponds to one successive observation at a day.

### 鹿島低周波数帯木星・太陽電波観測装置 (KaRAS) の試験観測

近藤 哲朗 (通信総研鹿島), 永井 清二 (通信総研平磯)

Kashima Radio Spectrograph (KaRAS) for Monitoring Decametric Radio Wave Emissions from Jupiter and Sun

T. Kondo and S. Nagai (Communications Research Laboratory)

Kashima radio spectrograph (KaRAS) receiving decametric radio emissions from Jupiter and the sun was installed at Kashima Space Research Center in March 1996. Receiving frequency band is automatically changed according to an object. It is set to 20-70 MHz for the sun and 25-35 MHz for Jupiter. During the sun is above the horizon, an antenna tracks the sun. Jupiter is observed only in the nighttime to reduce interferences. Object being observed is automatically decided by a system control computer. Experimental regular observation was started in late July.

#### 1. はじめに

木星や太陽からのデカメータ波放射を観測するための鹿島低周波帯スペクトル計 (KaRAS: Kashima Radio Spectrograph) が 1996 年 3 月に整備された。KaRAS は通信総研平磯宇宙環境センターで太陽観測を行っている HiRAS と呼ばれる装置の最も低周波部分と同じアンテナを使用している。受信周波数は木星と太陽の場合で自動的に切り替えており、木星の場合 25-35 MHz、太陽の場合 20-70 MHz である。昼間は太陽を観測し、夜間に木星が見える場合だけ木星を観測している。観測はすべて自動化されている。将来的には、鹿島平磯基線 (約 40 km) の広帯域干渉計へと発展させる予定であるが、当面は平磯のデータとのダイナミックスペクトル上での合成による信号対雑音比の向上の有無性を評価する。

#### 2. KaRAS システム

図 1 に KaRAS システムのブロック図を示す。アンテナは 25~70 MHz 受信用直交広帯域ログペリアンテナで、ハイブリッド回路で右旋および左旋円偏波成分を合成する。アンテナは 15m のタワーの上の A-Z-E L 形式の架台に搭載されている。駆動範囲は EL: 0~90°, AZ: 0~360° であり、天空上のすべての方向を指向できる。観測時にはシステム計算機からの GP-1B 周

波で木星や太陽を追跡する。右旋および左旋円偏波成分は低雑音前置増幅器 (LNA) で増幅されたのち、スペクトルアナライザとビデオ変換器入力に 2 分配される。ビデオ変換器出力は将来の干渉計観測用である。スペクトルアナライザからの出力は GP-1B 経由でシステム制御計算機で収集されハードディスクに 1 時間毎のファイルが作成されていく。この計算機は LAN に接続されており、適宜ホストワークステーションからデータファイルを転送して、ダイナミックスペクトル解析が行われる。

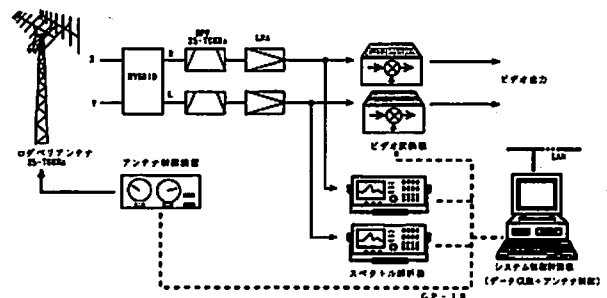


図 1. システムブロック図

#### 3. 試験観測

自動観測ソフトウェアは自動制御計算機上の HP-BASIC (Windows 版) で作成した。データ収集速度は 2 台のスペクトルアナライザからのデータを収集するのに 1 秒かからなかった。しかしながら、ハードディスクの容量の節約と、アンテナ制御のタスクに余裕を持たせるため、1 秒に 1 回のデータ収集とした。太陽と木星の自動切換え (昼間太陽を観測し、夜間木星が出ていれば観測という制御) を含めて、試験運用を 1996 年 7 月末から開始し、現在、ソフトウェアの信頼性を向上させつつ連日観測を実施している。この予備を準備している時点では木星デカメータ放射は受かっていないが、太陽からの Type-III パーセントの受信には成功した。講演時には平磯の HiRAS 観測と KaRAS の同時観測結果と、両者を合成してのダイナミックスペクトル上での信号対雑音比の向上結果を示す予定である。

C会場

10月21日(月)

15:30~18:18

# オーロラダイナミクス

## Auroral Dynamics

oral: C12-01~13

poster: C12-P46~P52

座長

門倉 昭 (国立極地研究所)

西谷 望 (名大・STE研)

### Auroral Photoemission Rate of the First Negative Band System of $N_2^+$ at $\lambda$ 427.8 nm Observed by the Sounding Rocket and its Simulation Using Measured Electron Differential Energy Flux

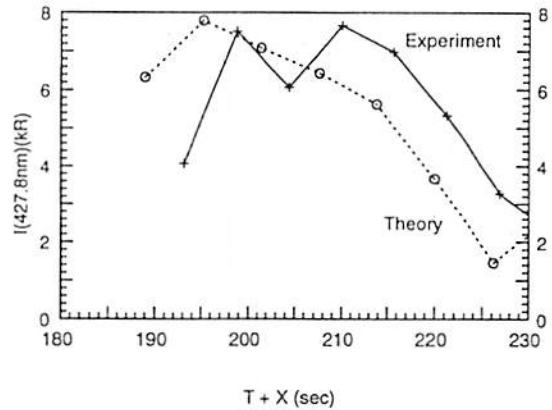
K. Onda (Sci. Univ. Tokyo), H. Miyaoka (NIPR), Y. Itikawa (ISAS) and M. Ejiri (NIPR)

Electron auroras observed by the sounding rocket S-310JA-8 are theoretically investigated by using the Monte Carlo method. The MSIS-86 model is employed to represent the atmospheric number density and temperature corresponding to the aurora observed at Syowa Station in Antarctica of the invariant latitude 66.14° S and the geomagnetic longitude 70.98° on April 4, 1984. Only  $N_2$ , O and  $O_2$  are taken into account as components of the atmosphere. Electrons are injected downward into the upper atmosphere at the altitude of 200 km, at which the downward electron differential energy flux was measured. The initial electron energy  $E_0$  is considered in the range of 16 eV to 20 keV. It is assumed that the initial pitch angle is uniformly distributed in the range of  $[0, \pi/2]$ . Production and emission rates of the first negative band system of nitrogen molecular ions are calculated as a function of altitude, the initial pitch angle, and the initial electron energy. Time variation of the observed absolute intensity of this line is reasonably well reproduced by the Monte Carlo method combined with the measured electron energy flux. The difference in this absolute intensity obtained by experiment and theory is within 20 % for the period between  $X = 195$  s and  $X + 208$  s. This reasonable agreement confirms that the Monte Carlo method is applicable to simulate collision processes and the resulting production and emission rates in electron auroras.

The sounding rocket S-310JA-8 was launched successfully from Syowa Station in Antarctica at 19:27:01(UT) on April 4, 1984 toward active auroral arcs at a substorm expansion phase. In this rocket experiment, the aurora images were taken every 5.62 s in a visible range from about 400 to 800 nm by using a visual auroral television camera (VAT). The absolute value of emission intensity at the center of the camera image was monitored by a photometer, in which an interference filter was used for the wavelength of 427.8 nm emitted from the first

negative band system of  $N_2^+$ . An energy spectrum of particles (electrons in this experiments) was measured by a quadrispherical electrostatic spectrometer in the range from 16 eV to 14.4 keV. We have assumed that the electrons start precipitating downward at the height of 200 km, a pitch angle distribution of them is uniform in the range of  $[0, \pi/2]$ , and constituent elements of the upper atmosphere at Syowa Station are  $N_2$ , O, and  $O_2$ . The number densities of the atmospheric particles are estimated by using the MSIS-86 model of HEDIN. The data sets of the collision cross sections between electrons and  $N_2$ , O, and  $O_2$  are adopted from the data compilations by ITIKAWA et al.

The results are shown in the Figure, and time variation of absolute intensity for this line is reasonably reproduced by Monte Carlo calculations combined with the measured downward electron differential energy flux except for time lag about a few seconds. The details of the simulation are presented.



The absolute intensity of photon emissions at  $\lambda$  427.8 nm in the first negative band system as a function of time. Experimental values are shown by a symbol + connected by a solid line, and theoretical ones a circle o connected by a dotted line.

### ディスクリートオーロラの共役性

橋本久美子<sup>1</sup>、佐藤夏雄<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学理学研究科、<sup>2</sup>国立極地研究所

#### Conjugacy of Discrete Auroras

Hashimoto Kumiko<sup>1</sup> and Nastuo Sato<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kyushu Univ., <sup>2</sup>NIPR

Excellent auroral image data were obtained simultaneously at Syowa Station-Husafell conjugate-pair observatories on September 11, 1994. The auroras are identified as conjugate auroras because of the similarity of shape and activity in both hemisphere. The conjugate auroras, however, contain some asymmetrical features. That is, the scale size of auroral structures is larger at Syowa Station than at Husafell, and the relative intensity and activity of some discrete auroras are different between Husafell and Syowa Station.

1994年9月7~14日、昭和基地とフッサフェル(アイスランド)地磁気共役点においてSITカメラによる可視オーロラの共役点同時観測を行った。この期間のうち、9月11日にはオーロラブレイクアップや特徴的なディスクリートオーロラが両観測点で観測された。これらのオーロラは形状と動く方向が共役観測点で非常に良く似ていることから、地磁気共役なオーロラと特定された。この例は、オーロラの特徴的な構造を両観測点で対応付けることが比較的容易であり、かつ昭和基地の地磁気共役点が常にフッサフェルの全天カメラの視野内に位置していたことがわかる貴重なイベントであった。そのため、共役点位置の時間的な動きも見出すことができた。例えば、2209~2215UT頃に昭和基地の地磁気共役点がチオルネスに付近(フッサフェルの高緯度方向の西側)に位置していたが、2252~2305UTにはフッサフェルの東側、2306~2313UTにはフッサフェルとほぼ一致していた、など時間的に移動していることがわかった。

この9月11日イベントでは共役点位置の移動だけでなく、共役なディスクリートオーロラであるが、大規模構造の空間的スケールと個々のオーロラ活動に非対称な現象があることを見出した。

(1) 大規模構造オーロラの空間的スケール

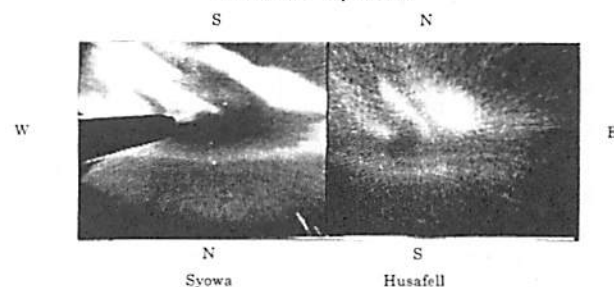
地理座標展開をしたところ、昭和基地で観測されたオーロラの構造がフッサフェル側のオーロラより25~50%大きいことがわかった。これは昭和基地付近の方が磁場強度が弱いため、IGRFモデルなどの磁場モデルによると、隣り合う磁力線の幅は経度、緯度線ともに昭和基地付近ではアイスランドに比べて見かけ上(地理的に)、拡大されることという結果が得られている。そこで、特性を確認するためにオーロラ画像をIGRFモデルを用いて磁気座標展開し南北比較したが、なおオーロラ構造のスケールは若干昭和基地の方が大きいことがわかった。また高緯度側ほど構造の南北非対称性が大きくなっている傾向にある。

(2) 個々のディスクリートオーロラ活動(相対的な輝度)

1994年の共役観測ではオーロラの絶対輝度を直接南北比較することはできないが、カメラ視野に同時に複数のディスクリートオーロラの観測された例で、個々のオーロラの相対的な明るさを両観測点で比較した。磁気緯度で約67°より低緯度側にみられる東西アークではほぼ同時に増光し動きも活発になるが、時間経過とともにフッサフェルの方が急速に暗くなる傾向にある。また同一視野内の67°付近より高緯度側にオーロラがみられる場合、低緯度側のアークとの相対的な明るさを南北で比較すると、フッサフェル側のほうがかなり暗かったことがわかった。これは磁気圏から電離圏へのオーロラ粒子の降り込み、あるいは加速が南北非対称に起こっており、かつその非対称な降り込みは局所的に生じている現象であることを示唆している。

磁気座標展開イメージ(IGRFモデル)

22:56:45 UT Sep. 11.1994



同磁気経度上の高緯度オーロラの  
2点同時地上観測

\*花井 崇、塩川 和夫、西野 正徳、小川 忠彦 (名大STE 研)  
湯元 清文 (九大理)、林 幹治 (東大理)

Simultaneous observations of high-latitude auroras at two ground-based stations in the same magnetic longitude

\*T. Hanai, K. Shiokawa, M. Nishino, T. Ogawa (STEL, Nagoya University)  
K. Yumoto (Kyushu University), M. Hayashi (University of Tokyo)

We have studied high-latitude auroras using all-sky image data obtained at two ground-based stations at Cambridge Bay (CBB 78 MLAT) and Resolute Bay (RSB 85 MLAT), Canada. The two stations are approximately in the same magnetic longitude. From a statistical study using the image data for two winters, we found that the occurrence of aurora is smaller in RSB than that in CBB. Several characteristics of the auroral motion will be shown in the presentation.

オーロラ帯よりも高緯度側でみられる高緯度オーロラは太陽風-磁気圏の境界領域のプラズマに結びついていてと考えられ、その有無、動きを調べることは磁気圏境界層におけるプラズマの流れを知る上で大変重要である。今まで私たちは、朝側と夕方側における同時2点観測結果による高緯度オーロラの特徴が調べてきたが、本研究ではほぼ同一の磁気経度に位置する、カナダのケンブリッジベイ (CBB 磁気緯度 78 度) と同じくカナダのレズリュートベイ (RSB 磁気緯度 84 度) のデータを用いることにより、この高緯度オーロラの有無、動きを統計的に解析し、その特徴を明らかにすることを目的とする。

今回の解析では、1993年12月～1994年1月、1994年1月～1995年1月に同観測点で得られた全天カメラの画像をまず10分単位に分割し1単位毎に朝(3-9 MLT)、夕(15-21 MLT)に分け、オーロラの有無及び動きについて調べた。現時点での統計における結果は図1に示すように、CBB、RSB共に言える

ことは、夕方側よりも朝側の方がオーロラの出現確率が高いということ、朝側における北向き(極方向)の動きが多いということである。またRSBよりもCBBの方がオーロラの発生確率が高いということもわかる。更に同時観測の結果から、朝側においてはCBBでオーロラが出現していないときは、RSBでも出現しないという傾向が見られた。現在イベント数を増やし上述した傾向が統計的に正しいか、さらに特徴的なことを見いだせないかを解析中である。

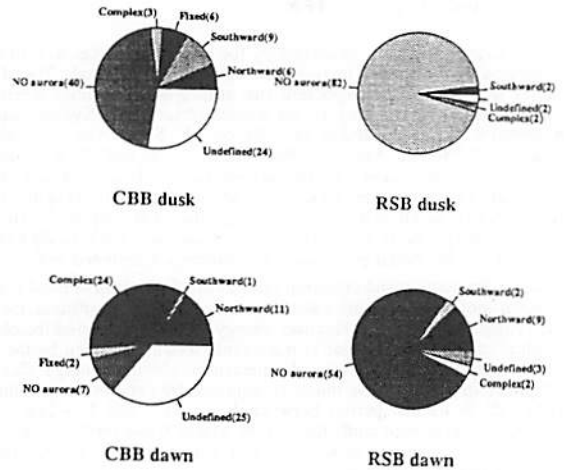


Figure 1. Fraction of north-south auroral motions at RSB and CBB in dawn/dusk sectors for time intervals during which simultaneous observations are available.

C12-04 多点オーロラトモグラフィ観測と再構成解析

麻生武彦\*, 浦島智\*, 藤田淳文\*, 橋本岳\*,  
安藤繪\*, 江尻全機\*\*, 宮岡宏\*\*

Ake Steen\*\*\*, Urban Brändström\*\*\* Björn Gustavsson\*\*\*  
(\*京都大学工学部, \*\*国立極地研究所, \*\*\*スウェーデンスペース物理研究所)

Multi-point auroral tomographic observation and inversion analysis

Takehiko Aso\*, Akira Urashima\*, Atsufumi Fujita\*, Takeshi Hashimoto\*,  
Minoru Abe\*, Masaki Ejiri\*\*, Hiroshi Miyaoka\*\*,  
Ake Steen\*\*\*, Urban Brändström\*\*\*, Björn Gustavsson\*\*\*  
\* Dept. Electrical Eng., Kyoto University, Kyoto 606-01, Japan  
\*\* National Institute of Polar Research, Tokyo 173, Japan  
\*\*\* Swedish Institute of Space Physics, S-981 28, Kiruna, Sweden

Multi-point auroral tomography observations were carried out first in March, 1995 and then in December, 1995 jointly by the Swedish-ALIS and Japan, and auroral images at 557.7 nm wavelength were taken synchronously at 5 ~ 6 observing sites linked together by computer networking. Tomographic inversion using iterative algorithms as MART or SIRT has been under way. Constraint for the field-aligned characteristic is assumed in case aurora appears less favorably relative to the observing sites. Computer visualization for the reconstructed aurora is also presented.

はじめに

オーロラトモグラフィのための単色光多点観測は1995年3月に初めて5点での観測がスウェーデン・キルナのスペース物理研究所との国際協力により同所のALISネットワークに日本側のカメラが組み込まれる形で行われた。この期間には3月26日に、波長557.7nmでのトモグラフィ画像がいくつか得られたわけであるが、これらについてカメラの感度や周辺減光の補正データを取り入れながら解析が進められた。解析法としてはトモグラフィ解析の手法である代数的解析法、すなわち発光領域に設定された各ボクセルの値を逐次近似的に求めて行くMART,SIRTを主として用いた。オーロラトモグラフィにおいては、観測点数ないし間隔に比してオーロラの構造が複雑である場合や、オーロラの形状、出現位置によっては再構成において制約の付加が必要となる。これらを考慮し、数値シミュレーションによる可復元性の検討を行いつつ、再構成を試みた。

その後さらに一点の整備が完了し、1995年12月には計6点での観測が約3週間行われた。12月21日には強いオーロラブレイクアップに伴う特徴ある構造が多点観測網に捉えられ、現在これらの画像についても併せて解析が行われている。

トモグラフィ解析例

SIRT法による解析結果の一例として、3月26日19時09分30秒に出現したオーロラの4枚の画像を用いた再構成結果を図1に掲げる。逆変換においてはオーロラが観測点群の北側に位置することから、オーロラが磁力線に沿って出現するという性質を初期

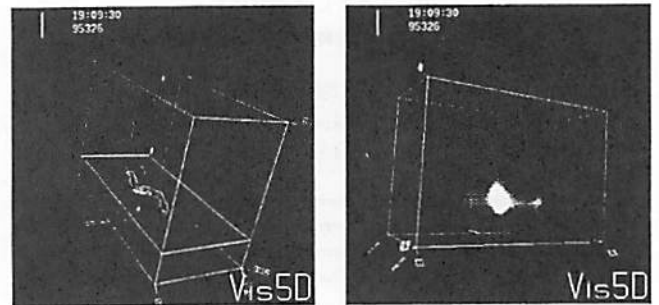


図1. 3月26日19時09分30秒に観測されたオーロラカーテンの再構成結果の(左)コンタア表示と(右)ビジュアル化。

値ならびに解析の途中でのセル値の分布に課する。同図(左)は再構成結果の鉛直及び水平面でのコンタアをVis5D (Dr. William L. Hibbard 作成)により描いたもので、高度範囲は80 ~ 220 km、発光強度が高度120km付近で極大となり、東西方向には褶曲した構造となっている。同図(右)は同じくVis5Dにより、復元結果を南西の方角から視覚化したもので、オーロラカーテン中の明るいフォールド部が復元されている。

おわりに

ドイツのマックスプランク研究所が2点でのオーロラステレオ観測を行い、米国で超高層観測用光学トモグラフィック撮像網(COTIF)なるものがごく最近設置されるなど光学トモグラフィ技法の重要性が認識されて来る機運のなかで、多点でのオーロラトモグラフィ観測を2度に亘り実現できたことは意義深いことであった。ALISは今後も観測点数を増やしてゆく予定であり、また地上のみならず探査機による高々度のプラトフォームが併せて可能となれば、より完璧な再構成の実現が期待出来、これに沿って努力したいと考えている。

資料 本研究は平成6年度立科学技術振興費(国)および平成7 ~ 8年度文部省科学研究費(一般研究(C))の助成を得た。また、計算の一部は京都大学工学部高度情報処理施設のスループットを用いて行われている。

参考文献 [1] 麻生, 橋本, 江尻他, 多点オーロラトモグラフィ観測結果, 第98回地球惑星物理学会講演要録, 1995. [2] T. Aso, A. Urashima, M. Ejiri et al., First results of the auroral tomography from the ALIS-Japan multi-station observations in March, 1995, Submitted to Geophysical Research Letters, 1996. (第100回地球惑星物理学会講演要録, 1996年8月)

C12-05

**Ionospheric Closure of the Substorm Current Wedge System Observed with the Visible Auroral Imager Aboard AKEBONO**

○Akira Kadokura, Masaki Ejiri (NIPR), and Takasi Oguti

One event showing a localized auroral activity ("eye") was analyzed. The data were obtained with the Visible Auroral TV camera aboard AKEBONO. The "eye" initially located at 71.7 deg corrected magnetic latitude (CMLAT) and 22.3 hr MLT moved westward with a averaged speed of about 0.94 km/s, and both its peak intensity and occupied area gradually increased. Main diffuse oval extended in the eastern side of the "eye" but at appreciably lower latitudes of about 67.2 deg CMLAT at its peak location. From the eastern part of the "eye", weak north-south aligned (N-S) aurora extended to the main oval. Ground magnetometer data showed that a westward electrojet flowed almost along the main oval and turned to northward toward the "eye" along the N-S aurora. It could be clearly considered that the "eye" corresponded to an upward field-aligned current region. These data were obtained near a peak of the expansion phase of a relatively small substorm. The cross-tail current disruption should occur well deep in the tail to form a downward current flowing into the poleward side of the main oval in the morning side, which corresponds to an auroral void region. The eastern part of the "eye" was elongated, and gradually rotated clockwise to direct southward. The induced dawn-to-dusk electric field ( $E_i$ ) in the substorm expansion phase should be responsible to this clockwise motion.  $E_i$  pushed out the hot particles earthward to form the N-S aurora, and such injected particles drifted eastward and precipitated in the ionosphere to form the main diffuse oval.

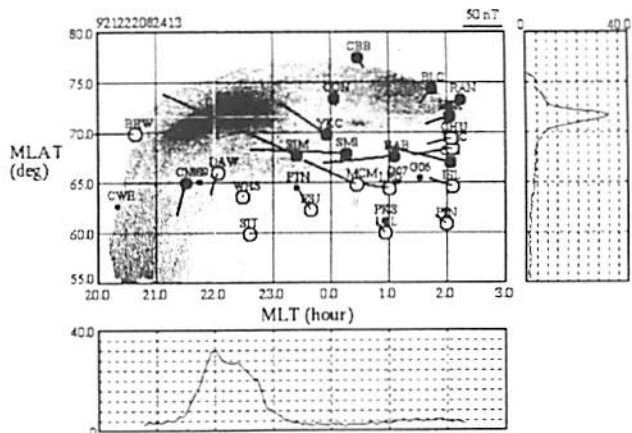


Figure 1. Combined plot of the ATV-VIS image and the equivalent currents. Black (white) circle means the positive (negative) variation of Z-component.

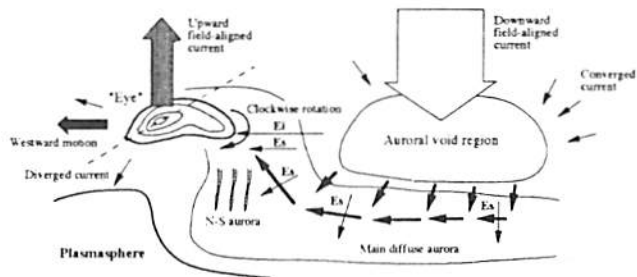


Figure 2. Schematic representation for the auroral and electro-magnetic dynamics for this event in the ionosphere.

C12-06

NyAlesundにおいて観測された昼側オーロラと Geotail Satellite により同時に測定された Magnetopause 近辺の磁場変動との比較

○巻田 和男<sup>1</sup>, 利根川 豊<sup>2</sup>, 桜井 享<sup>3</sup>, 結川 勝<sup>2</sup>, 西野 正徳<sup>4</sup>, 国分 征<sup>4</sup>, 藤田 浩一朗<sup>5</sup>, 向井 利典<sup>5</sup>, 山本 達夫<sup>5</sup>  
 1) 拓殖大工, 2) 東海大工, 3) 極地研, 4) 名大STE研, 5) 宇宙研

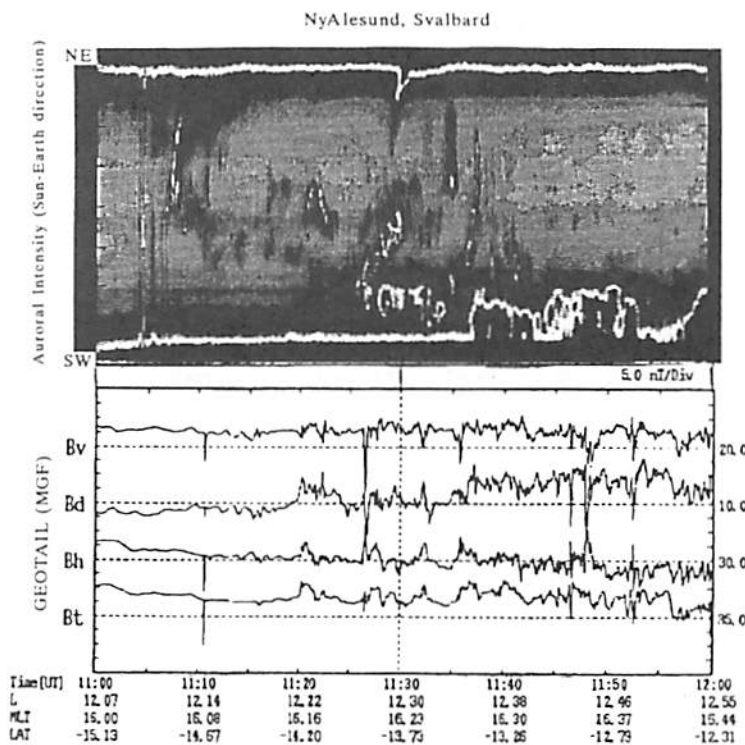
Dayside auroras obtained at NyAlesund and magnetic field fluctuations near the magnetopause observed by Geotail Satellite

Dayside auroras at NyAlesund and their relationships to magnetic field fluctuations near the magnetopause (13 - 16MLT) are examined by using Geotail Satellite data. Generally the appearance of dayside aurora shows a good relation to the magnetic field variation near magnetopause. Especially, the auroral enhancement seems to be induced by the pulsive magnetic field fluctuation. The periodical aurora appearance and magnetopause ULF waves are also compared in this magnetic local time.

Geotail Satellita が午後側のマグネトポーズ付近を通過中に観測された磁場データとこの衛星とはほぼ近いローカルタイムに位置していた、NyAlesund で観測されたオーロラTVデータとの比較を行った。比較したのは1994年12月27日、07h-13h (UT) であり、午後側のマグネトポーズ近辺の磁場変動と地上オーロラとの対応関係を調べたものである。

このうち NyAlesund でオーロラが観測されたのは10h-12h(UT)であるため、この時間帯を中心に解析を行った。Geotail は昼側から夕方側に向かってほぼマグネトポーズに沿って飛んでいた。この間地上の NyAlesund に比べて、Geotail はローカルタイムで2時間程、夕方側に進んでいる状態にあった。

図1は11-12hUTにおけるオーロラとマグネトポーズ近辺の磁場変動を示している。上のパネルは14-15MLTに位置している NyAlesund での太陽-地球方向のオーロラの動きを示したもので、下側が太陽方向である。このとき、Geotail は16-17MLT付近にあった。このデータによると、11h05m頃より弱いオーロラが高緯度側に見られ、次第に天頂付近に移動し、11h20m頃から動きのある明るいオーロラに変化する。この変化はマグネトポーズにおいて顕著な磁場変動が見られる時刻に対応している。以後、何回か太陽側から夜側側へオーロラが移動していくのが見られるが、それらはマグネトポーズのパルス的な磁場変動に対応しているように見える。これら詳しい解析結果について報告する。



December 27, 1994

図1



小口 高、小原隆博、坂野井健、D. J. McEwen 他あけぼのグループ (宇宙研) (東北大) (U. Sask)

IMF-Variations and Polar Cap Aurora

T. OGUTI, T. Ohara(ISAS), T. Sakanoi(Tohoku U.), D. J. McEwen(U. Sask) and AKEBONO Science Team

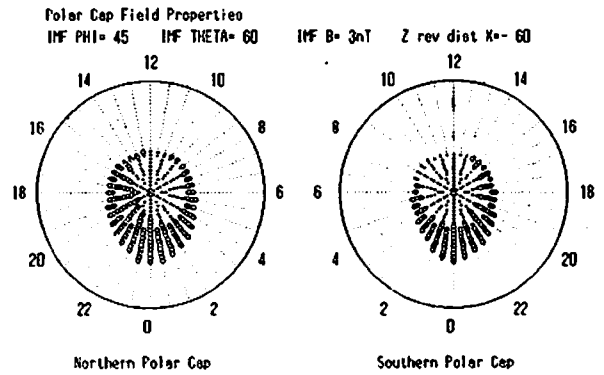
The magnetospheric magnetic field configuration is estimated based upon an assumption that the IMF partially diffuses into the magnetosphere. A northward turning of IMF appears to produce a sun-earth aligned boundary in the polar cap which separates an open flux area from a closed area. The closure of field lines in this area is achieved far away from the earth at >30 RE, characterizing the difference of this area from the auroral oval. The boundary moves in the dawn-dusk direction as the boundary of the IMF northward turning passes by the magnetosphere. The boundary in the polar cap most likely represents the large scale sun aligned auroral structure as observed at Eureka.

磁気圏にその頭部からLLBLが存在することは太陽風と磁気圏間に何等かのdiffusionが起こっていることを示すものである。磁気圏側からこれを見れば、LLBLをもたらすのに対応する部分のIMFは磁気圏に滲み通っている。このIMFが磁気圏側でどのように分布するかは簡単にはわからない。磁気圏には大きな電気伝導度の異方性があるからである。しかし、磁気圏の磁力線に垂直な電気伝導度は電離層の電気伝導度によって決まるものであって、全体としては二次元的な振

る舞いを示すものと考えてよい。

いまごく単純に、磁気圏にIMFの10%程度の磁場がIMFと同じ向きに拡散したとすれば、IMFの南向きの領域と北向きの領域の境界が磁気圏を通り過ぎて行く間のある時期に、極冠には図に示すようなopen-closedの境界が現れ、それが移動して行くことが期待される。境界の一方は完全なopenの領域でありもう一方はclosedであるがその閉じる領域はきわめて遠いtailで、実質的には開いているといつてよいあたりに当たる。すなわち、極光帯とは明らかに異なる領域と考えられる。

従って極冠を横切る境界の性質は量的には極光帯とはやや異なるであろうが性質としてはよく似た点があり、IMFの変動、特に、Bzのnorthward turningに応じて極冠領域にsun-alignedのオーロラが過渡的に現れるのはごく自然のことのように思われる。

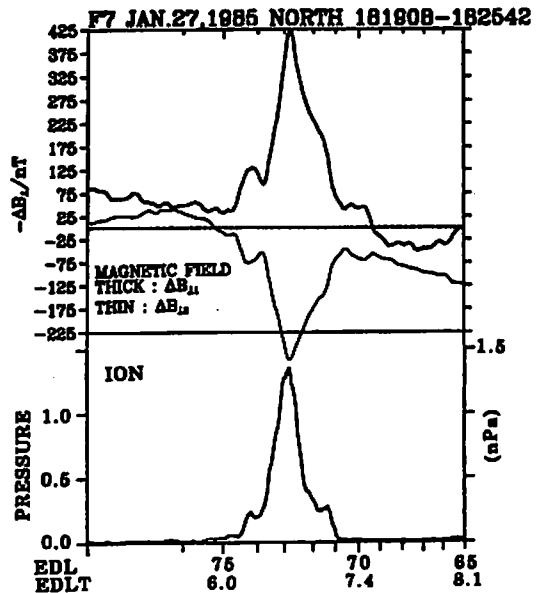


飯島 健 (東京大学大学院理学系研究科)

T. Iijima (Graduate School of Science, The Univ. of Tokyo)

Using DMSP F7 magnetic field and particle data, I have determined characteristic of dawnside region 1 and region 2 FAC. These FAC (exactly equivalent to an existence of antisunward magnetic tangential stress) implies that antisunward J x B stresses occur at equatorial source region and its tangential stress component is transported via FAC by virtue of preferable pressure stress configuration. I have ascertained its pressure configuration.

低高度で観測されるFACは磁気圏ソース領域で発生した磁場tangential stressが輸送され、現にそこに存在することを示している。従ってFACに伴うΔBz(ないしは1/μ0ΔBz)を磁力線に沿って戻せば、ソース領域でのstress分布が知れる。今回はdawnsideで発生しているregion 1 / region 2 FACすなわち輸送されてきたantisunward磁場tangential stressの軌道方向の分布からソース領域で発生していると考えられるJxB stressとplasma pressure stressの関係、FACを発生させるplasma stressのconfigurationについて考察した。Isotropic plasmaを仮定して、DMSP衛星高度での降下ion dataより軌道に沿ってのion pressure分布を求め、磁場tangential stress分布と比較した結果、region 1 / region 2 FACは∇pに伴う外向きradial currentがソースになっていることをつきとめた。



C12-09

ETS-VI 衛星の磁気圏境界面通過時に SuperDARN で観測された  
周期的な大規模 dayside poleward burst

西谷 望・小川忠彦 (名大 STE 研)  
佐藤夏雄・山岸久雄・行松彰・渡辺正和 (国立極地研)  
松本晴久・五家鳩夫・福田敏幸 (宇宙開発事業団)

Periodic poleward plasma flow bursts observed by SuperDARN radars during a magnetopause crossing by the ETS-VI satellite

N. Nishitani and T. Ogawa (STELab, Nagoya University)  
N. Sato, H. Yamagishi, A. Sessai Yukimatu, and M. Watanabe (NIPR)  
H. Matsumoto, T. Goka, T. Fukuda (NASDA)

We report on a large-scale dayside poleward burst flow event which occurred when the ETS-VI satellite crossed the magnetopause at  $R \sim 6.7$  Re. This burst region was elongated over an extent of 5 hours in magnetic local time. The burst has a periodic characteristics with recurrence time of about 30 minutes. The relation of this event to a substorm will also be discussed.

カスプ付近の昼側電離圏は、太陽風のエネルギーが磁気圏に進入する領域として、様々な角度から観測が行われてきた。しかしながら、従来の観測手段のもつ制約により、カスプ領域の経度方向の広がりやそのダイナミクス、およびその地磁気活動度依存性についてはほとんど不明であった。

今回の講演では、昨年より本格的に稼働を始めた SuperDARN レーダー網により観測された大規模の周期的 dayside poleward burst について報告する。この期間、IMF は強い南向き ( $B_z < -10$  nT) で、太陽風密度は非常に高い値 ( $> 50$  cc $^{-3}$ ) を示している。昼側磁気圏境界面は ETS-VI の観測によると  $R \sim 6.6 R_E$  まで圧縮されている。

C12-10

南極HFレーダーで観測された  
夜側の polar patch と blob

小川 忠彦<sup>1</sup>, 西谷 望<sup>1</sup>, M. Pinnock<sup>2</sup>, 佐藤夏雄<sup>1</sup>, 山岸久雄<sup>1</sup>, 行松 彰<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>名大 STE 研, <sup>2</sup>BASUK, <sup>3</sup>極地研)

Nightside Polar Patches and Blobs Observed with Antarctic HF Radars

T. Ogawa<sup>1</sup>, N. Nishitani<sup>1</sup>, M. Pinnock<sup>2</sup>, N. Sato<sup>1</sup>, H. Yamagishi<sup>3</sup>, and A. S. Yukimatu<sup>3</sup> (<sup>1</sup> STE Lab., Nagoya Univ., <sup>2</sup> BASUK, <sup>3</sup> NIPR)

Enhanced-electron density structures in the polar cap F region with scale sizes of 100–1000 km, called polar patches, are produced around the dayside cusp, flow antisunward across the polar cap with a convection velocity, and then turn their movement toward the sun near midnight, resulting in sunward flow along lower latitudes (auroral blobs). Patches and blobs are usually accompanied by decameter-scale irregularities that are produced through plasma instabilities. Since these irregularities are responsible for coherent scattering of HF waves, we can study the growth, decay, and movement of patches and blobs by using a sophisticated HF radar, and moreover by an HF radar network like SuperDARN.

In this paper, we report for the first time movements of the patches and blobs that were detected during evening-to-midnight hours on July 14, 1995 with two Antarctic HF radars at Syowa Station and Halley Bay. Fig. 1 shows range-time plots of the Doppler velocity and echo power observed by two radars on that day. The Syowa radar detected a series of echoes, repeatedly approaching toward the radar, between 1300 and 2200 UT (=MLT), and the Halley radar observed similar signature between 1600 and 2400 UT (=MLT+2.5h); these particular echo patterns can be related to patches or blobs. No such signatures, however, were observed with the northern hemisphere SuperDARN radars. WIND data during these periods indicate that IMF  $B_y$  was almost positive ( $\sim 2 \sim +7$  nT) and  $B_z$  fluctuated between  $-5$  and  $+8$  nT. As other investigators have suggested, these IMF conditions might be favorable for the production of the polar patches near the cusp. Using full-beam Doppler velocity data from both radars, we examined flow of the patches and blobs to find that the flow directions are consistent with the Heppner and Maynard (1987) model convection. Detailed comparison between the radar data and IMF is in progress.

図1はレーダーで観測された flow の二次元分布である。極方向の flow が経度方向に非常に広範囲にわたっているのが見られる。緯度方向には約 200km の広がりを持つこの flow region は、約 500m/s の速度で poleward に伝搬している。またこの経度方向に一樣な構造を持ったバーストは、30分程度の周期を持って、数回繰り返して起きている。このバーストは、南半球のレーダーでも部分的に観測されている。IMF や太陽風パラメータの急激な変化とバーストとの明確な関連性は見出されなかった。

このバーストに伴って磁気圏境界面付近で経度方向に 5 時間程度にわたって一様なりコネクションが起こっている可能性が極めて高いと考えられる。カスプの経度方向の範囲が 5 時間というのは、通常考えられている値よりもかなり大きい。Crooker et al. (1991, JGR) の、カスプの経度方向の広がり と cross polar-cap potential の関係求めたモデルをこの現象に当てはめてみると、かなり近い値が得られている。

講演では、この現象とサブストームの関係についても報告する予定である。

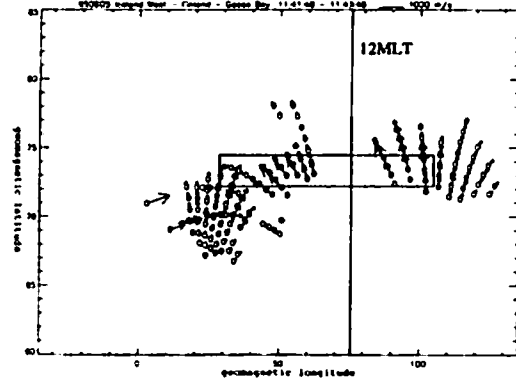


Figure 1. Plasma flow pattern observed by SuperDARN HF radars when the ETS-VI satellite crossed the dayside magnetopause at  $R \sim 6.7$  Re.

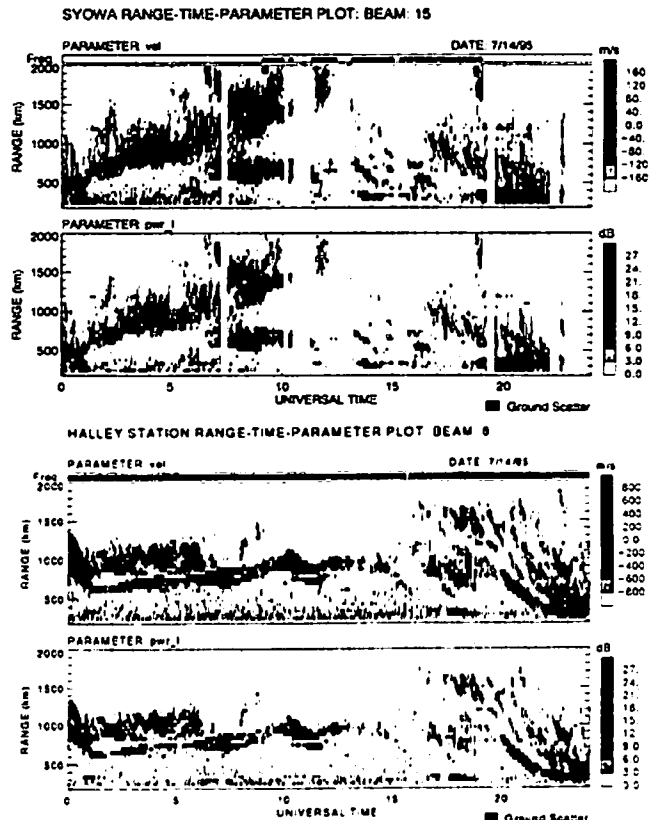


Fig. 1. Range-time plots of Doppler velocity and echo power observed by (upper) Syowa Station and (lower) Halley Bay radars on July 14, 1995.

Deployment of Syowa New HF Radars

Natsuo Sato, Hisao Yamagishi, A. Sessai Yukimatu, (NIPR),  
HF Radar Research Group in Japan and SuperDARN PIs

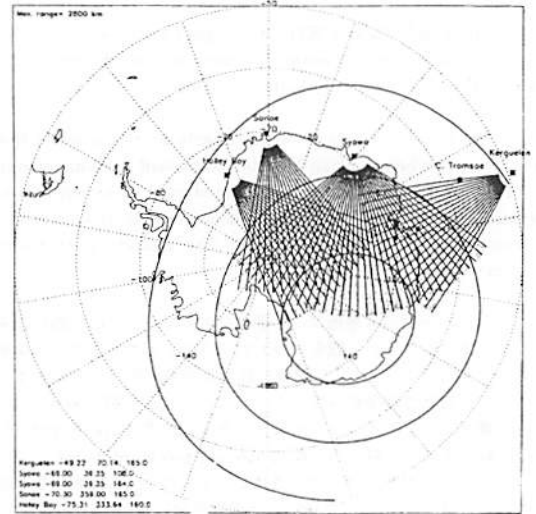
Syowa South HF radar had been operating since 1995, which forms part of SuperDARN (Super Dual Auroral Radar Network) chains of radars. NIPR is planning to install another HF radar system at Syowa Station (Syowa East radar) in coming austral summer.

The Syowa South radar consists of cross beam with Halley radar (British base), which has been installed in 1988, and Sanae radar (South African base), which will be installed in coming austral summer. Using the three radars, we are expecting to examine unique observations. For example, two radars operate with normal scan mode which covers wide field of view and one of three radars scans with high time resolution at selected field of view. Such characteristics of Flux Transfer Event, Pc 4-5 magnetic pulsations, etc. should become more clear by using this unique observation. The field of view of Syowa East radar covers eastward side from that of Syowa South radar. The Syowa East radar may cross beams with a proposed French radar on Kerguelen Island. These five network radars in Antarctica between western most radar of Halley and eastern most radar of Kerguelen cover wide local magnetic local time of about 12 hours in polar cusp/cap regions. Further more, Australia is planning a radar located in Tasmania which will have a field of view in the Antarctic region. The resulting southern hemisphere chain rivals the northern hemisphere chain and has some unique features which give wide special advantage.

One of big advantage of Syowa East radar is that the field of view of the radar covers over ground-based stations of Zhongshan, Mawson, Davis and Casey Stations where comprehensive observations are going on or

planning. The coordinated automatic observatories of AGOs(Automatic Geophysical Observatories) deployed in Antarctic inland by USA and UK are locating under the field of view of southern HF radar networks. Simultaneous observations between radars and these observatories are very important to study the global and micro structures of electrodynamic in the polar ionosphere and magnetosphere.

For conjugate study of plasma convection, the SuperDARN radar chain is also very effective. Syowa, Sanae and Halley radars cover the conjugate field of view of Goose Bay and Iceland West radars. The field of views of Syowa East and Kerguelen radars also covers that of Iceland East and Finland radars.



C12-12

ポーラキャップF層内プラズマパッチに  
関連した昼間側電離層吸収現象

西野正徳、野沢悟徳、佐藤 貴 (名大STE研)

Dayside Absorption Events related to Plasma Patches  
in the Polar Cap F-region

Nishino, M., S. Nozawa (STE Labo, Nagoya Univ.)

Dayside radio wave absorption events (Oct 8, 1991) in the polar cap ionosphere observed by the imaging riometer (IRIS) at Ny-Alesund (75.4° MLAT) show some interesting characteristics such as poleward motion, quasi-periodicity, localized region (~ several tens km) with intensity of about 0.8dB. The absorption events may relate to F-region patches of electron density enhancements which were obtained simultaneously by CP-4-A (Polar) experiment on EISCAT observations. The absorption intensity is discussed by using the plasma data on the experiment.

イメージングリオメータ (IRIS) では昼間側のポーラキャップ電離層において、極方向に進む電離層吸収現象 (CNA) がしばしば観測される。P. Stauning et al. (1994) は、この events は IMF-B<sub>y</sub> の変化が極冠域電離層に及び、反太陽方向に動くプラズマ対流に東西の電場擾乱を発生させ、これにともなう electron heating が吸収の原因であると説明している。

最近、Rosenberg et al. (1993) は冬季、プラズマ対流にもとづく F 層電子密度の増加によるパッチに関連した F 層吸収現象を South Pole (-74.1° MLAT) の IRIS によって見出し、Wang et al. (1994) は、その吸収の定量的考察を IS レーダやイオンゾンデで得られた電離層データを用いて行っている。

本報告では、Ny-Alesund (76.1° MLAT) の IRIS によって磁気正午 (~8:30 UT) 近辺で観測された CNA event (図1) を紹介する。この event の特徴は、1) 7~11 h UT で Poleward に移動する、2) 準周期的に発生する、3) 吸収領域は局在化している、4) 吸収の大きさは約 0.8 dB である。この観測時に、EISCAT レーダが CP-4-A (Polar) で実稼され、プラズマ密度のデータが得られている (Lockwood and Carlson, 1992)。この特

徴はプラズマ密度の増加 (~10<sup>6</sup>/cm<sup>3</sup>) が 7~11 h UT の間で準周期的に発生し、Poleward に進行するプラズマパッチ (高度 200~650 km) である。これらの比較から、IRIS で観測された CNA が F 層内プラズマパッチと関連していると考えられる。

(謝辞) EISCAT の運用及びデータ供給に関して、Director 及び Staff に感謝します。(EISCAT は Finland (SA), France (CNRS), the Federal Republic of Germany (MPG), Japan (NIPR), Norway (NFR), Sweden (NFR) 及び the United Kingdom (PPARC) の国際協力で運営されている。)

(参考文献)

Stauning P, et al. Klüwer Acad. Publishers, 125-138, 1994.  
Rosenberg T. J, et al. JGR, vol. 98, No. A5, 7757-7764, 1993.  
Lockwood M. and H. C. Carlson, GRL, vol. 19, No17, 1731-1734, 1992.  
Wang Z, et al. Radis Science, vol. 29, No. 1, 209-215, 1994.

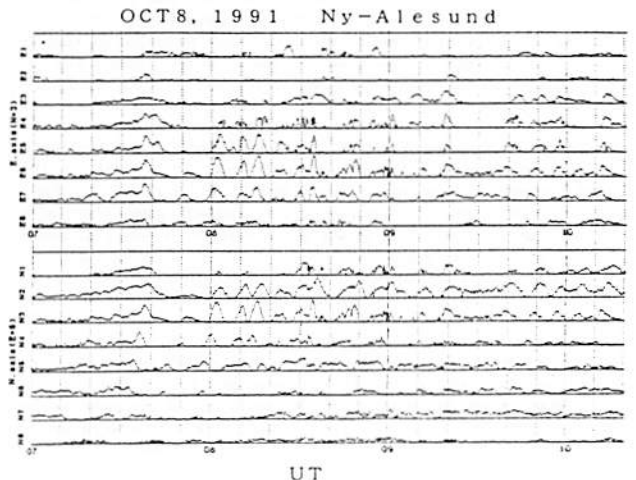


図1 電離層吸収の時間変化 (16 ビーム)

C12-13

AKR 強度の季節に依存する南北非対称性について

熊本篤志, 大家寛, 小野高幸 (東北大理)

Seasonally depending asymmetry of AKR intensity between northern and southern hemisphere.

A. Kumamoto, H. Oya, T. Ono (Tohoku Univ.)

The statistic analysis of AKR intensity versus observational position have been carried out; the results show seasonal variations of AKR intensity in each polar region from the data of the five-years observation of PWS ( Plasma wave and sounder experiments ) onboard the Akebono ( EXOS-D ) satellite. In the solstice, asymmetry in the distribution of AKR emissions in terms of intensity appears between northern and southern hemisphere; being weaken in the summer hemisphere and intensified in the winter hemisphere. This tendency of asymmetrical emission due to seasonal effects becomes remarkable for AKR in high frequency range. The results are discussed to be the existence of ionospheric effects on AKR generation regions.

1. はじめに. 1989年の運用開始以来, あけぼの衛星によって得られた長期間にわたる継続的な観測データの蓄積はこの分野の研究に大変貴重なものとなっている. あけぼの ( EXOS-D ) 衛星に搭載された PWS ( Plasma Wave and sounder experiments ) による plasma 波動の観測 data についても統計解析を開始しているが, その結果, AKR の放射強度の季節変動の存在がはじめて明らかになった. これらは, 従来指摘されてこなかった AKR の放射領域の形成に対する電離層の control mechanism を示唆しており, 今後この mechanism を解明していく上で重要な手がかりになるものと考えられる.

2. 解析結果. PWS によって得られた 1990 年から 1994 年までの 5 年分の波動観測データに対して統計解析を実施した. AKR 受信強度の空間分布を見るため, 衛星の軌道が通過する全空間を磁気緯度 10 度ごと, MLT1 時間ごと, 高度 1,000km ごとの領域に分け, 各領域を通過した際の全ての受信強度値を総和して平均強度を求めている. その結果, 全期間の平均空間分布では,  $f_{min}$  面 ( 電波源の高度面 ) より上層において aurora 帯の evening sector で最大となる AKR の受信成分の存在が確認されたが, これらは従来報告されている AKR の受信強度の平均的な空間分布に一致する [ Green et al., 1977 ], 一方, 過年変化を見る目的で, 季節ごとの統計解析として 1990 年から 1994 年

までの 5 年分の 5,6,7 月期のみと 11,12,1 月期のみとの比較を行ったところ図に示されるように, AKR の受信成分に強度の南北非対称性があることが明らかになった. また, 非対称性は周波数の高い AKR ほど顕著な傾向が見られ, 低高度の電波源からの AKR ほど季節変動の影響が大きいことを示している. 同様の解析を 2,3,4 月期および 8,9,10 月期の equinox をはさんだ期間で実施しては南北非対称であることが確認されている. このことは南北非対称が季節変化によるものであることを裏づけている.

3. 考察. 統計解析の結果, 次の 2 点が明らかになっている. (1) AKR の受信強度に季節に依存する南北非対称性の存在が確認された. AKR の受信強度は冬半球で最大, 夏半球で最小となる. (2) 周波数の高い, すなわち電波源が低高度の AKR ほど強度の非対称性が顕著にあらわれる. AKR の発生源として考えられている加速域に関しては DMSP の粒子 data による統計解析から加速された粒子分布の出現頻度に季節変化のあることが最近報告されている [ Newell et al., 1996 ], 季節変動をひきおこす要因としてこれらの報告では電離層における導電率の変化を指摘している. 本研究はこれらの結果と関連が強いと考えられ, 電離層の変動要因が aurora 粒子加速電場の形成を通じ AKR の発生に関与してゆく様相を解明することが最も重要な課題となっている.

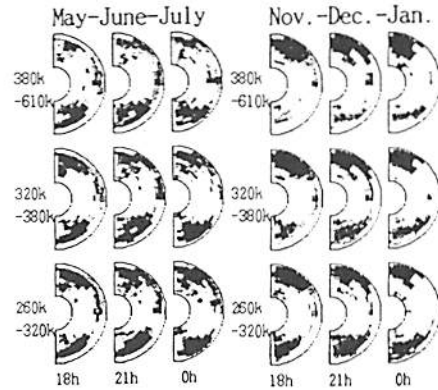


図. 5,6,7 月期, 11,12,1 月期の AKR 強度の空間分布, 各半円は周波数帯, MLT ごとと高度 0-10,000km の子午面を示している. 受信強度に季節に依存する明らかな南北非対称性があることがわかる.

C12-P46

共役イメージングリオメータで観測されたディフューズ CNA ドリフト現象の特性

\* 藤田裕一(1) 山岸久雄(2) 佐藤夏雄(2)  
(1)総研大 (2)極地研

Drifting Diffuse CNA(DDC) event observed by Syowa-Iceland conjugate imaging riometers

\* Y.Fujita(1) H.Yamagishi(2) N.Sato(2)  
(1)Grad.Univ.Advanced Studies (2)NIPR

Drifting Diffuse CNA(DDC) event which is hundreds of kilometer in spatial scale and hundreds of meter per second in drifting speed (at 90km altitude) were observed by Syowa-Iceland conjugate-pair imaging riometers. DDC event seems to be the projection of the magnetospheric convection onto the lower altitude ionosphere because of the similarity of flow pattern.

南極昭和基地とその地磁気共役点であるアイスランドのチョルネスに設置されたイメージングリオメータにより, 数100kmの空間的広がりを持つCNA領域が, 数100m/s(高度90kmを仮定)で移動する現象が観測された(Fig1)。この現象をここでは Drifting Diffuse CNA (DDC) イベントと呼ぶことにする。この現象は, 午前-昼間を中心に年間数10回(1992年の例)以上発生し, 全く同じ形・動きではないが両共役点で観測されることが多い。発生頻度の日変化は, 9時(MLT)頃に明瞭なピーク

を持つ。ドリフトの方向は, 10時頃を境に朝側で東向き午後側で西向きの成分を持つことが多く, そのパターン類似性(Fig2)から電離層に投影された磁気圏対流を見ているものと考えられる。

昭和基地について, このDDC現象と可視オーロラ画像を比較したところ, バルセーティングオーロラと同時に見える例が見つかった。ただし, 5時MLT以降はオーロラ観測が不可能なため, 発生頻度の最も高い昼間側の現象の比較はできなかった。この現象とIMFやSuperDARNレーダのデータ等を比較することにより, プラズマ対流や磁気圏磁場構造のねじれ等の共役性に関する研究ができるものと考えている。



Fig1 DDC event observed at Syowa Station on Sep.4,1992. Upper panel:NS meridian, Lower panel:EW meridian

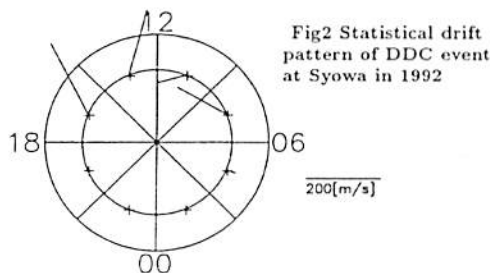


Fig2 Statistical drift pattern of DDC event at Syowa in 1992

**C12-P47** 昭和基地における掃引アレイビーム方式 VHF オーロラレーダ(STARS)による初期観測結果  
 \* 五十嵐喜良、大高一弘、稲森康治、国武 学  
 郵政省通信総合研究所

Preliminary results with the scanning twin array beam VHF auroral radar at Syowa Station (STARS)  
 K. Igarashi, K. Ohtaka, Y. Inamori and M. Kunitake  
 Communications Research Laboratory

We have developed a new VHF auroral radar of 50 MHz by scanning twin array beam in order to cover the whole echo regions. The radar operation started around September, 1995. The beam formation was confirmed by a repeater experiment in many test positions far from the Syowa Station. The specification of this radar is shown in Table 1.

Table 1. Specifications of the VHF auroral radar (STARS)

Location	Syowa Station(69° 00' S, 39° 35' E )
Frequency	50.0 MHz
Peak power	20kW
Pulse width	100 μ s (Typical)
Transmitting pulse pattern	Single pulse, double pulse, multi-pulse
Transmitting antenna	5 sets of 8 element Yagi antenna
Receiving antenna	Two sets of sixteen's 3 element Yagi array antenna
Receiving beam width	5 degree
Beam cover region	± 80 degree in azimuth. directed toward geomagnetic south
Signal processing	Intel 386 (16 MHz)class PC with DPS board

**C12-P48** A Synthetic Understanding of the Evolution of the Auroral, Magnetic, and Magnetospheric Substorms

©Akira Kadokura (NIPR)

A synthetic model to understand the evolution of the different manifestations of the substorm in the ionosphere and magnetosphere, i.e., auroral, magnetic, and magnetospheric substorms, is presented. This model was deduced mainly from the observational results obtained with the visible auroral imager aboard AKEBONO and ground magnetograms.

(a) Substorm onset

The first current disruption process occurs in the tail around midnight. The abrupt decrease of the dawn-to-dusk cross tail current induces an intense dawn-to-dusk electric field which drives the magnetospheric plasma to drift toward the earth and energizes the plasma located nearby the disruption region. The energized electrons precipitate in the ionosphere in the very localized area around midnight, which causes the "auroral initial brightening". Because the resistance of the ionosphere is still much larger than at the disruption region, the field-aligned currents (FACs) of the current wedge system cannot develop so much, and hence, the induced electric field ( $E_i$ ) by the FACs is still very weak and the drift motion of the energized plasma is very slow.

(b) Expansion phase onset

The pushed-out plasma from the disruption region drifts earthward by  $(E_s + E_i) \times B$  drift and then eastward by  $(E_s + E_i) \times B$  and gradient/curvature drifts, where  $E_s$  is the convection electric field. On their way to the morning side, the particles precipitate into the ionosphere through some pitch angle scattering processes, which increases the ionospheric conductance. The current disruption process continues in the tail, and the resistance of the disruption region increases. Hence the FACs gradually develop. At the time when the morning side precipitation region reaches the lower latitude side of the ionospheric foot-print of the downward FAC, the current flow path in the ionosphere is formed completely, and after that, the intensity of the westward electrojet (WEJ) sharply increases in the ionosphere. In the magnetosphere, both FACs and  $E_i$  increase sharply, and the energized plasma starts to move earthward and duskward rapidly. This time

Example of two dimensional echo power plot is shown in Figure 1. During the collaboration experiments with the Syowa Station HF radar we have detected a strong echo which appeared until about 1000 km at the azimuth angle of 20 degree at 06:06:53 on September 28, 1996. Before this event the echo appears in the whole region from 20 degree to 165 degree in the period of high geomagnetic activities. Echo region pattern is moving to the westward in the morning time sector. We will show and discuss the echo pattern change in time.

Acknowledgements: We sincerely thank the 36th wintering party, especially the upper atmosphere group for their cooperation to install this VHF radar system.

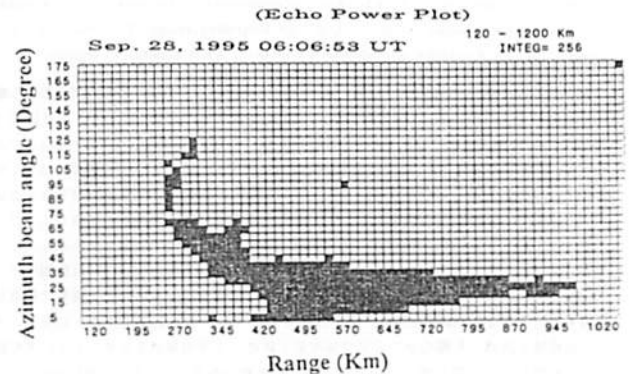


Figure 1 Two dimensional echo plots. The 90 degree indicates to the

corresponds to the expansion phase onset.

(c) Expansion phase

The current disruption process continues to create both the earthward drifting plasma and the energized plasma, and resistance of the disruption region increases, while the conductance of the ionosphere increases by the continuous precipitation of the particles. Hence the FACs develop increasingly,  $E_i$  is maintained, and the head of the energized plasma continues to drift earthward and westward. This head corresponds to the intense upward field-aligned current region and forms the "westward traveling surge (WTS)" in the ionosphere. Continuous supply of the energized plasma from the disruption region and its earthward and duskward drift motion creates the poleward spreading "auroral bulge" in the eastern side of the WTS in the ionosphere. The main part of the downward FAC region locates just beside the disruption region in the morning side, but it gradually spreads earthward and eastward due to the drift motion of the responsible plasma, while the upward FAC is confined to the surge head. Consequently, the current wedge system spreads both westward and eastward. Within the system, tail field shows dipolelike variation, and outside it, taillike one.

(d) Recovery phase

The current disruption process stops developing, and the resistance of the disruption region starts to decrease. Production rate of the earthward drifting and energized plasma decreases, and hence the population of the precipitation particles decrease, which makes the ionospheric conductance decrease. Consequently, FAC intensity decreases, which induces reversally directed  $E_i$  and the  $E_i$  prevents the expanding motion of the current wedge system. The dusk-to-dawn  $E_i$  around the disruption region drives the plasma to drift tailward, hence there appears a population gap region between the earthward drifting particles and the tailward drifting one, which forms the "auroral poleward expansion" and the "double oval structure" in the ionosphere. The induced vorticity in the morning side creates a velocity shear zone at the tailward side of the eastward drifting plasma, which drives the K-H instability to cause the "morning side vortex street" and "omega band".

## C12-P49 粒子降下構造と auroral oval の対応

\* 藤岡諭子, 山本達人, 向井利典, 早川基, 鏡花浩一郎  
(宇宙科学研究所)

### Electron/ion precipitation structure relative to auroral oval

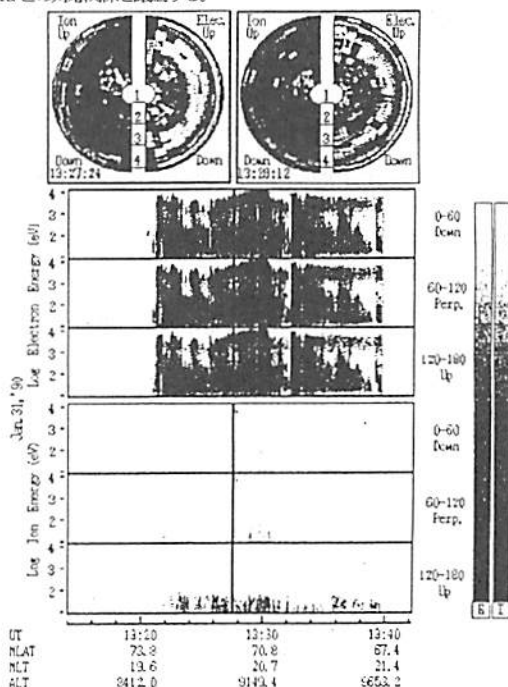
\* M.Morooka, T.Yamamoto, T.Mukai, M.Hayakawa, K.Tsuruda  
(ISAS)

Observations were made by Akebono (EXOS D) satellite at altitude of about 9000 km during the interval 13:07-13:37UT, January 13 1990. Several events of high energy (~10keV) ion precipitations were observed, in conjunction with accelerated electrons which suggests existence of upward parallel electric field above the satellite. We investigate the mechanism which generates these events and their relation to visible auroras by analyzing the spatial structure.

過去の衛星で観測された数々の降下電子データの解析により, polar cap boundary が auroral oval の高緯度側 boundary に相当するものと考えられてきた。しかし個々の観測での比較ではそれぞれの境界が必ずしも一致しない例も多く、磁気圏からの粒子降下構造と観測される aurora の正確な対応が必ずしも明らかではない。

あけぼの衛星により 1990 年 1 月 31 日 13:07~13:37UT にかけて高度約 9000 km、午後側の観測データが得られた。aurora UV image のデータにより、衛星は 13:20~13:30UT 頃に auroral oval を通過していた事が分かる。図はこのイベントの降下粒子データである。13:21UT 頃まで clear な polar rain electron が観測され、その後高エネルギー (~10keV) electron が現れる。このデータでは polar cap boundary は、visible な

aurora との一致が非常によいと考えられる。13:27UT における pitch angle 分布の列を示す。Downward にエネルギーの高い ion が降下する現象がしばしば見られたが、この時同時に衛星の上向きに加速電場が存在する構造が予想されることから、エネルギーの高い ion が降下することは難しいと思われる。講演では空間的な解析でこの現象のメカニズムと光学的な aurora との関係を考察する事により、粒子降下構造と visible な aurora との対応関係を議論する。



## C12-P50

### 極端紫外光による磁気圏撮像望遠鏡の開発 (III)

○ 滝澤慶之\*, 三宅互\*, 中村正人\*, 平原聡文\*, 吉川一朗\*, 山崎敏\*  
\* 郵政省 通信総合研究所

+ 東京大学理学部地球惑星物理学教室

### Development of Imaging telescope for magnetosphere (III)

○ Yoshiyuki Takizawa\*, W. Miyake\*

M. Nakamura\*, M. Hirahara\*, I. Yoshikawa\*, A. Yamazaki\*

\* Communications Research Laboratory, + Faculty of Science Univ. of Tokyo

Helium in the plasmasphere scatter the He II(304 Å) and He I(584 Å) extreme ultraviolet lights(EUV). Imaging of the plasmasphere can be done by taking pictures using these resonance scattering lines. This imaging is, however, challenging because most common optical coatings don't have reflectivity for EUV region. So, we have to design multi-coating mirrors(Multilayer) which selectively reflects 304 Å or 584 Å radiation. These coatings were produced at CRL using an existing coating facility.

世界的に He II(波長 304 Å), He I(584 Å), O II(834 Å) の太陽共鳴散乱線による磁気圏、プラズマ圏の撮像観測の研究が行われている。我々は数年後にせまる衛星によるプラズマ圏撮像ミッションに向けて撮像用反射鏡の開発を行っている。この開発を通して、将来的には磁気圏撮像を可能にしたいと考えている。これまでこのような撮像観測が行われなかった大きな理由のひとつは、極端紫外領域の光の反射、集光、及び分光が困難であったためである。近年の成膜技術の進歩にともない、多層膜反射鏡、極端紫外線用光学フィルターの製作が容易となり、撮像観測が可能となってきた。

前回の学会では、望遠鏡の各光学素子に対する測定結果とその結果を用いた計算機による結像性能評価について報告した。

今回は、今年 5 月に郵政省通信総合研究所に導入された多層膜反射鏡開発用の円筒内面对向ターゲットイオンスパッタリング蒸着装置についての性能等の報告とこれを用いての多層膜反射鏡の初期開発状況について報告したい。

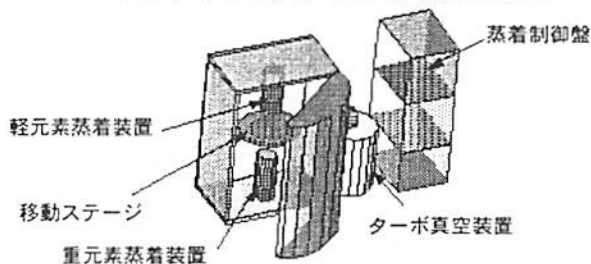
#### ・スパッタリング蒸着装置について

磁場と高電圧のかかった対向ターゲットにアルゴンイオンでスパッタリングすることにより、ターゲット物質の原子(分子)をたたき出し、基板に蒸着を行う。膜厚制御は数 Å (原子数個分) のオーダーで可能であり、極端紫外光集光用多層膜ミラー製作としては十分な性能である。

#### ・スパッタリング蒸着装置での多層膜反射鏡の初期開発状況

成膜精度及び多層膜反射鏡としての再現性を向上させる制御アルゴリズムの開発を中心に行っている。この制御アルゴリズムを用いて製作した多層膜反射鏡について報告したい。

### 円筒内面对向ターゲット イオンスパッタリング蒸着装置



この蒸着装置は、手動制御、パソコンによる自動制御の両方可能で曲面基板への多層膜の蒸着が出来る。

C12-P51 **ドップラーイメージング観測による  
南極熱圏中規模ダイナミックスの研究**

久保田 実、福西 浩 (東北大・理)、岡野章一 (極地研)

A Study of Thermospheric Middle-scale Dynamics  
in Antarctica with Doppler Imaging Observations

M. Kubota<sup>1</sup>, H. Fukunishi<sup>1</sup>, and S. Okano<sup>2</sup>

1: Department of Geophysics, Tohoku University

2: National Institute of Polar Research

A Fabry-Perot Doppler Imaging System (FPDIS) with a wide field of view (165°) has been developed to obtain two-dimensional distributions of thermospheric winds and temperatures from measurements of the Doppler shift and width of two aurora emission lines, OI557.7nm and OI630.0nm. It has been found that there are several types of relationships between thermospheric wind variations in E- and F-regions and auroral activities. These results will be discussed by comparing FPDIS data with plasma drift data obtained from the Syowa VHF aurora radar.

前回 (1996年春の学会) に引き続き南極昭和基地における熱圏中性風のドップラーイメージング観測に関する報告を行う。

1994年に取得したFPDISの観測データはこれまでに10数日分の解析を行い、熱圏中性風速を導出した。その結果、以下のようなオーロラ活動に関連した大気運動が見つかった。

- 1) 東西に帯状に広がるオーロラ発光領域から南北に吹き出す強い風が見られた。(1994年7月11日0000~0130UT、ほか数例)
- 2) 1994年6月4日0410UT頃、昭和基地上空でオーロラブレイク

アップが起きた際、この領域での強い上昇風を示唆する風速場が見られた。

3) 上空を西向きオーロラジェット電流が流れるのに伴い、中性大気の西向き風速が増大する傾向が見られた。

4) 1994年6月4日0000~0400UT、昭和基地の北側でオーロラ活動が見られた際、昭和基地で観測された南北風は約1.3時間周期の周期的変動を示し、またその位相が北から南に伝搬する様子が見られた。

図1は上の1)で述べた帯状のオーロラ発光に伴う熱圏中性風の活動である。昭和基地の南側のオーロラ発光領域から南北に吹き出す強い風は、E層、F層高度でともに現れ、オーロラ発光領域が南北に拡大するにつれて、強い風の領域も移動した。本講演ではこれらの中性大気風の観測例について、VHFオーロラレーダー観測で求まるE層電離大気の運動との比較等を交えて考察する。

Line-of-Sight Neutral Wind Velocities  
Syowa Station 1994/7/11

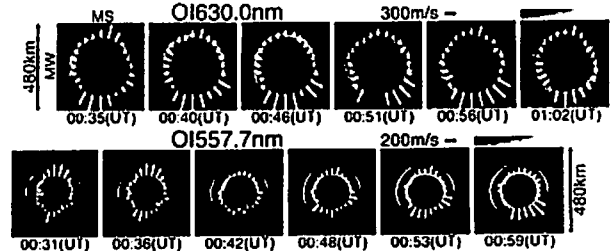


図1 オーロラ発光とそれに伴う熱圏中性風の観測例。上段はOI630.0nm発光より得られた高度約240kmにおける視線風速で、昭和基地上空を中心とする半径約150kmの円周上の風速が矢印で示されている。中段はOI557.7nm発光より得られた高度約105kmにおける視線風速で、円周の半径は約105km。

C12-P52 **ディスクリートオーロラの高解像度撮像観測**

宮岡 宏、岡田雅樹 (極地研)、巻田和男 (拓殖大)、江尻全機 (極地研)

High-resolution Imaging of Discrete Auroral Arcs  
H. Miyaoka(NIPR), M. Okada(NIPR), K. Makita(Takushoku Univ.)  
and M. Ejiri(NIPR)

We present several results from the high-resolution imaging observation of discrete auroral arcs appeared in the magnetic zenith direction, using an auroral TV camera with very narrow field-of-view (4.8km x 3.4km), at Sondrestrom, Greenland. In this paper, fine structure and fast fluctuation of auroral intensity in a flickering aurora are analysed and discussed in detail, comparing to the generation mechanism of a flickering aurora during the breakup phase of discrete auroral arcs.

1. はじめに  
ディスクリートオーロラの発光励起に関与している monoenergeticな降下電子を作り出す機構については、その基本的な物理過程に関してさえもいまだに確証には至っていない。ディスクリートアークの最小エレメント (厚さのスケール~100m) の時空間変動を明確に分離しうる高解像度の直接観測が十分に行われていないことがそうした理由の1つとして考えられる。オーロラ粒子の加速生成域からオーロラ発光域に至る高度領域を直接計測できる衛星観測は大変有用ではあるが、速い時間変動を伴う微視的スケールのオーロラ現象に対しては、地上からの高解像度の連続観測がむしろ有効となってくる。こうした考えから、1995年12月~1996年1月、グリーンランドのSondrestrom (InV=74.5) において、非常に狭い視野角 (2.8 x 2.0° 及び30 x 22°) を持つ高感度オーロラTVカメラを用い、磁気天頂視野内に現れたディスクリートアークの高解像度観測を実施した。具体的な研究目的は下記の通りである。  
1) オーロラアークの厚さについて定量的に明らかにすること。アークの厚さは非常に薄い (ほとんどが100m以下) とする観測結果 (Maggs & Davis, 1968; Borovsky, 1993など) を検証する。  
2) ディスクリートオーロラのブレイクアップに伴い頻繁に出現しているとされるフリッカーリングオーロラの時空間変動を詳細に観測し、降下電子の変調領域 (加速域?) の情報を抽出すること。その有力な発生機構として考えられている酸素イオンサイクロトロン波による粒子変調過程 (Temerin et al, 1986) を観測的に検証する。  
3) 極冠域特有のsun-aligned arcsやmulti-striated arcsなどの微視的空間構造を光学的に明らかにする。

2. 観測  
SondrestromのIS-Radar Facility(SRI)において、95年12月12日から96年1月3日まで約20日間の観測を実施した。ディスクリートオーロラの微小、中規模ならびに大規模スケールに対応した撮像観測を同時に行うため、それぞれ下記の3種類のオーロラTVカメラを使用した。

- ・冷却型ICCDカメラ (浜松 VS102UX、ピーク感度波長430nm) 視野角2.8 x 2.0° (高度100kmで4.8km x 3.4km、解像度10m)
- ・I1+CCDカメラ (浜松 Nightviewer+C3077) 視野角30 x 22° (高度100kmで51km x 37km、解像度110m)
- ・I1+CCDカメラ (浜松 Nightviewer+C3077) 視野角180° (全天)

全天以外の2台のTVカメラは磁気天頂方向 (伏角80.5°) に固定し、この視野内に入って来るディスクリートアークを高解像度で観測した。Sondrestromは、通常、オーロラオーバルの高緯度側に位置しているが、サブストームのオンセットに伴い、高緯度伝搬してくるオーロラサージが磁気天頂視野内に入ってくることが多く、また静穏時には、極冠域アークであるsun-aligned arcsやコロナ状オーロラが同じく磁気天頂付近に出現するため、予想以上に多くの観測例が得られた。また、部分的にIS Radarとの同時観測も実現した。

3. 解析  
オーロラ画像データ (NTSC) は、WS (SGI/Indigo2) を用いて1フレーム (1/30sec) 毎に連続的にデジタル化しファイル保存する。この全フレームのデジタル画像ファイルをデータベースとして、輝度プロファイル解析、1次元および2次元FFT、ならびに相関解析などにより、磁力線方向に積分されたオーロラ構造の時空間変動を1/30secの時間分解能で解析した。今回は、特に、12月23日1時UT (23時MLT) 過ぎに観測された顕著なフリッカーリングオーロラの解析を中心に報告する。これは非常に強いオーロラサージの天頂通過に伴い、視野内にあるサージ全体にわたって観測された輝度変調現象である。詳細は講演にて報告する。

C会場

10月22日(火)

11:00~12:00

# 電気伝導度 - I

## Electric Conductivity - I

oral: C21-01~05

poster: C21-P01~P04

座長

小川康雄 (地質調査所)

上嶋 誠 (東大・地震研)



C21-01

日高変成帯南部域におけるMT観測(2)

○佐藤秀幸、宇津木充、平野和幸、土井 剛、西田泰典、在田一則(北海道大学理学研究科)

Magnetotelluric investigation in and around southern part of Hidaka Metamorphic Belt in Hokkaido, Japan.(2)

○H. Satoh, M. Utsugi, K. Hirano, T. Doi, Y. Nishida, and K. Arita(Graduate School of Science, Hokkaido University)

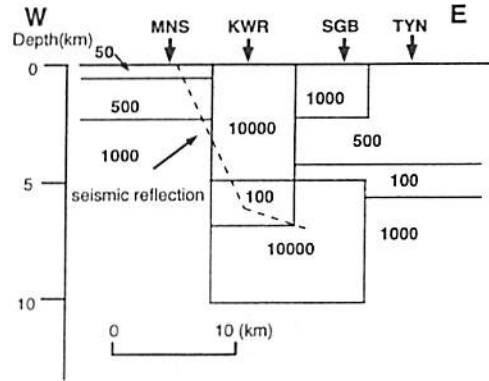
In 1995, a regional magnetotelluric survey was performed around southern part of Hidaka Metamorphic Belt in Hokkaido. The main purpose of this study was to investigate deep structure of Metamorphic Belt. Metamorphic Belt which intercalated a conductive block (1000Ohm-m) is characterized by very high resistive like L-shaped body (10kOhm-m) and down dip for eastward in depth 10km. This resistive body is in harmony with high P-wave velocity and Low Q-value, and large positive Bouguer anomaly. The existence of this conductive block is consist with location of seismic reflection plane.

北海道のテクトニクスを解明するアプローチのひとつとして、1995年にULF,ELF,VLF帯の波長を用いたMT観測を行い、その結果を前回(96春SGEPSS)報告した。この解析では、ULF帯(1/128~1/2Hz)とELF帯(8,14,20Hz)の処理結果に基づいて、上部地殻(地下10km程度)までの2次元比抵抗構造を推定し、結果のみ述べた。

前回の結果を考察すると、(1)過去の下部地殻が衝上したと考えられている日高変成帯は10k(Ohm-m)もの高比抵抗を示し、東落ちの傾斜を示しながら深さ約10kmまで分布している、(2)変成帯中の深さ5~7kmまでは100(Ohm-m)という低比抵抗層の存在が推定され、これは反射法地震探査から得られている反射面の位置と調和的である、地表に露出してはいるが海洋性地殻から構成されるporoshiri-ohiolite帯に相当するか、破碎されて変成

帯の一部が水の存在などにより変質し低比抵抗になったものと解釈できる、(3)東側は変成度の低い1000Ohm-mのブロックの下に500Ohm-mの常呂帯の中の川層群が沈み込むような形態をしているが、これはback thrustの構造を反映していると解釈できる、という点が挙げられる。

講演では2次元インバージョンによる再解析を行い、より正確な地下構造モデルについて述べるつもりである。



Prefer resistivity model. Seismic reflection plane is also shown by the broken line.

C21-02

南茅部地域における2次元比抵抗インバージョン

○黒木英州・本蔵義守(東工大理) 小川康雄(地質調査所)

2-D Resistivity Inversion in the Minami-Kayabe Area

○H. Kuroki and Y. Honkura Tokyo Institute of Technology Y.Ogawa Geological Survey of Japan

We have been making 2-D inversion for the TM mode in the Minami-Kayabe area. We used the data obtained by GERD(Geothermal Energy Research and Development) for 13 site lines × 13 site lines. Our purpose is to examine the relations between the adjacent site lines and infer a 3-D structure by a number of 2-D analyses.

1. はじめに

北海道の南茅部地域は地熱地帯として興味深いところである。我々はこの場所に対して有限要素法による2次元解析を行なっている。データとしては、地熱技術開発(株)が得た観測データのうちの、13測線×13測線のデータを使用した。その1方向の13測線に対してTM modeの2次元解析を行ない、隣り合う測線同士のつながりが見られるかどうか、2次元解析によって地下の3次元的な構造をおおよそつかむことが出来るかどうかを調べるのが目的である。

2. インバージョン方法

本研究では、Rodri(1976)による有限要素法に基づいた、Uchida and Ogawa(1993)のプログラムを使用した。要素数は水平方向は41、深さ

方向は44のメッシュの計1804に区切り、ブロック数は439とした。

3. 結果

TM mode に対して13測線の2次元解析を行ない、13の鉛直方向の断面と深さごとの水平方向の分布が得られた。鉛直方向の断面の結果を見ると、地下約1kmのところを境にしてそれより浅い表面付近は低比抵抗で、それより深いところは高比抵抗となるようなほとんど一次元的な構造をしていることが分かった(Fig.1)。水平方向の断面を見ると、たとえば地下1kmでは隣り合う測線同士のつながりが見られる(Fig.2)。

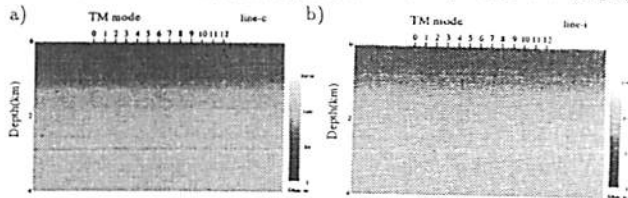


Fig.1. 2-D inversion for the TM mode a) line-c, b) line-i

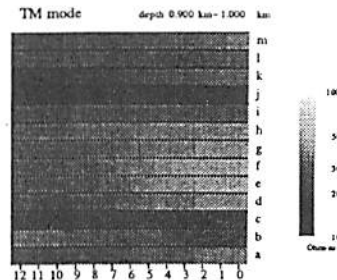
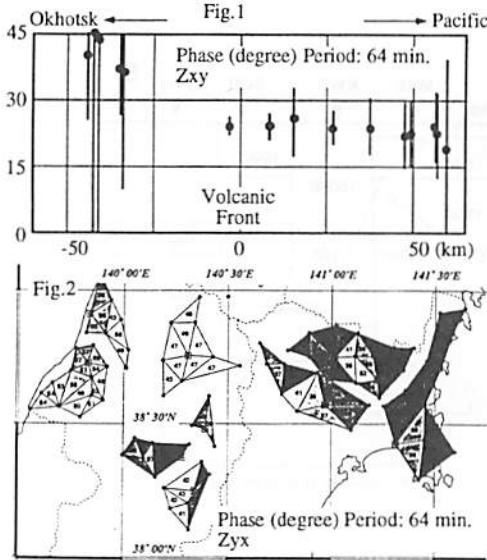


Fig.2. The site lines are lettered "a" to "m"

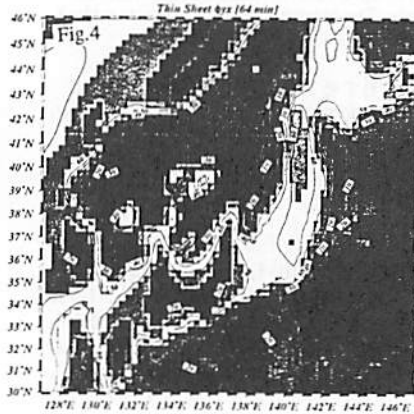
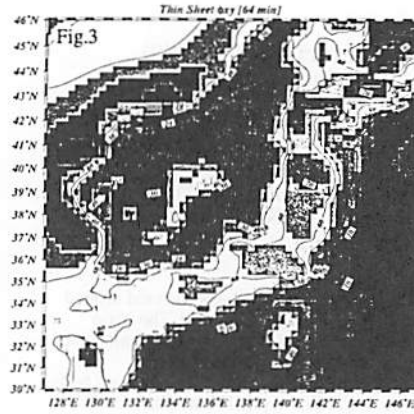
C21-03 Network-MT observation in the Eastern Part of Japan

°M. Uyeshima(ERI, Univ. Tokyo), M. Mishina (Fac. Sci., Tohoku Univ.), T. Nishitani(Col. Min., Akita Univ.), Y. Nishida(Grad. Sch. Sci., Hokkaido Univ.), H. Toh (ORI, Univ. Tokyo) and H. Utada(ERI, Univ. Tokyo)



日本列島全域にわたって大局的な深部地下電気伝導度構造を調べる目的で、ネットワークMT観測プロジェクトが全国的規模で行われている。北海道東部における、観測と2次元解析より、いわゆるTMモードの位相に着目することにより (Fig.1)

マントル等の深部情報を抽出できる可能性が示された。Fig.1では、背弧側の位相の値が系統的に高くなっていて、これはwedge



mantleの高電気伝導度を示すと解釈された。同様の傾向は東北地方においても認められ (Fig.2), wedge mantleが (少なくとも上記の2) 島弧において普遍的に高電気伝導度であることが示唆され、その高電気伝導度を島弧の走行方向に追うことによって、wedge mantleの温度分布の島弧の走行方向の変化を知ることが出来る可能性などに期待がもたれた。

ところが、bimodal薄層計算の結果より (Fig.3, 4), 日本周辺の海陸及び海深分布を与え、深部構造として場所によらない1次元層構造のみを与えたとしても、Fig.1や2に示された北海道東部の背弧側 (網走のあたり) や東北中部の背弧側 (酒田から新庄のあたり) のTMモードインピーダンスの高い位相値を説明し得ることが明らかとなった。今後、さらなる検討が必要である。

C21-04 Network-MT 観測より求められた 四国東部の比抵抗分布 (1)

\*小村慶昭<sup>1</sup>, 山口寛<sup>1</sup>, 大志万直人<sup>2</sup>, 村上英紀<sup>3</sup>, 塩崎一郎<sup>4</sup>, 上嶋誠<sup>5</sup>, 歌田久司<sup>5</sup>.  
Network-MT 西日本グループ  
<sup>1</sup>神戸大学, <sup>2</sup>京都大学防災研究所, <sup>3</sup>高知大学, <sup>4</sup>鳥取大学, <sup>5</sup>東京大学地震研究所

A resistivity distribution of the eastern part of the Shikoku district inferred from Network-MT observation

\* Yoshiaki Kobayashi<sup>1</sup>, Satoru Yamaguchi<sup>1</sup>, Naoto Oshiman<sup>2</sup>, Hideki Murakami<sup>1</sup>,  
Ichiro Shiozaki<sup>1</sup>, Makoto Uyeshima<sup>3</sup>, Hisashi Utada<sup>4</sup> and Research Group of  
Network-MT in the Western part of Japan

Network-MT observation project is now advanced in order to delineate the large scale conductivity variation beneath the Japan islands. We covered the eastern part of the Shikoku district by 32 triangle areas. We will show the feature of sounding curves and the spatial distribution of invariant impedances.

日本列島下の大局的な地下比抵抗分布を明らかにするため、Network-MT 観測が全国規模で実施されている。本講演では四国地方東部の結果を報告する。観測地域を第1図に示す。解析の結果以下のような特徴を得た。

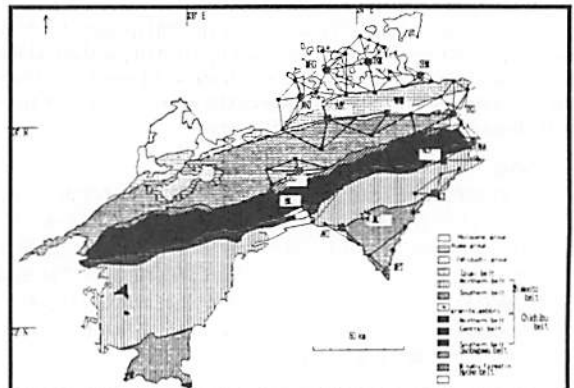
(1) 探査曲線の特徴

- (a) ほとんどすべての三角地域において全周期にわたり  $\rho_{xy}$  (Ex-Hy の見かけ比抵抗)  $> \rho_{yx}$  かつ  $\phi_{xy}$  (Ex-Hy の位相差)  $< \phi_{yx}$  である。
- (b) 周期 50 秒から 100 秒にかけて、 $\rho_{xy}$  はほとんど同じか少し減少する。また  $\rho_{yx}$  は周期が増加するに従い減少する。
- (c) 周期 100 秒から 1707 秒にかけて  $\rho_{xy}$  と  $\rho_{yx}$  とも増加するが、周期が長くなるにつれて増加率は減少する。
- (d) 殆どすべての三角地域において  $\rho_{xy}$  と  $\rho_{yx}$  とも周期 100 秒付近で最小値をとる。

(2) invariant impedance の地域分布

見かけ比抵抗の値は北側ほど大きい。中央構造線 (MTL) の北側は高比抵抗であり南側は概して低比抵抗である。特に南側では室戸を含む三角地域と安芸を含む三角地域が最も低比抵抗である。以上の傾向は特に周期 64 秒で顕著である。

(1) の (a) の結果は四国地域が海陸分布の高比抵抗側に相当することを示している。また (1) の (b) から (d) の結果をふまえ、周期 100 秒の skin depth を算出すると北側に行くほど値が大きくなる。すなわち低比抵抗層が北に傾いて存在していることを示しており、これは沈み込むフィリピン海プレートの上面の低比抵抗層を示しているのではないかと考えている。また (2) の結果と四国の地質分布と比較して、MTL 北部の高比抵抗地帯は領家帯の花崗岩を反映しているのであろうと考えている。MTL 南部の比較的比抵抗地帯は領家帯の花崗岩を反映しているのであろうと考えている。MTL 南部の比較的比抵抗地帯は領家帯の花崗岩を反映しているのであろうと考えている。MTL 南部の比較的比抵抗地帯は領家帯の花崗岩を反映しているのであろうと考えている。室戸と安芸は四万十帯の南帯に属する。室戸と安芸が低比抵抗であるのは岩石の性質によるものか海の影響であるのかは現在検討中である。



第1図 観測地域

°本蔵義守・松島政貴・阿部哲之（東工大理）

On a Problem in the Electrical Conductivity of the Mantle

°Y. Honkura, M. Matsushima, and T. Abe  
(Dept. Earth & Planet. Sci., Tokyo Inst. Tech.)

The electrical conductivity is one of the important physical properties of the mantle, but so far no definitive model has been proposed. We have been trying to estimate the electrical conductivity distribution in the mantle, but because of insufficient data, error bars of the response functions are fairly large and no reliable conductivity estimates could be obtained. This is a very serious problem in that the mantle conductivity is not well constrained at the level of discussion on global dynamics stimulated by seismic tomography of the whole mantle. Our model shows that the conductivity increases from 1 S/m gradually to 100 S/m in the lower mantle, but this is by no means a definitive model.

1. はじめに

地球内部の電気伝導度構造について多くの研究があるが、マントル全体を含むようなグローバル構造については決定的なモデルはない。その理由は、地磁気観測所の数が少ないうえに、分布がひどく片寄っているからである。こうした状況ではあるが、何とかモデルを作ろうと努力を続けている。本講演では、我々のモデルを紹介し、その問題点について考察する。

2. データ及び解析

マントル、とくに下部マントルの構造を調べるには、長周期の地磁気変化を扱わなければならない。我々は10年間ほとんど欠測のない観測点59点を選び、周波数解析を行なった。さらに、いろいろな周波数成分について球面調和解析を行ない、空間分布を調べた。観測点の分布が

均一でないので、地磁気変化の空間分布の詳細は不明であるが、1年周期及び半年周期の成分を除き、ほとんどの成分はいわゆる  $P_1^0$  近似が成立することがわかった。

3. 電気伝導度構造モデル

$P_1^0$  近似が使えそうなので、成層構造モデルに対して  $P_1^0$ -response を求め、観測値と比較すればよいことになる。実際には、ABIC 最小化インバージョンの手法を用い、Fig. 1 に示すようなモデルを求めた。

このモデルによると、上部マントルの電気伝導度は 0.01 S/m となり、これまでの研究結果とよく合う。下部マントルの電気伝導度は 1 S/m から徐々に増加し、マントル最下部で 100 S/m 程度の値となる。

問題は Response function の誤差で、現在の解析では誤差が大きくモデルパラメータの信頼性に欠ける。この問題を解決するために再解析を行なっているところである。しかし、現在のデータではどう頑張ってみても成層構造モデルが得られるのみで、マントル不均質構造まで扱うことはできそうにない。地震波トモグラフィーなどと比較できるレベルに達するには、どうしてもグローバル観測の展開が欠かせない。

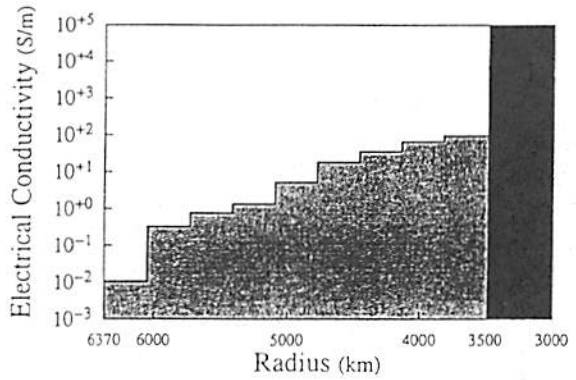


Fig. 1. A model of the electrical conductivity in the mantle.

Three - dimensional Features of Resistivity Structures of the Central Region of Northeastern Part of Japan Arc

Yukio Fujinawa (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention), Noriaki Kawakami, Theodore H. Asch, Kazunobu Yamane, Shinji Takasugi (Geothermal Energy Research and Development Co., Ltd.), Yoshimori Honkura (Tokyo Institute of Technology).

Three magnetotelluric (MT) transects running nearly west-east directions have been obtained since 1990 in order to study deep crustal structures associated with the subduction process. Two-dimensional inversion of the broadband magnetotelluric sounding data (0.0005 ~ 3.000s period) on three transects (known as Line A, B, C, Fig.1) is reported here.

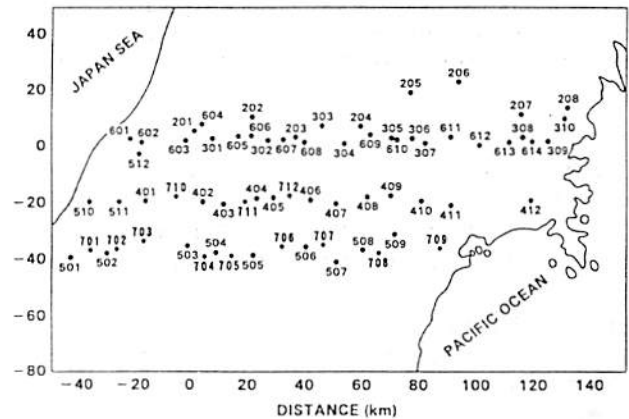
The northernmost line A has 34 sites, the middle line B 18, and the southernmost line C 19 sites. In spite of considerable scatter of the strike directions indicated by the conventional Swift's analysis, we found that north-south direction is the dominant regional direction for the structural direction in the two-dimensional modelling from results of the Groom & Bailey tensor decomposition analysis. Through the GRII smooth inversion technique the TM, TE and joint mode inversions of the MT data on three transects were conducted.

The TM mode solutions at the three transects indicate grossly similar resistivity structures. Central Basin regions are conductive at three transects, and there are comparatively conductive zones east of the Central Mountain Range and along the Japan Sea. Mountain Range is resistive except at the geothermal region on the northernmost line A.

Three - dimensional features of the resistivity structure are discussed by comparison of the three resistivity profiles. The horizontal and vertical resistivity distributions are to be discussed with reference to geology and geophysical data such as seismic velocity, Q - value of the seismic wave dissipation, temperature and seismicity.

A preliminary report is also to be made about the TEM experimentation at all the MT points to correct the static shift in the inversion of the MT data.

Fig.1 Sites of MT (1990 - 1995) and TEM (1996) observation



C21-P02

TDEM法による雲仙火山周辺の比抵抗構造モデリング

＊神田 径、歌田久司、鎌山恒臣 (東大地震研)  
田中良和 (京大理学部)

雲仙火山電磁気構造研究グループ (＊)

(＊) 参加機関: 九大理・高知大理・京大防災研・京大理・  
名大理・東大震研・東大理・東北大理

Resistivity modelling of the transient EM fields  
around Unzen Volcano

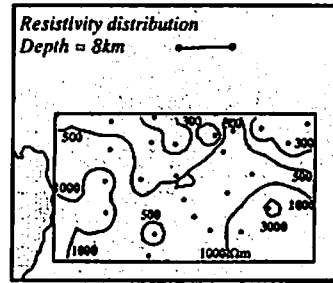
＊Wataru Kanda, Hisashi Utada, Tsuneomi Kagiya  
(Earthquake Research Institute, the University of Tokyo)  
Yoshikazu Tanaka (Faculty of Science, Kyoto University)  
and EM Research Group for Unzen Volcano (＊)

(＊) Following institutions are involved:  
Kyushu Univ., Kochi Univ., DPRI, Kyoto Univ.,  
Nagoya Univ., ERI, Univ. Tokyo, Tohoku Univ.

TDEM experiments were carried out twice in January and December, 1995 in the western part of the Shimabara Peninsula, to seek for a magma reservoir of Unzen volcano. As a result of one dimensional inversion, averaged structure of the studied area can be represented as a simple three layer model and do not show large lateral variation. Resistivity of the region around the pressure source inferred from the geodetic data shows relatively lower value comparing with the surrounding region. However, some more detailed studies are necessary to conclude that this conductive region reflects existence of magma, because all of the results are obtained under the assumption of one dimensionality. We are struggling to construct a 3D model.

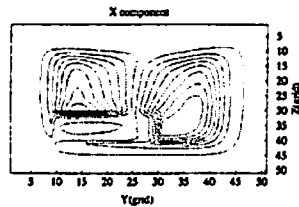
1995年、雲仙火山のマグマ供給システムを解明することを目的として、地震探査と電磁気探査からなる「火山体構造探査」が実施された。雲仙普賢岳の噴火以来、様々な地球物理学的データが蓄積され、今回の噴火のマグマ溜りに関する知見もいくつか得られている。測地学的データからは、雲仙火山西麓の

深さ7-11kmのところに、マグマ溜りの存在を示唆するような圧力源が推定されている(石原ほか、1993; 西ほか、1995)。TDEM法による調査は、この圧力源を電気的な構造としてとらえることを主眼におき、島原半島西部地域で1995年1月および12月の二度にわたって行なわれた。観測の概要と一次元解析の結果については既に1996年春の合同学会において報告している。



第1図: 深さ8kmにおける比抵抗断面図

平滑化制約条件付きの一次元インバージョンの結果からは、各観測点で地下10km程度までの構造が推定されたが、調査対象地域内では比抵抗構造に顕著な違いは見られず、大局的には3層構造で表されるような構造をしていることがわかった。マグマ活動を示唆するような深部低比抵抗層は見つかっていないが、測地学的データあるいは地震学的データから抽出されたマグマ溜りの位置にあたる調査地域北部は、南部地域よりもやや低めの比抵抗値を示す傾向が見られた(第1図)。これは、一次元構造で見た場合には層として表現されないながらも、周囲よりも小さな比抵抗値を示すものの存在を反映している可能性がある。



第2図: 3次元構造に対する磁場の拡散。1000Ωmの半無限構造(Z>27)中に5Ωmの低比抵抗体(10<Y<30;30<Z<40)がある場合。双極子源は(Y,Z)=(26.5,27)。

この差異を説明すべく、有限差分法による3次元比抵抗構造モデルを構築中である(第2図)。

C21-P03 有明海東岸での地震活動域と電気伝導度異常

半田 駿 (佐賀大学・教養部)

Crustal conductivity anomalies related to seismicity in the eastern shore area of Ariake Bay

Shun Handa (College of Liberal Arts, Saga Univ.)

The MT and GDS(Geomagnetic Depth Sounding) observations have been made at 70 sites in the central Kyushu, Japan. The induction vectors at a period of two minutes indicate clearly three conductivity anomaly (CA) regions. These are consisted of the high conductivity layers at the shallow crust and seem to be closely related to the regional seismicity.

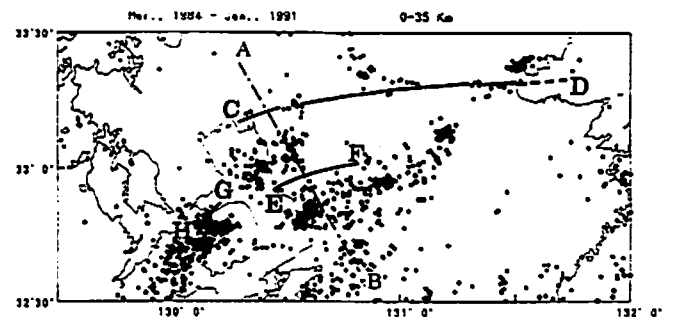
中部九州でのGDS観測から、別府地溝北部を通り、日田市付近まで延びる、短周期インダクション・ベクトルの逆転の存在が明らかになった。その後、日田市より西方延長を辿る探査を実施し、このCAが、有明海北端、ほぼ筑後川河口付近まで続くことが明らかになった。また、これらの探査から、有明海東岸域にも、CAが存在することが分かった。ここでは、これらのCAと震源分布との関連について報告する。

この地域では、図に示すように、地震多発地帯が、2あるいは3列の地震帯に細分できる。第1列は、八女市付近から雲仙を経て、天草灘に達し、第2列は、別府湾の西方から八代海へ至る。第2列は熊本市付近を通るもう1つの列に分かれているようにも見える(九州活構造研究会、1989)。この熊本市を通る列と、第1の列間

にはほとんど地震は見られない。

図には、周期2分のインダクション・ベクトル分布から推定した、CAの位置を、3本の実線(CD, EF, GH)で示した。短周期で、ベクトルの逆転が顕著であることから、これらのCAは、地殻浅部(簡単な2次元FEM解析からは、おおよそ20km以浅)の高電気伝導度層であると考えてよい。CDは、ほぼ松山-伊万里構造線に平行に走り、また重力異常の急勾配とも一致する。北部九州は、ほとんど地震が生じない地域であるが、このCDで上記2本の地震帯が終わっているのは極めて興味深い。また、EFも上記2本の地震帯の間に位置する。

このことから、有明海東岸域では、地震活動と浅部地殻の電気伝導度構造の間には密接な関係があることが予想される。今後、GDS及びMTデータを用いて比抵抗モデルを作成し、検討したい。



Seismicity map in the GDS survey area. Lines of CD, EF and GH indicate the conductivity anomaly belts presumed by the induction arrows at a period of two minutes.

C21-P04

## The Mantle ELeCtromagnetic and Tomography (MELT) Experiment

K. Baba (Chiba Univ.),<sup>○</sup> H. Toh (ORI, Univ. Tokyo), T. Ichikita (Tierra Technica Corp.), H. Utada (ERI, Univ. Tokyo), A. D. Chave (WHOI), P. Tarits (Univ. Bretagne Occidentale), and A. White (Flinders Univ.)

MELT is the largest coordinated marine geophysical field program ever attempted. Its purpose is to distinguish between two competing models of magma generation beneath mid-ocean ridges. The first of these is a passive flow model in which viscous drag from the separating plates induces upwelling over a broad (order 100 km wide) region which is subsequently focussed and intruded at the ridge axis. The second model is a dynamic one in which retained melt within the mantle matrix, depletion of the mantle, and lower viscosity within the upwelling zone combine to focus melting and rising melt into a narrow zone only a few km across centered on the rise axis. Existing geophysical data cannot differentiate between these two end member models.

MELT has included the deployment of 51 ocean bottom seismometers for 7 months from late 1995 to mid-1996 in a

combined body wave tomography and surface wave experiment centered near 17S on the East Pacific Rise. In May-June 1996, electromagnetic instruments were deployed at 32 sites spanning the rise axis at 15-45 and 17S, requiring most of the world inventory of seafloor instrumentation. These packages will be recovered in mid-1997 after a one year deployment.

This paper will describe the scientific goals of MELT and show results from model studies which indicates that the magnetotelluric method can discriminate the end member models. For instance, Neumann-type 3D thin sheet model studies (McKirdy et al., 1985) have shown that sea effects on EM responses are considerably small and 2D, if any, which typically shows up in TM phases. It will also show highlights from the deployment cruise and specifications of Japanese EM instruments (lifetime, resolution, power supply etc.). Finally, effectiveness of newly developed silver-silver chloride electrodes, which are an advanced version of traditional Japanese silver-silver chloride electrodes (Hamano et al., 1984) proved as the best sea electrodes in Garchy experiment, will be demonstrated.

C会場

10月22日(火)

13:24~14:24

# 電気伝導度 - II

## Electric Conductivity - II

oral: C22-01~05

座長

小川康雄 (地質調査所)

上嶋 誠 (東大・地震研)



○田中良和<sup>1)</sup>・大羽成征<sup>1)</sup>・歌田久司<sup>2)</sup>・行武 毅<sup>3)</sup>

1) 京都大学理学部・2) 東京大学地震研究所・3) 元九州大学理学部

Study on Electrical Structure of Crust  
used Sea Bottom Communication Cable between Nagasaki - Fukue.  
Yeshikazu Tanaka, Shigeyuki Ooba (Faculty of Science, Kyoto University),  
Hisashi Utada (Earthquake Research Institute, University of Tokyo), and  
Takeshi Yukutake (past: Faculty of Science, Kyusyu University).

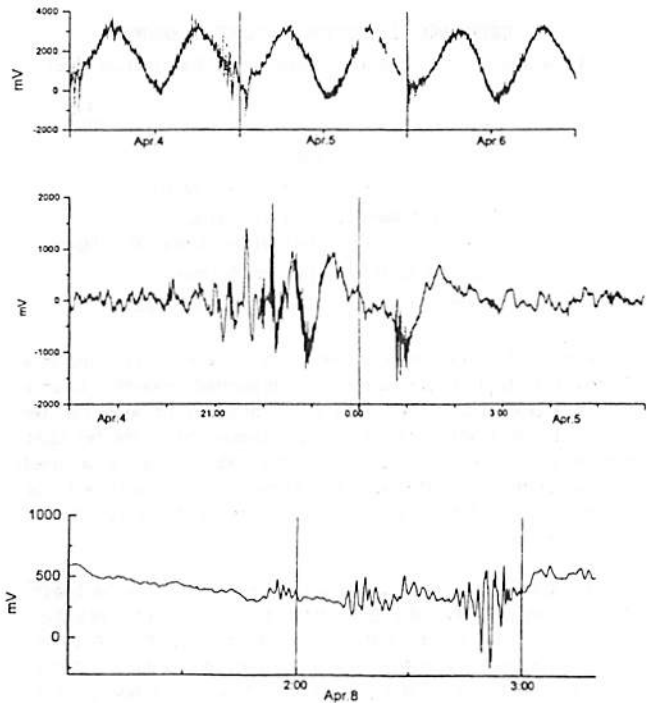
Electric field measurement between Nagasaki to Fukue (about 100km EW) was started with NTT sea floor communication cable in a cold state obtaining crustal electric conductivity. The crust of northwest part of Japan will be different from others because many basaltic magma ejected in the area of northern Kyusyu in past age.

日本近海に敷設された多くの海底同軸ケーブルは、漸次、光ケーブルにとってかわりつつある。NTTのご厚意により、有姿除却の形態でこれらの設備の一部を借用出来ることになった。九州北西部には、志岐・対馬・唐津・五島列島など、他の地域に見られない玄武岩の地層が広がっており、今期の雲仙の火山活動との関わりが取りざたされている。これらの諸問題を解明する上で、NTT所有の長崎～福江間の海底線を用いたMT観測は、その直下の九州北西部の海底地殻電気構造を決定できるので重要である。

海底ケーブルを用いた地電位測定は、すでに、わが国でも、グアム～ニ宮、グアム～フィリピンで実施され、無給電状態で利用した場合には、極めて低雑音であることが知られている。当該ケーブルは運用停止状態で無給電であるが、九州北西部では直流電流が利用されており、その漏れ電流の影響が懸念されていた。

しかし、取得データは例示したように極めて良好で、海洋潮汐変化および地磁気変化による誘導電位が微細に観測出来ている。観測は1996年4月3日から開始されたが、予備電源の不調により、1996年7月の時点では、約1ヶ月のデータしか取得されていない。機器監視をテレメータ化すべく準備中である。本年秋には福岡～志岐間の電位観測が可能となるので、南北方向の電位変化と併せてMT解析を実施する予定である。

使用機器の概要は、精密電圧計として横河電機7561マルチメータを用い、毎秒計測の結果をNEC 9801RXの制御の下に光ディスク装置に収録している。時刻の校正には、マルマン製電波時計(40kHz標準電波JG2AS)を改造して用いている。



○小川康雄、松島喜雄、高倉伸一 (地質調査所)

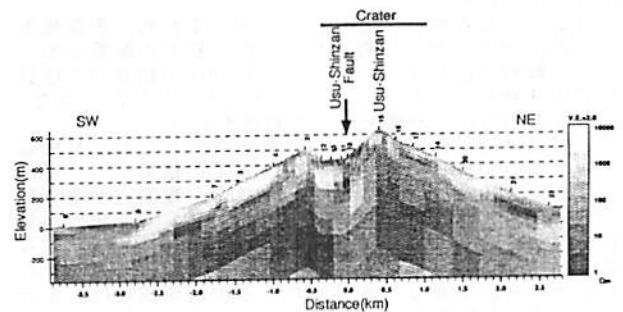
大島弘光、宇津木充、平野和幸、五十嵐昌司、土井剛 (北大理)

Resistivity Cross-section of the Usu Volcano  
by Audio-magnetotelluric (AMT) Method  
Y. Ogawa, N. Matsushima, S. Takakura (GSJ), H. Oshima,  
M. Utsugi, K. Hirano, M. Igarashi, T. Doi (Hokkaido Univ.)

We collected new audiomagnetotelluric (10 kHz to 1 Hz) data across the Usu volcano, Hokkaido. The total 18 sites were aligned in the SW-NE direction, which is almost perpendicular to the regional tectonic strike. The data were first decomposed using Groom-Bailey method and then interpreted by a two-dimensional inversion. The final result shows the distribution of a deep Tertiary sedimentary layer and its resistivity variations with locations. A vertical conductor was found consistent with the location of the Shinzan fault. Beneath the 1977 uplifted Usu-Shinzan, we found a resistive block, probably representing the intruded magma body.

1996年8月に有珠火山の比抵抗構造を解明するために、火山体を南西～北東に横断する7kmの測線で合計18測点でaudio-magnetotelluric (AMT) 探査を行った。測線は、西田ほか(1996)とほぼ同じであるが、測点間隔はより密であり、測定周波数領域も10kHzから1kHzを連続的にカバーするため、火山体に関するより精密な構造を議論できる。データを2次元モデル解析するために、データからgalvanic distortion (phase mixing と static distortion) を取り除く必要がある。まず測点ごと周波数ごとにGroom-Baileyテンソル分解を行い、それぞれで推定された2次元走向がN40°Wか

らN50°Wの範囲に多く集まる事が確認された。そこで走向をN45°Wに固定し、測点ごとにtwist, shearが周波数に依存しないように拘束して、再度テンソル分解した。static shiftの影響は依然として残っているが、それについては、static shiftをモデルパラメータとする2次元インバージョン(Ogawa and Uchida, 1996)を用いて解いた。地形の起伏がskin depthと同程度となるので、2次元モデルには地形も考慮した。計算ではerror floorを10%とし、20回の繰り返し計算の後、rmsは1.78に収束した。モデルの特徴は以下の通り。(1) クレータ外南西部では、約100m厚の高比抵抗層(外輪山溶岩)の下に低比抵抗層(新第三紀の堆積層)が存在する。(2) 火口原内では、地表から50m程度低比抵抗層が存在しているが、(1)の延長としての低比抵抗層は顕著ではなく、またその深度は深い。測点11の直下には鉛直の低比抵抗体が解析され、有珠新山断層に対応する。(3) 有珠新山と火口原との間の深度50-200mに高比抵抗ブロックが解析され、これは1977年の噴火の際に有珠新山を隆起させた貫入岩である可能性がある。(4) 有珠新山の北東方向に向かって表層から200m程度が高比抵抗(外輪山溶岩)を示す。測点22直下100mには、高比抵抗層があらわれ、他と異なった構造を示す。





°山本哲也, 中禮正明, 山里平 (気象研), 山崎明 (地磁気観鹿屋)

Airborne Electromagnetic Survey  
around Kuju Volcano

°Tetsuya Yamamoto<sup>1)</sup>, Masaaki Churei<sup>1)</sup>, Hitoshi Yamasato<sup>1)</sup>  
and Akira Yamazaki<sup>2)</sup>

1) Meteorological Research Institute, JMA.

2) Kanoya Brunch, Kakioka Magnetic Observatory, JMA.

An airborne electromagnetic and magnetic survey was conducted in the Kuju volcanic area in March 1996. EM data were obtained at 28800, 3600 and 385 Hz with coil pairs and magnetic field intensity with cesium magnetometer. These equipments were carried by helicopter along the flight path as long as about 180 km.

Apparent resistivity map from EM data revealed that the subsurface resistivity of the volcanic bodies in Kuju were high except for around Iwoyama. Also in Chojabaru, Makinoto and Bogatsuru area, low resistivity layers were found in deeper place.

Magnetic anomaly map from magnetic survey data indicated clearly that many volcanic bodies in Kuju had normal magnetization. But around Hoshosasan and Iwoyama the magnetic anomaly was not obvious, and it was inferred that the magnetization in this area was not so strong.

記録に残る噴火活動のない休止期が約 300 年続いていた九重山が 1995 年 10 月に九重山中の星生山の東山腹で噴火活動を始めた。そのため、噴火地点およびその周辺の構造を調べるために、九重山における空中電磁法探査および空中全磁力探査を 1996 年 3 月に実施した。また、同時に地上で噴火地点付近の VLF-MT 法による比抵抗測定を行った。

空中電磁法には、茂木徳 (1996) が雲仙火山の地下構造調査に用いたのと同様な DIGHEM IV システム (Fraser, 1986) を利用した。このシステムではヘリコプタから吊り下げられたバードに送信用および受信用のコイルが収めら

れており、これにより電磁法の測定を行なう。送信コイルからの磁場により大地に誘導された電流の作る磁場を測定し、地下の比抵抗を求める。測定には 28800 Hz, 3600 Hz, 385 Hz の 3 周波数を用いた。大地の比抵抗が 100  $\Omega$  m の場合、これらの周波数に対応する表皮深度はそれぞれ約 30m, 100m, 250m になり、これが探査深度の目安となる。

空中全磁力探査は、セシウム磁力計を用いて空中電磁法探査と同時に進行なう。磁力計を取めたバードはコイルのバードよりも 15m ほど高い位置に吊り下げている。

これらの手法による調査範囲は噴火地点を中心とした南北 5km, 東西 7km の地域とした。飛行路の間隔は調査範囲の中心付近では 100m, 外縁部では 400m とした。総測線長は約 180km であった。

各周波数によってえられたみかけ比抵抗分布図によると、28800 Hz では噴火地点の北側に位置する硫黄山付近に 20  $\Omega$  m 以下の顕著な低比抵抗域が見られる。低比抵抗域の大きさは東西 400m, 南北 600m ほどである。硫黄山は、今回の噴火以前から定常的な噴火活動があった場所である。周辺の星生山, 三保山などの山体はいずれも 1k  $\Omega$  m 以上の高比抵抗になっている。雲仙や霧峰山で過去に実施された空中電磁法の結果でも、比較的若い山体は同程度の高比抵抗であった。3600 Hz, 385 Hz と測定周波数が低くなるにつれて、硫黄山ばかりではなく、牧の戸, 長者原, 坊がツルなどにも顕著な低比抵抗域の分布がみられるようになる。これらはそれぞれ牧の戸温泉, 寒の地獄温泉, 法華院温泉の位置と概ね一致している。なお噴火地点は硫黄山の低比抵抗域の南側の縁に位置している。

22.2 kHz の VLF-MT 法を用いた噴火地点付近および硫黄山周辺の調査結果では、硫黄山の低比抵抗, 星生山山体の高比抵抗など空中電磁法の結果とよい一致が見られた。ただし、狭い範囲ながら噴火地点付近の数十 m は低比抵抗になっており、この低比抵抗は硫黄山の低比抵抗域とは連続していないことも確認された。空中電磁法では、このような小さな比抵抗分布を検出することは、それほどやさしくはないようである。

全磁力異常図によると三保山, 大船山, 平岳など九重山の山体のほとんどは明瞭な磁気異常を伴っている。また、それらの磁気異常は、山体の正帯磁によって説明できる。その中で同程度の規模の山体を持つにも関わらず星生山付近には明瞭な磁気異常が存在しない。この結果は、星生山が山体全体としてみたとき磁化が小さいことを意味するとみられる。

C会場

10月22日(火)

14:36~16:48

# 地殻活動電磁気学・ 磁場計測

## Tectonoelectromagnetism & Magnetic Field Measurement

oral: C22-06~15

poster: C22-P05~P06

座長 茂木 透 (九大・工学部)  
藤 浩明 (東大・海洋研)

C22-06

地震リモートセンシングフロンティア研究  
- 電磁場変動観測技術による固体地球科学研究 -

早川正士(電気通信大学), \*児玉哲哉(宇宙開発事業団)

Earthquake Remote Sensing Frontier Research  
- Seismic electromagnetic research -

M. Hayakawa(Univ. of Electro-Communications)

\*T. Kodama(National Space Development Agency of Japan)

Electric and magnetic anomaly before an earthquake is well known as VAN which is an earthquake prediction method in Greece. However, VAN measures only direct current on the ground, and AC background noise increases as seismic electromagnetic precursor had been reported first by Gokhberg et al. in 1982. Since then, there is an accumulation of ground-based seismogenic emissions and also several satellite projects are proposed in France, Russia and Ukraine to observe seismic electromagnetic precursors in the ionosphere. NASDA is planning to study these seismic electromagnetics in the research project.

近年、地震の短期(直前)予知の有力な候補として各種電磁気現象が注目されている。しかも、直流(DC)より高周波(HF)までの広帯域にわたって有望な電磁気現象が報告されている。例えば、ギリシャでは直流の地電流(電界)測定に基づき、地震直前に発生する異常を用いて地震予知を行い、ほぼ実用の域に達している(VAN法)。また、ULF(<10Hz)自然放射に関する研究はまだ5年程度の歴史ではあるが、スピタック地震、ロマ・ブリエタ地震、グアム地震という大地震に対して顕著なULF波が前兆として放射されることが明らかになっている。

これらのDC、ULF波は震央から100km前後の範囲のみで受信され、局所性が高いことから地震予知への利用に有望と考えられる。HF波は小さな地震においても発生し、その局所性からも地震予知への利用に有望と考えられる。VLF波は

地震前兆として発生することは明らかであるが、発生機構に未知の点が多いこと、発生場所が特定できない(これは多地点観測で解決が可能)もの研究価値は高い。また、直接放射波の観測の他、既存電波(オメガVLF局等)の伝搬異常として現れる間接効果も、神戸地震の際にも報告されており今後の研究が期待される。以上の地上観測項目に加え、超高層(電離圏~磁気圏)での衛星観測データにも地震に伴う電磁気現象が報告されている。

1981年に打上げられた電離圏観測衛星Aureol-3は、1989年西ニューギニアで発生したマグニチュード5.1の地震の発生20分前に震源に接近した際、異常なVLF波を観測している。また、1989年に打上げられたIntercosmos-24は地震の前兆としてULF/ELV/VLF放射を観測している。これらの低軌道衛星だけではなく欧州静止衛星GEOSのデータも、電磁気異常と地震との相関を示している。

ULF/ELF/VLF電磁放射のほか、超高層プラズマの諸量にも地震前兆異常が見られている。例えば高速プロトンの降下、プラズマイオン組成の異常及びホイストラ波の異常伝搬等が挙げられる。更に大気光の異常も報告されている。

よって本分野の研究は地震予知への応用のみならず、広範な分野にわたる極めてチャレンジングな研究課題であると言える。既にこれらの電磁気擾乱の観測を目的とした衛星がフランス、ロシア及びウクライナで提案されている。

本研究では大気から電離圏及び磁気圏までの領域における地震に伴う、ULFからHFまでの電磁気現象、プラズマ現象及び光現象、更に関連現象を総合的に解明する。これら大気・超高層現象の研究は地上観測計画とも密接に関連し、地震に伴う地殻から超高層へのエネルギー伝達や相互作用を総合的・包括的に理解することが目標である。

地震に伴う雷放電が報告されているが、これは大気中の電界生成やその放電と考えられる。近年発見された雲-電離圏放電現象の解明とも関連し、学問的広がり大きい。また、地震ULF波の解明には磁気圏固有の振動(地磁気脈動)との分離が必要不可欠であり、超高層物理とも関連する。

以上述べた様に、本研究は極めて学際的な学問分野で電波工学、超高層プラズマ物理、大気電気学、地質学及び地震学等の総合的な協力が不可欠である。学術的解明、ひいては地震予知の可能性に繋がることを期待する。

[URL address] <http://www.eorc.nasda.go.jp/Sciences/ERSFR/index.html>

C22-07

水縄断層での送電線を利用した地電流観測

茂木透(九大・工), 田中良和(京大・理), 中野大輔, 鈴木真臣, 中田正夫, 行武毅(九大・理)

Telluric current monitoring using transmission line around the Minou fault

T.Mogi(Fac.Eng.Kyushu Univ.), Y.Tanaka(Fac.Sci.Kyoto Univ.), D.Nakano, S.Suzuki, M.Nakada, T.Yukutake(Fac.Sci.Kyushu Univ.)

Telluric current monitoring has been carried out around the Minou fault which is considered as the source fault of the Chikushi earthquake occurred at 7th century. Three spans, 800m(AB), 2200m(AC) and 4800m(AD), of voltage differences were observed using separate transmission line. To use unoperating electric transmission line crossing the fault, we expects that the data will be free from unexpected noise on the line.

Results of the preliminary monitoring showed that severe noise originating from electric car is contaminating records at the day time, but good quality records were obtained between 0:30 and 4:30am.

We expects that electromagnetic phenomena relating to fault activity would be observed at this site.

水縄断層は福岡県南部をほぼ東西に走る活断層であり、七世紀には筑紫地震を起こした断層と考えられている。その断層の東部に位置する吉井町で、ほぼ断層を横切る位置にある送電線の空き線を利用して地電流観測を行っている(図1)。断層の直上の鉄塔から電線を地上に降ろし、数十メートル離れた地点に接地した。そこを基準点とし、800m(AB)、2200m(AC)、4800m(AD)離れた地点の鉄塔から同様に電線を降ろし、各区分での地電位差を別々の電線で測定することにした。このような空き線を利用することにより、電話線を利用した長基線観測でしばしば問題となるようなノイズの影響は避けられるものと期待される。

1996年2月より約2ヵ月間予備観測として、U30型MT観測器により2区分の地電位差とフラックゲート型磁力計による3成分磁場観測を行った。サンプリング間隔は1分とした。観測記録の例を図2に示した。観測結果によると昼間の地電流のノイズは非常に大きい。夜間の0:30から4:30までは比較的ノイズが少ない。ノイズ

の大きい時間から考えると約10km離れたところを走っている直流電車の影響と考えられる。観測小屋を設置し、1996年8月より本観測を開始した。本観測では地電流3区分の観測を10秒サンプリングで行っている。本観測は、比較的活発な活断層の真上を通過する送電線での観測であり、もし断層の活動に伴い電磁気現象が生じるとしたら何らかの兆候が観測されるものと期待している。



Fig.1. Monitoring sites.

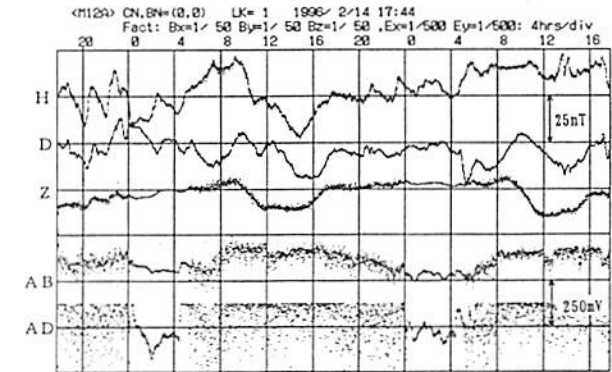


Fig.2. An two days record of preliminary monitoring.

伽藍岳における自然電位測定

○大羽成征 田中良和 由佐悠紀(京都大学理学部附属地球物理学研究施設)

橋本武志(京都大学理学部付属火山研究施設)

Self-potential survey in Garandake volcano

○S.Oba Y.Tanaka Y.Yusa(Beppu Geophysical Reserch Laboratory)

T.Hashimoto(Aso Volcanological Labolstery)

Abstract

We found some remarkable features in the self-potential survey around the summit area of Garandake volcano, the most active geothermal area in Beppu geothermal district. (1) 2V of self-potential difference maximum in 500m interval at most. (2) A large and sharp negative peak nearther on any summit or in any geothermal active place. (3) A broad area of similar potential zone on the north flank. (4) A broad positive potential district in the alteration zone. Thesea features may be the results of the linkage of mainly two effects, resistivity distribution and electro-kinetic effect.

鶴見火山群周辺は別府温泉の温泉水及び熱エネルギーの源泉と考えられている。伽藍岳(標高1045m)はその鶴見火山群の北側に位置する火山であり、別府周辺でもっとも活発な地熱活動地域であるとともに、特異な熱液噴出形態を持っていることから、地球科学的に注目されている。我々は伽藍岳の山頂部を中心とした半径800mほどの地域で自然電位測定を行い、図のような電位分布を得た。この自然電位分布は次のような点で特異である。

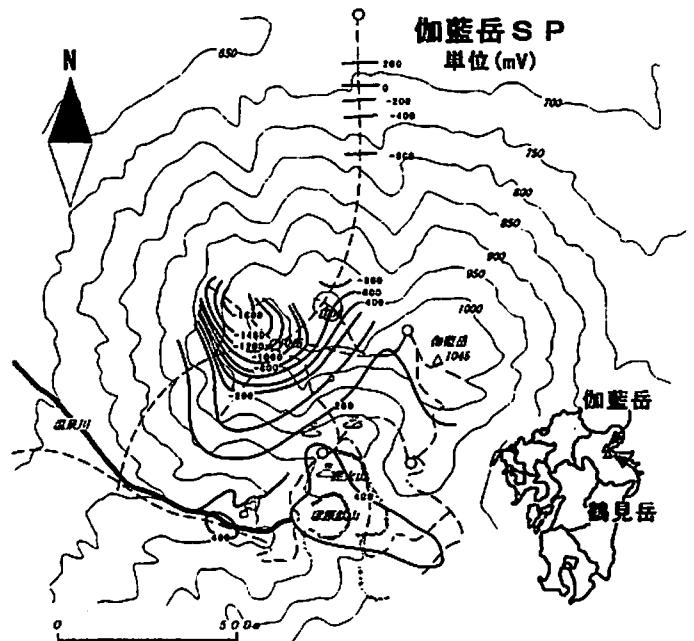
(1) 500mという比較的狭い範囲内で最大2Vの電位差があるが、これは今までにあまり報告されたことのない大きさである。

(2) 1015m 頂の北東150m の位置にある鋭い負のピークは、そこにいたる電位勾配の大きさもさることながら、その位置が、目に見えて活発な地熱活動域とも、山頂部とも異なるのが特異である。

(3) 山の北側に、大きな勾配を持つ斜面にもかかわらず電位分布が広がっていること。また、明らかな噴気口の周辺部には特に自然電位異常は見つからなかった。強いていえば、(4) 山の南側の酸性噴気による実質帯全体がその周りに比べて正の異常を持っているとみることができるが、大きさとしては目立つほどのものではない。

こうした自然電位の成因としてもっとも有力な候補は界面動電現象による流動電位である。流動電位は、標高に比例して高いところほど負であるような地形効果、地熱活動による地熱流体の上向きにもなる正の異常を説明するが、(2)(3) のような水文学的に見て中途半端な位置にある構造の説明は難しいように思える。おそらく、ある程度は流動電位とともに抵抗構造を考慮することによって説明可能であろうが、それでもなお(2)に示した負のピークの位置を決定する機構は別に考えねばならない。

今後さらに測線を増やして、より広くより密な自然電位分布を明らかにするとともに、比抵抗その他の地質構造について調べてゆく必要がある。



三宅島火山における  
全磁力の連続観測

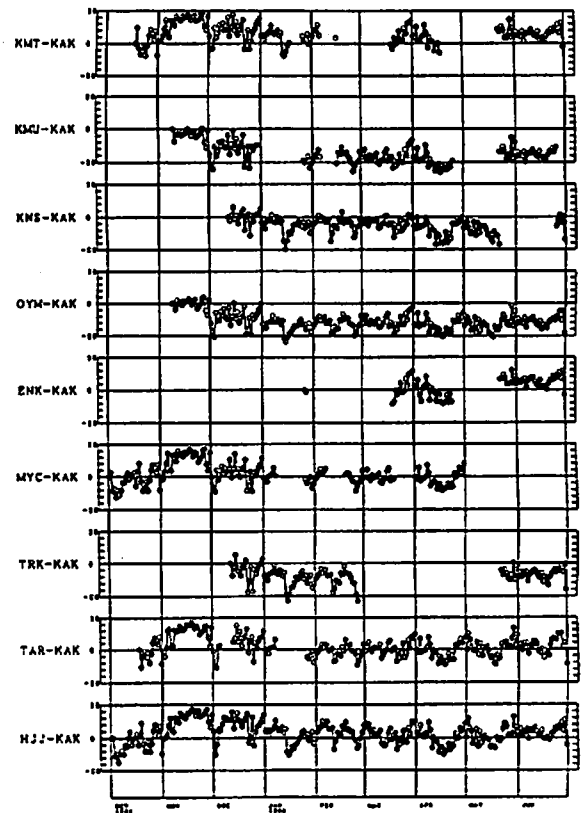
関口航・石川良宜・小山茂・笹井洋一(東大・地震研)

Continuous observation of  
magnetic total intensity  
in Miyakejima volcano

W. SEKIGUCHI, Y. ISIKAWA, S. KOYAMA,  
Y. SASAI (ER), Univ. Tokyo)

Continuous observation system of magnetic total force intensity have been established on Miyakejima volcano last October. Remarcable change in total intensity was being obserbed from the end of October to the second ten days of January, which is most probably due to meander of Kuroso current.

平成七年の秋より三宅島において連続的な電磁気観測が行われている。現在はプロトン磁力計が8台、自然電位計が2台、MT測定器が1台稼働している。磁力計は島の中央部の火口原を中心とした東西南北の十字状に、自然電位計は1962年と1983年の割れ目噴火地帯に、MTは火口原中央部にそれぞれ設置されている。現在は月に一度定期的にデータを回収している。この観測は三宅島火山の山頂下、2、3kmを距って、そこから昇ってくる玄武岩質マグマの活動を捉えようとするものである。前回の報告ではテレメータ式プロトン磁力計による測点である村宮牧場(MYC)を基準とした全磁力変化を示した。しかし、MYCは欠測が多いため今回は右図に柿岡を基準とした三宅島各点ならびに八丈島での全磁力変化(単純差の日平均)を示す。10月の下旬から1月の中旬にかけて見られる長周期変動は東海流の流路変更を反映したものと思われる。



ネットワークMT法を用いた地殻比抵抗  
検出の試み(その2)

谷元健剛<sup>1</sup>、大志万直人<sup>1</sup>、住友則彦<sup>1</sup>、山口寛<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>京都大学防災研究所、<sup>2</sup>神戸大学理学部

Temporal Variations on the Electrical Resistivity near the Hanaori Fault observed by the Network-MT Method(Part 2)  
Kengo Tanimoto<sup>1</sup>, Naoto Oshiman<sup>1</sup>, Norihiko Sumitomo<sup>1</sup>, and Satoru Yamaguchi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Reserch Center for Earthquake Prediction, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, and <sup>2</sup> Faculty of Science, Kobe University.

In order to detect temporal variations on the electrical resistivity associated with crustal activities, we have applied the Network-MT method to the continuous observation among the Hanaori Fault over one year. In this study, we examine it's feasibility and ability of detecting the electrical resistivity changes and try improving them.

1. 研究目的

岩石の電気抵抗は、温度、圧力、空隙中の水の存在等に強く依存する。本研究では、自然の電磁場擾乱をソースとして利用し、震源域を含む地下数Kmから数十Kmの深さの範囲の、地殻活動に伴った比抵抗変化を捉えることを目的とする。これまでの岩石の応力に伴う比抵抗変化の室内実験では、数%以下の変化しか得られていない。これに対し、フィールドにおける過去の観測例からは、そのメカニズムについては未だ充分には解明されていないが、室内実験を上回る数十%の変化が何例か報告されている。そこで、従来のMT法に対して、a) 広域を面的に覆うことが可能、b) S/N比が高い、などの優れた点を持つネットワークMT法を用いることで、比抵抗の時間変化を検出することが可能であるかを検討し、更に検出能力の向上を図る。

2. 観測及び解析手法

我々は1994年12月下旬より、琵琶湖北西部に位置する花折断層の周辺部においてネットワークMT観測を行っている。花折断層西側に位置する平良ネットの95年1月からのデータを用い、図に示される三角形のように、ネット内の4つのエリアにおける見かけ比抵抗及び磁場電場間の位相差の時間変化を1年以上の期間について求めた。この際、1カ月間を解析の際の単位期間とし、上輪式ロバスト処理を用いてこの中から質の良いデータを選び出しスタッキングを行い、その期間の代表値とした。この過程を単位期間を10日ずつずらしな

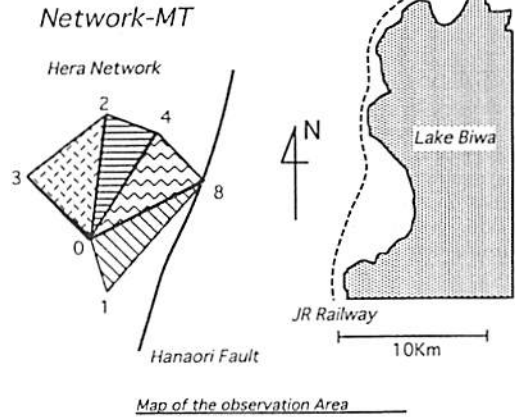
が繰り返して、長期間に渡る変動を調べた。解析の初期段階の結果には、地殻比抵抗の変化としては大きすぎると思われる変化が含まれていた。この原因は、

- 1) MT法でシグナルとなる磁場擾乱の大きさの変化、逆にノイズとなるJRからの漏洩電流の強度の変化によるS/N比の変化
  - 2) 入力磁場のポーラリゼーションに伴う問題
  - 3) 降雨や気温の季節変動による表層比抵抗の変化
- などが、対象とする地殻起源でない見かけ上の変化を作り得るからであると考え、まず、1)に対しては、入力磁場と出力電場間の相関が良い期間だけを用いることで、不自然な変化をある程度除くことが出来た。次に2)は、入力同士の相関が高い(ポーラライズしている)期間を解析に用いないとすることで解決を図る。最後の3)については、降雨や気温変化のデータと比較し相関の有無を確かめ、その影響を取り除くための方法を考える。

3. 現時点での結果

現時点での比抵抗の決定誤差は、良く決まっている期間で約10%、全体としては約30~40%程度である。

以上より現在、ネットワークMT法を用いることにより、漏洩電流ノイズの影響の無視できないこの地域においても、長期間に渡る観測から比較的安定して、見出し比抵抗及び位相差の時間変化を求めることが可能になりつつある。



C22-11 3Dモデルを用いた  
比抵抗変化モニターについて(2)

大志万直人<sup>○</sup> (京都大学防災研究所)

How can we monitor changes in resistivity structure of active faults? (2)

N. Oshiman

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto Univ.

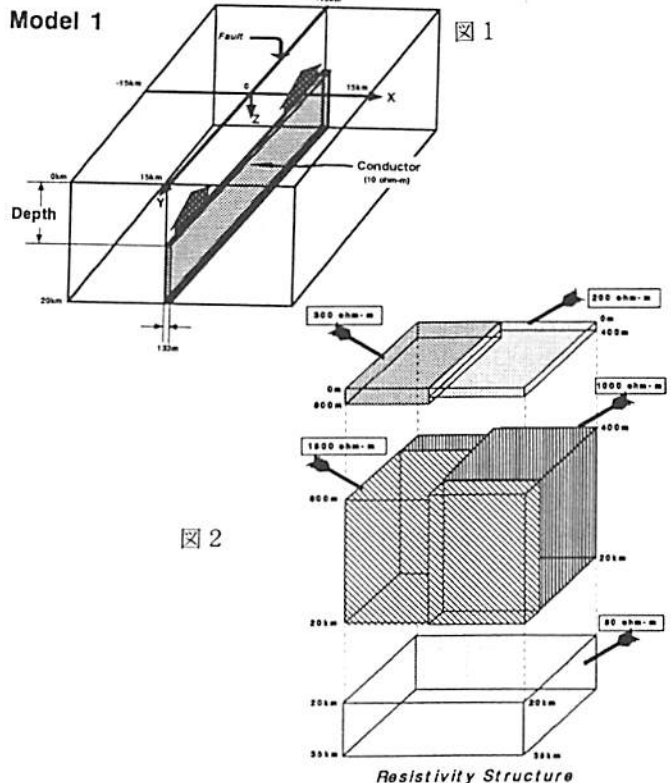
近年、水などの流体の内陸地震発生への関わりが、注目されている。例えば、San Andreas 断層で言えば、積極的に高圧の水が関与する地震の発生機構のモデルとして、Byerlee(1993)は、Compartment modelを提案している。このように水などの流体の移動が地震発生に絡むのであれば、活断層周辺での比抵抗変化のモニターは重要な情報を我々にもたらすことになることは言うまでもない。

96年春の合同学会では、8節点のIsoparametric elementを用いたFEMによる3次元比抵抗構造モデルについてその概要を述べ、簡単な例を用いて、観測システムの検出効率についての予備的な検討を行なったが、今回は、Byerlee(1993)のCompartment modelを頭においた3種類のモデルを用いて、活断層面上での水の移動がどの程度検出可能かを、ある観測システムでの比抵抗変化率を調べた。

今回使用したモデルは、以下の様な内容を持つ3種類である。

(Model 1): 活断層全域にわたって、10 ohm-mの比抵抗値を持つ厚さ133mの垂直な層が、上昇して来た場合の地表付近での観測システムで検出される比抵抗変化。(Model 2): 活断層の断層面の一部(幅9km)で、10 ohm-mの比抵抗値を持つ厚さ133mの垂直な層が、上昇して来た場合の比抵抗変化。(Model 3): 活断層面に平行に、8kmより深い部分で、10 ohm-mの比抵抗値を持つ厚さ133mの垂直な層が、水平方向に成長して行ったときの比抵抗変化。

例として、図1に Model 1を示す。また、断層構造に伴うバックグラウンドの比抵抗構造は図2に示すとおりである。



An Attempt to Evaluate the Seismomagnetic Effect  
Using Numerical Approaches

\*S.Sakanaka, N.Sumitomo and N.Oshiman(DPRI, Kyoto Univ.)

We have analytical and numerical approaches to evaluate the seismomagnetic effect. The analytical approach is considered to be successfully achieved by Sasai(1991). But the numerical approaches are necessary to be developed because they are more applicable to practical problems. So far, we are facing difficulty in applying numerical approaches to mathematical models of fault dislocation. Oshiman(1995) showed that a numerical solution of the seismomagnetic changes using volume integrals was quite different from Sasai's(1991) analytical solution.

In this study, we used another numerical approach using surface integrals. The result was also extremely different from those evaluated by Sasai(1991) and Oshiman(1995) as to magnitude and distribution of the magnetic changes. Next we tried to find appropriate sizes of the discretized element, on which numerical integrals were carried out, by shrinking the elements just around the edges of the fault plane. We however failed to get a convergent result as was possibly expected.

Numerical approaches have not been achieved to accurately evaluate the integrals including singular points yet. The present result should help us find a clue to the solution.

地震地磁気効果を定量的に見積もる方法に解析的な方法と数値的な方法がある。断層の食い違いのモデルに対して、解析的な方法は Sasai(1995)によって完成していると見なされている。この問題についての数値的な方法は実用上応用範囲が広いが、解析解との整合性を確かめながら開発していく必要があるが、いまのところ賛成されていない。数値的な方法には体積積分を用いる方法と表面積分

を用いる方法があるが、体積積分については、大志万(1995)がstrike-slip型の垂直断層について Sasai(1995)の解析解と比べ、大きく食い違っていることを示している。今回は表面積分を用いた数値的方法を同様の問題に適用してみた。Sasai(1995)、大志万(1995)の結果とは、磁場変化の大きさ、分布ともに違った結果となった。特に磁場変化の大きさは、大志万(1995)の体積積分の離散化要素と同程度の離散化要素を採用したにもかかわらず、大きく食い違い、表面積分を用いた結果は明らかに大き過ぎる磁場変化を算出した。次に要素を細かくしていった結果が収束するかどうかを試した。予想されていたことではあるが、断層の端の要素の大きさをいくら小さく区切っても、収束する結果は得られなかった。

数値的な断層モデルについては、断層の端の、ひずみが無限大になる部分の特異点の寄与を数値的な方法で今のところうまく見積もることができていない。この結果を踏まえて、数値的な方法で地震地磁気効果を見積もるための手がかりとしたい。

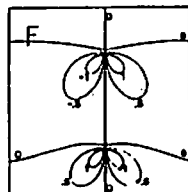


図1. Sasai(1991)の解析解

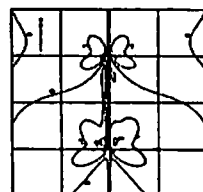


図2. 大志万(1995)の体積積分の数値解

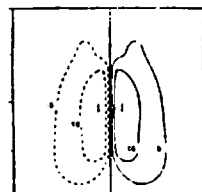


図3. 表面積分の数値解

参考文献

Sasai, Y.: Tectonomagnetic modeling on the basis of the linear piezomagnetic effect, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, Vol. 66, 1991, pp.585-722.  
大志万直人, テクトノマグネにおける数値モデリングの問題点について, 地球惑星科学関連学会1995年合同大会予稿集, 1995, 112-07.

C22-13 PIEZOMAGNETIC FIELD FOR  
PARKFIELD FAULT MODEL

STUART W. D.(USGS), P. O. BANKS(Case  
Western Univ.) Y. SASAI (ERI, Univ. Tokyo)  
and S-W. LIU (Case Western Univ.)

A theoretical piezomagnetic field is calculated as a function of time and ground position for an earthquake instability model applied to moderate ( $M \sim 6$ ) earthquakes on the San Andreas fault near Parkfield, California. The instability model simulates fault slip and stress for all parts of a 32-year earthquake cycle, including unstable (mainshock) slip. Mainshock slip occurs when a nearly locked patch of the fault becomes sufficiently loaded by surrounding aseismic slip that it reaches a condition of rapid failure. The piezomagnetic field is calculated directly from fault slip using analytic solutions based on piezomagnetic nuclei that are analogous to strain nuclei. During the interseismic interval, increasing stress concentration on the locked patch is accompanied by a gradual evolution of the magnetic anomaly field, leading to maximum cumulative changes of about  $\pm 2$  nT in the vicinity of the pending epicenter. Mainshock slip cancels about half of the interseismically accumulated changes, and rapid postseismic relaxation cancels most of the rest. At certain sites near the

locked patch the rate of change of the field progressively increases during the interseismic interval, while at others it progressively decreases. This effect is most pronounced during the last 3-4 years before the mainshock and, at suitably chosen pairs of sites, results in reversal of the temporal trend of the differential field. Such reversals, if separable from geomagnetic variation due to other sources, would constitute precursory indicators of approaching failure.

STUART *et al.*, 1995, *J. Geophys. Res.*, 100, 24,101 - 24,110.

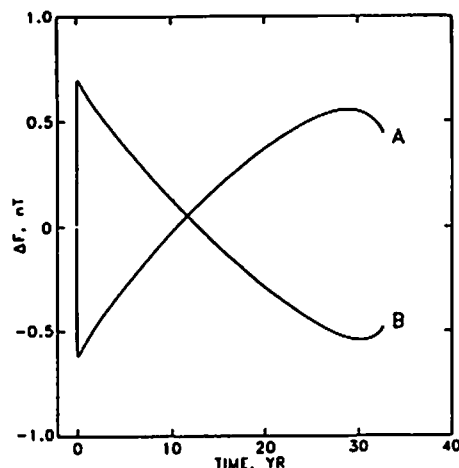


Figure 1. Full-cycle time behavior of differential piezomagnetic field for selected pairs of sites.

C22-14 The First Realtime Measurement of Seafloor Geomagnetic Total Force

- Pacific Ocean Hemisphere Geophysical Network Project -

°Hiroaki Toh (ORI, Univ. Tokyo), Kiyoshi Baba (Fac. Sci., Chiba Univ.) and Y. Hamano (Fac. Sci., Univ. Tokyo)

An SeaFloor ElectroMagnetic Station (SFEMS) has been newly developed in the hope of long-term electromagnetic (EM) observations at the seafloor. As the first attempt, it was equipped with an Overhauser magnetic sensor and deployed at the Choshi spur (35 24.99 N, 141 35.07 E, 1590 m). In future, it could be easily integrated to SFEMS, which measures 3 components of the geomagnetic field, 2 horizontal components of the geoelectric field and 2 components of tilts in addition to the total force. SFEMS is planned to measure these signals at the seafloor continuously for as long as 2 years.

Realtime data telemetry of the in-situ geomagnetic total force is achieved by an Acoustic Modem (ATM) attached to SFEMS. In the present experiment, the acoustic connection was tested while the apparatus was wire-suspended, and it was at the seafloor. In both experiments, the signal was successfully transferred to the surface at a rate of 300 baud. For the seafloor measurement, an averaged value of 45582.0 nT with the standard deviation of 0.10 nT was obtained (Fig. 1) by a half-an-hour measurement with a 30 sec interval.

SFEMS has been originally developed for long-term seafloor EM observations in search for detecting deeper structures via seafloor magnetotellurics and/or geomagnetic secular

variational signals. However, it can be applied to tectonomagnetism since it enables us repetitive absolute geomagnetic measurements which have been logistically very difficult so far. Other possible geophysical application of SFEMS will be further discussed.

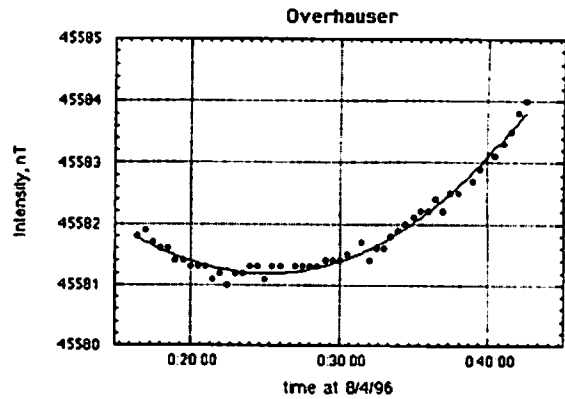


Figure. 1.

C22-15

カムチャッカ域の地震活動と電磁放射・変動との相関性について

E. F. VERSHININ, A. V. BUZEVICH (IKIR, RUSSIA), 田中義人 (山口大・教), 湯元清文 (九大・理)

CORRELATIONS BETWEEN SEISMIC ACTIVITY AND ELECTROMAGNETIC EMISSION AND VARIATIONS IN KAMCHATKA REGION

E. F. VERSHININ, A. V. BUZEVICH (IKIR, RUSSIA), Y. TANAKA (YAMAGUTI UNIV.) K. YUNOTO (KYUSHU UNIV.)

In this paper we examined relationships between seismic events and electromagnetic variations (atmospheric electric field, VLF emissions, and local K-index) observed at Karinshina (9=53.0° N, φ=158.3° E) in Kamchatka. We found precursors of atmospheric electric field variations and VLF (1.2kHz) emissions several to 10hrs before the earthquakes, of which the distance between the epicenter and the field station is less than ~200 km. The onset day of the earthquakes is also found to be just before the minimum of local ΣK-index at Karinshina.

我々は、カムチャッカ半島にあるロシア科学アカデミー極東支部に属する宇宙物理・電波伝播研究所 (IKIR) と 210 度地磁気観測グループとの共同研究として、Karinshina (9=53.0° N, φ=158.3° E) 観測所で地磁気変動、大気電場、VLF電磁放射の同時観測を1992年8月から行っている。

本研究では、1995年の1年間にカムチャッカ域で発生した地震と地震前に現れる大気電場・VLF電磁放射変化との関連性、地震の発生と地磁気活動度との関連性について統計的な解析を行った。その結果は以下のようにまとめられる。

(1) Karinshina観測点から震源地まで数100 km以内の地点で発生した地震の、数時間から10数時間まえに特異な大気電場の変動と1.2 kHz帯のVLF電磁放射が観測された。

(2) これらの地震の発生した日は地磁気活動度 (ΣK) が極小になる直前にあつてることが明らかになった (右図)。

(1) の観測結果については、最近、学会等でも注目され、追試が行われている。観測結果 (2) については、太陽活動と地球内体圏との結合を示唆しており、今後の観測並びに理論的な裏付けが必要となる大変興味深い事象である。

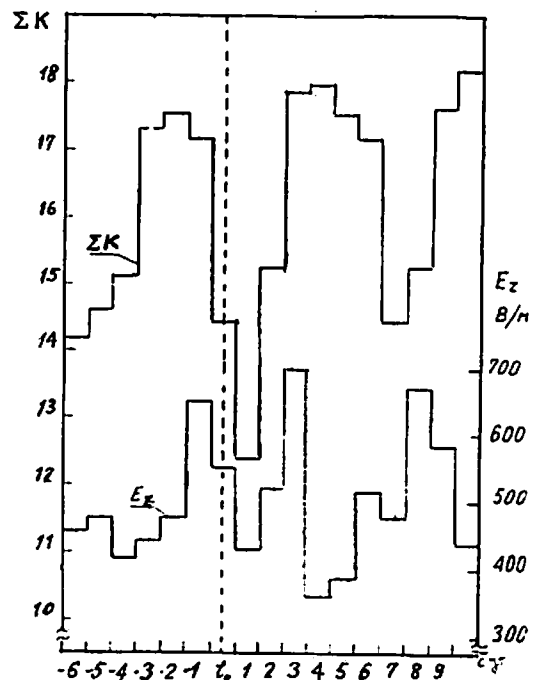


Fig. 1. Вариации электрического (Ez) и магнитного (ΣK) поля в период сейсмических событий на Камчатке в 1995 г. относительно дня начала.

(図の説明) Karinshinaで観測された地磁気活動度 (ΣK)、大気電場変動 (Ez) の日変化と観測所の200km以内で発生した地震の発生日 (破線) との関連性を表す。

地震に伴う電磁放射観測における発生源判別システムの開発

◎ 齊藤 真二、富澤 一郎 (電気通信大学)

Development of a Discrimination System for Electromagnetic Phenomena Associated with Earthquakes

◎ S. Saitoh and I. Tomizawa (Univ. of Electro-Comm.)

An improvement of the discrimination abilities of electromagnetic phenomena associated with earthquakes from artificial noises and thunderstorms is described. The discrimination of sources of electromagnetic fields is based on spectrum, field directivity, wave impedance, Poynting vector, as well as waveform and recurrence. We have newly developed an observation system consisted of full components of field sensors and digital signal processors with a personal computer. The signal processing software is also important for the improvement.

目的

地表付近で観測した ELF 帯の電磁界変動のうち、人工的な原因によるものを、その波動的特性、スペクトル特性、時間的特性を総合的に判別して除去できるようにすることを目的とする。最終的には、地震に関連した電磁界変動と人工雑音源及び雷放電雑音との、より正確な判別方法の開発を目指している。

方法

この判別には、地表付近の ELF 帯の電磁界変動が近傍の人工的な不要信号と、距離離れた波源と異なる波動的な特徴を有しているという電磁界の波動的特性に基づいている。遠方の放射源の場合は、基本的に導波管伝搬モードの波動インピーダンスで表せ、逆に定期的に発生する人工雑音はその波動的特性があまり変化しないことから、観測点近傍で発生する定常的でない波動的特性を異常と判断する方式である。波動の近傍成分を扱うため電界 3 成分、磁界 3 成分の合計 6 成分全てを測定する。解析システムとしては、(1) 狭帯域フィルタを通してから、波動データを取り出す方式、(2) 広帯域の信号を A/D 変換し、これを FFT 解析し、波動データを取り出す方式の 2 つについて検討した。(1) の利点は、帯域幅を充分狭くでき、しかも電磁界データの連続した観測ができる点であり、欠点は多周波とする場合、フィルタ装置を多数用意しなければならない点である。(2) の利点は、フィルタ装置が不要で広帯域の電磁界データを取得できる点であり、欠点はダイナミックレンジの低下と帯域幅を狭くした場合に波動データ取得に時間がかかり、時間的分解能が劣る点である。本研究では、現用の観測周波数 1.525kHz において電力周波数の高調波の隙間に入るようなフィルタ特性を必要とすること、ダイナミックレンジの確保が必要な点を考慮して、主として (1) の方式を採用し (2) にも切り替え可能な方式とした。

システムの構築と評価

これまで帯域幅の狭い近傍で行ってきた多成分電磁界の狭帯域観測装置を改良し、狭帯域ビデオ信号をサンプリングし、ソフトウェアにより詳細な電磁界パラメータを求める方式の試作を行った。しかし、強度観測では問題とならなかった各チャンネル間の位相・振幅特性の不一致と安定度の不十分さが判別に影響することが判明し、フィルタの精度と安定度の改良を考え、ディジタル信号プロセッサ (DSP: TI TMS320C50)

を使用した受信装置を採用した。電磁界 6 成分のセンサー出力に対応した DSP フィルタを製作し、さらに、これらの出力を A/D 変換し、各チャンネル間の振幅と位相を求め、電磁界パラメータ (電磁界ベクトル、波動インピーダンス、ポインティングベクトル) を求めるソフトウェアの開発を行った。図 1 に信号処理部のブロック図を、また図 2 にソフトウェアの出力例を示す。このシステムにより、連続的に電磁界観測を行い、その信号を実時間処理ができるようになった。

まとめ

上記電磁界多成分観測装置を 1 台製作し、本年 2 月に本学菅平宇宙電波観測所において試験観測を実施した。この結果、ダイナミックレンジの改良が必要なが判明したため改良を行い、近傍の人工雑音と遠方からの外来信号との特徴が判別できるようになってきた。一応、当初目標の ELF 帯電磁界信号処理を実時間でを行い、波動の特徴を抽出するためのデータ処理方法の基礎開発の部分は完成した。しかし、遠方、近傍のいずれの場合においても電磁放射源の位置および発生原因の特定には少なくとも 2 地点での同時観測が必要であり、また、時間的に大きく変動する人工雑音や雷放電雑音を除去するためには、多地点観測が必須であるので、本研究で製作した装置を複数製作し、さらに判別方式の改良を図って行くことが今後の課題である。

本研究の一部は、東京大学地震研究所共同研究費による。

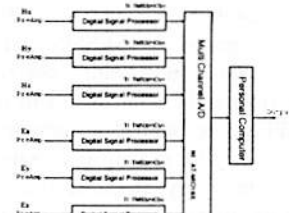


図 1: 信号処理部分のブロック図

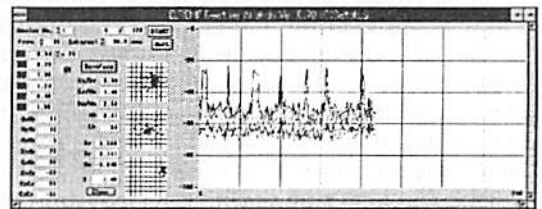


図 2: 実時間処理プログラムの出力例

三宅島火山の自然電位分布

(補遺)

◎ 西田泰典、佐藤秀幸 (北大理学研究所)  
村上秀記、網田和宏 (高知大理学部)  
関口 航 (東大地球研究所)

Supplemental Survey of the Self-potential Field on Miyake-jima Volcano

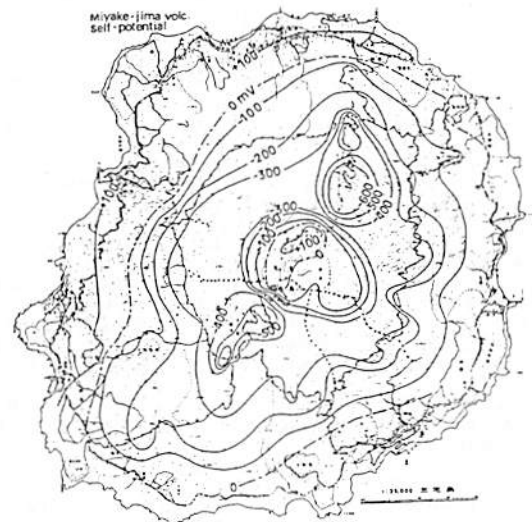
◎ Y. Nishida, H. Satoh ( Hokkaido Univ.)  
H. Murakami, K. Amita (Kochi Univ.)  
W. Sekiguchi (ERI, Univ. of Tokyo)

A supplemental survey of the SP field on Miyake-jima Volcano was made in April, 1996 to complete previous results made in 1991 and 1995. Besides the terrain-related anomalies observed on the foots of Miyake-jima, a relatively positive anomaly over the summit area, more than 400 mV in magnitude, is one of the important features. Relatively low SP anomalies (contours below -400 mV) on the north and the south mountainsides are other important features. These anomalies are correlated with the concentrated distribution of craters connected with fissures (Nakamura, 1984) and an old caldera (Chihara et al., 1984) in position.

Ishido (1981) theoretically pointed out that streaming potentials caused by upward movement of heated ground water are principal cause of the positive anomalies while those associated with descending meteoric water are responsible for the negative anomalies. Considering this study, it can be concluded that significant part of

the precipitation (more than 3,000 mm/year) over Miyake-jima Island probably recharges through highly permeable fissures and craters to generate the observed negative SP anomalies. The old caldera may play a role of drainage basin.

Hot volcanic gas from deep-seated magma intrudes into the recharged water to drive the intensive upward flow of the heated water; consequently, the large positive anomaly is generated on the summit area.





C会場

10月24日(木)

9:36~10:24

# 主磁場ダイナモ・固体惑星

## Dynamo & Solid Planet

oral: C41-01~04

poster: C41-P07~P08

座長 清水久芳 (東大・地震研)

一等磁気測量による地磁気永年変化の急速な変動  
(1980年代前半のY成分)

鈴木直勝・酒井英男(富山大学理学部),水野浩雄

Rapid Change in the Geomagnetic Secular Change  
Based on the First Order Magnetic Survey of Japan  
Naokatsu Suzuki, Hideo Sakai (Toyama University),  
Hiroo Mizuno

Isoporic charts of the geomagnetic three components X, Y and Z have been compiled for every year since the late 1950's. In the early 1980's, a rapid change in the annual rate of secular change in the Y component took place in western Japan. The corresponding change in the trend of isopors has been clearly observed. This change started from 1981 and a new state was finally established in 1986.

一等磁気測量の全データを用いて、1950年代このかた毎年の地磁気三成分(X, Y, Z)の年変化量分布図を作成した。測量データの年度化、経度、緯度の2次式による年変化量分布の表示などは、Mizuno(1984)に示された方法による。年度化の基準観測所は柿岡である。磁気点での各成分の年変化量の決定には、スプライン関数を用いた。すなわち、与えられた点における繰り返し測定を時間のスプライン関数で行って、その勾配を求めてその時点における年変化量とした。年変化量分布の決定には、磁気点だけではなく、観測所のデータも用いた。1970年代から1980年代の各年においては、年変化量が決定された磁気点の数は50点以上、最高で80点におよび、年変化量分布の安定した解を与えている。

今回、特に報告するのは1980年代前半に西日本に発生したY成分の永年変化の急速な変動である。図1は鹿児島(31°23.7'N 130°10.8'W)における柿岡に相対的なY成分の永年変化である。

1966年の観測開始以降1982年の観測まで、8nT/year程度のほぼ一様な減少であった。その後の急変は明瞭である。同様の変動は鹿屋観測所をはじめ、西日本の多くの磁気点で確認できる。年変化量分布図の変動にすると次の通りである。1970年代から1981年にかけては等値線がWNW-ESEであったのが、その後方向を変え、1986年にENE-WSWとなって、新たな状態を確立したと思われる。

この柿岡のY成分の永年変化は、約11nT/yearのほぼ一様な減少である。またZ成分は1975年頃に最小となり、1981年頃から30nT/yearにもなる急増に転じている。X成分は大局的にみると、1980年頃をピークとしてそれまでの増加が減少に変わった。

以上の諸事象の統一的な説明と、とりわけ急速な変動の特定数の決定は今後の課題である。1970年代初頭にアジアに起きた急速な変動に際して、Z成分の正の年変化量の領域がインド洋から中国東部、更には日本の西方にまで貫入してきた。すなわち、この帯の下のコアに向けて変化磁場ベクトルの吸い込みが形成された(Mizuno, 1984)。1980年代初めの変動は、この吸い込みの再変動として理解できるであろう。

謝辞: 地磁気データの使用にあたり、国土地理院、気象庁柿岡地磁気観測所、京都大学理学部付属地磁気世界資料解析センターに御協力を頂いた。

参考文献: Mizuno(1984), Bull. Geograph. Surv. Inst. Vol. 29, part 1, pp 1-102

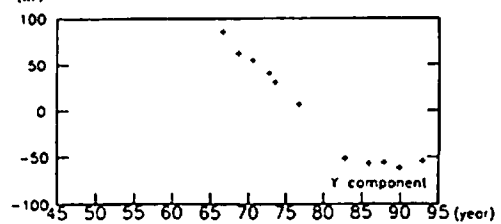


図1:鹿児島観測点における柿岡に相対的な地磁気Y成分の永年変化

C41-02 1時間値データを用いた  
Geomagnetic Jerk 現象の解析

長尾大道 家森俊彦 (京都大学理学部)

An Analysis of Geomagnetic Jerks  
Using Hourly Values

H. Nagao T. Iyemori  
Faculty of Science, Kyoto University

In 1969, an abrupt change was observed in the acceleration of declination of geomagnetic secular variation at European observatories. Similar phenomena also occurred in 1973 and in the end of 1970s. These phenomena are called geomagnetic jerks, and whether their origin was from internal or external is still controversial.

In analysing these phenomena, annual mean values or at most monthly mean values or daily mean values have been used, but it is thought that these data include effects of many external sources. To exclude them, we use hourly values of quiet days.

1970年代前半頃、ヨーロッパの地磁気観測所を中心に、地磁気永年変化の偏角成分の加速度が、1969年を境に1~2年の間、急激に変化する現象が起こっていることが指摘された。この現象はMalin and Hodder(1982)によってgeomagnetic jerk現象と名付けられ、そのsourceが地球内部にあるのか、あるいは地球外部にあるのかについては様々な研究がなされてきたが、現在のところ、結論が出るには至っていない。この問題を研究することは、マントルの電気伝導度の分布を知る上で有力な手がかりを与えるものと考えられている。その後、

geomagnetic jerk現象は1973年および1970年代終わりにも起こっていることが指摘された。

地磁気永年変化およびgeomagnetic jerk現象を解析する際のデータとしては、これまで年平均値、あるいはせいぜい月平均値、日平均値が用いられてきたが、これらの単純な平均操作によって得られたデータには、電離層電流などの外部擾乱場が多く含まれていると考えられる。そこで本研究では、外部擾乱場をできるだけ取り除いた良質の内部起源磁場を得るため、データとして静穏日の1時間値を用いることを試みた。世界各地の地磁気観測所についてこれを行い、次にスプライン関数を用いてsmoothingを行う。さらに磁場の加速度の変化を調べるため、3階時間微分を求めた。Figure 1はベルギーのDourbes観測所における磁場の加速度を示しており、1時間値を用いて求めた場合と日平均値を用いて求めた場合とを比較している。

講演においては、周波数解析等の方法を用いてgeomagnetic jerk現象の世界的分布について調べた結果について述べる。

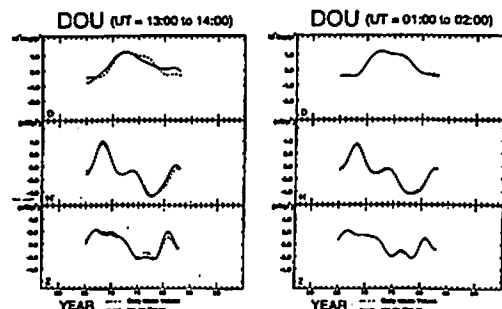


Figure 1 This figures show the acceleration of geomagnetic field at Dourbes, Belgium. The left figure corresponds to the dayside, and the right one corresponds to the nightside. The solid line corresponds to hourly values and the broken one corresponds to daily mean values.

A new method Excitation Sompi, which is for an analysis of non-stationary time series, was applied to time series of equatorial dipole. While the obtained periods by old Sompi method are unstable, those by excitation Sompi method are stable. This implies that the equatorial dipole is a forced variation.

1. はじめに

Yokoyama & Yukutake [1991] は存否法を用いて 4 階までのガウス係数のほとんどに準定常な数十年変動が含まれていること示した。しかし、赤道双極子成分のみは他の成分とは異なり、非定常性が強い。定常なモデルに基づく存否法では解析が困難であった。

そこで、本研究では、新たに非定常時系列解析のために開発された励起存否法を用いて赤道双極子の変動の再解析を試みた。

2. 励起存否法

旧存否法が定常な振動を解析するためのものであったのに対し、励起存否法は外力によって励起される強制振動データを解析するために開発された [Yokoyama et al., 1994]。モデルは Fig. 1 に示されるように、外力が自己回帰 (AR) システムを励起し、システムの出方にノイズが加わる形で表現される。励起存否法では、システムの固有複素周波数と外力の時系列、及びノイズレベルを同時に決定することができる。

3. 存否法と励起存否法の結果の比較

旧存否法と励起存否法によって赤道双極子の変動を解析した結果を Fig. 2 に示す。旧存否法では自己回帰モデルの次数変化に対して不安定な周期しか得られなかったが、励起存否法を用いると次数 23 ~ 35 付近で安定した周期が得られることがわかる。即ち、励起存否法のモデルの方がデータに良くあっているのである。このことより、赤道双極子の変動が強制振動である可能性が伺える。

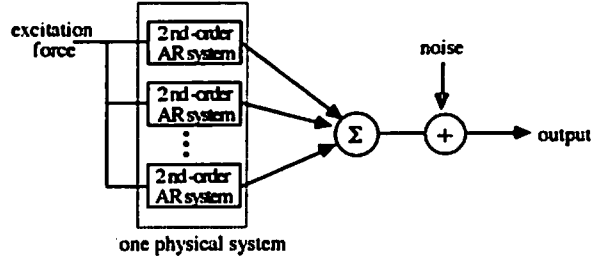


Fig. 1. A Model of Excitation Sompi Method.

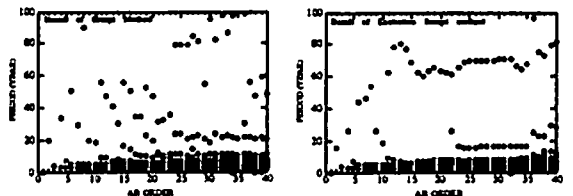


Fig. 2. Result of old Sompi (left) and Excitation Sompi (right) Methods.

Small iron meteorites have a possibility that the original magnetic properties were disturbed by heating when the meteorites encountered the Earth's atmosphere. So, we have studied the magnetic properties of 2 small octahedrites, Odessa (33.14g) and Gibeon (60.28g) obtained from the Mineral Fair 1996. The Odessa and Gibeon samples were cut by a diamond blade saw and were demagnetized by up to 50mT by an AF demagnetizer and were demagnetized thermally by up to 680°C in the vacuum. Hysteresis properties and thermomagnetic curves were obtained by using a vibrating sample magnetometer. From these experiments, we find the presence of tetrataenite in Odessa. This suggests that Odessa was not heated to higher than 550°C when it passed through the Earth's atmosphere. Possibly, Odessa was smashed to the small pieces near the ground by a meteorite explosion. On the other hand, we can't find tetrataenite in Gibeon. This may be explained by the tetrataenite being disordered to taenite by exposure to higher than 550°C in the Earth's atmosphere or a shock in space.

はじめに

我々が容易に入手できる市販の隕鉄は 100g 以下と比較的小さいものが多い。このような小さな隕鉄は磁石を用いてクレーター周辺から収集された可能性が大きく、本来隕鉄が持っている磁気的性質が失われている可能性がある。またこのように小さい試料は大気圏突入時に高温に加熱され、隕鉄の物性が変化している可能性も考えられる。本研究では Odessa (33.14g) と Gibeon (60.28g) の隕鉄 (Octahedrite) を使い、これら 2 点の問題を検討した。

実験

Odessa, Gibeon 共にそれぞれ次の実験を行った。まず最初に試料をダイヤモンドカッターで細かく切断して、自然残留磁化 (NRM) を測定した。切断した試料のうち 3 つを 50mT まで段階的交流消磁を行い、他の 3 つを 630°C まで真空状態で段階的熱消磁を行った。またヒステリシスと熱磁化曲線を VSM を用いて測定した。更に反射型光学顕微鏡を用いて研磨した試料の表面を観察した。この時、磁性流体と磁性バクテリアを用いた。

結果

Odessa: NRM は交流消磁に対しては比較的安定であった。熱消磁に対しては、徐々に減衰していった。熱磁化曲線では、相転移の影響と思われる変化が 750°C 付近で見られ、530°C でもわずかな変化が見られた。磁性流体は、taenite と kamacite の境界に集約した。

Gibeon: NRM は交流消磁に対しては比較的安定であり、熱消磁に対しては 530°C ではほぼ完全に消磁された。熱磁化曲線では、750°C で相転移の影響が見られた。磁性流体による観察では、強い磁気勾配は観察されなかった。

考察

熱消磁、熱磁化曲線のデータより Odessa は Kamacite、Taenite、Tetrataenite より構成されているということがわかる。Tetrataenite の存在は、磁性流体を用いた観察からも知ることが出来る。Odessa 中に Tetrataenite が存在することより、Odessa は地球大気内に突入する際には、550°C まで加熱されていないであろうという事が推測できる。おそらく、Odessa は地表近くまで、かなり大きな状態で突入してきたと思われる。Kamacite、Taenite からなる Gibeon は、保磁力が小さく、NRM は安定している。これは、試料を集める時に用いられた磁石等によって獲得されたものと思われる。Gibeon に tetrataenite が見られないのは、地球に突入する際か、あるいは宇宙空間で、550°C 以上に加熱され、Taenite に相転移した為と思われる。

## C41-P07 回転球殻における 電磁流体のダイナミクス (II)

◎佐藤淳子・松島政貴・本蔵義守 (東工大理)

### Magnetohydrodynamics in a Rotating Spherical Shell(II)

◎J. Sato, M. Matsushima, and Y. Honkura  
Department of Earth and Planetary Sciences,  
Tokyo Institute of Technology

We have been examining the behavior of magnetic and velocity fields in a rotating spherical shell through numerical computation. In this study, we investigate the structure of the magnetic and the velocity fields for  $Ta = 90000$ ,  $Ra = 5000$  and compare the result with that for  $Ta = 10000$ ,  $Ra = 2000$ . We present only a preliminary result.

The numbers of pairs of convection columns are two for  $Ta = 10000$  and three for  $Ta = 90000$ , and their patterns drift eastward. The drift rate for  $Ta = 90000$  is about 1.5 times faster than that for  $Ta = 10000$ . It turns out that both the kinematic energy and the magnetic energy for  $Ta = 90000$  are comparable to those for  $Ta = 10000$ , and also that the kinetic energy is comparable to the magnetic energy. We must continue the calculation further to examine the behavior of the magnetic field in more detail.

#### 1. はじめに

回転球殻の電磁流体の振る舞いを調べるために、MHD ダイナモの数値計算の結果を元に、電磁流体に働く力について詳しく調べる。

#### 2. 計算方法

解くべき方程式は、インダクション方程式、ナビエ-ストークス方程式、エネルギーの方程式である。磁場、速度場は各々トロイダル、ポロイダルに分解し、球面調和展開する。動径方向には三角関数で展開する。マントルと内核は絶縁体とし、速度場の境界条件はシアストレスフ

リーとした。また、球殻の外半径と内半径の比は 0.4 とした。

#### 3. 結果

テイラー数 ( $Ta$ ) = 90000、レイリー数 ( $Ra$ ) = 5000 と  $Ta = 10000$ 、 $Ra = 2000$  の 2 つの結果についてみていく。ただし、 $Ta = 90000$  はまだ計算時間が不十分であり、磁場が安定した構造にまで達していないので、途中経過について述べる。

生じた対流コラムの数は  $Ta = 10000$  および  $Ta = 90000$  に対してそれぞれ 4 および 6 で、速度場のパターンは東方へ移動する。ただし、 $Ta = 90000$  の場合の方が移動速度は約 1.5 倍速い。磁場は  $t = 17$  あたりで赤道から少し北と南で経度方向に引き伸ばされて、トロイダル磁場が形成されていく過程が見られる。

速度場と磁場のエネルギーは、 $Ta = 10000$  でも  $Ta = 90000$  でもそれほど変わらず、かつ、それぞれが同程度の大きさを持つ。

今後さらに計算を進めてゆき、磁場が安定したところでさらに詳しい解析をして行く予定である。

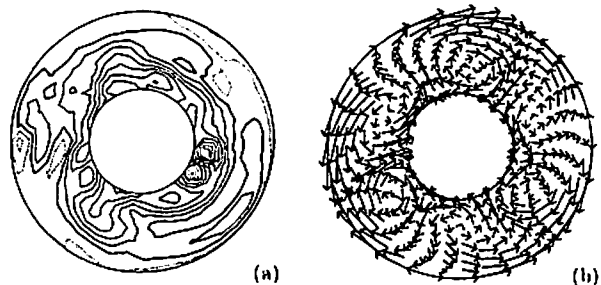


Fig. The  $\theta$  components of (a) the magnetic field and (b) the velocity field on the equatorial plane for  $Ta = 90000$  and  $Ra = 5000$ .

## C41-P08

### Small Scale Helicity and Alpha Effect in the Earth's Core

◎Hisayoshi Shimizu<sup>†</sup> and David E. Loper

Geophysical Fluid Dynamics Institute  
Florida State University

<sup>†</sup> Now at Earthquake Research Institute, University of Tokyo

It is plausible that the hydromagnetic flow in the Earth's core which sustains the geomagnetic field is driven by small-scale buoyant blobs, with the buoyancy being of either compositional or thermal origin.

It is a commonly held belief that the combination of rotation and buoyancy create a net helicity and electromotive force (EMF), known as an  $\alpha$  effect, and hence dynamo action. We investigate this possibility for a simple, but dynamically complete, model, consisting of a small, isolated buoyant parcel rising in an infinite extent of rotating electrically conducting Boussinesq fluid in the presence of a large-scale magnetic field.

We show that to dominant order in the local magnetic Reynolds number, assumed small, the total helicity and EMF are identically zero due to symmetry of the rotating hydromagnetic system. This is in effect an anti-dynamo theorem, to be overcome if dynamo action is to occur.

Analyses of spatial distribution of leading-order helicity and EMF are carried out in detail for a spherically symmetric blob when the Coriolis force is dominant over the Lorentz and viscous forces in the system. The helicity and EMF are found to be concentrated in wakes having spatial extent much larger than the scale of the buoyant parcel. Consequently the integrals of helicity and EMF over a half space are nonzero. The dominant component of the average EMF is parallel to the ambient magnetic field. This EMF is similar to that generated by the  $\alpha$ -effect and we will call it as small-scale  $\alpha$ -effect.

$\alpha$ -effect magnetic Reynolds number is used to test if the small-scale  $\alpha$ -effect contributes to the generation of magnetic field in the geodynamo. Though the strength of the small-scale  $\alpha$ -effect produced by an individual blob is small, as small as the  $\alpha$ -effect in hydromagnetic turbulence with small magnetic Reynolds number, the effect of the small-scale  $\alpha$ -effect on the geodynamo is expected to be large if blobs are distributed over the fluid core of the Earth.

C会場

10月24日(木)

10:36~12:00

# 岩石磁気・古地磁気 - I

## Rock Magnetism & Paleomagnetism - I

oral: C41-05~11

座長 山崎俊嗣 (地質調査所)

C41-05

A paleomagnetic study of the late Quaternary sediments in Bangladesh

Dipak K. Biswas<sup>1</sup>, Masayuki Hyodo<sup>1,2</sup>, and D.K. Guha<sup>3</sup>

<sup>1</sup>The graduate school of Science and Technology, Kobe University

<sup>2</sup>Research Center for Inland Seas, Kobe University

<sup>3</sup>Bangladesh Petroleum Institute, Dhaka - 1209, Bangladesh



Fig. 1 Location map of the sampling sites.

Paleomagnetic measurements were made for the Quaternary sediments of Madhupur Clay Formation, Bangladesh. A total of 190 samples were collected from two sites: 150 samples from Mirpur Brickyard of Dhaka city and 40 from Lakha River bank of Kaptai district. The samples were collected vertically and sequentially from 150 horizons of Mirpur Brickyard and 40 horizons of Lakha River bank. Most of the samples were demagnetized in alternating fields (AF) up to a level of 50 mT and some up to 100 mT. A few were thermally demagnetized up to 620 °C. Remanence of both sampling sites showed stable magnetization with normal polarity. In Mirpur Brickyard, the average declination ranges from 5 to -10 degrees and average inclination ranges from 30 to 37 degrees. In Lakha River bank the average declination ranges from 0 to 4 degrees and average inclination ranges from 30 to 38 degrees. The inclinations from both sites are shallower than that of geocentric axial dipole by < 10 degrees. The Bauer-plot of paleomagnetic directions from Lakha River bank exhibits dominant westward drifting of non-dipole field, while that for Mirpur Brickyard shows that both westward and eastward drifting of non-dipole field are present, the later being slightly dominant. These results suggest that westward drifting of non-dipole fields, which is dominant from Indian Ocean to Africa on the historical geomagnetic data, is not a persistent feature.

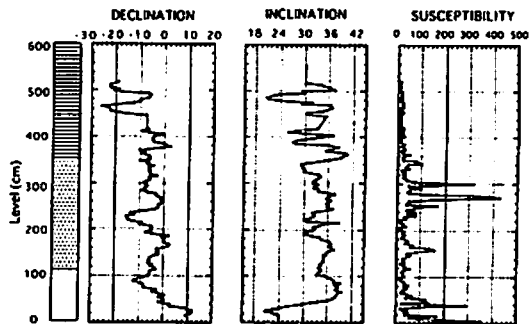


Fig.2 Paleomagnetic results and susceptibility from Bangladesh. The data are of 7 points running averages.

C41-06 北海道西方沖コアの残留磁気について

上嶋正人  
(地質調査所)

Remanent magnetization measurements of the sediment recovered from the Japan Sea off Hokkaido

M. JOSHIMA

(Geological Survey of Japan)

Remanent magnetizations of 3 cores obtained during the GH94.95 cruises were measured using SC T super-conducting rock-magnetometer. These cores have rather stable and strong remanent magnetizations. Susceptibility(H.L.), stepwise AF demagnetization, ARM, SIRM were also measured. ARM ratio and IRM/SIRM ratio became good indicators to compare 2 cores, st.1208 and st.260.

日本海の柱状堆積物試料(コア)の年代は主にテフラによって決められているが、これまでの結果を見るとコアの先端の年代は古いもので10万年、一般的に数万年程度である。数万年前までの古地磁気の永年変化を調べる目的で、工業技術院特別研究「北海道西方海域の環境変動に関する総合的研究」によるGH95航海(横丹幸典沖)で得られたコアについて測定を行なった。残留磁気安定かつ強度のあるものでお互いに対比が可能で試料として2本のコアを選び、それらについて帯磁率、自然残留磁気、交流消磁後の残留磁気、ARM強度、SIRM強度などの測定を行なった。

試料と測定結果

残留磁気測定の目的から考えて、選ぶコアは長く、連続性の良いものが望ましい。環境変動解明の目的で採取されたst.1208と、堆積学的研究目的で採取されたst.260の2本がこの目的と一致していた(表1、図1参照)。測定試料は夏原柱研製の約2.3mm立方のサンプルケースを用い、一つづつ手によっておしこまれた。総数約500個の測定試料にたいし次の手順で測定を行なった。2周波による帯磁率測定、NRM測定、50から100mTに1個の割合で段階的交流消磁を行ない、それにしたがって決めた15mT(ミリテスラ)による交流消磁後の磁化測定、ARM強度測定、SIRM強度測定の順で測定を行なった。測定結果の1例としてst.1208のコアの磁化強度、移動平均を施した傾角、伏角(ともに15mTの交流消磁後)を図2に示す。測定条件は多少異なるが同じ目的で採取されたGH94航海でのコアst.1101についてもNRMと交流消磁後の残留磁気について測定を行なっているので採泥点を図1に示してある。

st.1208の深さ1m付近とst.260の最下層5m付近には帯磁率、NRM共に激しい落ち込みを示すゾーンがあり、日本海の他のコアでTL2層と呼ばれていて帯磁率の激しい落ち込みと一致している部分に似ている(中嶋1994)。もしこのゾーンがTL2層に対応するならば約1万年となり、重要な年代の磁場が入ることになる。st.1101はこの部分に対応する変化パターンを持たず今のところ対応不能である。このゾーンでは帯磁率のおちこみよりもNRMの落ち込みの方が激しく、何らかの化学変化による残留磁気の変質があるのかもしれない。

参考文献

上嶋正人, 井内英郎 (1996) GH95航海での帯磁率および測色計測定, 北海道西方海域の環境変動に関する総合的研究, 平成7年度研究概要報告書, p.146-155

中嶋 健, 上嶋正人 (1994) GH93航海で得られたコア試料の帯磁率, 日本海中部東縁部大隈半島近海地域の海洋地質学的研究, 平成5年度研究概要報告書, p.182-193

表1 残留磁化測定に用いたコア試料

GH94.95航海	海盆名	着底位置, 水深(m)	コアの長さ(cm)
st.1101	日本海盆	41°59.99'N, 138°00.03'E, 3638	434
st.1208	日本海盆	43°46.00'N, 138°50.00'E, 3435	671
st.260	石狩海盆	43°43.92'N, 140°30.00'E, 0802	547

図1 採泥点

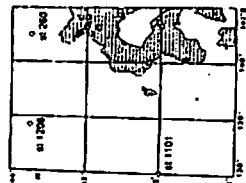
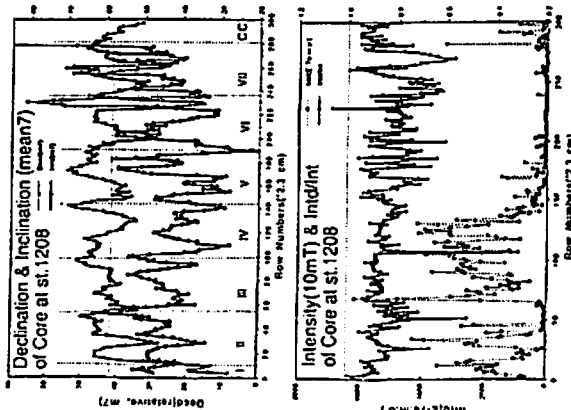


図2



C41-07

Brunhes/Matuyama地磁気逆転境界付近のPDRMパターン  
兵頭政幸 (神戸大・内海域)

PDRM patterns around the Brunhes/Matuyama geomagnetic reversal  
Masayuki Hyodo  
(Research Center for Inland Seas, Kobe University)

Post-depositional remanent magnetizations (PDRM) around the Brunhes/Matuyama geomagnetic reversal were calculated using the linear system model with an exponential response function. PDRMs have various patterns of polarity and intensity as a half-locking time ( $T_{1/2}$ ), a parameter determining a response function, is changed (Fig.1). The PDRM patterns calculated are consistent with the observed magnetizations in deep-sea cores with various sedimentation rates.

海底や湖底に堆積した後、圧密の過程で磁化を獲得するpost-depositional detrital remanent magnetization (PDRM)は地磁気変動とレスポンス関数のconvolution積分で表される(Hyodo, 1984)。この積分は、堆積残留磁化(PDRM)が地磁気の忠実な記録とならない場合があることを予測する。この積分効果を、直下にショートイベントがあるBrunhes/Matuyama地磁気逆転境界付近の磁場がPDRMとしてどう記録されるかを計算して見積った。

レスポンス関数として、50%の磁化獲得が完了する深さ(または時間)で決まる指数関数を使った。入力データの強度は一定にし、極性はBosoから出されているBrunhes/Matuyama境界から15kyr下までのショートイベントを含むデータ(Okada and Nitsuma, 1989)を使用した。計算はhalf-locking time ( $T_{1/2}$ )をパラメータにして時間軸上で行った。

Fig.1に示すように、磁化強度および極性は複雑な変化を示す。磁化強度変動は極性の違う成分が打ち消し合って作る磁化減少成分のみである。極性変化で注目すべきは、 $T_{1/2}$ を徐々に大きくしていった場合に一度消えたショートイベントが再出現することである( $T_{1/2}=2\text{kyr}$ と $8\text{kyr}$ )。  $T_{1/2}=8\text{kyr}$ で出てきたショートイベントは $T_{1/2}$ が大きくなるにつれて成長

し $T_{1/2}=11\text{kyr}$ で Brunhes normal chronと合体する。 $T_{1/2}=2\text{kyr}$ で出てくる Brunhes/Matuyama境界直下のショートイベントも同じパターンをとる。 Brunhes/Matuyama境界付近の古地磁気データは数多く出されており、特に深海底堆積物コアからさまざまなパターンが報告されている。そのほとんどはFig.1に示すパターンで説明できる。逆転前の地磁気強度減少や、逆転途中のVGPパスの経度束縛などは深海底堆積物コアのデータに基づいており、これらは見直す必要がある。

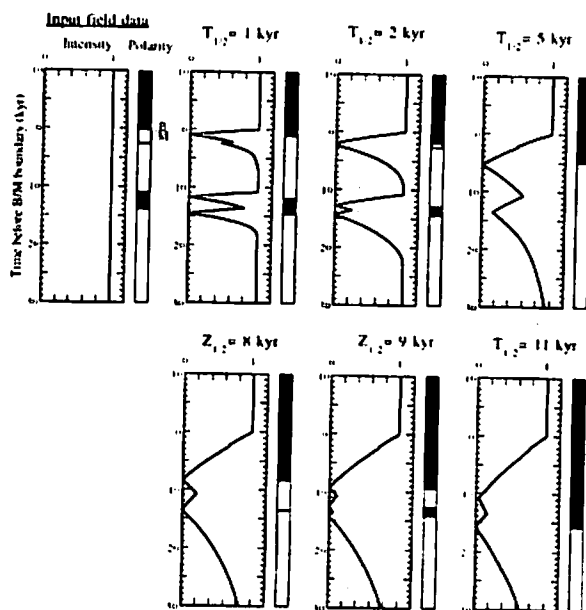


Fig. 1 PDRM patterns for various half-locking times. The Boso data (Okada and Nitsuma, 1989) are used as input polarity data

C41-08

Attempt to determine the palaeointensity by the Cretaceous igneous rocks from Iritono, Abukuma Region, Japan.

\*H. Tsunakawa, I. Goto, K. Shimura, Y. Yamamoto (Tokyo Inst. Tech.) and Y. Takigami (Kanto-Gakuen College)

The palaeointensity determinations are insufficient for the duration of the Cretaceous long normal chron. This is because the volcanic rocks of that age are observed to be heavily weathered. However, the Cretaceous granitic rocks yield fresh outcrops and thus the palaeointensity determination of the granitic rocks may be a powerful tool to provide the new data for the missing intervals.

We collected the samples from the igneous rocks at Iritono in the Abukuma region, Northeast Japan. They are composed of doleritic dikes and the host granite. Takigami et al. (1984) reported the  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  plateau age of the dike to be  $105.3 \pm 2.6$  Ma. The age of the Iritono granite, which is considered to be middle to early Cretaceous, will be obtained by the  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  method.

We applied the modified Shaw method of the palaeointensity determination (Tsunakawa and Shaw, 1994) to several specimens. All of them have the similar palaeomagnetic direction deflecting westward ( $D=40^\circ$ ). Most of the dike samples showed the rapid decay of remanences under the AF demagnetization by 50 mT. However, the remanences of the granite samples are relatively stable (Fig.1), so that they may be feasible to the modified Shaw method. The thermal demagnetization of the sample TN0603a indicates that the component with high blocking temperatures

(>500°C) are dominant (Fig.1), which suggests that application of the Thellier method may be difficult.

The problem is that the remanence of the granite may have been thermoviscous origin. If it is a case, the palaeointensity is possibly overestimated. However the very high blocking temperature of the granite may suggest that the remanences are not thermoviscous but simple thermoremanent magnetization. The carrier of the magnetization may be composed of SD or PSD magnetites but the further rock-magnetic study should be done.

We applied the modified Shaw method with the double heating technique to three granitic specimens. As a result, one of them (TN0501a) passed the test of the alteration due to the laboratory heating and gives the palaeointensity of  $-34\mu\text{T}$ . The corresponding VDM is calculated to be  $6.9 \times 10^{22} \text{Am}^2$ . This intensity may give an upper limit to the strength of the Cretaceous geomagnetic field.

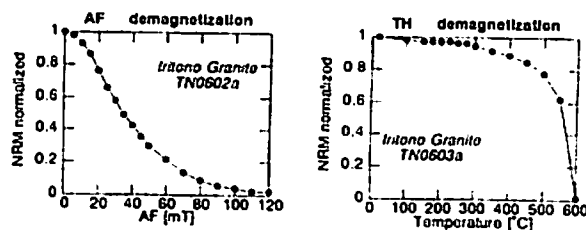


Fig.1 Demagnetization curves for the samples from the Cretaceous granite at Iritono, Abukuma.

C41-09

バイカル湖底堆積物の古地磁気、岩石磁気

1 堀井雅彦, 2 堀井英男, 3 小林宣典, 1 船谷龍二, 1 長岡輝之, 3 村合康秋  
(1 金沢大学, 2 富山大学, 3 国立環境研究所)

Paleomagnetic and Rockmagnetic study of sediment in Lake Baikal  
1M. Horu, 2H. Sakai, 2H. Kobayashi, 1K. Kashiwaya, 1M. Ryugo, 3T. Kawai  
(1 Kanazawa Univ., 2 Toyama Univ., 3 National Institute of Environmental Science)

We have conducted paleomagnetic and rockmagnetic study of sediment cores obtained from the Academician Ridge and Selenga delta region of Lake Baikal, Russia. Several magnetic excursions are detected and each excursions are found at the similar depth in plural cores. Magnetic properties of sediment from the Academician Ridge show clear change related to diatom ooze content. To study the correlation between climatic change and the magnetic property of the sediment, rockmagnetic measurement and physical property measurement (ex. dry density and granular variation) are conducted.

中央シベリアに位置するバイカル湖は現在もバイカルリフト系の活動によって開きつつあり、その堆積物は約3000万年間の連続的な環境・気候変動の歴史を記録している。バイカル湖の国際共同研究の一環として、1992年から、日・ソ・米の3ヶ国によりバイカル湖底地形計画が開始された。

今回は、アカデミシャンリッジの堆積物コア（コア長10m程度）とセレンガデルタで1993年に掘削されたコア長100mのロングコアの古地磁気の測定結果を中心に報告する。

①アカデミシャンリッジのショートコア（コア長10m程度）

バイカル湖の北湖盆と中湖盆を分けるアカデミシャンリッジは、湖の中で堆積速度が速い地域にあたり、堆積物の擾乱が少ない。1993年から1995年に掘削され

たコアのうち2本（1992St. 18, 1993St. 4）で、コア深度7~9mで負の伏角を示す部分が見つかった。他にアメリカグループが掘削したコアでも7m付近で負の伏角が報告されている。<sup>14</sup>C年代及び堆積物の物理特性の研究を考慮するとこの負の伏角はブレイクイベント（~12万年）である可能性が高い。その他のコア（1994St. 16, 1995St. 7, 18）でも同深度で伏角が浅くなる傾向が見られた。

上述のコアでは、帯磁率によるコアの対比が試みられている。1992St. 18では、帯磁率の変動と堆積物の含有率に明確な逆相関の関係が認められ、氷期・間氷期変動との関連が議論されている。また、帯磁率変動と酸素同位体比変動との対比から、世界的な気候変動との関連も議論が始まっている。

また、1994St. 16コアでは、従来の岩石磁気的方法に加えて、帯磁率異方性や粒度分析などの測定も合わせて堆積環境を調査した。

②セレンガデルタのロングコア（コア長約100m）

セレンガデルタはセレンガ川による大量の堆積物の供給のため、バイカル湖の中で堆積速度が速い地域となっている。1993年にデルタ末端で100m長のロングコアが2本掘削された（BDP93-1, 2）。2本のコアで、ともに25mと70m付近でエクスカージョンが確認された。25m付近のエクスカージョンはブレイクイベントの可能性が高い。

バイカル湖のコアでは<sup>14</sup>C年代測定の限界を超えると、年代決定が難しく（ペリリウム10による年代測定が検討されている）、バイカル湖底の年代測定の指標として地磁気逆転やエクスカージョンは重要である。本年度は、アカデミシャンリッジで300mコア（コアボトムが300万年に達すると予想される）が掘削されており、松山・ブリュンネ境界などの明確な地磁気境界が検出されれば、帯磁率や古地磁気データの対比から、ショートコアについても年代の詳細な議論が期待される。

バイカル湖では、地域によって堆積速度や堆積物の傾向がかなり異なる。今後、粒度分析などの物理量のデータや化学分析なども含めて堆積環境変動の環境磁気学的アプローチを行う必要があると考えている。

C41-10

琵琶湖湖底堆積物の岩石磁気測定による古環境変動解析

○園子克樹, 長居雅之, 竹村恵二(京大・理), 林田明(同志社大・理工研)

Paleoenvironmental study of sediments from the Lake Biwa by rock-magnetic measurement

Y. Kuniko, M. Torii, K. Takemura (Kyoto Univ.)  
A. Hayashida (Doshisha Univ.)

We collected multiple piston cores from the Lake Biwa. Some rock-magnetic parameters were obtained from Site 3 where we recovered 3 cores of about 12 m long. Dominant magnetic mineral is magnetite and they fall in the PSD field. The grain size is estimated to be finer in the upper 6 m comparing to the rest. The downcore trend of magnetic parameters are alike among three cores.

琵琶湖の湖底にはT層とよばれる約250mの非常に均質な粘土層が連続的に堆積している。これは約43万年をカバーしていることがわかっている。このことは約43万年間、琵琶湖は安定した湖盆であり、ローカルな影響よりもよりグローバルな変動を記録している可能性が高い。

本研究は最近数万年前の古環境変動の解析をおこなうために、琵琶湖湖底堆積物の磁気的性質を測定し、その堆積物に含まれている磁性鉱物の種類、サイズなどの特性を調べた。

琵琶湖北湖Site 3(雄松崎沖)で得られた3本のコア(BIW1, 6, 7)についてヒステリシス、ARM、帯磁率などのいくつかの岩石磁気的性質を測定した。その結果の一部を示す(Fig. 1)。

各コアともマグネタイトが主要な磁性鉱物で、そのサイズはPSDであった。同一パラメータの変動については3本のコア間でよく似た傾向を示した。サイズを推定することのできるパラメータの変動より、約6m付近を境界に上部の方が下部に比べ、細粒であることがわかる。

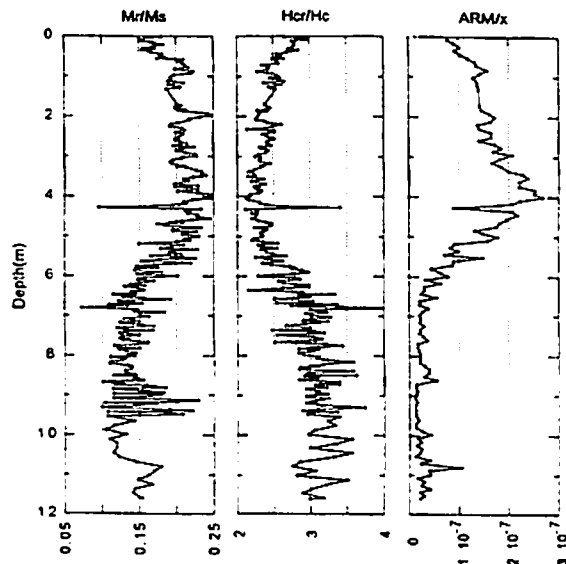


Fig. 1 The vertical change of the ratio of saturation remanence and saturation magnetization(left), remanence coercivity and coersivity(center), ARM and susceptibility(right) for BIW95-6.



**C41-11 Environmental rock-magnetism of pelagic clay: Implications for Asian eolian input to the North Pacific since the Pliocene**

° Toshitsugu Yamazaki  
(Geological Survey of Japan)

Noboru Ioka  
(Kansai Environmental Engineering Center Co. Ltd.)

We conducted a rock-magnetic study of pelagic sediments in order to document variations of Asian eolian input to the North Pacific since the Pliocene. The materials studied consist of five pelagic-clay (red-clay) cores of several meters long taken from the central North Pacific and surface sediments of box-cores obtained at 44 sites along two lines, a N-S line along 175°E and an E-W line along 20°N.

The magnetic susceptibility and S-ratio of the five pelagic-clay cores decreased synchronously since 2.5 Ma. This age coincides with the onset of the Northern Hemisphere glaciation and Chinese loess deposition. Geographical distribution of S-ratios measured on the surface sediments revealed that they are remarkably low in the central North Pacific. These facts suggest that S-ratio can be used as a proxy for the Asian eolian input. Lower S-ratio indicates a larger proportion of high-coercivity magnetic minerals. Mössbauer spectroscopy showed that hematite dominates the high-coercivity minerals. Observation with a TEM suggests two sources

of magnetic minerals in the pelagic clay; biogenic magnetites produced in situ, and detrital magnetite and hematite. The variations of S-ratio and magnetic susceptibility with time and region can be explained by the model that the input of Asian eolian dust, having higher concentration in hematite but lower in magnetite than other sources of magnetic minerals, to the central North Pacific has increased since 2.5 Ma.

Superimposed on the decreasing trend of S-ratio since 2.5 Ma, quasi-periodic fluctuations at about 400 kyr intervals were observed. Lows in S-ratio coincide with the minimum in the 400 kyr variation of the eccentricity of the Earth's orbit, suggesting that the eccentricity may have influenced Asian eolian input to the North Pacific. Rock-magnetic parameters diagnostic of magnetic grain-size, on the other hand, showed no remarkable variation with age, although eolian grain-size is generally thought to have increased since the Pliocene based on sedimentological studies.

A part of this study was supported by the program "Northwest Pacific Carbon Cycle Study" consigned to the Kansai Environmental Engineering Center Co. Ltd. by the New Energy and Industrial Technology Development Organization.

C会場

10月24日(木)

13:00~14:36

# 岩石磁気・古地磁気 - II

## Rock Magnetism & Paleomagnetism - II

oral: C42-01~08

poster: C42-P09~P12

座長

小田啓邦 (地質調査所)

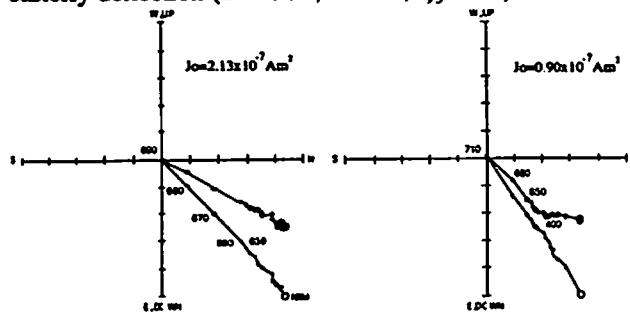
高橋雅紀 (地質調査所)

**C42-01 Paleomagnetic study of the Upper Cretaceous red sandstones in Yunnan province, China**

°Masahiko YOKOYAMA (Kobe University, Japan), Yo-ichiro OTOFUJI (Kobe University, Japan), Masato TAMAI (Kyoto University, Japan) and YU YAN LIU (China University of Geoscience, China)

Upper Cretaceous red sandstones were sampled from the Jiangdihe 2 and the Jiangdihe 3 Formations at two localities near Yuanmou city (25.8°N, 101.7°E), northern part of Yunnan province, China. 15 sites (140 samples) and 6 sites (58 samples) were collected on the northwestern flank and the southeastern flank of an anticline, respectively. After stepwise thermal demagnetization, single or two magnetic components are isolated from all of samples. High temperature components with unblocking temperature of about 690°C have downward direction and are well grouped within site. Site-mean directions of high temperature component pass the McElhinny's fold test at the 99% confidence limit. A positive fold test and absence of reversed polarity suggest that the site-mean directions of high temperature components are characteristic directions of the Upper Cretaceous Jiangdihe Formations. The characteristic directions of the Upper Cretaceous Formations reveal

easterly deflection ( $D=26.9^\circ, I=35.6^\circ, \alpha_{95}=3.6^\circ$ ).



in-situ

Fig.1 representative demagnetization behaviors of single and two components

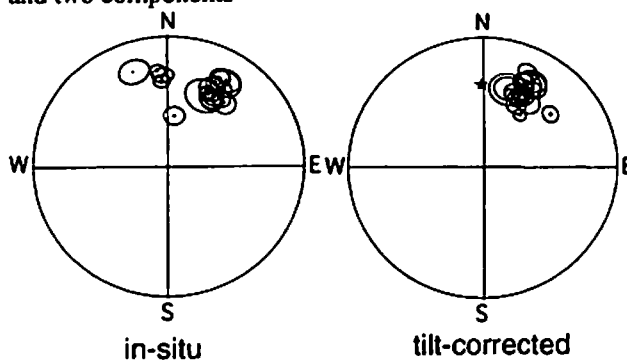


Fig.2 equal-area projections of site-mean directions

**C42-02 Paleomagnetic study of Cretaceous rocks from Xichang, southwestern Sichuan, China**

°Masato TAMAI<sup>1</sup>, Yo-ichiro OTOFUJI<sup>2</sup>, Yu Yan LIU<sup>3</sup> and Lian Zhong LU<sup>3</sup>  
(1: Kyoto university, 2: Kobe university, 3: China university of geosciences)

We sampled red sandstones of Cretaceous formations for paleomagnetic study around Xichang city (27°N, 102°E) in southwestern Sichuan, China. Our sampling points are located in the Yangtze block, and about 300km away from the Red River fault which is the southwestern boundary of the block. Sampling were carried out at two synclines. 12 sites are at the smaller Dadeli syncline, and 26 sites are at the northern part and the traverse of the larger Mishi syncline with small folds.

Almost all the samples have the characteristic paleomagnetic components with unblocking temperature of about 675°C. Although the fold test for the Mishi syncline is not significant, the fold test for the Dadeli syncline reveals that the characteristic components were acquired before or during the folding. It corresponds to Cretaceous to Paleogene. The mean direction at 70% unfolding level, where the precision parameter has a maximum, is  $D=4.2^\circ, I=42.8^\circ, (\alpha_{95}=3.0^\circ)$ ,

corresponding to a paleopole at 85.4°N, 227.2°E, ( $A_{95}=3.1^\circ$ ).

This paleomagnetic pole falls near the Cretaceous pole positions reported from the Yangtze block, except for that from the southwestern margin of the block. Good agreement of these pole positions indicates that no tectonic rotation has occurred at Xichang area for the main part of the block. We conclude that the Yangtze block at Xichang area is enough stiff not to be penetrated by the tectonic deformation due to India-Eurasia collision, and that the tectonic deformation of the block is restricted to just the margin of the block.

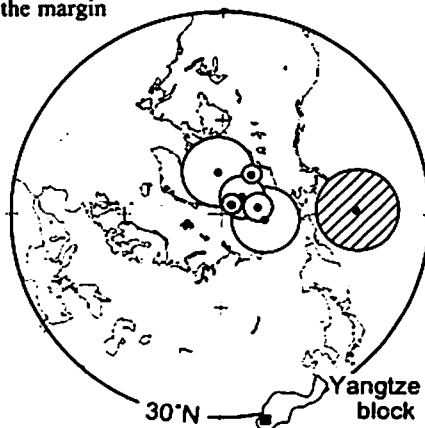


Fig. Cretaceous paleomagnetic poles with 95% confidence limits from the Yangtze block. The pole from Xichang (this study) is shaded and that from the margin of the block is striped. Square denotes our sampling position.

**C42-03 中国東部華南褶曲帯—浙江省の白亜紀堆積岩**

(赤色砂岩、赤色シルト岩)の古地磁気

○榎村浩志、森永速男(姫路工大・理)、井口博夫、  
宮田隆夫(神戸大・理)、劉育燕(中国地質大)

Paleomagnetism of the Cretaceous sediments (red sandstones and siltstones) from Zhejiang Province, Huanan Block in Eastern China

○H. Kashimura, H. Morinaga (Fac. Sci., Himeji Inst. Tech), H. Inokuchi, T. Miyata (Fac. Sci., Kobe Univ.), and Y. Liu (China Univ. Geosci.)

Paleomagnetic analysis was performed on the Cretaceous sediments (red sandstones and siltstones) from Zhejiang in Eastern China, to clarify the tectonic evolution of Huanan Block. The resultant VGPs suggest that the central Zhejiang is an area rotated counter-clockwise relatively against the other regions in Huanan Block. The rotation is seemed to have occurred mainly during the Cretaceous period (the timing of the basin formation), because the early Cretaceous mean VGP is located at more counter-clockwise position than the late Cretaceous mean VGP.

中国の華南ブロックは、オフィオライトの分布で特徴づけられる縫合線によって、楊子地塊とその南東に位置する華南褶曲帯の二つに分けられる。楊子地塊は、先カンブリア紀の基盤を持ち、華北ブロック等の周辺のブロックとは別の形成過程を持っている。一方、華南褶曲帯は古生代の基盤を持ち、前期～中生代にかけて楊子地塊に付加したと考えられている。華南褶曲帯には、褶曲帯の北に位置する北北東～南南西走向のタンラー断層に平行な断層及びそれに直交する断層が多数存在する。我々は、これらの断層により区切られた華南褶曲帯内部の白亜紀以降の構造運動を古地磁気測定を通して復元しようとしている。

上記目的を達成するために、褶曲帯北部に位置する浙江省の白亜紀堆積岩の合計12地点から赤色砂岩、赤色シルト岩を採取した。そのうち6地点は前期白亜紀(K11、K13、K14、K15、K16、K17)、6地点は後期白亜紀(K21、K22、K23、K24、K25、K26)の地層であった。

各地点から平均10個の試料を、磁気コンパスを用いて定方位で採取した。採取したブロック試料を直径2.5cm、長さ2.5cmの円柱状に整形し、それらを測定用試料とした。全ての試料で段階熱消磁(室温、200℃、300℃、400℃、500℃、530℃、560℃、590℃、以後680℃まで15℃おき)を行い、消磁後の残留磁化をスピナー磁力計で測定した。その測定結果を用いた主成分分析から特徴的方向を分離した。

ほとんどの試料の磁化は、単一成分であった。しかし、全12地点の内3地点では590℃以上で別の成分が取り出せた(K11、K21、K22)。得られた特徴的方向を各地

点ごとに平均した。1つの地点(K16)は、断層が存在し、断層の両側の地層の傾斜が48°及び84°とかなり大きいので、古地磁気を取り出すには不適当と考え、結果を考察からはずした。K14及びK24地点からは、取り出せた特徴的方向が少なかった(共に2個)ので、考察にいたらなかった。厳密な意味での褶曲テストは行えないが、傾動補正後に全体の平均方向の集中度は増加した。傾動補正後のデータを用いてVGPを求めた。

浙江省中部に位置する6地点のVGPは、北部の3地点のVGPとはやや異なる位置にある。北部の3地点とLin(1987)で調べられた地域は同じであり、両者の研究では、互いに近いところにVGPが求められている。この事より浙江省の中部と北部との2つに分け、各々の平均VGPを求めた。

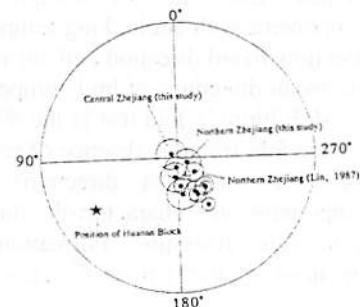
以上の結果及び、Hu(1986)、Lin(1987)、Lee他(1987)、Hsu(1987)、Chan(1991)、Zhai他(1992)、Gilder他(1993)で得られた華南褶曲帯のVGPを図1に示す。白亜紀の華南褶曲帯のVGPは楕円状に分布している。また、浙江省中部のVGPは、他の地域のVGPよりも試料採取地点から見て、最も反時計回転した位置にある。

以上の結果より、

- (1)華南褶曲帯は、地域毎に相対的に異なる水平面内での回転をした、
- (2)浙江省中部は、華南褶曲帯の中で相対的に、最も反時計回転した地域である、と考えられる。

浙江省中部で得られたVGPを白亜紀前期と後期に分けて比較すると、前期の方が、試料採取地点から見てより反時計回転した位置にある(偏角で考えれば、より西振り)。一方、後期では浙江省中部のVGPは北部のVGPに近いところに位置する。この事より、浙江省中部の反時計回転は白亜紀前期～後期にかけて、すなわち断層に挟まれた堆積岩の成長時期に、主に起こったと考えられる。

図1 華南褶曲帯で得られている白亜紀のVGP。楕円状の分布が特徴。特に明記していないVGPは浙江省以外(華南褶曲帯中南部)の地域のVGPである(引用は本文中)。本研究のVGPが、華南褶曲帯から見て最も反時計回転した位置にくる。



**C42-04**

北部北上閉伊崎噴出岩の古地磁気学研究

○佐藤 謙、井場 睦之、乙藤 洋一郎(神戸大、理)  
松田 高明(姫工大、理)

Paleomagnetic Study of Middle Cretaceous and Paleogene Welded Tuffs in The Kitakami Block, Northeast Japan

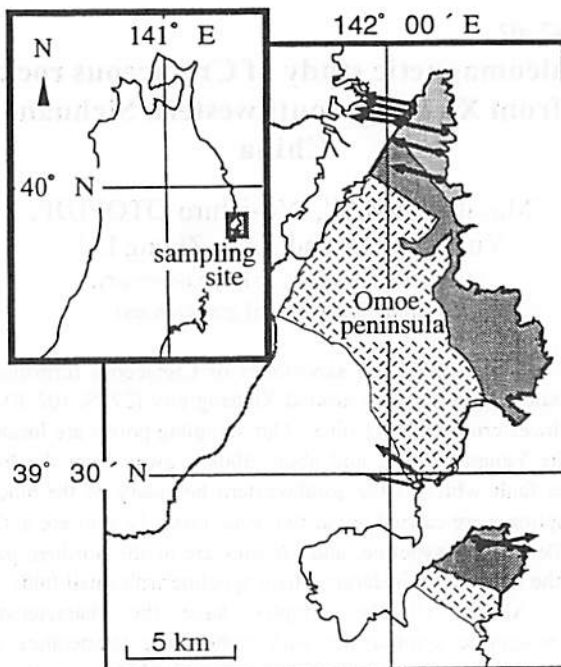
Ken SATO\*, Nobuyuki IBA\*, Yo-ichiro OTOFUJI\* and Takaaki MATSUDA\*\*

\*Department of Earth and Planetary Science, Faculty of Science, Kobe University, Kobe, Japan

\*\* Department of Geology, Faculty of Science, Himeji Institute of Technology, Himeji, Japan

Paleogene (Hei Volcanics, 62Ma) and Middle Cretaceous (Harachiyama Formation, 112Ma) welded tuffs have been sampled for paleomagnetic study from the Omoe peninsula (39.6° N, 142.0° E) in the eastern edge of the northern Kitakami block, northeast Japan. After stepwise thermal demagnetization, characteristic directions with high unblocking temperature above 560°C are isolated: Westerly declinations with shallow inclinations are identified in Hei Volcanics (D=283.5°, I=9.6°,  $\alpha_{95}$ =8.0°) and in Harachiyama Formation (D=270.8°, I=-12.1°). Similarly characteristic directions with middle temperature below 560°C are obtained in Harachiyama Formation (D=276.3°, I=13.3°).

The shallow inclination is observed in welded tuffs after tilt correction as well as in plutonic rocks in the northern Kitakami blocks as previously reported. In this study we conclude that the shallow inclinations are characteristic in the northern Kitakami block from Middle Cretaceous to Paleogene.



- Welded Tuff Site
- Granite Site
- ▨ Hei Volcanics
- Harachiyama Formation
- ▤ Cretaceous Granitic Rocks

Fig.1. Arrows indicate the paleomagnetic declination for the Hei Volcanics, Harachiyama Formation and Cretaceous Granitic Rocks.

**Potential for Integrated Stratigraphy of the  
Miocene Sequence in Japan**

Masaki Takahashi (Geol. Surv. Japan)

The magneto-biostratigraphic time scale is indispensable for the determination of the geologic ages of strata based on the microfossils present. High resolution of the biostratigraphic zonation enables us to know the geologic history in more detail, whereas biostratigraphy by itself indicates only the stratigraphic relations and not the numerical ages for a particular unit. Therefore, it is necessary to combine the biostratigraphy with magnetostratigraphy as well as with the chronostratigraphy when constructing the time scale.

A recent geomagnetic polarity time scale was constructed using some calibration points (Cande & Kent, 1995). They assigned an age of 14.8 Ma to the younger end of Chron C5Bn, based on the age of the N.9/N.10 foraminiferal boundary as estimated in Japan, while this estimation was not based on geochronology.

Recently, Takahashi & Danhara (1995) reported the fission track age of the Kn-3 pumice tuff, which is intercalated in the marine sequence of the Boso Peninsula, central Japan. Based on the stratigraphic relation between the first occurrence horizon of *G. peripherocuta*, which defines the N.9/N.10 boundary, and dated tuff location, N.9/N.10 foraminiferal boundary was firstly connected to the radiometric age directly (Fig. 1).

In addition, N.13/N.14 boundary age was also determined using <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar dating in Japan (Takahashi et al., 1992; Odin et al., 1995). These investigations will polish the time scale, while it is not so easy to find the suitable sections for integrated stratigraphic study. Fortunately there are a large number of volcanoclastic layers within the thick hemipelagic sediments of some sedimentary basins in Japan, which enables us to study integrated stratigraphy. The Boso Peninsula and the Karasuyama area in central Japan have high potentiality for integrated stratigraphy.

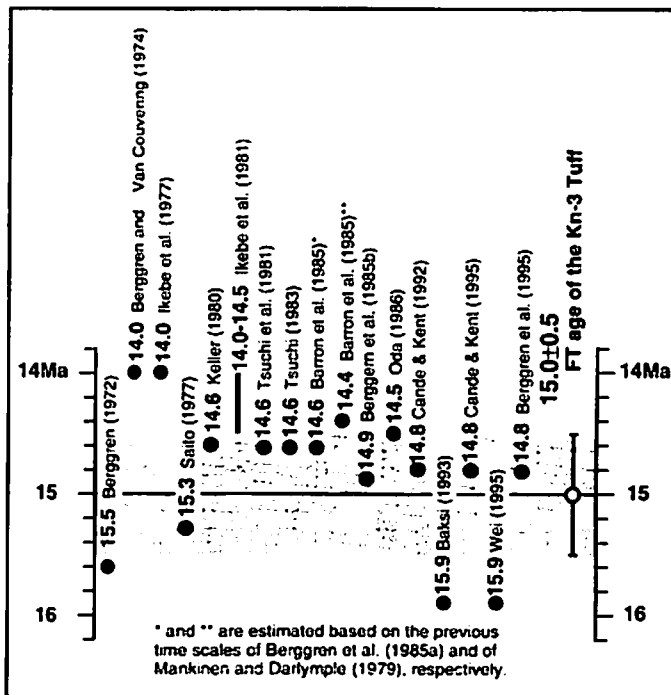


Fig. 1 Relationship between previously reported estimated ages of the N.9/N.10 boundary of planktonic foraminiferal zones and fission track age of the Kn-3 Tuff in the Boso Peninsula, which directly correlated to the age of the boundary.

C42-06

**Preliminary paleomagnetic results from igneous rocks of the  
Ninohe area: Constraints on the timing of counterclockwise  
rotation of Northeast Japan**

Hiroyuki Hoshi\* and Takashi Matsubara  
(Inst. Geol. Paleont., Tohoku Univ.)

Previous paleomagnetic results from Tertiary rocks of Northeast Japan suggest that it underwent a large counterclockwise rotation at about 15 Ma. In order to test this hypothesis, we carried out paleomagnetic sampling from the Ninohe area, Iwate Prefecture. Igneous rocks with ages between 110 Ma and 17 Ma were sampled. Progressive thermal demagnetization treatments are carried out for all specimens to examine the magnetic structure and stability. Applying the principal component analysis technique for demagnetization data, characteristic components with high unblocking temperature are isolated from 16 sites. Preliminary results are as follows:

**Andesite dike** (<21 Ma, intruding the Nisatai Dacite Member):  
3 sites, both normal and reversed polarities, westerly

deflection of declinations.

**Keiseitoge Andesite Member** (ca. 17 Ma, middle part of the Yotsuyaku Formation): 4 sites, hornblende andesite lavas and andesitic welded tuffs, reversed polarity, south-seeking declinations.

**Nisatai Dacite Member** (ca. 21 Ma, lower part of the Yotsuyaku Formation): 8 sites, biotite rhyolitic welded tuffs, normal polarity, westerly deflection of declinations.

**Gabbro** (ca. 110 Ma, being a part of basement rocks of the Neogene): 1 site, normal polarity, westerly deflection of declination.

The primary observation is that the volcanic rocks of the Keiseitoge Andesite Member retain south-seeking declinations. Our paleomagnetic results suggest that large counterclockwise rotation, more than 60°, occurred in the Ninohe area and that the rotation ended earlier than 17 Ma. Recent results of paleomagnetic studies performed in the frontal region of Northeast Japan (e.g., the Matsushima and Motegi areas) also suggest pre-15 Ma rotation. Therefore, it is highly probable that the rotation of Northeast Japan had ended prior to 17 Ma. (In the speech more concrete paleomagnetic data will be exhibited)

C42-07

犬山地域に分布する三疊系赤色  
チャートの古地磁気

○小田啓邦 (地質調査所)、鈴木寿志 (京大理)

Paleomagnetism of Triassic red chert from  
Inuyama area

Hirokuni ODA<sup>1)</sup> and Hisatoshi Suzuki<sup>2)</sup>

1) Marine Geology Department, Geological Survey of Japan  
2) Department of Earth and Planetary Sciences, Kyoto University

Paleomagnetic study was performed on the Triassic red bedded chert from Inuyama area to understand the origin of sedimentary rocks constituting accretionary complex. Progressive thermal demagnetization experiments were successfully applied to the paleomagnetic specimens from five sites. The remanent magnetization component with highest blocking temperature of 560-680 °C passed the fold test and the paleolatitude after bedding correction ranges from 6° to 29°.

日本列島の骨格をなす地質体の一つである中生代の付加体には、遠洋域で堆積したチャートなどの岩石が豊富に含まれる。これら遠洋域で堆積した岩石の古地磁気方位を測定して古緯度を求めることにより、日本列島の骨格をなす岩石がどこからもたらされたのかを探ることができる。中生代付加体中の遠洋性堆積岩の代表的な例として、我々は美濃帯犬山地域に露出する三疊系赤色層状チャートを用いて古地磁気学的検討を試みた。犬山地域のチャートによる古地磁気学的研究ではShibuya and Sasajima (1986) が代表的であるが、以来古地磁気測定の精度が向上していることと伏角変化の吟味が必要であるとの考えから、同一地域で研究を行うこととした。

サンプリングは木曾川沿いの鶴沼の2地点と勝山の3地点の合計5地点において行い、赤色層状チャートの単層(厚さ2cm~10cm)から古地磁気測定用方位ブロック試料を各地点9~10採取した。各単層は露頭において連続していることを確認し、なおかつ褶曲テストが行えるように褶曲軸の両翼にまたがってブロック試料を採取した。各地点のブロック試料からは、ダイヤモンドドリルで直径1インチ高さ1インチの柱状試料をそれぞれ1~6個抜いた。

各地点から3つのブロック試料を選びだし、各ブロックの柱状試料1つに対して段階的交流消磁を80mTまで17ステップ、別の柱状試料1つに対して段階熱消磁実験を680°Cまで20ステップ行った。この結果、80mTまでの段階的交流消磁では初生磁化成分を得ることができず、段階熱

消磁が各残留磁化成分を分離するのに有効であることがわかった。残留磁化を担っているのはマグネタイトとヘマタイトと予想され、段階熱消磁実験の結果から、70°Cで消える粘性残留磁化成分とブロッキング温度の異なる4つの安定磁化成分が確認された(図1)。各成分はそれぞれ70-150°C(A成分)、150-350°C(B成分)、350-560°C(C成分)、560-680°C(D成分)のブロッキング温度を持つ。これらは基本的にShibuya and Sasajima (1986)で得られた結果と一致する。

各地点の他の試料に対しても680°Cまで17ステップの段階熱消磁実験を行い、初生磁化と思われるD成分を主成分解析によって求めた。各地点のD成分の方向に対して褶曲テストを行ったところ、褶曲補正後の誤差円( $\alpha_{95}$ )が褶曲補正前に比べて小さくなることが確認された。各地点の褶曲補正後の平均磁化方位を傾動補正して伏角を求め、古緯度を計算した結果、鶴沼の2地点が6°と29°であり、勝山の3地点がそれぞれ12°、23°、12°であった。Shibuya and Sasajima (1986)では犬山地域の三疊紀中期の古緯度を0.7°±3.4°としているが、三疊紀の古緯度はこれよりも高かった可能性が示唆される。このほか、放散虫化石による年代決定と残留磁化異方性の測定による伏角変化の検出を試みる予定である。

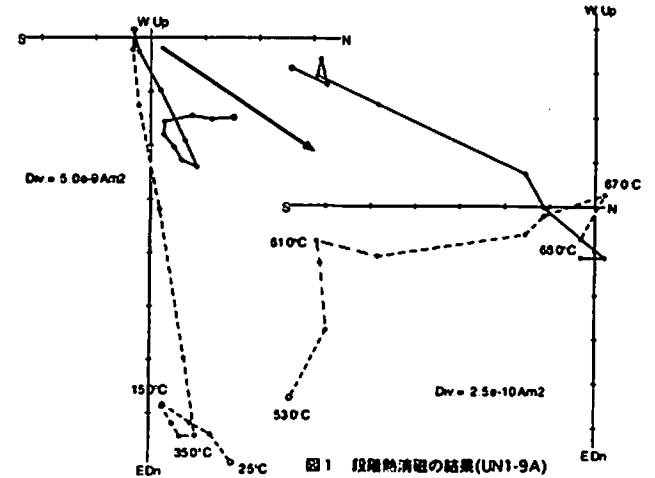


図1 段階熱消磁の結果(LN1-9A)

C42-08

飛騨帯ジュラ紀花崗岩類の自然残留磁化

○森永速男、小西信彦、藤井政幸、

後藤篤、松田高明(姫路工大・理)、加納隆(山口大・理)

Natural remanent magnetizations of Jurassic granitoids from the Hida Belt

○H. Morinaga, N. Konishi, M. Fujii, A. Goto, T. Matsuda

(Fac. Sci., Himeji Inst. Tech.), and T. Kano (Fac. Sci., Yamaguchi Univ.)

For the purpose of clarifying tectonic evolution of the Hida belt since the Jurassic period, Jurassic granitoids were paleomagnetically analyzed. Paleomagnetic samples were collected from 17 sites located in Shimonomoto, Utsubo and Okumayama granitic bodies. 13 of 17 sites had mean directions with  $\alpha_{95}$  less than 40°. Almost all VGP's calculated from the means were broadly distributed within a band enclosed by small circles of 60° to 80° of co-latitude from sampling sites. Samples from 2 of 13 sites showed only one very stable component with an unblocking temperature of more than 470°C and brought the most reliable paleomagnetic results. The declinations from these two sites were different from each other (one is 60.5° and another is -45.7°) and then determined the different VGP positions.

ジュラ紀以降の飛騨帯の運動を復元する目的で、ジュラ紀花崗岩類の自然残留磁化を測定した。これまでのRb-Sr年代やK-Ar年代等が180Ma前後の下之本、打保、そして大原山の3つの岩体の計17地点から、それぞれ最低10個のブロック試料を採取した。各ブロック試料からそれぞれ1本の円柱状の測定用試料を作成し、スピナー磁力計を用いて残留磁化を測定した。すべての試料について段階熱消磁(温度レベル: 100°C、150°C、200°C、以後470°Cまで30°Cごと)を行い、消磁後の磁化測定結果を用いて、主成分分析を行った。

主成分分析の時、最低3つの消磁レベルの磁化測定値で成分を分離し、またその誤差角が最も小さい成分を各測定試料の示す特徴的方向とした。特徴的方向を各地点ごとに平均し、 $\alpha_{95}$ が40°以下の平均方向を古地磁気として意味のある方向と考えた。この基準をパスした地点の平均方向(17地点中の13地点)からVGPを求めた(図1)。ほとんどのVGPは試料採取地点(図中のS)からの余緯度60°~80°の小円で囲まれる範囲(図中の網掛け)に分布する。また、VGPは網掛けの符号の範囲に幅広く分布している。これらのことは、地点平均方向の伏角が25°~50°(古緯度にして10°~30°)、偏角が-50°~110°であったことに対応している。

ほとんどの地点の試料の特徴的方向は300°C以下のunblocking温度の成分から決められている。このことから、特徴的方向は現在の地場などの影響を受けた二次磁化成分の方向そのものの可能性がある。もしそうなら、地点平均方向は現在の地場(もしくは地心双極子地場)の方向周辺にフィッシャー分布する。そして、

VGPも北極周辺に同様な分布を示すはずである。ところが、地点平均方向は現在の地場方向と必ずしも一致せず、それらのVGPの分布も明らかにフィッシャー分布ではない(図1)。とはいえ、一般に300°C以下のunblocking温度の成分を意味のある古地磁気と考えるのは危険であるので、より高い磁気的安定性を持つ結果のみで考えてみた。

打保岩体の2地点(両者は谷を挟んで約3km離れている)の試料は、100°C~470°Cまでの消磁で安定な1成分のみを示し、他と比較して大変安定な試料であった。それら2地点(サイト9及び26)の平均方向の偏角/伏角はそれぞれ60.5°/25.0°( $\alpha_{95}$  = 14.6°)、-45.7°/59.4°( $\alpha_{95}$  = 13.3°)であった。両者とも集中度が高いが、東振りと西振りという全く異なる方向を持っている(VGPは図1)。この偏角の違いが何によってもたらされたのか今のところわからない。花崗岩の磁化獲得や磁化保持のメカニズム(岩石磁気的原因)による可能性もあるが、ここではテクトニックな変動によると仮定した場合の解釈のみ述べる。

打保岩体は、ジルコンとアパタイトのフィッシュトラック年代より、150Ma頃に250°C、40Ma頃に110°Cの温度(地下3000m以上の深さに対応)であったと考えられる。このことと、打保岩体の2地点の試料では100°Cから470°Cまでの消磁温度範囲で磁化成分が単一であったことから、150Ma以前から40Ma頃までの長い時間をかけて花崗岩試料は磁化したと考えられる。その期間の(部分的)磁化が互いに同じ方位を指していることから、打保岩体は大きな南北移動も回転運動も被らなかつたと考えられる。また、2地点の大きな偏角の違いは40Ma以降の、互いに異なる回転運動によってもたらされたと推論できる。

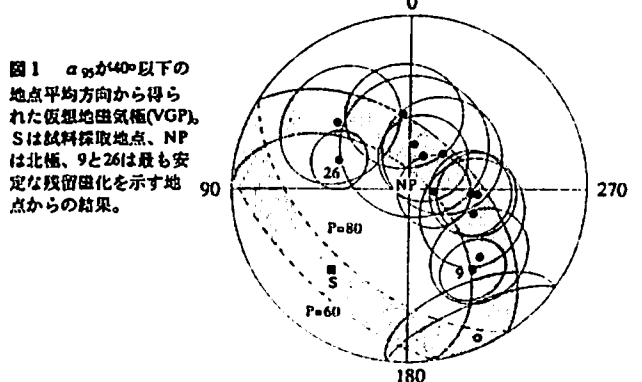


図1  $\alpha_{95}$ が40°以下の地点平均方向から得られた仮想地磁気極(VGP)。Sは試料採取地点、NPは北極、9と26は最も安定な残留磁化を示す地点からの結果。

C42-P09

石川県大桑層の古地磁気・岩石磁気と海水準変動

1 堀井隆志, 2 西井英男, 3 北村良寿  
(1 金沢大学, 2 富山大学, 3 静岡大学)

Paleomagnetic study of Omura Formation and correlation with sea-level change.

1M.Horii, 2H. Sakai, 3A. Kitamura  
(1 Kanazawa Univ., 2 Toyama Univ., 3 Shizuoka Univ.)

The Omura Formation distributed in Ishikawa Prefecture is well known for its early Pleistocene shallow marine strata. We made a paleomagnetic investigation to determine the stratigraphic position of base and top of the Jaramillo Subchron and Cobb Mountain Event. The middle part of the Omura Formation includes the eleven sedimentary cycles made by glacio-eustatic sea-level change. Rockmagnetic data such a magnetic susceptibility show the clear variation of Omura sequence related to the sea-level change curve obtained by sedimentary facies and molluscan fossil associations.

大桑層は砂岩を主体とする代表的な前期更新世の浅海性層であり、微化石、軟体動物化石の研究が詳細に行われている。大桑層中部(1.3~0.9Ma)には11回の堆積サイクルがあり、貝化石群集の変化から古水深変化曲線が求められている(北村・近藤, 1990)。この海水準変動と世界的な気候変動との関連の議論の為に、精度のよい年代決定が必要である。本研究では0.3mの層位間隔で採取した試料による古地磁気層序の調査及び、堆積サイクルを磁化特性から議論する調査の結果を報告する。

古地磁気調査では、松山逆磁極期中のハラミヨ正磁極イベント(1.07~0.99Ma)の下限・上限が精度よく求められ、大桑層の古水深変化曲線と代表的な酸素同位体比変動曲線(OOP Site607)が対比された(北村ほか, 1993, Kitamura et al.

1994)。更にいくつか正磁極の層序が見られ、酸素同位体比変動曲線との対比からサイクル8に見られるイベントが、コブマウンテンイベント(1.10Ma)と考えられた。古環境変動の高解像度の対比のためには、密な年代決定が必要であり、古地磁気層序は精度よく押さえておく必要がある。大桑層周辺では、まだブリュヌ・松山境界の詳しい位置が確認されていないのでこれを求めることは今後の課題である。

磁化特性の調査では、各サイクル内の帯磁率変動を古水深変化曲線と比較した結果、海水準の低いときに帯磁率が高く海水準の低いときに帯磁率が低いという逆相関が見られた。磁気ヒステリシスを測定し、ディプロット(Day et al., 1977)を行った所、大桑層の堆積物中の磁性鉱物はすべて多磁区に近い類似単磁区の領域に含まれ、帯磁率の変動の主因は、磁性鉱物の量の変化と推定された。磁性鉱物を陸源とすると、低海水準時に河口から近く、磁性鉱物が運ばれやすくなり、高い帯磁率を示すと考えられる。

深海底コアや黄土などで磁化特性と気候変動との関係が論じられているが、浅海の堆積物における研究例は少ない。深海底コアの帯磁率の変動は主に生物起源の物質による磁性鉱物の希釈の効果によって解釈されているが、堆積環境の違いによって堆積物中の磁性鉱物の増減のメカニズムはかなり異なり、浅海では別のモデルを考える必要がある。より詳細な議論のために今後、磁性鉱物の種類や粒径の異なる研究や、堆積物の粒度などの物理測定からのアプローチを考えている。

C42-P10

ツツジとキクの葉の磁性

上野直子(東洋大・自然科学)

Magnetic Properties on Leaves of Azalea and Kiku  
Naoko Ueno (Natural Sci. Lab., Toyo Univ.)

Application of rock magnetic and paleomagnetic methods to the leaves of azalea and kiku reveals the stable NRM directing to the N-S of the geomagnetic field of the earth. Adding to the results on AC demagnetization of NRM, ARM and IRM, results of measurements on the hysteresis properties will be reported.

生物の磁性を古地磁気・岩石磁気に用いられる手法で調べる為に、まず野菜を栽培して、定方位でNRMを測定した。人参・大根・トマト・キュウリ等は、 $2-3 \times 10^{-8}$  emu/g程度のNRMがあり、方位に一定の傾向はない。葉は特にNRMが強かったので、葉の磁性を調べてみた。

キクの葉では、地球磁場と同じ向きの葉を重ねると、NRM強度は強く偏角はゼロになり、バラバラの向きの葉を重ねると弱くなった。NRMとARMの交流消磁から安定な残留磁化であることも分かった。埃かどうか確かめるため超音波洗浄すると5分以内では強度・方位とも変化しないが、10分間洗浄すると強度や方位が変わることが分かった。埃であるとしてもかなりしっかりと付着している。

次に、大気汚染に強く緑化樹として広く植栽されていて、通年利用できるオオムラサキツツジに着目した。都内数カ所で採集したが都心で交通量の多い地点(文京区・白山通り)のNRMが大だった(無洗浄で $1.5-2.3 \times 10^{-8}$  emu/g)。大気汚染の指標に使えるかもしれない。IRMの獲得は2koeまで急増して、主な鉱物は magnetite であると推定できる。3直角方向へ付けたIRM(15.5koe, 4.44koe, 1.12koe)の交流消磁ではhardな成分があることが確認できた。IRMの交流消磁を magnetite の particle size 別の交流消磁曲線(Dunlop and Argyle, 1991)と比べてみた。東洋大学に新しく設置されたVSMによるヒステリシスからの情報については、会場で報告する。なお、当研究には極地研の設備も使用した。

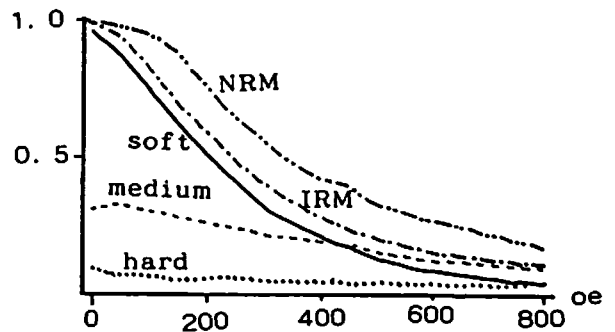


図 ツツジの葉の交流消磁  
上から NRM, 3直角IRM(total), (0.112T), (0.444T), (1.547T)

## C42-P11

### 隕石中の磁性鉱物 Kamacite, Taenite, Tetrataeniteの微細磁化構造の観察

船木 實(極地研究所)

Observations of the fine magnetic structures on Kamacite, Taenite and Tetrataenite in meteorites

Minoru Funaki (National Institute of Polar Research)

Natural remanent magnetization (NRM) is demagnetized before 600°C by thermal demagnetization, even if the main magnetic mineral is kamacite. In order to understand this discrepancy, the fine magnetic structures of St. Severin and Bocaiuva were observed by Bitter Pattern, Magnetotactic Bacteria Pattern and Magnetic Force Microscope image. The results indicate that the magnetic force is irradiated from tetrataenite but the force is closed within the magnetic grains for kamacite and taenite.

#### 1. はじめに

隕石の自然残留磁気(NRM)を熱消磁するとほとんどの場合600°C以下の温度でNRMは1/10以下に消磁される。これは $\alpha \rightarrow \gamma$  (phase transition)が700°C以上のkamaciteを主成分に持つ隕鉄の場合でも同じである。本研究ではSt. Severin (LL6)とBocaiuva (iron)を用い、kamacite, cloudy taenite, taenite, plessite, それにtetrataeniteの微細磁化構造を磁性流体 (Bitter Pattern: BP)、走磁性バクテリア (Magnetotactic Bacterial Pattern: MBP)、それに磁気力顕微鏡 (Magnetic Force Microscope: MFM)を用いて調べた。

St. SeverinとBocaiuvaを樹脂で固定し、厚さ約1mmの研磨試料を作成した。これらの研磨試料は5%亜硝酸でエッチングし、研磨による表面の歪みを取り除いた。使用した磁性流体は水ベースの磁鉄鉱コロイド溶液で、走磁性バクテリアは東京で採集し培養したNorth Seeking Bacteria (S極に向かって移動)である。また、MFM観察はハイ電子工業の協力を得て行った。

## C42-P12

### Magnetic Iron Sulfide (pyrrhotite) from Oceanic Crust at DSDP/ODP Hole 504B

M. Torii<sup>o</sup> (Kyoto Univ., Japan), Y.-H. Shau (Nat'l Sun Yat-sen Univ., Taiwan), C.-S. Horng (Inst. Earth Sci., Acad. Sinica, Taiwan), and K. Fukuma (Univ. Toronto, Canada)

Magnetic mineralogy of the drilled oceanic crust was investigated on the basis of low-temperature magnetic phase transitions. We used 11 samples collected at the following depth below seafloor at DSDP/ODP Hole 504B, south of the Costa Rica Rift: Four samples were from the extrusive (pillow basalt) layer, at 410, 520, 590, and 750 mbsf. Three from the transition zone, at 855, 907 and 972 mbsf. And four from the sheeted dike layer, at 1145, 1210, 1272, and 1296 mbsf.

About 100 mg sub-sample from each horizon was measured with a Quantum Design Magnetic Property Measurement System (MPMS). Isothermal remanent magnetization (IRM) was imparted at 5K with 1T DC field, and then change in IRM was observed at every 5 degrees up to 300K. The advantage of low-temperature measurement is that the sample is free from laboratory induced chemical alterations such as commonly found during high-temperature experiments. Since the volume of sample is very small, sister samples were sometimes measured to ensure the reproducibility of measurements and we could not find any significant difference between sister samples.

#### 2. 実験結果

BPによる観察: 磁性流体の濃集帯はtaeniteのリムに形成されたtetrataenite上に見られた。最大の磁区の大きさは10 $\mu$ mで、幅の広いtetrataenite上では複雑な分布見られた。plessite上にも弱い濃集が見られるが、taenite及びcloudy taenite上ではまったく認められなかった。kamacite上では幅約1 $\mu$ mの規則的な磁区が広い範囲に見られたが、磁性流体の濃度は薄い。

MBPによる観察: tetrataenite上に明瞭な磁区が観察されたが、BPで観察された磁区とは一致しないこともある。一般にMBPで観察される磁区の大きさはBPより大き区最大は50 $\mu$ mである。しかしcloudy taenite, taenite, kamacite, plessite上ではまったくバクテリアの濃集は見られなかった。

MFMによる観察: tetrataenite上に大きな磁場勾配が観察された。また、kamacite上には2-5 $\mu$ mの規則的な磁区が認められた。cloudy taeniteやtaeniteの磁区は0.05 $\mu$ m以下で、今回の実験では明瞭に認めることはできなかった。

#### 3. 結論

磁場勾配を観察するBPやMFMと磁力線を観察するMBPでは観察される磁区の様子が異なる。tetrataenite上でBPにより2磁区と観察される所でもMBPでは1磁区と観察されることが多々ある。これは1磁区の中央部の磁場勾配が弱いために起こる現象と考えられる。tetrataenite磁区は大きく、強い磁力線が溢流していることから、tetrataeniteはNRMに大きく寄与していると結論される。kamaciteは規則正しい磁壁を形成することから、ほとんどの磁力線は内部で閉じ、溢流磁場はほとんど無いと考えられる。この結果kamaciteはNRMに寄与しないと推定される。また、taeniteもkamaciteと同様溢流磁場はほとんど無いと考えられる。

熱磁化分析を行う場合、飽和磁化の温度変化(熱磁化曲線)を調べる。一般に試料中のtetrataeniteの量はkamaciteに比べ非常に少ないため、tetrataeniteの自発磁化はkamaciteに比べ極端に小さい。この結果、熱磁化曲線ではkamaciteが観察される。kamaciteが主体の隕石でもNRMはtetrataeniteに起因するため、tetrataeniteの規則格子→不規則格子の変態温度550°C付近で隕石は磁化を失うと考えられる。

We found two noticeable features: The 34K phase transition indicating the existence of magnetic pyrrhotite ( $Fe_7S_8$ ) was observed both in the extrusive and sheeted dike layers, but not in the transition zone. The 34K transition is unambiguous for the samples from the extrusives. The sample close to the zeolite alteration sub-zone in the extrusive layer (Alt et al., 1986) and those from the sheeted dikes showed, however, subdued transition at this temperature. We believe that this is the first report of magnetic pyrrhotite from the oceanic crust and its implication to the natural remanent magnetization of the oceanic crust should be carefully considered.

Second, the Verwey transition appeared only below the transition zone. More strictly, samples only from the greenschist facies zone showed the Verwey transition, and the uppermost sample from the transition zone did not. The Verwey transition suggests the occurrence of pure magnetite of SD or much larger grains, possibly recrystallized secondary magnetite as observed by Shau et al. (1993) with an STEM. The absence of Verwey transition in the extrusive layer could be caused by maghematization of the primary titanomagnetite. Detailed discussion combined with various high-temperature experiments will be given.



D会場

10月24日(木)

9:12~12:00

# 大気化学 - I

## Atmospheric Chemistry - I

oral: D41-01~13

poster: D41-P13~P18

座長 岩上直幹 (東大・理学部)  
中島英彰 (名大・STE研)

## D41-01

S-310-24号機による高度120km近辺での中性大気加熱現象の観測および窒素分子振動温度上限の決定

川島高弘<sup>1</sup>、小山孝一郎<sup>2</sup>、鈴木勝久<sup>3</sup>、岩上直幹<sup>1</sup>、堤井信力<sup>4</sup>、置田彩子<sup>5</sup>、福山朝太<sup>4</sup>、野田亮<sup>6</sup>  
(1.東大理 2.宇宙研 3.横浜国大教育 4.武蔵工大工 5.東海大工 6.理科大理)

Measurement of Neutral Atmospheric Heating at the Height of ~120km and Decision of Upperlimit of Vibrational Temperature of N<sub>2</sub> by Sounding Rocket, S-310-24

T. Kawashima<sup>1</sup>, K. I. Oyama<sup>2</sup>, K. Suzuki<sup>3</sup>, N. Iwagami<sup>1</sup>, S. Teiji<sup>4</sup>, S. Okita<sup>5</sup>, K. Fukuyama<sup>4</sup>, A. Noda<sup>6</sup>  
(1. Tokyo Univ. 2. ISAS 3. Yokohama Univ. 4. Musashi Institute of Technology 5. Tokai Univ. 6. Tokyo Science Univ.)

### Abstract

The vibrational temperature, rotational temperature and number density of molecular nitrogens were measured in situ by sounding rocket S-310-24 in the lower thermosphere, 100 ~ 160 km above Uchinoura, Kagoshima, Japan (31.1° N, 131.3° E) at 20:00 JST on February 11, 1996. Preliminary analysis shows that the rotational temperature nearly follows the atmospheric model, but shows a peak at the height of ~120km with 100K higher than MSIS86 model.

### §1 測定結果

1996年2月11日20:00に鹿児島宇宙空間観測所(KSC)から熱圏下部、高度100km~160kmの窒素分子の振動温度、回転温度、数密度の測定を目的に観測ロケットS-310-24号機が打ち上げられた。回転温度は中性大気温度を与えるが高度110~130kmにおいて標準的な大気モデルと比べ最高で100Kも高い領域が見つかった。またこの領域では数密度は逆に標準大気モデルより小さいことがわかった。数密度を(図1)に回転温度を(図2)に示す。過去、高度120km付近で中性大気密度が標準大気モデルより減少している現象はTrinks(1978)らによって観測されており、内部重力波、あるいは潮汐波による加熱とも考えられ解析を進めている。振動温度に関しては振動温度が800K以下ではほとんど振動励起されないため上限を与えるにとどまった。本測定により100km~140kmにおける振動温度の上限が得られたが高度130km付近における上限はO'Neil(1972)によるオーロラでの振動温度の直接測定とよく一致した。

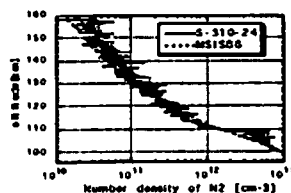


Fig. 1 Number density of N<sub>2</sub> compared with MSIS86 model

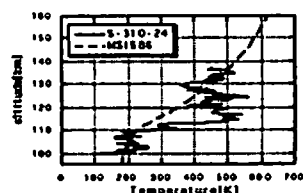


Fig. 2 Rotational temperature of N<sub>2</sub> compared with MSIS86 model.

### §2 今後の計画

今回の測定ではイメージンシファイアーが太陽光を被る危険性を考慮して測定は夜間に行われた。しかし、窒素分子の振動励起機構に大きく寄与するのは窒素分子が太陽光中のSchumann-Runge帯を吸収し解離して生成される準安定状態であるO(1D)と窒素分子の衝突によるエネルギー交換であるため、昼間の方がより振動励起されることが予想される。今後の測定では、太陽光および地球表面からの反射を避け、電子ビームで電離励起した窒素分子イオンからの発光スペクトルのS/N比をday glowに埋もれない程度まで向上させて昼間に測定することを計画している。今回の測定では発光スペクトル強度は~200kR程度であったがこれはday glowに比べ大きな数字とはいえない。S/N比を向上させる手段として電子ビーム電流値の向上、ビーム方向と分光器の視野方向をより重ねることによる幾何ファクターの向上、分光器に使用する回折格子のf値を小さくして明るくすることによる光学系の向上、検出センサーの冷却による暗電流の減少などが考えられている。

### 参考文献

- Kawashima, T., K. I. Oyama et al. Measurement of Vibrational Temperature of N<sub>2</sub> at the Height of ~100km - Instrumentation and Preliminary Results, 20th ISTS Proceedings, 96-j-10, 1996  
O'Neil, R. R., W. R. Pendleton, Jr., A. M. Hart and A. T. Stair. Vibrational Temperature and Molecular Density of Thermospheric Nitrogen Measured by Rocket-Borne Electron Beam Induced Luminescence. J. Geophys. Res., 79, No. 13, 1942-1958, 1974  
Trinks, H. D. et al. Neutral Composition Measurements Between 90 and 220 km Altitude by Rocket Borne Mass Spectrometer. J. Geophys. Res., 83, A5, 2169-2176, 1978

## D41-02

改良型大気周縁赤外分光計 (ILAS) による成層圏オゾン層の観測

笹野泰弘、鈴木 睦、横田達也、神沢 博 (国立環境研究所)

Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) measurements of the stratospheric ozone layer

Yasuhiro Sasano, Makoto Suzuki, Tatsuya Yokota and Hiroshi Kanzawa (National Institute for Environmental Studies, NIES)

The Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) developed by Environment Agency (EA) of Japan is scheduled to be on orbit in space after the launch of Advanced Earth Observing Satellite (ADEOS) by an H-II rocket in the middle of August, 1996. The ILAS sensor was designed to measure vertical profiles of trace gases such as ozone and some other gas species (nitric acid, nitrogen dioxide, nitrous oxide, methane, water vapor, etc.) related to ozone chemistry, temperature and pressure, and aerosol extinction coefficients at several wavelengths in the visible and infrared wavelength regions. The measurement principle is the solar occultation technique, which was successfully employed for satellite sensors like SAGEs and HALOE. The satellite orbit (polar and sun-synchronous) makes the measurements region confined in high-latitude bands of the Northern and Southern hemispheres.

The purposes of the ILAS measurements are to provide scientific communities with stratospheric data for researches and to monitor the variations of the stratospheric ozone layer. Scientific data use is planned by the ILAS Science Team and Principal Investigators selected through the Joint Research Announcement activities by EA, Ministry of International Trade and Industry (MITI) and National Space Development Agency of Japan (NASDA).

ILAS Level 0 data is transmitted to ILAS Data Handling Facility (ILAS DHF) established at NIES for higher level data processing, archiving and distribution to scientific communities. The ILAS DHF also serves as a center for ILAS operation management, which exchanges information such as ILAS mission operation requests and plans with NASDA/EOC (Earth Observation Center).

Validation experiments are scheduled at several places both in the Northern and Southern Hemispheres. Details of the plans will be reported in a separate paper.

Preliminary results of the ILAS data obtained in the Initial Checkout period will be presented with some discussion on data quality.

° 神沢 博 (国立環境研究所)  
近藤 豊 (名古屋大学太陽地球環境研究所)

## ILAS Validation Experiment Plan

Hiroshi Kanzawa

(National Institute for Environmental Studies)

Yutaka Kondo

(Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University)

The present paper shows a plan of validation experiments for ILAS (Improved Limb Atmospheric Spectrometer), a satellite-borne ozone layer sensor. The satellite, ADEOS, is scheduled to be launched in August 1996. Details of the overall ILAS project will be reported in a separated paper.

The ILAS, a solar occultation sensor, measures vertical profiles of O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, CFC-11 (CCl<sub>3</sub>), (possibly CFC-12 and N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), aerosol, temperature, pressure, etc., in altitude range of ~10-60 km (depending on species) with altitude resolution of 1~2 km in measurement frequency of ~14 measurements per day both for an Arctic and Antarctic latitude circle with seasonal latitude coverage of about 55-70 degrees North and 63-87 degrees South.

The validation experiments are planned to acquire an independent data set of sufficient size and quality to evaluate the accuracy of the ILAS measurements. The validation measurements should be made with comparable (or better) accuracy and resolution as the ILAS measurements. The validation measurements should overlap with the ILAS measurements in space and time as much as possible.

The present plan is as follows:

(1) Balloon measurements: The balloon campaigns at Kiruna-Esrange

(68N, 21E) will provide vertical profiles of all of the species and physical parameters measured by ILAS. About 14 large stratospheric balloons will be launched in a balloon campaign in February - March 1997. The payloads should include instruments such as chemiluminescence detector, Fourier Transform Infrared Spectrometer (FTS), cryogenic sampler, grab sampler, IR radiometer, UV-visible spectrometer, hygrometer, aerosol counter, etc. Ozone sonde measurements will also be made. The balloon campaign is, therefore, considered to be the most extensive one among various validation experimental activities. Another balloon campaign at the same site will be made possibly around August - September 1998. Some balloon experiments with cryogenic sampler will be made at Syowa (69S, 40E) in December 1997 - January 1998. Some balloon experiments with cryogenic samplers will be made at Syowa (69S, 40E), and some ozone sonde and aerosol sonde measurements will be made at several sites. Lidar measurements at several sites will provide vertical profiles of ozone, aerosols, temperature, and water vapor.

(2) Ground-based measurements: Ground-based measurements using instruments such as FTS, UV-visible spectrometer, laser heterodyne spectrometer, Dobson spectrometer, and sun photometer will be made at sites such as Scoresbysund, Greenland (71N, 27W), ALOMAR station, Norway (69N, 16E), Kiruna-Esrange, Sweden (68N, 21E), Sodankyla, Finland (67N, 26E), Zhigansk, Siberia (67N, 127E), Fairbanks, Alaska (65N, 148W), Yakutsk, Russia (62N, 130E), Mimy (66S, 93E), Dumont d'Urville (67S, 140E), Syowa (69S, 40E), Zhongshan (69S, 77E), Neumayer (71S, 08W), and Arrival Heights (78S, 167E). Most of the instruments measure only column amounts or vertical profiles with coarse resolution. However, they will cover many sites in space and a long time span.

(3) Aircraft and satellite measurements: Some measurements planned in the NASA aircraft mission "POLARIS", and satellite measurements such as SAGE II and UARS/HALOE will be used to validate the ILAS measurements.

(4) Routine measurements: Operational measurements routinely carried out by meteorological agencies associated with WMO (World Meteorological Organization) and others will be collected.

鈴木 睦 (国立環境研究所)

## Development of instrument function of the ILAS IR spectrometer Makoto Suzuki (NIES)

Improved Limb Atmospheric Spectrometer (ILAS) is a solar occultation instrument to monitor the stratosphere at high-latitude regions (N55-70, S66-85). The ILAS was developed by Environment Agency of Japan, and is onboard ADEOS spacecraft which was successfully launched on Aug. 17 from Tanegashima Space Center. The ILAS has two spectrometers; One for the chemical species determination in the IR region (11.78-6.21 μm) which covers characteristic absorption of O<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, CFC11, and CFC12. And the other for the temperature and air density determination in the visible region (0.753-0.784 μm) using rotational spectral feature of Oxygen A band.

The ILAS observes a sequence of spectral data over 355 sec in 12 Hz (512 kbps) during sunrise or sunset event on the ADEOS.

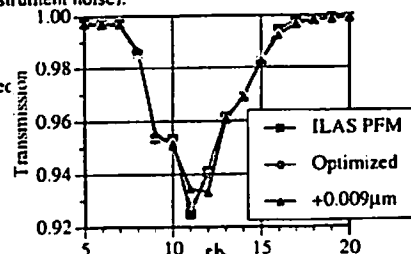
$$\frac{S_{7H}}{S_{100}} = \frac{S_{7H} - S_0}{S_{100} - S_0} = \frac{\int F(\nu) \cdot I_0(\nu) \cdot \exp(-\sum c_i s_i m k_i(\nu)) \cdot d\nu}{\int F(\nu) \cdot I_0(\nu) \cdot d\nu} \quad (1)$$

The data retrieval of the ILAS uses the forward approach, where the acquired ILAS signal is modeled (eq. 1) accurately using, (a) the source ( $I_0$ ), (b) the radiative transfer through the atmosphere at a given condition (geometrical path [ $s_i$ ,  $7H$ ], composition-pressure-temperature [ $c_i$ ,  $k_i$ ]), and (c) the instrument function of the ILAS ( $F$ ). The source function is well known and it is also observed by the ILAS itself at high tangent height where is no atmospheric attenuation. The geometric path is precisely determined using satellite position and the IFOV determination device of the ILAS. The pressure and tem-

perature is determined by using ILAS visible spectrometer data. Thus, if we know the accurate instrument function ( $F$ ) of the ILAS, we can evaluate the eq(1) as a function of composition ( $c_i$ ). Then, we can retrieve the compositions ( $c_i$ ) by minimizing the residual between the modeled value and the ILAS signal. The ILAS uses grating spectrograph with 44 pixel array detector (PbTiO<sub>3</sub> pyroelectric detector), which has coarse spectral resolution (0.12 μm/pixel). The IR instrument function is important to make good retrieval in the forward approach, since the residual cannot have the clear minimum if we use inaccurate instrument function. Theoretical instrument function was developed by the numerical wavefront calculation using optical design software Code-V (ORA Co.). The theoretical function was calibrated and validated with the results of ILAS PFM gas cell experiments.

We used a contamination free 1 m gas cell with BaF<sub>2</sub> windows for the gas cell experiment. It was carried out over 500 conditions for 9 gasses (such as O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, CFC11 and CFC12). Reference output from an FTIR (1 cm<sup>-1</sup>, BOMEM MB-200) was applied to the theoretical function to give the theoretical output, then the function was adjusted to give the best agreement between the theoretical and the ILAS output. It was concluded that the accuracy of the instrument function is acceptable compared with the other sources of uncertainty (such as instrument noise).

Fig. 1 Agreement of the ILAS signal with optimized theoretical signals.  
CH<sub>4</sub>=1.034 Torr.  
Total=50.02 Torr.



### Accuracy of total ozone column amounts observed with solar infrared spectroscopy

\*I. Murata, Y. Kondo, H. Nakajima, M. Koike, and Y. Zhao  
Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

K. Suzuki

Faculty of Education, Yokohama National University, Yokohama, Japan

Total ozone column amounts were observed at Rikubetsu(43.5° N, 143.8° E), Japan on 90 days between May 18, 1995 and April 26, 1996 with high-resolution Fourier transform spectrometer and compared with Dobson spectrometer measurements. The sensitivities of initial profiles on the analysis for infrared(IR) solar absorption spectra was examined using two kinds of initial profiles for ozone and temperature, namely monthly and yearly averages(MA and YA).

IR/Dobson mean column ratios are 1.016 and 1.032 for MA and YA, respectively, and the standard deviations of the ratios are 3.7 and 4.1 % which correspond to 14 and 16 Dobson Unit(DU). The amplitudes of the day-to-day total ozone column variations were estimated to be 14 DU in summer and 32 DU in winter. This indicates that day-to-day variations can be detected by using monthly or yearly averaged profiles.

The derived columns using yearly average profiles were slightly less correlated with Dobson measurements than those using monthly average profiles. Some solar zenith angle(SZA) dependence in the columns derived using yearly average profiles have been found. The SZA dependence was seen for  $SZA \geq 50^\circ$  and most significant in mid winter when the ozone mixing ratios in the lower stratosphere were the largest. The SZA dependence is considered to be caused by the difference between initial and actual ozone profiles.

By using monthly averaged ozone profiles, SZA dependence of the derived total column amounts can be diminished. However, even when yearly averaged profiles are used, the precision is smaller than or comparable to the general amplitude of the day-to-day variation of total ozone.

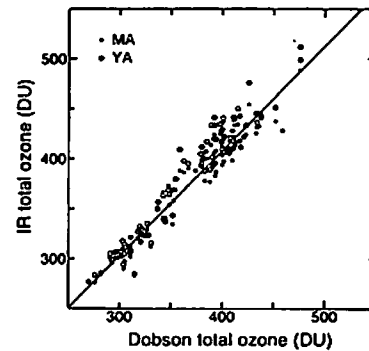


Figure 1. The correlation plots between the daily averaged total ozone columns derived from IR spectra and Dobson total ozone columns on the same day. The line indicates the linear relation between MA columns and Dobson columns fitted by a least square calculation.

Table 1. Comparisons of IR and Dobson total ozone column

	IR/Dobson Column Ratio	RMS Difference(DU)	Correlation Coefficient( $r^2$ )	IR Precision[%]
	Mean	SD		
MA	1.016	0.0367	0.981	1.10
YA	1.032	0.0414	0.979	2.01

### D41-06

#### 酸素原子・オゾン同時気球測定 岩上直幹、北和之、竹川暢之(東京大学)

ATOMIC OXYGEN AND OZONE MEASUREMENT ON BOARD BALLOON  
Iwagami N, Kita K, Takegawa N (U Tokyo)

Simultaneous measurement of atomic oxygen and ozone is planned in September on board the high altitude balloon reaching a height of 45 km. Atomic oxygen is measured by resonance lamp method, and ozone by differential absorption method. Direct measurement of the partition between the O<sub>x</sub> family will give us a key to solve the 'model ozone deficit problem'.

#### 目的

中層大気オゾン化学に重大な盲点があることが1980年代半ばに指摘され、未だに解決されていない。それは、高度40km~60kmにおいて、オゾン密度の測定値がモデル値に比べて30%~50%も大きいことである(これは model ozone deficit problem と呼ばれている)。この高度域におけるオゾンの光化学時定数は輸送時定数に比べてはるかに短く、オゾン密度はほとんど光化学的に決定されてしまう単純な状況のほずであり、しかも比較に用いられている測定値の精度はこの高度域で最も高い。以上の事実はオゾン密度を制御している水素酸化物HO<sub>x</sub>、窒素酸化物NO<sub>x</sub>、塩素酸化物ClO<sub>x</sub>および酸素原子Oなど微量成分の密度分布が、数値モデルにおいて正しく表現されていないのではないかという推測を導く。

一方、高度40km以上の中層大気におけるこれら微量成分の測定例は極めて少ない。これは大気圏では高度40kmまでしか到達できないこと、衛星からの光学的遠隔測定もオゾンなど一部の比較的多量にある成分に偏っていることなどの要因による。実際、この高度域においてはオゾンおよび二酸化窒素NO<sub>2</sub>に関しては衛星による多くの測定例があるが、ClO<sub>x</sub>、HO<sub>x</sub>および酸素原子Oについて

は気球高度で試みられた少数例があるのみで、この高度域では皆無にちかい(ClOに関してはUARS・MLSによる結果が出つつある)。

この実験では、高高度気球上において共鳴線ランプ法によって酸素原子を、また紫外吸光によってオゾン測定し、上記の問題のひとつの鍵であるO<sub>x</sub>間の分配を検討することを目的としている。同時に、この共鳴線ランプ法はClやOHなど、測定が皆無にちかい他の極微量成分の測定にも応用できるため、この実験はそのための一段階と位置付けることもできる。

#### 測定装置

共鳴線ランプによって照らされた大気からの散乱光強度により酸素原子密度を定量するもので、光学系は図1に示したようにランプおよび光電子増倍管よりなる。共鳴線ランプは特定の原子・分子の共鳴線のみを放射するようにデザインされた特殊なランプで、酸素原子の場合130nm共鳴線のみを強く放射する。またランプ光強度に10 Hzの変調をかけ、背景光成分を分離する。この同期検波を行った後の直流信号をテレメータに出力する。真空紫外光を放射するランプは汚染に弱いため光学系全体を窒素封入の容器に収め、気密カバー内面での反射を利用して地上での動作チェックを行う。

オゾンは波長290 nm と450 nmの差分吸光により、斜め上方に向けた有効径13 mmの放射計2ペアによって定量する。この方法は遠隔測定であり(つまり空間平均であり)、近接測定である上記の酸素原子測定との比較には注意を要するが、市販の電気化学オゾンソンドは30 km以上ではポンプの効率低下のため信頼できないため、この場合には適切な選択と考える。

## D41-07 月掩蔽法における観測の機会について

○薬谷克則、鈴木 睦<sup>1</sup>、中村邦雄、笹野泰弘<sup>1</sup>  
松下技研(株)、<sup>1</sup>国立環境研究所

### Opportunity of Observation by Lunar Occultation

K. Waragai, M. Suzuki<sup>1</sup>, K. Nakamura, Y. Sasano<sup>1</sup>  
Matsushita Research Institute Tokyo, Inc.,  
<sup>1</sup>National Institute for Environmental Studies

Opportunities of observation by lunar occultation were investigated for a sun-synchronous orbit satellite and an inclined orbit satellite. It is found that the lunar occultation measurements provide better global coverage than the solar occultation measurements.

太陽同期極軌道衛星からの太陽掩蔽法は両半球高緯度地域(たとえば1996年8月打ち上げのADEOSに搭載されたILASの場合、北緯55-70°、南緯63-87°)に限定される<sup>(1)</sup>。100%と0%の校正が容易な掩蔽法による地球大気観測の利点と全球での観測を両立させる可能性のひとつとして、月を光源とした月掩蔽法を併用することでその観測機会がどれだけ拡大するかを検討した。

太陽同期極軌道衛星では衛星の軌道面からの月の位置の変化は、太陽からの月の位置の変化にほぼ等しい。このため月掩蔽法の観測点(Tangent Point)の緯度は月齢と密接な関係を持ち、降交点地方時をAM10:30とした場合、月齢22前後で低緯度で掩蔽を生じる。

図は2002年1月1日以降370日のADEOS類似の軌道での太陽掩蔽法と月掩蔽法による観測点の緯度の推移を示している。月掩蔽法の観測点は中低緯度を含み高緯度領域にわたって推移している。なお月掩蔽法の観測点の計算にあたっては、月の輝度は太陽の10<sup>-6</sup>以下であるので太陽光の散乱で掩蔽観測が困難になる昼間の観測点と、月の

輝度が低い太陽と月の角距離が60度以下の観測点は除外した。太陽同期極軌道衛星では月掩蔽法を併用することで、観測点が低中緯度を含みほぼ全球にわたるものとなる。

一方、太陽に非同期である傾斜軌道の月掩蔽法の場合には観測点の緯度と月齢の間は無関係であり満月の観測が可能になるものの、太陽掩蔽法によっても低中緯度の観測ができるため傾斜軌道の月掩蔽法の利点は少ない。

月掩蔽法を一部採用するSAGE-IIIでは両半球の極夜内部の観測可能性が強調されていたが<sup>(2)</sup>、ADEOS類似の軌道で2002年~2005年には月の軌道面の関係で存在しない(北半球の極夜観測は行える)。

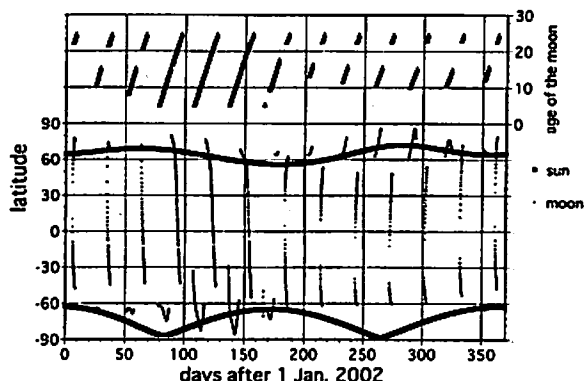


図 ADEOS類似の太陽同期極軌道衛星での太陽掩蔽法と月掩蔽法の観測点

- (1) Yasuhiro Sasano, Makoto Suzuki, Tatsuya Yokota, Hiroshi Kanzawa, *SPIE*, vol. 2583, 193, (1995)  
(2) M. P. McCormick, Pi-Huan Wang, *Proceeding of the Sessions of the International Workshop on Global Environment and Earth Observing Satellite Sensor - Ozone Layer Observation by Satellite Sensors*, (1993)

## D41-08 エシエル回折格子分光器によるCH<sub>4</sub>吸収スペクトルの測定結果

○久世明彦(NEC)、鈴木睦(環境研)、中澤高典(東北大)、  
早坂忠裕(東北大)、笹野泰弘(環境研)、谷井純(NEC)

### CH<sub>4</sub> measurements with an echelle grating spectrometer

Akihiko Kuze<sup>1</sup>, Makoto Suzuki<sup>2</sup>, Takakiyo Nakazawa<sup>3</sup>,  
Tadahiro Hayasaka<sup>3</sup>, Yasuhiro Sasano<sup>2</sup>, and Jun Tanii<sup>1</sup>

<sup>1</sup>NEC Corporation, Yokohama, Kanagawa, Japan  
<sup>2</sup>National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, Ibaraki, Japan  
<sup>3</sup>Tohoku University, Sendai, Miyagi, Japan

#### Abstract

The echelle grating spectrometer discussed here has the following performance. (1) high spectral dispersion by using echelle grating (2) high reliability without scanning mechanism (3) rapid interval measurement and (4) small size and light weight. We measured CH<sub>4</sub> absorption spectra with the echelle grating spectrometer and compared spectra with FTIR measurements. This echelle grating spectrometer has 0.1 cm<sup>-1</sup> spectral resolution.

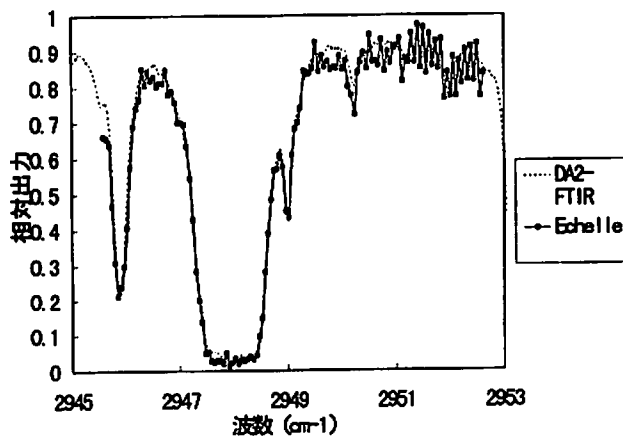
エシエル回折格子分光器は、一般的な回折格子分光器に比べ、大きな分光分散を有しており、高い分光分解能が実現できる。またフーリエ干渉計等に比べ①可動部分が無く信頼性が高い、②高速のスペクトル観測が可能、③小型軽量である等の長所を有し、人工衛星、気球等の搭載用のセンサに適する。

今回、原理検証用の地上モデルを用いて、基本性能である分光分解能、SN比の評価を行った。今回使用した分光器は焦点距離800 mm、エシエル回折格子の溝数52.7本/mmであり、次数分岐のみの粗分光にはCaF<sub>2</sub>のプリズムを用いている。焦点面には所望の次数のスペクトルが取得できるよう128素子のInSb液体窒素冷却型1次元アレイ検出器を設置した。1素子の大きさは60 μmである。背景光を除去するため、3 μmを中心波長とする1 μmの波長幅を有するバンドパスフィルタを受光面に取り付けた。光源は太陽とし、口径80mmの追尾装置を用いて、太陽光を分光計に導入して

いる。

1996年2月22日、横浜において本エシエル分光器を用いて、CH<sub>4</sub>を主とする吸収スペクトルを測定した。測定した波長帯は2945-2953 cm<sup>-1</sup>で、10次の回折光である。測定の前に2948 cm<sup>-1</sup>のHeNeレーザー光を用いて波長校正を行い、合わせて光学的な結像特性の評価を行った。同時にBOMEM社のフーリエ干渉計DA2(最高分光分解能0.022 cm<sup>-1</sup>)を用いて吸収スペクトルの比較測定を行った。測定結果を以下に示す。水蒸気の吸収の影響が少ない0.1 cm<sup>-1</sup>レベルの分光分解能のスペクトルが得られていることがわかる。

本評価により、エシエル回折格子分光器は小型で、大型のフーリエ干渉計と同等の分光分解能を得ることが可能であり、搭載用の大気スペクトル観測センサとして有効であることが確認された。今後、波長帯、検出器を換え、CH<sub>4</sub>以外の大気成分の評価も行っていく予定である。



1996年2月20日午前11時横浜で測定されたCH<sub>4</sub>吸収スペクトル(フーリエ干渉計との比較)

**D41-09** 冬期の中・高緯度の非メタン炭化水素の垂直分布の解釈

°川上修司・近藤 豊・小池 真・中島英彰  
(名古屋大学太陽地球環境研究所)

Interpretation of the vertical profiles of nonmethan hydrocarbons (NMHCs) at midlatitudes and high latitudes

°S. Kawakami, Y. Kondo, M. Koike, H. Nakajima  
(Solar Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University)

The spring ozone increase has been observed over many remote stations. It is considered to be due to accumulation of anthropogenic ozone precursors and increased ozone lifetime in the winter and spring. It is important to investigate the transport processes and distributions of ozone precursors in the winter troposphere. The vertical profiles of NMHCs have been analyzed as a function of both altitude and potential temperature using data measured in February and March 1994 during PEM West-B.

はじめに

春の対流圏のオゾンの増加は、多くの清浄な地域で観測されてきた。これは、成層圏からのオゾン流入の増加によると考えられてきた。しかし、冬期に蓄積された一酸化炭素や炭化水素などのオゾン前駆気体からの光化学的な生成と、冬・春の長いオゾン寿命によることも主要な要因だと考えられている。ここでは、冬期(1994年2,3月)の航空機観測-PEM West-B (PWB)で得られたデータを用いて、冬期の非メタン炭化水素がどのように自由対流圏に分布していたかを考察していく。

炭化水素の大気中の寿命

輸送が大気中の微量成分の濃度を決定している場合には、化学的な寿命が輸送の時定数より十分長いことが必要である。炭化水素の寿命は、OH ラジカルとの消滅反応で決まる。PWB 期間中は、Davis 等によるモデルによって日平均の OH 濃度が求められている。その OH 濃度を用いて冬期の NMHCs (ethane, propane, ethyne, n-butane, n-pentane, ethene) の寿命を計算した。30°N-40°N で、自由対流圏 (2-8km) で、長いものはエタンで 830 日、短くてエチレンで 12 日であった。20°N-30°N では、エタンで 100 日、エチレンで 1 日であった。OH 濃度が、20°N-30°N とくらべて 30°N-40°N で 6-12 倍高いので、寿命もそれだけ中・高緯度で長くなった。

データと結果

PWB 期間中に得られたデータの中から、高度 2km 以上のオゾン濃度が 100

ppbv 未満、相対湿度が 30%以下、太陽天頂角が 70°以下である対流圏の乾燥大気を選び出した。PWB 期間では、20°N から 50°N で等温位線は高度に対して水平でなく、等高線が傾斜しており、高緯度側ほど同温位であれば高度が高い方に位置するような分布をしていた。このことから、垂直方向の軸として高度と温位を用いた NMHCs の垂直分布を 10°S から 60°N までを 7 つの緯度帯に分けて求めた。

図 1 に高度と温位を使用したプロパンの垂直分布を示す。共通するところは、27°N 以北と以南では、炭化水素の濃度がかなり違い、中・高緯度で高かった。27°N 以北に注目すると、温位が低いほど、または高度が低いほど混合比は高くなった。高度を用いた場合は、高緯度になるにつれ、混合比が高くなる傾向にあった。また、高緯度側ほど高度が高いところでも混合比は高くなった。温位を用いた場合は、同じ温位で NMHCs の混合比は、一様に分布していた。

高緯度側ほど高度が高いところで混合比が大ききことは、冬期には OH 濃度の低下によって消失する割合が低くなり NMHCs の寿命が長くなることと、高緯度側がほぼ上部対流圏への速い輸送を必要とすると考えられる。しかし、温位で見えた場合は、緯度による混合比の差が顕著でないということから、等温位面上に沿って輸送され均一になった結果であるということを示している。上部対流圏への速い対流による輸送は必ずしも必要はなく、寿命が長くなったことと、中・高緯度の高・低気圧にもなる等温位面上に沿った断断的な運動で説明できると考えられる。

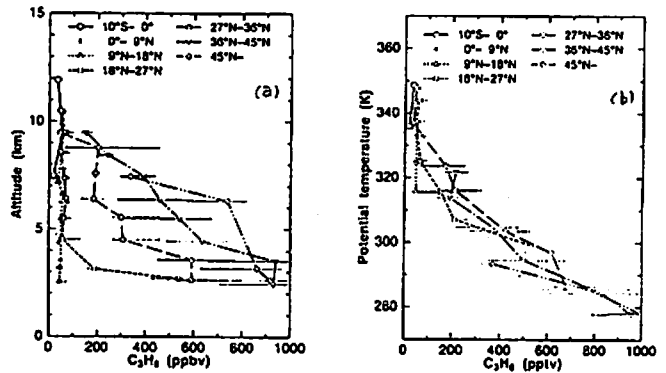


図 1 プロパンの垂直分布 (a) 高度を使う (b) 温位を使う

**D41-10**

陸別における C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> 気柱全量の季節変化

°樋口 聡 鈴木 勝久 (横浜国大・教育)

村田 功 中島 英彰 小池 真 近藤 豊 (名大・STE 研)

Seasonal variation of C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> total column amounts above Rikubetsu, Hokkaido

S. Higuchi K. Suzuki  
(Yokohama National University)

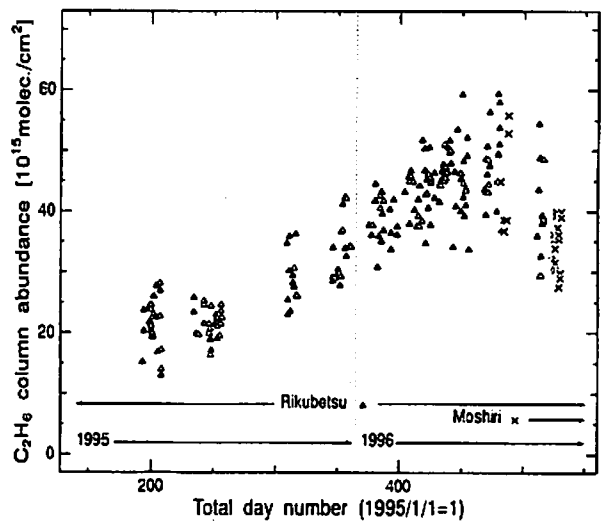
I. Murata H. Nakajima M. Koike Y. Kondo  
(STE Laboratory, Nagoya University)

The total vertical column abundances of atmospheric ethane (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) have been observed at Rikubetsu, Hokkaido since May 1995. They show seasonal variation of summer minimum and winter maximum. We will discuss the dependence of the initial profile to estimate the C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> column abundance.

1995年5月より北海道陸別町(44.466°N, 143.753°E)においてFTIRを用いた大気微量成分の地上観測を行っている。本講演では、一年間の観測から得たC<sub>2</sub>H<sub>6</sub>気柱全量の季節変化の解析について報告する。スペクトルのフィッティングは「SFIT」と呼ばれる方法で行った。その結果、C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>の気柱全量に夏季に最小(約15・10<sup>15</sup>molecules/cm<sup>2</sup>)、

冬季に最大(約55・10<sup>15</sup>molecules/cm<sup>2</sup>)となる季節変化が観測された(図)。

フィッティングの結果得られたC<sub>2</sub>H<sub>6</sub>の気柱全量に、大気成分の高度プロファイルの初期値による依存性が見られた。これについて詳細な解析を行ったので報告する。



Seasonal variation of C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> column abundance using PEM-A profile

D41-11

Retrieval of the total column and tropospheric profile of carbon monoxide from ground-based FTIR spectra observed at Rikubetsu (43.5°N), Japan in 1995-96

\*Y. Zhao<sup>1</sup>, Y. Kondo<sup>1</sup>, X. Liu<sup>2</sup>, M. Koike<sup>1</sup>, H. Nakajima<sup>1</sup>, I. Murata<sup>1</sup>, F.J. Murcray<sup>2</sup>, and K. Suzuki<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, Toyokawa, Japan

<sup>2</sup> Department of Physics, Denver University, Denver, Colorado, USA

<sup>3</sup> Faculty of Education, Yokohama National University, Yokohama, Japan

Ground-based infrared solar spectra were observed at Rikubetsu (43.5°N, 143.8°E, 20m above sea level), Japan by a Fourier Transform Infrared (FTIR) spectrometer with a maximum resolution of 0.0035 cm<sup>-1</sup> from May 1995 to May 1996. The total vertical column and tropospheric profiles of carbon monoxide (CO) have been retrieved from these high resolution FTIR spectra using a non-linear least square spectral fitting method and an iterative inversion algorithm at 2111.00-2112.00 cm<sup>-1</sup> and 2157.30-2159.30 cm<sup>-1</sup> micro windows. The final CO profiles are obtained by adjusting an initial assumed profile to best fit the observed FTIR spectra. The retrieved CO profiles below 8 km are expected to have a high accuracy because of the high sensitivity of profile adjustment at low altitude. In comparison, those between 8-12 km have a dependence on the initial CO profile. In order to improve the accuracy of the retrieved CO profile between 8-12 km, initial profile has been shifted by ±2 km seasonally according to the tropopause height. Seasonal variation in CO column amounts reveals a maximum value of 3.28±0.34×10<sup>18</sup> molecule/cm<sup>2</sup> in April and a minimum value of 2.03±0.10×10<sup>18</sup> molecule/cm<sup>2</sup> in September. The high and low CO surface concentration levels of 215±30 and 110±10 parts per billion by volume (ppbv) in spring and fall were also observed, respectively. It is found that total CO vertical column observed at Rikubetsu is higher than the observations at Kitt Peak (32°N, 112°W, 2.1 km above sea level) and Jungfraujoch (47°N, 8°E, 3.58 km above sea level), which is assumed mainly due to the difference in the altitudes between the observatories. The tropospheric CO profiles retrieved from ground-based FTIR spectra at

Rikubetsu in March 1996 are in good agreement with the aircraft measurements at 40-50°N of Eastern Asia continental during Pacific Exploratory Mission-West B (PEM-West B) in March 1994, as can be seen from the Figure shown below.

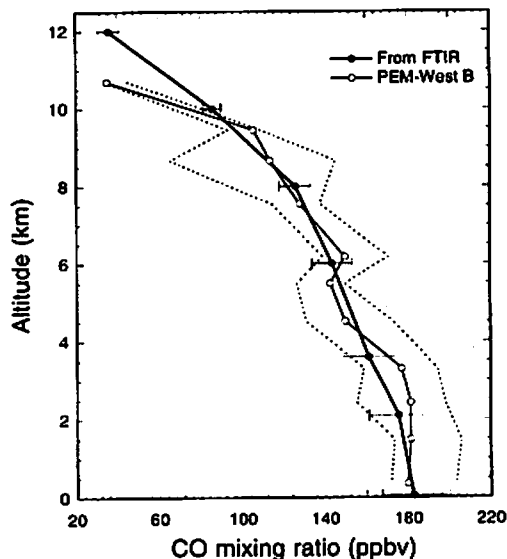


Figure: Comparison of the tropospheric CO profiles retrieved from the ground-based FTIR spectra at Rikubetsu with aircraft measurements at 40-50°N during PEM-West B

D41-12

陸別における FTIR 観測による成層圏 O<sub>3</sub>, HCl, HF の高度プロファイルの導出

\*中島英彰、近藤 豊、村田 功、趙 永淨、小池 真 (名古屋大学太陽地球環境研究所)

中根英昭 (国立環境研究所)、X. Liu, and F.J. Murcray (デンバー大学)

Retrieval of Height Profiles of Stratospheric O<sub>3</sub>, HCl, and HF with FTIR Observations at Rikubetsu, Hokkaido

\* H. Nakajima, Y. Kondo, I. Murata, Y. Zhao, M. Koike (STE Laboratory, Nagoya University)

H. Nakane (NIES), X. Liu, and F.J. Murcray (Univ. of Denver)

We started measurements of stratospheric minor constituents with a Bruker Fourier transform infrared spectrometer (FTIR) type IFS-120M at Rikubetsu (43.5°N, 143.8°E), Hokkaido in May, 1995. We also started measurement with FTIR type IFS-120HR at Moshiri (44.4°N, 142.3°E) in April, 1996. The highest spectral resolution of these instruments are 0.0035 and 0.00185 cm<sup>-1</sup>, respectively. Solar infrared spectra which contains absorption of stratospheric minor constituents such as O<sub>3</sub>, HCl, HNO<sub>3</sub>, HF, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, ClONO<sub>2</sub> etc. were recorded in magneto-optical disks since May 19, 1995.

Vertical total column amount of these constituents can be calculated by a line-by-line least square fitting method called 'SFIT'. On the other hand, Liu et al.[1996] developed a method to retrieve height profiles of atmospheric species such as O<sub>3</sub>, HCl, HF, N<sub>2</sub>O, and CH<sub>4</sub> from solar spectra obtained on the ground. We applied this method to our observed spectra.

Figure 1 shows an example of O<sub>3</sub> profile retrieved by a solar spectrum by this method. The spectrum region used for the retrieval is 1163.35-1163.48 cm<sup>-1</sup>. The solar zenith angle was 49.4° at the center time of the observation and the number of scan was 16 times. The residual of the synthesized spectrum compared with the observation is also shown in the figure. In Figure 1 (c), an O<sub>3</sub> profile measured by an ozonesonde which was flown on the same day from Moshiri is also shown. It is clear that the retrieved ozone profile meets the ozone profile measured by the ozone

sonde in less than 15% at all altitudes between 18 and 34 km. Difference in retrieved O<sub>3</sub> profile and ozonesonde measurement are compared statistically for 21 ozonesonde measurements. The standard deviation of averaged discrepancies were within 12 % between 18 and 34 km.

Retrieved profiles of HCl and HF are also presented at the meeting.

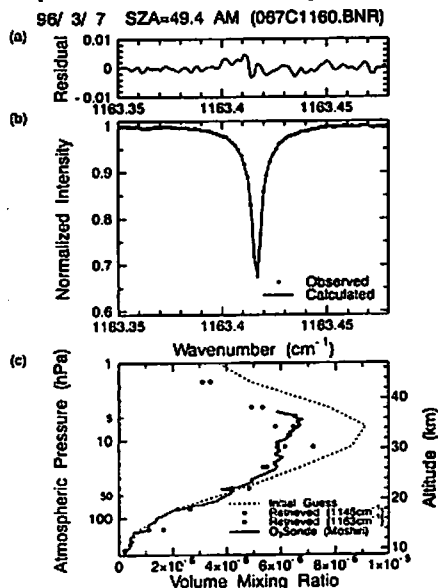


Figure 1. Solar spectrum taken on March 7, 1996 at Rikubetsu, Japan. (a) Residual of fitting by profile retrieval calculation. (b) Observed solar spectrum (dots) and fitted spectrum (line). (c) Retrieved vertical profile of O<sub>3</sub> (●, ■), initial guess profile (broken line), and corresponding ozonesonde profile (solid line) which flew on the same day from Moshiri.

References: Liu, X., F. J. Murcray, D. G. Murcray, and J. M. Russell III, J. Geophys. Res., 101, 10175-10181, 1996.

PEM-West B で観測された下部対流圏の PAN の熱分解による NO<sub>x</sub> の生成

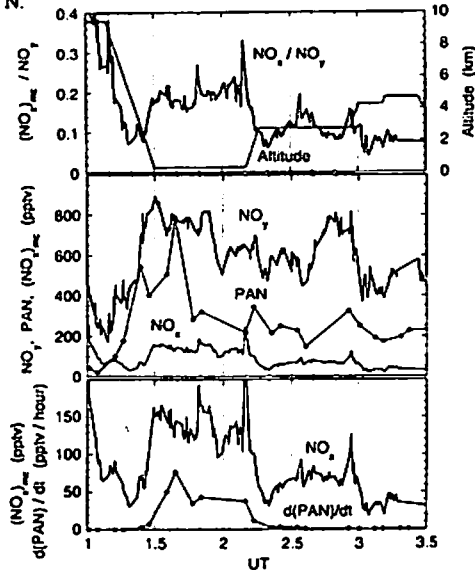
小池真、近藤豊、川上修司、中島英彰 (名大・STE研)  
H.B.Singh (NASA・ARC)、J.T.Morrill (Univ. of Rhode Is.)

Thermal decomposition of PAN as a source of NO<sub>x</sub> in the lower troposphere observed during PEM-West B

M.Koike, Y.Kondo, S.Kawakami, H.Nakajima (STE lab., Nagoya Univ.),  
H.B.Singh (NASA・ARC)、J.T.Morrill (Univ. of Rhode Is.)

Aircraft measurements of NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PAN, and HNO<sub>3</sub> were made during NASA's GTE/PEM-West B conducted over the Western Pacific in February and March 1994. NO<sub>x</sub> (NO + NO<sub>2</sub>) was calculated from observed NO. Air with high NO<sub>x</sub>/NO<sub>y</sub> ratios between 0.2 and 0.3 were observed in the boundary layer with relatively low mixing ratios of CO (~160 ppbv) and NO<sub>2</sub> (400~800 pptv) during the three flights. In these air masses, PAN/NO<sub>y</sub> ratios were found to be high (~0.4). The back trajectories of the observed air masses show that they originated from high latitude (~50°N) free troposphere (~5 km). The air masses had descended when they were transported to lower latitude by the northwesterly wind due to the gradient of the isentropic surface. Since PAN/NO<sub>x</sub> was high in the high-latitude air due to the lower temperature, PAN had been efficiently transported to the location

where the high NO<sub>x</sub>/NO<sub>y</sub> air masses were observed. Since the lifetime of PAN was about 10 sunlit hours in the boundary layer (+12°C), thermal decomposition of PAN was found to be a probable source of NO<sub>x</sub>. Due to the predominant northwesterly wind in early spring, the transport of PAN rich air from high-latitudes could play an important role as a lower tropospheric NO<sub>x</sub> source in some cases at latitudes as low as 20°N.



D41-P13

ライダーで観測された PSC の特性とその温度履歴

柴田 隆<sup>1</sup>、永井智宏<sup>2</sup>、藤原玄夫<sup>3</sup>、水谷耕平<sup>4</sup>、  
岩坂泰信<sup>1</sup>、板部敏和<sup>4</sup>、内野修<sup>5</sup>  
(1 名古屋大、2 気象研究所、3 福岡大、4 通信総研、5 気象庁)

Lidar observed characteristics of PSCs and their thermal history

柴田 隆<sup>1</sup>、T. Nagai<sup>2</sup>、M. Fujiwara<sup>3</sup>、K. Mizutani<sup>4</sup>、  
Y. Iwasaka<sup>1</sup>、T. Itabe<sup>4</sup>、O. Uchino<sup>5</sup>  
(1 STEL, 2 MRI, 3 Fukuoka Univ., 4 CRL, 5 JMA)

Thermal history and lidar observed characteristics of PSCs are compared with the trajectory analysis using the objective analysis data of JMA. The data at Eureka and at Spitsbergen are taken just under the same trajectories will be discussed.

名古屋大学、福岡大学の大学グループはスピッツベルゲン (78.5°N, 12°E)にて、気象研、通信総研の国研グループはユーレカ(80°N, 86°W)にて、PSCs (極成層圏雲) のライダー観測を行っている。1994/1995 年及び 1995/1996 年の冬季は非常に頻繁に PSCs の出現を観測し数々の興味深い PSCs の特徴を観測した。PSC 粒子の微物理的な特徴はその PSC を含む大気塊が経験した温度減速に左右されると考えられている。例えば、ゆっくりとした温度減少 (> -5K/day) のものでは大粒径の NAT (HNO<sub>3</sub>・3H<sub>2</sub>O) が生成し、急激な減速 (<< -5K/day) では小粒径の粒子まで PSC として成長するとの説 (selective nucleation)が、ライダーで観測された type Ia, type Ib の両特徴をもった PSC 粒子の発生過程をうまく説明すると考えられていた。

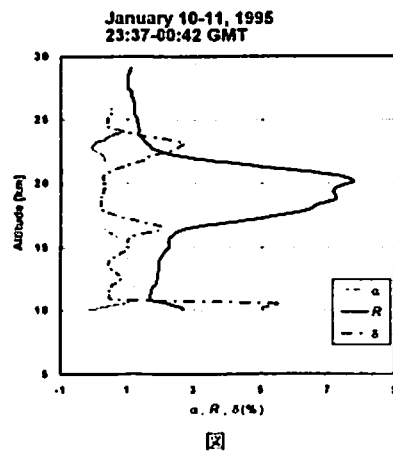
スピッツベルゲンでは、1995 年 1 月中旬、大粒径液滴と考えられる特徴を有した PSCs が観測された(仮に、以下 type x と呼ぶ)。この type x PSCs は 1 月中旬形成された濃厚な PSC 層の中心部分の特徴づける PSC として存在しており、その上下には固体 PSC の特徴を示す層によって挟まれてい

る(サンドイッチ構造) (図)。この type x PSC が発生した時点で温度は氷の露点温度にまでは達しておらず(水蒸気混比 5ppmv を仮定)、PSC のタイプとしては type I に属すると考えられる。

ユーレカでは同時期、典型的な type Ia の特徴を有する PSC が観測されていたが、type x PSCs は観測されなかった。

type x PSCs がいかなる過程を経て生成されたかを見るため、気象庁客観解析データを用い、PSCs を含む大気塊の流跡線解析とそれに沿った温度変化及びライダーで観測された PSCs の特徴との関連を調べた。

1 月上旬から中旬にかけては、ユーレカがスピッツベルゲンの風上になることが多く、流跡線が両観測点のごく近くを通過する例が数例見られた。これらの例の中には type x PSC が発生した前後を直接みる事が可能な流跡もあり、温度変化の履歴とともに type x PSC 発生メカニズムに迫ることが期待される。



図



## D41-P14 1996年夏季スピッツベルゲンにおける 光学オゾンゾンデによる上部成層圏オゾン高度分布の観測

岡林昌宏<sup>1</sup>・岡野章一<sup>2</sup>・H.Gernandt<sup>3</sup>・田口真<sup>2</sup>・福西浩<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>東北大・理、<sup>2</sup>極地研、<sup>3</sup>AWIドイツ)

### Observations of upper stratospheric ozone vertical profiles above Spitsbergen observed with balloon-borne optical sensors in summer 1996

M.Okabayashi<sup>1</sup>, S.Okano<sup>2</sup>, H.Gernandt<sup>3</sup>, M.Taguchi<sup>2</sup>, H.Fukunishi<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Faculty of Science, Tohoku University  
<sup>2</sup>National Institute of Polar Research

We have developed a balloon-borne optical sensor (BOS), which is a filter radiometer in the Hartley band, for applying it to thin-film high-altitude balloons which can reach an altitude of over 40 km. The first observation was made in 1993. The observations have been carried out every year at Sanriku Balloon Center in Japan (39°N, 142°E) and Ny-Ålesund in Spitsbergen (79°N, 12°E). From simultaneous observations with ECC ozone sondes at Spitsbergen, it was demonstrated that BOS can measure the vertical structures of ozone in resolution of 1 km. In 1996, we are planning four times of observations in August and October at Spitsbergen. Ozone vertical profiles observed in August 1996 will be discussed.

成層圏でのオゾン破壊物質によるオゾンの光化学的変動を検出するには、力学的擾乱の小さい上部成層圏におけるオゾンの分布を測定することが必要である。我々は、高度40 km以上まで上昇可能な薄型高高度気球に搭載する小型軽量な光学オゾンゾンデ(BOS)を1993年に開発し、その後、岩手県三陸町にある宇宙科学研究所三陸大気観測所(39°N, 142°E)とノル

ウェー領スピッツベルゲン島ニーオルスン(79°N, 12°E)において観測を継続して行っている。光学オゾンゾンデの原理は、オゾンの吸収を受けるハートレー帯の波長300 nm付近またはシャビユイ帯の波長600 nm付近の太陽直達光の強度の高度に対する変化を測定し、オゾンの高度分布を求める。

光学オゾンゾンデを用いたスピッツベルゲンにおける成層圏オゾン観測は、1994年より毎年夏季に実施してきた。これまでの観測ではECCオゾンゾンデとの同時観測を行い、高度25~30 kmよりも低い高度ではオゾン鉛直分布の高度に対する凹凸の構造が一致し、光学オゾンゾンデがオゾンの高度方向約1 kmのスケールの鉛直分布構造まで測定できることが明らかになった。高度30 km以上ではECCオゾンゾンデが十分に機能しなくなるため光学オゾンゾンデによって観測されたオゾン分布の鉛直構造との比較の対象にはできない。

1996年には、スピッツベルゲンにおける光学オゾンゾンデ観測を、8月と10月にそれぞれ2回ずつ計画している。10月の観測では、北極圏における日の出、日没時の光学オゾンゾンデ観測を行い、これにより獲得される観測技術を基に、北極オゾンホールのある春期の光学オゾンゾンデ観測技術の確立を目指している。講演ではこの8月の観測結果について報告する。

## D41-P15 太陽活動減少期の成層圏オゾン観測

渡辺 隆(筑波技術短期大学)・鈴木 勝久(横浜国大 教育)  
・柴崎和夫(国学院大)・小川 利枝(東大 理)

### Observations of stratospheric ozone with rocketsondes during the decreasing phase of 11-year solar cycle

T.Watanabe (Tsukuba Coll. Tech.), K.Suzuki (Yokohama National U.),  
K.Shibasaki (Kokugakuin U.), and T.Ogawa (U. Tokyo)

The stratospheric ozone profiles have been measured with the optical ozonesondes aboard MT-135 rockets flown from Uchinoura, Kagoshima in August-September season every year since 1990. The objectives of the measurement programs are, to provide ozone profiles for monitoring the long term change of stratospheric ozone and for validation/calibration of satellite observations. The simultaneous ozonesondes, lidars, and satellite measurements. As the measurements have been carried out during the decreasing phase of 11-year solar cycle, observed ozone profiles and their temporal characteristics are compared with the solar cycle variations and possible trace gas effects are examined.

1990年夏季より鹿児島県内之浦(31N, 131E)において、気象ロケットMT-135搭載オゾンセンサーにより成層圏オゾン高度プロファイルを観測

している。ロケットによるオゾン観測は、衛星観測などに比較して上部成層圏の測定が高い精度で可能である。オゾン長期変動は、オゾン全量の変動量に比較して、上部成層圏での変動が量的に大きいことが指摘されており、MTロケットによる継続的オゾン観測は成層圏長期変動のモニターとして有効であると考えられる。

オゾン観測は1990年8月のMT-135-52号機以降内之浦上空のオゾン層が安定している夏季(8, 9月)に年間ほぼ2機のペースで行われており、今年9月のMT-135-64号機の実験を含めて6年間に夏季11回、冬季2回(1991年2月)の観測が行われた。装置は4組の太陽中間紫外放射計(中心波長265, 290, 300, 307nm)で、ロケットの最高到達高度からパラシュートで緩降下中の測定により高度54~18 kmのオゾン密度が得られる。観測器の光学系は当初回転ホイールによるフィルタ交換式フォトメータであったが、1993年(MT-135-58)からデータ取得率を向上させるためにフィルター固定方式の小型4連フォトメータを採用した。

1990年以来続行中のこの観測は11年周期太陽のdecreasing phaseに一致している。1990年から1995年までの成層圏各高度におけるオゾン密度時系列データには高度42 km付近に1~2%程度の有意な減少が見られる。長期的変動の主な要因として、11年周期太陽活動に伴う成層圏オゾンの変動(減少)とtrace gasの影響があると考えられる。11年周期太陽活動については、いくつかの成層圏オゾン変動モデルがあるが、モデルの精度の見極めが必要となる。

1996年9月(MT-135-64)の観測データも含めて紹介する予定。

D41-P16

航空機観測用オゾン測定器の開発と  
成層圏からのオゾン沈降の観測

北 和之, 平田康之, 竹川暢之, 藤原正智, 小川利紘 (東大理)  
橋口浩之 (京大RASC), 矢澤健司, 田丸 卓 (航技研)

Development of ozone measuring instrument for aircraft observations and  
observation of ozone subsiding from the stratosphere

KITA, K. Y. Hirata, N. Takekawa, M. Fujiwara, T. Ogawa (U. Tokyo)  
H. Hashiguchi (Kyoto U.), K. Yazawa and T. Tamaru (NAL)

An instrument for measuring ozone aboard an aircraft is being developed. For the airborne observation, quick response and high stability is required. Adopting dual absorption cells and stabilizing the temperature of the optical system, the instrument attains the time response within 2 sec. and resolution of about 0.5 ppb. We are now developing the second version of the instrument. In this version, the instrument is improved to apply for high altitude observation.

We have observed altitude distributions of ozone concentration by using the first version of the instrument at Shigaraki from 11-15 March 1996. We observed an ozone increase at upper troposphere in 11 March, and a following penetration of ozone-rich layer in the troposphere during 11-13 March 1996. The thickness of ozone rich layer is quite thin of 200-600 m and subsided slowly from tropopause to an altitude of 5 km. The vertical wind was simultaneously observed by using MU rader. The descending of the tropopause shows good correspondance with the downward flow observed by MU rader.

Ozone monitor for aircraft observation with UV absorption technique

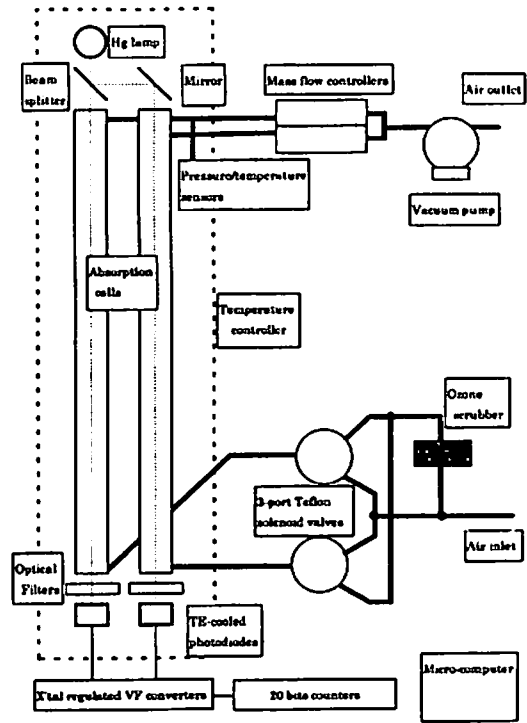


Figure. Diagram of the ozone measuring instrument in this work

D41-P17

視野内に雲があるときの対流圏微量気体の衛星観測  
○今村 剛, 小川 利紘 (東大理)

Trace Gas Retrievals from Nadir View  
Radiances in Partially-Cloudy Conditions

○Takeshi Imamura and Toshihiro Ogawa (Univ. Tokyo)

High-resolution atmospheric thermal radiation measured with a nadir view from a satellite can yield trace gas concentrations with the aid of a statistical inversion. The inversion is difficult, however, in cloudy conditions because the cloud radiative properties depend on wavenumber and are unknown in many cases.

In optically-thin wavenumber regions the signatures of trace gases are observed as absorption lines embedded in the smooth background radiation, which is the product of surface emission and cloud transmissivity. Since the shapes of absorption lines in optically-thin regions are almost unchanged by clouds, the trace gas amounts can be obtained if we can estimate the background radiation precisely: we need not retrieve the cloud parameters and the surface temperature separately.

The authors suggested previously that (1) the dependence of surface brightness temperature on wavenumber causes errors in retrieved concentrations and that (2) the errors can be removed if we approximate the surface emis-

sion spectrum by a broken line in the inversion algorithm (see Figure 1) and retrieve trace gas concentrations and the wavenumber-dependent surface brightness temperature simultaneously. This "broken-line method" for clear sky conditions is applicable also to the inversions in partially-cloudy conditions, where the retrieved surface emission would roughly represent the product of true surface emission and cloud transmissivity.

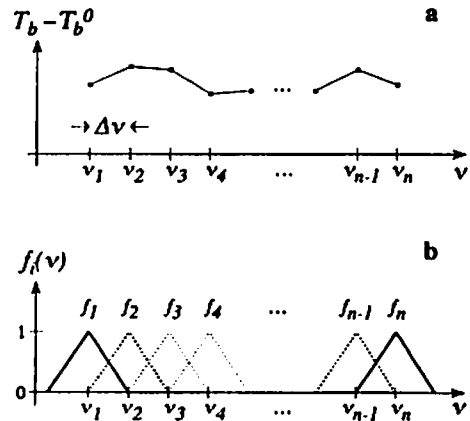


Figure 1. Schematic of the parameterization of surface emission. (a) Update of surface brightness temperature,  $T_b - T_b^0$ , represented by a broken line. (b) Triangular-shaped functions used to parameterize  $T_b - T_b^0$ .

# D41-P18

## 飛翔体用TOF型中性ガス質量分析器に用いる 電離源の開発

藤川 暢子, 鶴田 浩一郎, 早川 基,  
(宇宙科学研究所)

### Development of the ion source for the TOF neutral gass mass spectrometer

\*N.Fujikawa, K.Tsuruda, and H.Hayakawa (ISAS)

Time - of - flight (TOF) neutral mass spectrometer has been proposed that enables us in situ measurement of number density and velocity distribution function of neutral species in the upper atmosphere. We are going to report some results of the pulse ionizer development and the design of the ion source for the SS - 520 sounding rocket experiment.

現在我々は惑星上層大気の中性成分の組成および速度分布の観測を目標に、飛翔体搭載用の中性ガス質量分析器の開発を進めている。中性大気の直接測定はその重要性にもかかわらず未だ充分になされていない。それは化学的に活性な酸素原子がこの領域の主成分であり、これが測定装置の壁面に吸着して被測定ガスと反応してしまうことに起因する。また従来の装置では低エネルギーの入射粒子を加速してから測定するため、もとの速度情報を得るのは困難である。本装置はイオン化された中性粒子を入射方向と垂直に加速し、検出器への飛行時間から質量を測定する。このとき入射速度の情報が失われないため、検出位置から粒子の二次元の速度分布を知ることができ、かつ入射粒子の壁面との相互作用の影響を除外できる。我々は平成9年度に計画されている宇宙科学研究所の観測ロケットSS-520に搭載し、電離源にお

ける酸素原子の高度分布および速度分布関数を測定することを当面の目標としている。

測定方法を図1により示す。1) パルス電子ビームにより中性粒子を電離し、2) 一定時間放置する。このとき粒子は入射速度のまま水平方向に飛行する。3) 加速電極の電位を変え、電離された粒子を垂直に加速する。4) 検出器で粒子の飛行時間 (time-of-flight) と到達位置を検出する。このときTOFから粒子の質量が、検出位置から水平方向の速度が得られる。

この装置の開発を要する重要な要素技術の一つとしてパルス電離源があり、100 ns以下のパルスビーム、低エネルギー (数10 eV)、細いビーム径 (1 mm程度) が要求される。現在までに酸化陰極型の電子源を用いて、電界効果トランジスタ (FET) を使った電流制御、パルス制御が可能であることを確認した。今回は実際にロケットへ搭載するために、比較的真空でも使用可能な電子源であるタングステンフィラメントを用い、同様な制御回路による試験を行った。この際、制御回路部と電子源の距離を小さくすることで以前の結果よりビームの立ち上がり時間が速くなるようにしている。この結果をもとにロケット搭載用の電離源の設計を行なう。

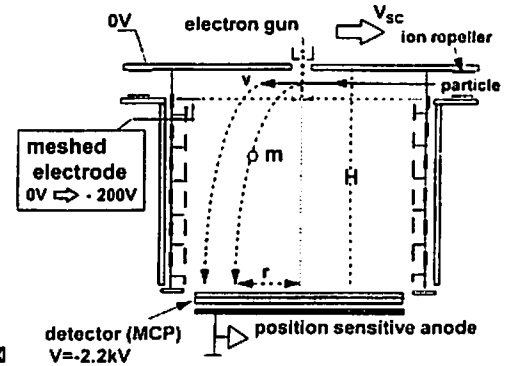


図1. 装置概念図

D会場

10月24日(木)

13:00~13:48

# 大気化学 - II

## Atmospheric Chemistry - II

oral: D42-01~04

座長

小池 真 (名大・STE研)

北 和之 (東大・理学部)

ライダー観測による春期の圏界面付近エアロゾルの分布

○権 成顔、岩坂泰信、柴田 隆、酒井 哲、金 潤爽  
(名大・太陽地球環境研究所)

Aerosol distribution in the neighborhood of tropopause with a Raman lidar observation in spring  
S.A.Kwon, Y.Iwasaka, T.Sibata, T.Sakai, Y. S. Kim  
(STEL, Nagoya University)

In order to know aerosol particle distribution in the tropopause, lidar measurements were made in spring of 1994 at Nagoya. This suggests that property of aerosol near the tropopause depends on variation of tropopause height. Appearance of Kosa event near the boundary also can relate to that change.

成層圏と対流圏のエアロゾルはそれぞれの大気状態に対する特性を持ち、それぞれの大気状態などによって変動していると思われる。圏界面付近のエアロゾルの特徴やその分布は、成層圏・対流圏間の物質の交換現象を考える上で興味がある。

前回の報告では春期に観測された対流圏のエアロゾルの層の経路と高度変化及び特徴について考察した。今回は名古屋のライダーによって春期に観測された圏界面付近のエアロゾルの特徴について調査した結果を報告する。

1994年4月の愛知県名古屋市におけるラマンライダーによって観測された高度4—24 kmまでのエアロゾルの偏光消滅度(δ)、波長依存性(オングストローム係数:α)、H<sub>2</sub>O混合比を基にFactor Analysis解析を行い、成層圏と対流圏エアロゾルの分布および特性を考察した。

その結果、対流圏中心部と圏界面付近、成層圏中心部でそれぞれ代表的な特徴を持つエアロゾル層が存在することがわかった。特に圏界面高度が低くなった時には、圏界面近くで見られる特徴を

持つエアロゾル層が下部成層圏から上部対流圏までの広い範囲に分布していることが見られる(図1)。

24日とその特徴が比較的によく見られる28日の対流圏のプロファイルを見ると24日の場合は黄砂エアロゾル(非球形性のエアロゾル)が高度2—10 kmの対流圏の全体に分布しているが、28日の場合は2—3 kmで黄砂エアロゾルが存在し上部対流圏では相対的に弱い非球形性を持つエアロゾルが存在している(図2)。

このようなエアロゾルの特徴は圏界面の変動あるいは黄砂エアロゾルの出現とどの程度関係があるか。今後さらに観測例を増やし検討したい。



図1. 1994年4月の名古屋のライダーで観測されたデータを基にFactor解析の結果; 対流圏と成層圏の各Factorの分布

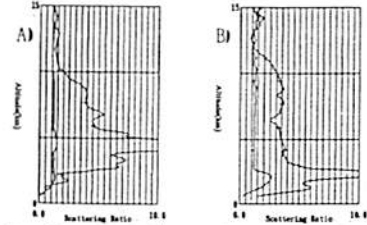


図2. 1994年4月24日(A)と28日(B)の名古屋のライダーで観測された散乱比(レーザ波長=1064, 532 nm)

ライダーで観測したピナツボ火山エアロゾルの経年変化

—対流圏界面近くのエアロゾル量変化—

○金 潤爽、岩坂泰信、柴田隆、権 成顔、長谷正博、中田 澁  
(名大・太陽地球環境研)

The long term Variation of Stratospheric Volcanic Aerosol with a Lidar observation

S.Y.Kim, Y.Iwasaka, T.Sibata, S.A.Kwon, M.Nagatani, H.Nakata

We have observed and analysed the stratospheric volcanic aerosol by the eruption of Mount Pinatubo from July 1991 over Toyokawa. There are the Long time variation of the IBC of near of the tropopause and Center of gravity of the backscattering coefficient. It would seem that those play a role to understand the stratospheric-tropospheric exchange processes.

名古屋大学STE研では91年7月から愛知県豊川市(北緯34.8°, 東経137.4°)でライダーによる成層圏エアロゾル観測を行っている。特に、91年5月にピナツボ火山が噴火した後、火山性エアロゾルが地球全域に広がった。今回はこの火山性エアロゾルの長期変動を成層圏—対流圏物質交換という観点から考察することにする。

一般的にある高さの散乱比R(z)は次のように定義される。

$$R(z) = \beta_p(z) + \beta_a(z) / \beta_a(z)$$

ここで、 $\beta_p(z)$ と $\beta_a(z)$ はそれぞれ、エアロゾル粒子と大気分子の後方散乱係数である。一方、ある区間のエアロゾルの量に対応するIBC(Integrated Backscattering coefficient)は次のようになる。

$$IBC = \int \beta_p(z) dz$$

図1にピナツボ火山噴火後の2年間の対流圏界面付近(tropopause ± 1km)のIBCの値をしめした。太い線はデータ10個の移動平均値である。これを見ると92年の春から圏界面付近のエアロゾルの量が增加しているのがわかる。ま

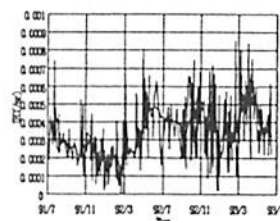
た、冬に減少して、春に増加する傾向もみえる。これは春先にかけて活発な成層圏—対流圏物質交換が起きているのを示唆している。

一方、エアロゾル層全体の上下の動きを評価するためにエアロゾル層の中心高度を定義すれば、

$$C = \int_{trop}^{30km} z \beta_p(z) dz / \int_{trop}^{30km} \beta_p(z) dz$$

になる。図2はこのエアロゾルの中心高度の変動を描いたものである。図を見ると、噴火後の初めての夏は21kmを越えた値が季節変化をしながらだんだん小さくなっていくのが分かる。特に目立つのは92年春に比べて93年の春は3km近くエアロゾル中心高度が小さくなっている点である。これを図1と関連付けて考えると93年の春の方が92年の春より全体的なエアロゾル量は半分しかならないのに(tropopause—30kmまでのIBCを比べると)、圏界面付近は却ってやや高めになっていることと関係があるかもしれない。

The Variation of IBC of the Tropopause(2km)



The Center of the Aerosol(tropopause-3km)

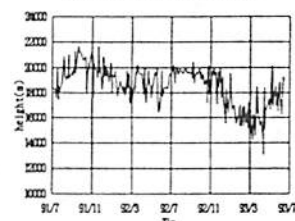


図1. 噴火後2年間のIBC =  $\int_{trop-1km}^{trop+1km} \beta_p(z) dz$  の値  
図2. 噴火後2年間のエアロゾル層中心高度の変化

D42-03 ラマンライダーによって観測された対流圏エアロゾル粒子の光学的特性と湿度の関係

○酒井哲、柴田隆、権成顔、金潤寅、田村耕一、岩坂泰信  
(名古屋大学太陽地球環境研究所)

The relationship between water vapor and aerosol optical properties observed by a Raman lidar

\*T. Sakai, T. Shibata, S. A. Kwon, Y. Kim, K. Tamura and Y. Iwasaka  
(Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University)

Simultaneous observations of water vapor and the optical properties of aerosol particles were made by a Raman lidar. Vertical structure of the distributions and the relationship between the humidity and the aerosol optical properties are discussed.

1. はじめに

大気エアロゾル粒子は、水蒸気との相互作用によってその形状・サイズを変化させ、光散乱・降水過程などを通して地球大気に影響を与えている。今回はラマン散乱ライダーによって同時観測された、対流圏エアロゾル粒子の光学的特性と水蒸気の高高度分布の関係について解析を行った。

2. 観測結果と今後の課題

ラマンライダーは名古屋大学構内(35°N, 135.7°E)に設置されており、1993年から夜間の定常観測を行っている。1994年4月17日に同時観測された水蒸気混合比と偏角解消度(エアロゾル粒子の非球形性を示す)の高高度分布の連続プロファイルを図に示す。水蒸気と非球形粒子の分布状態には正の相関が見られ、またそれらが層構造をなしていることがわかる。一方、高度1.0・2.0kmの領域ではそれぞれの高高度分布に時間変化が見られ、水蒸気混合比の増加にともない、偏角解消度が小さく、散乱比が大きくなる傾向が観測された。このことは、エアロゾル粒子が湿度の高い領域で水蒸気を吸収し、サイズを大きく、また球形性を増していることを示すものと考えられる。またこの領域での相対湿度(気温分布は浜松のデータを用いた)は最大で約40%と、対流圏において代表的なエアロゾル粒子である海塩・硫酸塩粒子の結晶化点に近いことから、これら水溶性エアロゾル粒子の液体-固体間の相変化過程を反映している可能性も考えられる。今後は定常観測データの解析を進めるとともに、エアロゾ

ル粒子を含む空気塊の流跡線解析を行い、その湿度の履歴などを考慮した、水蒸気とエアロゾル粒子の光学的特性との関係について調べる予定である。

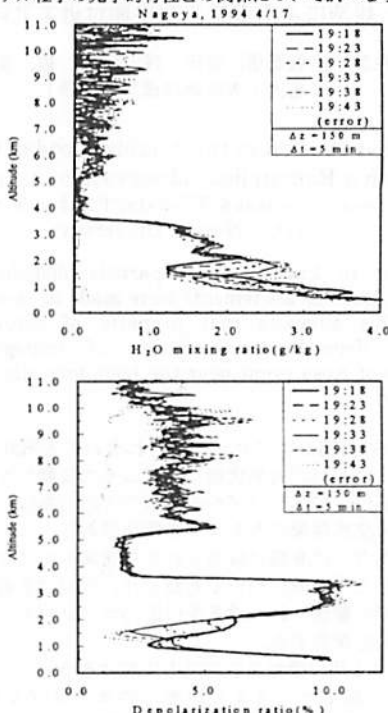


図. ラマンライダーによって観測された水蒸気混合比(上)と偏角解消度(下)の高高度分布の連続プロファイル

D42-04

ライダーによる大気分子の偏角解消度の測定

○足立 宏<sup>1</sup>、柴田 隆<sup>1</sup>、林 政彦<sup>1</sup>、酒井 哲<sup>1</sup>、長谷正博<sup>1</sup>、白石浩一<sup>2</sup>、進 和美<sup>2</sup>、名倉義信<sup>2</sup>、藤野一啓<sup>2</sup>、R. Neuber<sup>3</sup>、藤原玄夫<sup>3</sup>、岩坂泰信<sup>1</sup>

1: 名大STE研究所 2: 福大理学部 3: AWI, Germany

Measurement of Depolarization Ratio for Atmospheric Molecule by Lidar

○H. Adachi<sup>1</sup>, T. Shibata<sup>1</sup>, M. Hayashi<sup>1</sup>, T. Sakai<sup>1</sup>, M. Nagatani<sup>1</sup>, K. Shiraiishi<sup>2</sup>, K. Susumu<sup>2</sup>, Y. Nakura<sup>2</sup>, K. Fujino<sup>2</sup>, R. Neuber<sup>3</sup>, M. Fujiwara<sup>2</sup>, Y. Iwasaka<sup>1</sup>

1: STEL, Nagoya Univ. 2: Fukuoka Univ. 3: AWI, Germany

Depolarization ratio for atmospheric molecule that estimated by lidar analysis is compared with by calculation from scattering theory. This comparison show the certainty of new analysis method of lidar data.

1. はじめに

前回の気象学会では、全偏角解消度の補正法、および球形粒子と非球形粒子の混合状態を考えたライダーデータの解析法を公表した。全偏角解消度の絶対値のばらつきを補正することによって、異なる時間の全偏角解消度の比較ができるようになり、それを使った解析法によって、エアロゾル粒子を球形粒子と非球形粒子の2種類の混合と仮定したとき、それぞれの粒子群の量的な時間変化が解析できるようになった。1994/1995年のNy-Alesund (Svalbard, Norway: 78.5°N, 12°E)でのライダー観測では、限られた範囲ではあったが、極域成層圏雲の中に球形粒子と非球形粒子が混合していると思われる層が存在し、それぞれの粒子群の散乱比(～混合比)の時間変

化が観測された。

今回の発表では、上の解析法の基となる補正法の信頼性を確かめたいと思う。

2. 大気分子の偏角解消度

大気分子による偏角解消は、異方性を持つ大気分子のRayleighおよびRaman散乱によって生じる。そのため、大気分子の偏角解消度は、それらの散乱のどの範囲まで感知するかで変化する。したがって、受光系の干渉フィルターの波長幅の関数として、理論的に計算できる。

全偏角解消度の補正法を用いた、大気分子の偏角解消度の推定は、球形のエアロゾル粒子の存在の仮定と、 $\delta_T$ と(1-R<sup>-1</sup>)グラフの特徴を用いておこなう (Fig. 1,  $\delta_T$ : 全偏角解消度, R: 全散乱比)。

以上の異なる方法によってそれぞれ求めた大気分子の偏角解消度を比較することにより、全偏角解消度の補正法の信頼性の検証をおこなった。

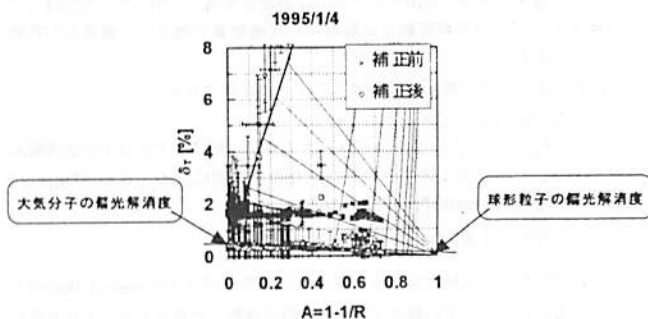


Fig.1: 全偏角解消度:  $\delta_T$ の補正法と大気分子の偏角解消度

D会場

10月24日(木)

14:00~17:36

# 惑星大気・大気力学

## Planetary Atmosphere & Atmospheric Dynamics

oral: D42-05~21

poster: D42-P28~P31

座長

村山泰啓 (通信総合研究所)

石井 守 (通信総合研究所)

波動が駆動する金星中層大気の子午面循環

°今村 剛 (東大理)

Wave-Driven Meridional Circulation at Venus' Cloud Level

°Takeshi Imamura (Univ. Tokyo)

The concept of "wave-driven extratropical pump" suggested by Holton et al. (1995) is valid in the Venus' mesosphere as well as in the earth's stratosphere (see Figure 1). I have investigated the mechanisms transferring zonal momentum upward to drive the meridional circulation at Venus' cloud level.

The latitudinal distribution of forces acting on the zonal flow above cloud were estimated from the cloud-tracked zonal winds and the departure of temperature from radiative equilibrium at cloud top level. The midlatitude localization of the forces implied two candidates as the momentum carrier: (1) midlatitude Rossby wave; and (2) internal gravity waves generated by shear instability at cloud base.

The estimated momentum flux associated with Rossby wave is within the same order of magnitude as the forces acting on the zonal flow above cloud; therefore, the meridional circulation will be principally driven by midlatitude Rossby wave. The momentum flux associated with grav-

ity waves highly depends on some unknown parameters such as the horizontal wavelength, thus the contribution of gravity waves is uncertain. It was also shown that advective exchange is as important as diffusion for tracer transport.

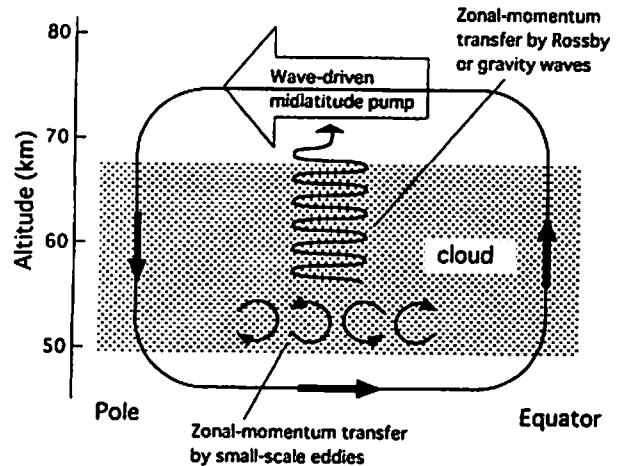


Figure 1. Dynamical aspects of meridional circulation at Venus' cloud level. Angular momentum advection associated with meridional circulation is canceled by zonal-momentum transfer associated with Rossby or gravity waves above ~55 km and small-scale eddies due to shear instability at 50-55 km.

PLANET-B/UVSの開発

°田口 真、岡野章一 (国立極地研究所)

渡部重十、福西 浩、高橋幸弘 (東北大学大学院理学研究科)  
川原琢也 (信州大学工学部)

Development of PLANET-B/UVS

° M. Taguchi and S. Okano (National Institute of Polar Research)  
S. Watanabe, H. Fukunishi, and Y. Takahashi  
(Graduate School of Science, Tohoku University)  
T. D. Kawahara (Faculty of Technology, Shinshu University)

The proto-model of Ultraviolet Imaging Spectrometer (UVS) on board the Japanese spacecraft PLANET-B which will be launched in 1998 for investigation of the Martian upper atmosphere was tested for evaluation of its designed performance. An MCP one of the photo-sensors of UVS-G has strip anodes for position detection of incident photons. As a result of testing, it was found that the spot size of electron clouds at the anode position should be more than 350 micron to achieve the required resolution and linearity of position detection. Sensitivity of UVS-P for Lyman  $\alpha$  was calibrated to be 0.11cps/R, which is consistent with the value expected from transmittance of the windows of the absorption cells and quantum efficiency of the photomultiplier tube. The flight-model of UVS was designed on the bases of the results of these tests. We made efforts to reduce the weight of UVS keeping the required optical performance; the weight expected from the current design exceeds the target value by 300g.

1. はじめに

東北大学を中心とするグループでは火星超高温大気を探査を目的として1998年打ち上げ予定のPLANET-Bに搭載する紫外撮像分光計 (UVS) の開発を進めている。UVSは真空紫外領域 (110~300nm) の分光器 (UVS-G) と吸収セル付きライマン $\alpha$ フォトメータ (UVS-P) から構成され、火星コロナ、電離圏デイグロー、オーロラ、オゾン、ダストストーム、極冠などの観測を行う。現在、PMの性能評価が終了しFMの製作に入っている段階である。本講演ではUVS/PMの性能評価の結果と、FM設計について述べる。

2. ストリップ・アノード性能評価

UVS-Gには110~200nmの波長領域で主に火星コロナ観測を行うマイクロチャンネルプレート (MCP) とび200~300nmでブライトディスク上の明るい現象を観測するリニアイメージセンサー (LIS) の2つの光検出器が搭載されている。このうちMCPでは入射したフォトン位置を検出する方式としてストリップ・アノードを採用している。これは2つの曲形アノードを組

み合わせた形状をしている。入射したフォトンによって生じた光電子はMCPで増倍されアノードで検出されるが、アノードの曲の幅を一端から他端へ段階的に広めているため、2つのアノードへの電荷の分割比はフォトン入射位置に依存する。したがって2つのアノードからの出力電荷パルスの波高値の比 $R_{as}$ からフォトン入射位置を求めることができる。

幅150 $\mu$ mのスリットを通した光を検出することによりストリップ・アノードの位置分解能とリニアリティの試験を行った。その結果、MCP-アノード間加速電圧をメーカー推奨電圧 (500V) とした場合、アノードでの電荷分布の広がりアノード・パターン (238 $\mu$ m) よりも小さくなってしまったために、フォトン入射位置に対して $R_{as}$ が連続的に単調増加しないという問題が認められた。計算機シミュレーションでは電荷分布の広がりが350 $\mu$ m以上であれば本来の分解能及びリニアリティが得られることがわかった。電荷分布を広げるためにはMCP-アノード間の電界強度を下げるか距離を離すかのいずれかが必要である。MCP-アノード間電圧を80V程度まで下げてみたがまだ不十分であったので、FMではMCP-アノード間の距離を離すことにした。

3. UVS-P感度評価

UVS-Pの感度検定を国立天文台において実施した。ガスフロー型水素放電管から発生される真空紫外光を分光器に通過してライマン $\alpha$ 光のみを取り出し、UVS-Pと感度検定された光電子増倍管とに交互に入射し、両者のカウンタレートを比較することによってUVS-Pの感度を検定した。その結果UVS-Pのライマン $\alpha$ 光に対する感度は0.11cps/Rとなった。この値はMgF $_2$ 窓の透過率と光電子増倍管の量子効率から予想された値の約60%であるが、窓の透過率のパラツキを考慮すると妥当な値である。

4. UVS-G性能評価

国立極地研究所の真空チャンバーを利用してUVS-Gの性能評価試験を行った。測定項目はスペクトル分解能、分光波長範囲、感度、視野、迷光レベルである。測定データは現在解析中であり結果の詳細は講演で述べる。

5. FM設計

PMの性能評価試験結果をふまえてFMの設計見直しを行った。基本的な光学設計はPMもFMもほとんど同じであるが、重量削減のために多くの改良を施した。そのうちの主な項目をあげると、筐体の縮小、カバー・バッフル等のCFRP化、MCP・LISブラケットの形状変更、吸収セルの小型化、小型PMの採用、ブリーダ抵抗として厚膜抵抗の採用などである。しかし現状では1993年9月の重量集計時のUVS全重量と比較して約300g超過している。

その他、前出のMCP設計変更、A/Dコンバータの8ビット化、迷光対策を行った結果、FMの設計上は観測に要求される光学性能を実現している。

謝辞 UVS-Pの感度検定に際し施設を提供し有益な助言をして下さいました国立天文台の山口朝三先生に深く感謝いたします。



赤道帯雷放電分布解析システム

○八代宜洋、島倉信 (千葉大学)

System to estimate distribution of lightning discharge at the equatorial zone

Nobuhiro Yashiro and Shin Shimakura (Chiba Univ.)

Utility of the system to locate lightning discharge at equatorial zone is discussed propagation distance and azimuthal angle of Twecks are estimated from three electromagnetic components by this system. It may be very useful to investigate the height of lower ionosphere and the relationship between the distribution of lightning discharge at the equatorial zone and El Niño.

1. はじめに

Tweck空電の解析から赤道帯の雷の発生位置を測定できれば、伝搬路の平均電離層高度測定と合わせ太平洋上の広領域の電離層の擾乱を観測することが可能である。また空電による赤道帯における雷分布の観測はエルニーニョの発生との関連を調べる上でも重要と思われる。本解析システムは、1観測点において空電の電磁界3成分を観測し、到来方位、伝搬距離及び遮断周波数を測定し、雷の位置と平均電離層高度を算出するものである。

解析システムの有効性をシミュレーションと、1992年2月7日～1992年2月13日の沼田 (群馬県) 柿岡 (茨城県) で観測したTweck空電の解析から検討した。

2. 解析方法

本解析システムでは、まずTweck空電と疑似空電信号の位相比較からTweck空電を特徴づける遮断周波数、雷の発生時刻、および伝搬距離を推定する。次に、推定されたパラメータにより再び疑似空電を作成し、電磁場3成分それぞれの包絡成分のみを抽出し、各時刻の到来方位角を求め、雷の発生位置を決定する。

本報告では伝搬パラメータは正確に推定できるものとして、到来

方位角の推定システムについて詳しく検討する。

3. 推定例

図1は到来方位推定のシミュレーション結果である。到来方位150度の3成分の波形 (サンプリング周波数20kHz、信号継続時間20msec) に、信号の最大振幅の5%のノイズを加えたものである。図1に示すように、ほぼ正確に到来方位が推定できていることが分かる。

図2は観測データの到来方位を推定した結果の1例である。この結果と伝搬パラメータの伝搬距離から雷の発生位置を推定することになる。

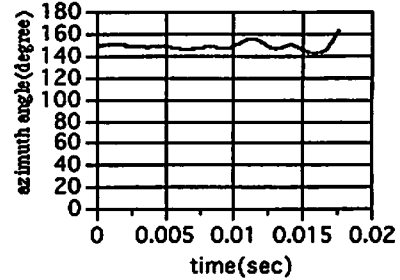


図1 シミュレーションでの到来方位推定の結果例

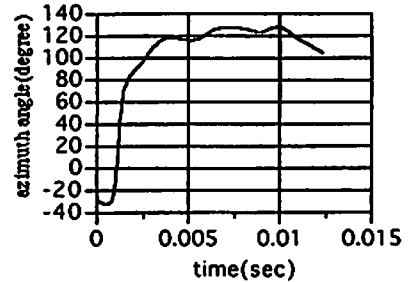


図2 観測データの到来方位推定の結果例

SESAME における中緯度成層圏での HNO<sub>3</sub>/NO<sub>y</sub>

\*杉田孝史・近藤 登・小池 真  
(名大太陽地球環境研究所)

F. Arnold (マックスプランク研究所、ドイツ)  
S. R. Kawa (NASA, GSFC)

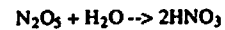
HNO<sub>3</sub>/NO<sub>y</sub> in the midlatitude stratosphere during SESAME  
\*T. Sugita · Y. Kondo · M. Koike (Nagoya Univ., STEL)  
F. Arnold (Max-Planck-Institut für Kernphysik, Germany)  
S. R. Kawa (NASA, Goddard Space Flight Center)

Stratospheric NO<sub>y</sub>, O<sub>3</sub>, and aerosols were measured on board balloons launched from Aire sur l'Adour (44°N), France on October 12, 1994 during the Second European Stratospheric Arctic and Mid-latitude Experiment (SESAME). On October 11, stratospheric HNO<sub>3</sub> was measured using the Ion-Molecule-Reaction Mass Spectrometry (IMR-MS) instruments. The O<sub>3</sub> profiles obtained on both days were in good agreement between 14 and 28 km, suggesting that these measurements were made in similar airmasses in this altitude region. The profile of HNO<sub>3</sub>/NO<sub>y</sub> generally agreed well with that calculated by a photochemical model, which includes the heterogeneous chemical reactions, integrated along back-trajectories from locations of the measurements.

SESAME 期間中の 1994 年 10 月 12 日にフランス、エール・スール・ラドゥール (北緯 44 度) において、NO<sub>y</sub>、O<sub>3</sub>、そしてエアロゾルの濃度が大気球によって成層圏の 34 km の高度まで測定された。このフライトの約 15 時間前には、HNO<sub>3</sub> の濃度が同じく大気球によって高度 30 km まで測定された。NO<sub>y</sub> は化学蛍光法、オゾン は ECC オゾンゾンデ、エアロゾルは光散乱式粒子測定器、HNO<sub>3</sub> はイオン分子反応質量分析計によって各々測定された。この 2 つの観測で得られた O<sub>3</sub> の高度分布は高度 14-28 km の範囲で非常に一致していた。このことはお互いの観測が、良く似た成層圏の空気塊中で行われたことを示している。したがって、力学的な影響を除いた上で、この時期の中緯度成層圏における HNO<sub>3</sub> の分配を定量的に理解することが

できる。観測時期は 1991 年のフィリピン、ピナトゥボ火山の噴火から既に 3 年 4 カ月が経っているが、半径 0.17 μm 以上のエアロゾル表面積の最大値は高度 15.5 km で約 2 μm<sup>2</sup>cm<sup>-3</sup>であった。

観測値の HNO<sub>3</sub>/NO<sub>y</sub> 比をエアロゾルの影響を含めて定量的に理解するために、Kawa et al. [1993, GRL] に記述されている数値モデル計算結果と比較した。まず、流跡線解析が観測点の北緯 44 度、西経 0 度から 10 日間遡って行われ、その流跡線上で NO<sub>y</sub> 内の分配が光化学モデルにより計算された。観測値の NO<sub>y</sub>、O<sub>3</sub>、エアロゾル表面積等は入力値として光化学モデルに組み込まれている。また、エアロゾルを無視した気相反応のみの場合も計算されている。観測値はエアロゾルを取り入れたモデル計算結果と良く一致しており、高度 20 km 以下で HNO<sub>3</sub>/NO<sub>y</sub> 比は 0.8 以上であった。一方、気相モデルのそれは同じ高度で 0.6 程度であり、観測値の HNO<sub>3</sub> の分配は、硫酸エアロゾルを介した、



の不均一反応によって増加していることが示された。また、高度 20 km 以上においては、HNO<sub>3</sub> の光解離係数が大きくなるにつれて観測値とモデルの HNO<sub>3</sub>/NO<sub>y</sub> 比は高度とともに低下し、29 km で 0.3 程度であった。

今回の観測から、特に 20 km 以下の下部成層圏においては、ピナトゥボ噴火後 3 年以上が経過しているにもかかわらず、観測値の HNO<sub>3</sub>/NO<sub>y</sub> 比は気相モデルのそれよりも 30 % 以上大きいことが見いだされた。このことは逆に NO<sub>x</sub>/NO<sub>y</sub> 比はエアロゾルの影響によって気相モデルよりも低下していると予測される。ピナトゥボ噴火後、長期にわたる下部成層圏での NO<sub>x</sub>/NO<sub>y</sub> 比の低下は、ClO<sub>x</sub> や HO<sub>x</sub> に影響を与え [Wennberg et al., 1995, Science]、さらにはそこでの O<sub>3</sub> にも影響すると考えられる。

赤道波動に伴う成層圏・対流圏大気交換の観測

藤原正智、北和之、\*小川利雄

東京大学大学院理学系研究科 地球惑星物理学専攻

\* (株)宇宙開発事業団 地球観測データ解析センター

AN OBSERVATION OF THE STRATOSPHERE-TROPOSPHERE EXCHANGE ASSOCIATED WITH THE EQUATORIAL WAVE

Masatomo Fujiwara, Kazuyuki Kita, and Toshihiro Ogawa\*

Department of Earth and Planetary Physics, University of Tokyo, Tokyo 113, Japan

\*also Earth Observation Research Center,

National Space Development Agency of Japan (NASDA), Tokyo 106, Japan

Ozone sounding at Watukosek (7°34'S, 112°38'E), Indonesia, since May 1993 often show large ozone enhancements in the upper troposphere, altitudes 12-16 km, between May and August. An intensive observation made in May and June 1995, which launched 12 ozonesondes at Watukosek and more than one rawinsonde per day at Bandung (6°54'S, 107°35'E, 600 km westward from Watukosek) revealed a signature of the enhancement that occurred for about a week [Figure 1]. The air with the ozone mixing ratio of 40 ppbv, which is the mean value of the tropopause level at this station, reached as low as 13 km, though the tropopause height defined by minimum temperature was 17-18 km all through the period. The discrepancy between the isolines of ozone [Figure 1] and the isentropes observed by rawinsondes at Bandung [Figure 2] indicates that the stratospheric ozone was irreversibly transported into the troposphere.

The transport correlated with the equatorial Kelvin waves in the lower stratosphere. The data analysis shows: (1) The tropopause height defined by  $N^2 = 2 \times 10^{-4} s^{-2}$ , where  $N$  is the Brunt-Väisälä frequency, is modulated probably by the Madden-Julian oscillation, (2) the equatorial Kelvin waves enter into lower altitudes when the tropopause defined by  $N^2$  descends, and (3) the ozone-rich stratospheric air is transported into the upper troposphere due to the downward winds. The seasonality of the phenomena that occurs between May and August can be explained by the modulation of  $N^2$ . Although the detailed mechanism of irreversible transport across the 'tropopause' has not been established yet, our present result suggests that the planetary-scale atmospheric waves might have an important role in the tropics as well as in the extratropics.

Acknowledgment. The rawinsonde data taken at Bandung were provided by Prof. Toshiyuki Tsuda at Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University, Japan.

Watukosek

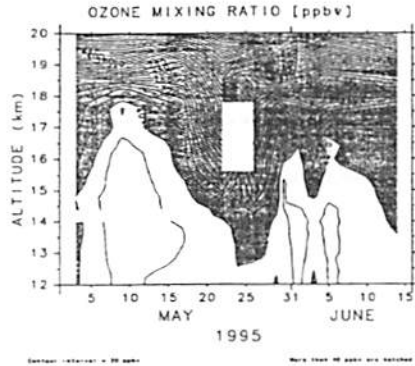


Figure 1. Time-height cross section of ozone mixing ratio in the upper troposphere and lower stratosphere at Watukosek during the campaign period. Observations were made on May 3, 9, 17, 22, 24, 26, 29, 30, June 1, 3, 5, and 14. Regions more than 40 ppbv are hatched.

Bandung

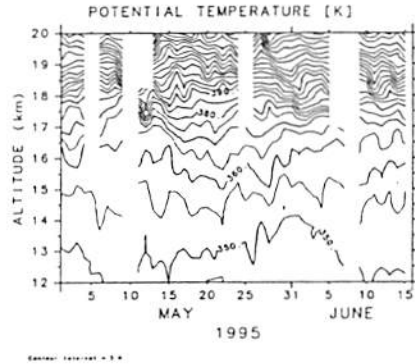


Figure 2. Same as Figure 1 but for potential temperature at Bandung. The data obtained at A.M.7:00 are used.

車載型Sバンド境界層レーダーの開発

\*山本 真之<sup>1</sup>・橋口 浩之<sup>1</sup>・佐藤 亨<sup>2</sup>・山本 衛<sup>1</sup>  
深尾 昌一郎<sup>1</sup>・磯村 昭彦<sup>3</sup>・芝野 穰三<sup>3</sup>

(1: 京大超高層, 2: 京大工学部, 3: 住友電気工業 (株))

Development of a transportable S-band Boundary Layer Radar

\*M. Yamamoto<sup>1</sup>, H. Hashiguchi<sup>1</sup>, T. Sato<sup>2</sup>, M. Yamamoto<sup>1</sup>, S. Fukao<sup>1</sup>, A. Isomura<sup>3</sup>, and Y. Shibano<sup>3</sup>

( 1: RASC, Kyoto Univ., 2: Dept. of Electr. Eng., Kyoto Univ., and 3: Sumitomo Electric Industries, LTD. )

We have been developing a new transportable S-band Boundary Layer Radar (BLR) to observe height profiles of three-components of the wind velocity vector in the lower troposphere, including the planetary boundary layer. This radar consists of a phased array antenna, a transmitter/receiver unit, and a data processing unit. All of the radar system is loaded on a small truck to easily move the radar.

はじめに 京都大学超高層電波研究センターでは、1992年に惑星境界層を含む下部対流圏の3次元風速プロファイルを連続観測可能なLバンド境界層レーダーの開発に成功し、その後それを用いてインドネシアで連続観測を行なっている。さらにフェーズド・アレイ・アンテナを用いた境界層レーダーを開発し、現在国内において最終調整中である。本報告では移動観測を簡便に行なう事を目的として現在開発中の、「車載型Sバンド境界層レーダー」について紹介する。

レーダーの構成 本レーダーはアンテナ、送受信機、データ処理装置及びレーダー搭載用のトラックから構成される(図1)。アンテナ部には直径1mのフェーズド・アレイ・アンテナを用いており、ビームを天頂及び天頂角15°で東西南北の5方向に走査可能である。送信機のピーク出力は500Wであり、パルス圧縮が可能な構成となっている。データ処理装置はワークステーションとDSPから構成される。DSPではパルス圧縮の復号・コヒーレント積分処理等を行ない、FFT・インコヒーレント積分・風速推定処理等はワークステーションで行なう。観測と並行して、ワークステーションでデータをクイックバックする機能も持たせる予定である。

レーダーの特徴 本レーダーの特徴は次の通りである。

- 送受信周波数に従来のLバンドよりも高いSバンド(3.05GHz)を用いて、アンテナの小型化を行なっている。
- フェーズド・アレイ・アンテナを用いてビーム方向を電子的に切り替えることで、パルス毎(最小25μs毎)にビーム方向の切り替えができ、ビーム間での観測の同時性を高めている。
- 双対ビームを形成するため、風速水平モーメントの鉛直フラックスを高精度で測定できる。
- 距離分解能を悪化させることなくS/Nを向上させるため、境界層レーダーとしては初めて本格的にパルス圧縮技術を用いる。従来のパルス圧縮ではパルス長に対応する高度以下の復号ができなかったという問題があったが、最近開発された方法を用いることで低高度からのデータ取得を可能とする。
- トラックに搭載し、容易に移動観測を行うことができる。

まとめ 本レーダーは、既にシステムの概念設計は終了しており、現在各部の製作を進めている。今年度中に全システムが揃い、来年度初めから試験観測を開始できる予定である。

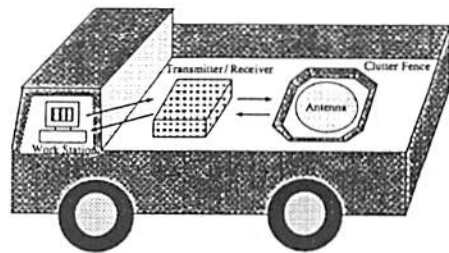


図1: 車載型Sバンド境界層レーダーのシステム構成。

3 台の境界層レーダーと MU レーダーを用いた同時観測実験

橋口 浩之<sup>1</sup>・深尾 昌一郎<sup>1</sup>・山本 衛<sup>1</sup>・大野 裕一<sup>2</sup>  
M. F. Larsen<sup>3</sup>・R. D. Palmer<sup>4</sup>

( 1: 京大超高層 2: 通信総研 3: 米国 Clemson 大学 )  
4: 米国 Nebraska Lincoln 大学

Simultaneous observations with three boundary layer radars and the MU radar

°H. Hashiguchi<sup>1</sup>, S. Fukao<sup>1</sup>, M. Yamamoto<sup>1</sup>, Y. Ohno<sup>2</sup>,  
M. F. Larsen<sup>3</sup>, and R. D. Palmer<sup>4</sup>

( 1: RASC, Kyoto Univ. 2: CRL 3: Clemson Univ. )  
4: Univ. of Nebraska Lincoln

We have been conducting simultaneous observations with three boundary layer radars (BLR) and the MU radar since May 1996. Three BLRs were transported to and installed at the MU Observatory and around there in Shigaraki. We plan to make measurements of gradients in the wind field (divergence, vorticity, deformation, etc.) in the planetary boundary layer by using three BLRs.

はじめに 我々は境界層レーダー (BLR) を用いて、惑星境界層内の大気運動や乱流強度などの観測を行ってきた。境界層レーダーによる観測データは高度・時間分解能に優れるという特徴を持つが、観測領域がレーダー上空に限られるため水平勾配などの情報を得ることはできない。一方、境界層レーダーを複数台使用すれば風速場の水平勾配の情報を得ることができ、大気運動の収束・発散・渦度などの推定が可能になると考えられる [SCIALOM AND LEMAITRE, 1994]。そこで、1996 年 5 月に、3 台の境界層レーダーと MU レーダーを用いた日米協同観測実験を開始した。

実験の概要 本観測キャンペーンでは、図に示すように、米国 Clemson 大学の所有する BLR を MU 観測所内に、郵政省通信総合研究所 (CRL) 及び (株) 関西総合環境センター (KEEC) の所有する BLR をそれぞれ

その北西側と西側に搬入・設置した。3 台の BLR はそれぞれ 1.5km 程度の距離を取り、三角形に配置した。本年 5 月末から 7 月初めまで BLR3 台による連続観測を行い、その後は Clemson-BLR と CRL-BLR による 2 台で 9 月中旬まで連続観測を行う。この間 MU レーダーとの同時観測も延べ 20 日間程度行い、大気境界層の現象が対流圏大気運動に与える影響についても調べる計画である。

レーダー設置当初、周囲の山や建物、また自動車などからのクラッターエコーが非常に強かったが、レーダーの周囲に簡易な電波遮蔽フェンスを設置したことで、それはかなり改善された。CRL-BLR と KEEC-BLR が同一の送受信周波数を用いており、当初電波干渉の影響が心配されたが、これも上記のフェンス設置前は時々干渉の影響がみられたが、フェンス設置後は両レーダーによる干渉の問題は生じなかった。まとめ 境界層レーダーは 3 台とも大きなトラブルもなく現在まで順調にデータを取得している。講演では観測結果についても速報的に紹介する予定である。

謝辞 KEEC-BLR の使用にあたり、(株) 関西総合環境センター 生野元昭氏に大変お世話になりました。ここに感謝の意を表します。

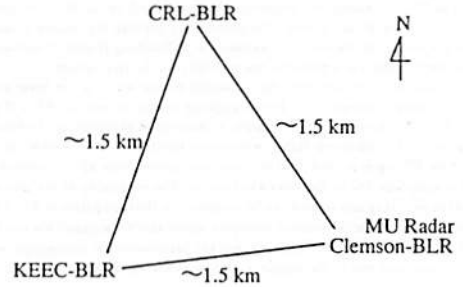


図. 各レーダーの配置。

MU レーダー・境界層レーダーによる台風 9426 号の観測

°深瀬美紀<sup>1</sup>・山中大学<sup>2</sup>・柴垣佳明<sup>1</sup>・  
橋口浩之<sup>2</sup>・前川泰之<sup>1</sup>・深尾昌一郎<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>大阪電通大 <sup>2</sup>京大超高層)

Simultaneous Observations of Typhoon 9426 (Orchid) by the MU and Boundary Layer Radars

°M. Fukase<sup>1</sup>, M. D. Yamanaka<sup>2</sup>, Y. Shibagaki<sup>1</sup>,  
H. Hashiguchi<sup>2</sup>, Y. Maekawa<sup>1</sup> and S. Fukao<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Osaka Electro-Commun. Univ., <sup>2</sup>RASC, Kyoto Univ.)

We have observed three-dimensional wind velocities of Typhoon 9426 (Orchid) by the MU radar (MUR) at Shigaraki, Shiga prefecture on September 29-30, 1994, and reported the detailed wind structure of the typhoon in the previous meeting. It has been also observed by using BLR, which has the good time and height resolutions almost equal to MUR, at Sakai, Osaka prefecture. We estimated tangential and radial winds in the front of the typhoon from BLR data, and compared them to the MUR results. We concluded that the structure of the typhoon was kept up even after landing at the Kii peninsula, although the typhoon strength became somewhat weak.

序論

MU レーダー (MUR) や境界層レーダー (BLR) による一点観測から台風の構造風の解析を行う際には、台風の軸対称分布を仮定することによって、台風中心の移動経路の情報を用いて時系列データを台風中心からの距離のデータに変換することが有効である。前回は、信楽 MU 観測所 (34°51'N, 136°06'E) の地上気象観測データから台風 9426 号が観測所上空を通過した時刻を決定し、MU レーダー観測に基づく中心付近 (半径 60km 内) の接線風速の解析結果について報告した (深瀬他, 96 年春)。本報告では、関西電力堺港発電所 (34°56'N, 135°44'E) 設置の BLR によって観測された台風中心から距離約 40km 以上の高度約 1~4.5km のデータ解析結果について述べ、前回報告した MU レーダー観測結果と比較する。

接線風・動径風の解析結果

台風前面 40~240km における接線風、動径風の中心距離・高度分布をそれぞれ図 1, 2 に示す。図 1 より、接線風は全体に反時計まわりであり、その大きさは 100km あたりをピークにそこから離れるにしたがって小さくなるのがわかる。図 2 より、動径風速は

高度約 2km 以下で吹き込み、それ以上の高度で吹き出しになっている。中心距離 50km 内では全高度にわたって吹き込みになっている。中心距離 50~80km の高度約 2km 以上におけるデータの欠損は、その領域に雨雲が存在しなかったためと考えられる。

MUR データと BLR データとの比較

MUR と BLR の時間・高度分解能は、それぞれ 2 分・150m と 1 分 30 秒・100m である。接線風速は、MUR データにおいても中心距離約 40km から中心に近づくにつれて風速が小さく、約 40km 以上では上層ほど風速が小さくなっており、両者に同様な傾向がみられた。MUR データによる動径風速の解析結果は、台風後面において全高度で吹き出しがみられており、台風自身の移動速度を正しく除けていない可能性があるが、前面を比較すると、ほぼ同じ高度約 3km 以上に吹き出しがみられた。また、MUR データのほうが風速は小さいが、高度とともに減少している様子もみられた。

まとめ

今回の BLR 観測によって得られたデータは、高度約 4.5km までであるものの、MUR とは異なる地点における MUR と同等の高分解能データである。台風前面において両者に良い対応がみられたことから、上層に伴う衰弱はあるものの、その構造は十分保たれていたと考えられる。また、MUR と BLR では台風内の異なる鉛直断面を観測しているため、MUR データの解析を行う上で課題となっている動径風の非軸対称化やレインバンド構造などについても考察し、発表する予定である。

謝辞

BLR 観測データを提供頂きました、関西電力 (株) 総合技術研究所 嶋吉淑彦氏、(株) 関西総合環境センター 生野元昭氏に感謝致します。

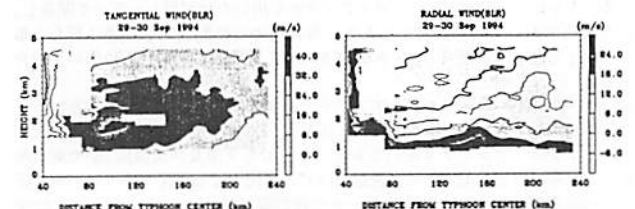


図 1 接線風速 (台風前面) の中心距離・高度分布。風速の正・負はそれぞれ反時計まわり・時計まわり成分を示す。

図 2 動径風速 (台風前面) の中心距離・高度分布。風速の正・負はそれぞれ吹き込み・吹き出し成分を示す。

寒冷渦南側のMUレーダー観測結果のウェーブレット解析  
 下舞豊志・山中大学・深尾昌一郎  
 (京大・超高層)

Orthonormal wavelet analysis of Gravity Waves near the Cold Vortex Observed by the MU radar

°T. Shimomai, M. D. Yamanaka and S. Fukao  
 (Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University)

The southern side of a cold vortex was observed by the MU radar just before the Baiu season in 1995. Gravity waves in the tropopause region above the cold vortex are found in the same observational period. We have applied an orthonormal wavelet analysis to the data observed with the MU radar during the same observational period.

1995年5月29日～6月2日にかけて、MUレーダーによる寒冷渦中心の南側の観測が行われ、気象庁レーゾンデ観測・客観解析データよりジェット気流の蛇行に伴う複雑な渦南側構造について報告がされている[柴垣他、前回]。また、1991年に行われた3週間連続観測データのウェーブレット解析結果から、観測された内部重力波が時間的にも高度的にも局在していること、圏界面高度付近で重力波の波長が短くなるほど上方で振幅が最大となるという事実を報告した。本研究では寒冷渦観測期間におけるMUレーダー観測データの圏界面より上に着目して、その鉛直ウェーブレット解析を行った結果について報告する。

寒冷渦は高度8km以下の領域で存在しており、ジェット気流は寒冷渦より小さいスケールで蛇行していることが報告されている[柴垣他、前回]。同期間におけるMUレーダー観測結果の東西・南北風データにおいて寒冷渦の上側には時間とともに位相の下りる規則的な風速変動が見られ、重力波の存在が示唆される。この重力波は観測期間を通じて顕著に見られる。

このデータに対して鉛直ウェーブレット解析を行い、それぞれの成分の時間平均を図1および図2に示す。図1の寒冷渦通過前には圏界面付近には係数の

大きなピークは見られないが、図2の寒冷渦通過中には1991年の連続観測同様に圏界面高度付近で係数が最大となるという傾向が見られた。このピークは観測期間後半、すなわち寒冷渦中心通過後に顕著に見られることから、寒冷渦と重力波の変動度の関連性が示唆される。講演ではその変動度および平均風との関連についても述べる予定である。

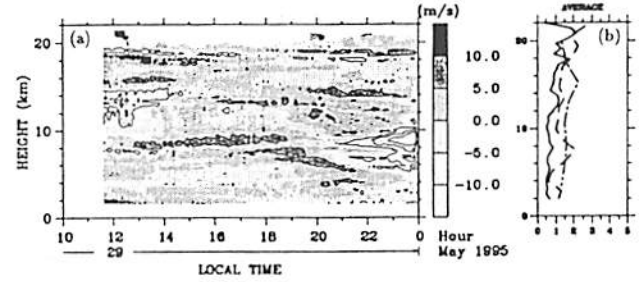


図1. 1995年5月29日のMUレーダーによる(a)南北風速の時間・高度変化、および(b)その鉛直ウェーブレット解析結果。実線、破線および一点鎖線はそれぞれ鉛直波長約1, 2, 4kmのウェーブレット成分を表す。

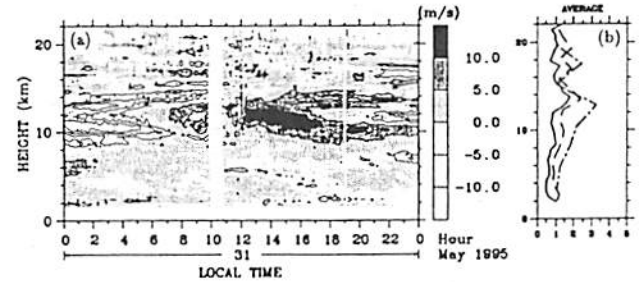


図2. 1995年5月31日のMUレーダーによる(a)南北風速の時間・高度変化、および(b)その鉛直ウェーブレット解析結果。実線、破線および一点鎖線はそれぞれ鉛直波長約1, 2, 4kmのウェーブレット成分を表す。

MFレーダーにおける干渉計法の水平風速推定精度に関する研究

°田原 志浩、山本 衛、深尾 昌一郎  
 (京都大学 超高層電波研究センター)

Study of Estimation Error of Horizontal Wind Velocities Observed by Spaced Antenna Technique with MF Radars

°Y. Tahara, M. Yamamoto, and S. Fukao  
 (Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University)

On Medium Frequency (MF) radars the Spaced Antenna (SA) technique has been commonly applied to estimate wind velocities. We have studied the estimation error of the SA technique with MF radars by using computer simulations. The SA technique has showed better performance than the Doppler technique with typical parameters of the Adelaide MF radar.

大気レーダーにおける3次元風速推定法は、複数方向にビームを向けて散乱電波のドップラー偏移により風速を決定するドップラー法と、複数の受信アンテナを設けて受信時系列の相互相関から風速を決定する干渉計法に大別される。高度60-100kmを観測するMFレーダー(周波数2MHz帯)においては、ドップラー法に比べて小さなアンテナで十分であることから干渉計法が一般的に用いられている。干渉計法については系統誤差に関する研究が数多くなされているが、ランダム誤差についての議論は充分には行われていない。本研究では1次元計算機シミュレーションを用いることにより干渉計法の水平風速推定精度を評価し、MFレーダーの風速推定について検証を行った。なお、風速推定法としてはFCA(Full Correlation Analysis)を用いた。

シミュレーションは簡単のため空間1次元、雑音を含まない条件のもとで行った。アンテナで受信されるべき時系列データを擬似的に作成し、その時系列データから計算される相関関数にモデル関数をフィッティングすることにより風速を決定する。同一パラメータでゆらぎのみ異なるデータに対して風速推定を行い、求めた風速推定値の分布から推定精度を求めた。

図1は代表的なMFレーダーであるアデレードMFレーダーによる中間圏観測の典型的なパラメータを用い、水平風速uのみを変化させた場合の水平風速推定精度εuの変化を示す。一方、アデレードにおいてはMFレーダーによ

るドップラー観測も可能であり、ドップラー法については既に推定精度を表す式が示されている<sup>2)</sup>ので、本研究ではそれを用いて干渉計法との比較を行った。風速uが大きくなると、ドップラー法ではビーム・ブロードニング効果により推定精度が悪化するが、干渉計法については良くなっている。したがって、平均風速が30~70ms<sup>-1</sup>程度である中間圏観測では、特に風速が大きい場合干渉計法の方が優れていることがわかる。

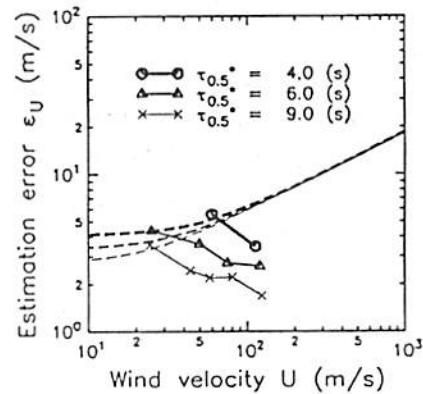


図1: 水平風速uに対する水平風速推定精度εuの変化。実線は干渉計法、破線はドップラー法を示す。干渉計法の受信アンテナ間距離は200m、散乱波の地上の干渉パターンは300m、観測時間は約2分。また、相関時間τ0.5\*は乱流強度に相当し、τ0.5\*が小さいほど乱流が強い。

参考文献

- 1) Holdsworth D. A., and I. M. Reid, *Radio Sci.*, 30, 1263-1280, 1995.
- 2) Yamamoto M., T. Sato, P. T. May, T. Tsuda, S. Fukao, and S. Kato, *Radio Sci.*, 23, 1013-1021, 1988.

温度による対流圏・下部成層圏の

温度・風速プロファイルの観測

・尾立 樹泰<sup>1</sup>・津田 敏隆<sup>1</sup>・増田 悦久<sup>2</sup>・有川 佳宏<sup>1</sup>・山本 喜昭<sup>1</sup>

(1: 京大超高層 2: 通総研)

Temperature and Wind Velocity Profiling in the Troposphere and Lower Stratosphere with RASS

・T. Adachi<sup>1</sup>, T. Tsuda<sup>1</sup>, Y. Masuda<sup>2</sup>, Y. Arikawa<sup>1</sup>, and Y. Yamamoto<sup>1</sup>

(1: RASC, Kyoto Univ. 2: CRL)

We have been developed a RASS (Radio Acoustic Sounding System) with the MU radar for about ten years. Height coverage of RASS has been remarkably improved by using flexible beam steerability of the MU radar, high power acoustic transmitters, and real-time ray-tracing of transmitted acoustic waves. Recent RASS observations proved to be capable of continuous profiling of temperature and three components of wind velocity over tropopause with a few minute interval.

はじめに RASS (Radio Acoustic Sounding System) は、地上から発射した音波の伝搬速度をレーダーで測定し、大気温度を導出するリモートセンシング法である。京都大学超高層電波研究センターは、郵政省通信総合研究所と共同で1985年よりMUレーダーを用いたRASS(MUレーダー/RASS)の開発を進めた結果、夏季に高度1.5km~対流圏界面に至る温度及び風速3成分プロファイルの連続観測が可能となった。本講演では、高高度にわたるRASS観測を行う上で必要な技術を解説し、最新の観測結果を紹介する。

MUレーダー/RASS RASS観測で音波面からの散乱電波(RASSエコー)を受信するためには、音波面とアンテナビームが直交すること(直交条件)及び、音波波長がレーダー波長の1/2となること(ブラッグ条件)が必要である。音波面は背景の温度・風速プロファイルの影響を受けて形状を変えるため、直交条件を保って連続観測を行うことは従来困難であったが、観測から得られた温度・風速プロファイルを与えて音波のレイトレイシングを実行し、アンテナビーム方向や音源の配置を選択することで、直交条件を満たすことが可能となった。1995年度に140dB(96Wm<sup>-2</sup>)の音圧を発生する高出力音源を14台設置し、音源の配置をさらに精密に設定できるようにすることで、低気圧の接近や前線の通過といった背景場が急激に変化する状況下でも観測の時間連続性を保つことが可能となりつつある。一方、ブラッグ条件を満たすためには、対流圏で高度とともに減少する音速に対応して、使用する音波周波数を変化させる

必要があるが、周波数掃引した音波を用いることで高高度にわたる観測が可能になっている。

観測結果 図(a)に1996年7月12日0947-0948 LTに得られた温度・風速プロファイルを用いて音波のレイトレイシングを行った結果を示す。なお、音源はレーダーの中心から方位角330°方向へ60m離して設置している。直交条件を満たす領域は方位角270°方向に分布し、アンテナビームの天頂角は高度5km付近で約30°、高度15km付近で約20°が適切であることがわかる。図(b),(c)は同日0949-0950 LTにMUレーダー/RASS観測で得られたRASSエコーのドップラースペクトルの高度プロファイルを示す。アンテナビームの天頂角が28°の(a)では、高度10km以下で強いエコーが得られるが、それ以上ではエコー強度が急速に減少し、到達高度は12kmに留まっている。一方、ビームの天頂角が22°の(b)では、高度18.5kmに達するエコーが得られている。音波のレイトレイシングの結果はこれらと良く一致しており、RASS観測において直交条件が重要であることがわかる。対流圏界面にわたる連続観測を行うには、時々刻々変化する直交条件を満たすように、アンテナビーム方向を約5°の精度で走査することが必要であるといえる。本講演ではさらに、下部成層圏に至る高時間分解能の温度・風速プロファイルから下部対流圏と対流圏界面付近における大気波動特性について考察する予定である。

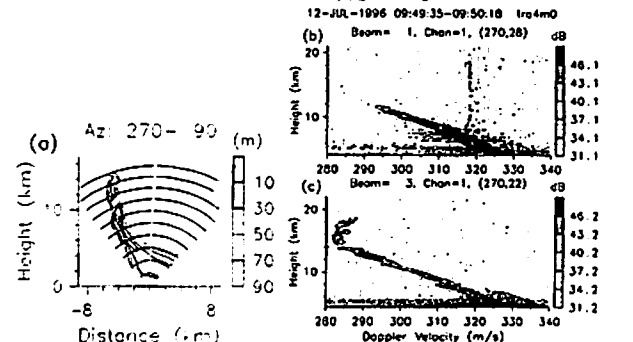


図 (a) 音波のレイトレイシングから得られた音波面の東西-鉛直断面。濃淡が濃いほど直交条件をよく満たしている。(b),(c) 1996年7月12日0949 LTにMUレーダー/RASS観測で得られたRASSエコーのドップラースペクトル。

MUレーダーによる

夏期中間圏散乱エコー層の日出時観測

・村岡良和 (兵庫医大・物理)

杉山卓也, 深尾昌一郎

(京都大学超高層電波研究センター)

MU radar observation of summer mesospheric echoes at sunrise

Y. Muraoka (Hyogo College of Medicine)

T. Sugiyama and S. Fukao (RASC, Kyoto University)

Observation of the summer mesospheric echoes has been carried about for three days before and after sunrise with the MU radar at Shigaraki (34.9°N, 136.1°E). In the first day a strong echo layer has been seen around 80 km from the very beginning of this observation, when it was still dark at mesospheric heights. This suggests that the mesospheric echo can exist even though the electron density is low in the D-region. These echoes were also seen in the next day when the echo intensity became much weaker on the whole.

MUレーダーを利用した中間圏の観測では、層状の強い散乱エコーが季節には関係なく観測することが知られている。このようなエコー層が出現する機構に、電離圏D領域の自由電子密度の変動が関与していることは間違いないが、中性大気の乱流構造との関係はいまだによく理解されていない。もし、電子密度やその鉛直勾配がその出現に大きな要因を占めているとすれば、D領域の電子密度は大きな日変化を示すので、エコー層の発生もその制約を受けているはずである。実際、中層圏での中間圏エコーは日中に観測されることが多く、電子密度が下がる夜間には出現しないものと考えられてきた。このような議論からすると、当然電子密度が大きく変化する日出時においてエコー層の形態がどのように変化するかという疑問が生じてくる。この疑問を解明するために、電子密度の変化が最も急激であると思われる夏期の日出時に、MUレーダーを用いて中間圏の観測を行ったので、その結果を報告する。

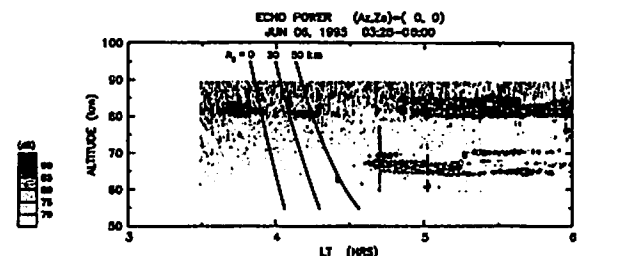


Fig. 1

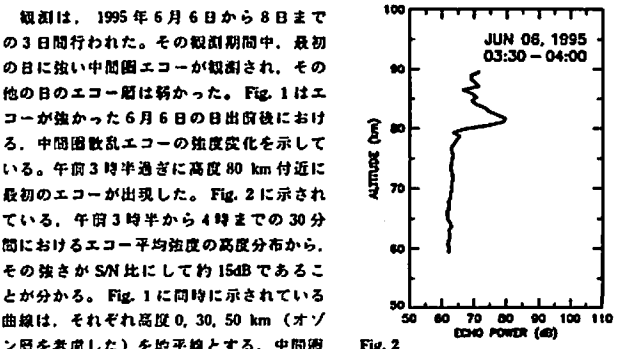


Fig. 2

観測は、1995年6月6日から8日までの3日間行われた。その観測期間中、最初の日に強い中間圏エコーが観測され、その他の日のエコー層は弱かった。Fig. 1はエコーが強かった6月6日の日出前後における、中間圏散乱エコーの強度変化を示している。午前3時半過ぎに高度80 km付近に最初のエコーが出現した。Fig. 2に示されている、午前3時半から4時までの30分間におけるエコー平均強度の高度分布から、その強さがSN比にして約15dBであることが分かる。Fig. 1に同時に示されている曲線は、それぞれ高度0, 30, 50 km (オゾン層を考慮した)を地平線とする、中間圏での夜明けの時刻を表している。この曲線上の高度に対応する時刻に、その高度で夜明けが始まるので、最初に現れたエコー層はその高度での夜明け前、すなわちD領域の電子密度が最も低いときに、すでに出現していることになる。この観測が始められたのは03時28分からであり、それ以前にエコー層が存在していたかどうかは、いまとなっては不明であるが、この結果は少なくとも中間圏エコーが電子密度の低い時期にすでに出現していることを示している、このことの物理的意味については講演時に議論する予定である。

**D42-17 流星レーダー・MFレーダーによるインドネシア赤道域での中間圏・下部熱圏の平均風と潮汐波の長期観測**

中村 卓司、大西 一範、津田 敏隆、  
(京都大学・超高層電波研究センター)  
H. Wiryo Sumarto (LAPAN, Indonesia),  
SriWoro B. H. (BPPT, Indonesia),  
R. A. Vincent, and I. M. Reid (Univ. Adelaide, Australia)

Long period observations of the equatorial mean winds and tides in the mesosphere and lower thermosphere over Indonesia using the meteor and MF radars.

T. Nakamura, K. Onishi, T. Tsuda,  
(Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University)  
H. Wiryo Sumarto (LAPAN, Indonesia),  
SriWoro B. H. (BPPT, Indonesia),  
R. A. Vincent, and I. M. Reid (Univ. Adelaide, Australia)

In this paper, mean winds and tides observed by the Jakarta meteor radar between November 1992 and October 1995 are reported, as well as some comparison of the wind fields observed at Jakarta (6°S) and Pontianak (0°N). Strong year to year variations are found both zonal mean winds and diurnal tides.

京都大学超高層電波研究センターではインドネシア航空宇宙庁(LAPAN)と技術評価応用庁(BPPT)との協同で、ジャカルタ郊外のスルボン(6°S, 107°E)に大気レーダー観測所を設置、流星レーダーによる中間圏・下部熱圏観測と境界層レーダーによる大気境界層の観測を1992年11月より継続して継続しており、すでにほぼ4年にわたるデータを蓄積している。これまで、赤道域の特徴ある現象として顕著な中間圏半年周期振動(MSAO)や強い1日潮汐波や2日周期波、高速ケルビン波などを捕らえて来た。[Tsuda et al., JMSJ, 1995, Tsutsumi et al., JGR, 1996]。また、昨年11月からは赤道直下(緯度0度)のボンティアナにおいてLAPANおよびアデレード大との共同研究としてMFレーダーを設置し連続観測を行なっている。本講演では、92年11月より3年間の主にジャカルタ

での平均風と1日周期、半日周期大気潮汐波について特に年々変動に着目して報告する。

この高度領域の平均東西風は、すでに報告されているとおり高度80-90kmにおいて3月、9月を中心に西向き風、6月、12月を中心に東向き風というSAOを示しているが、1993年3月及び1995年3月には1ヵ月平均風で50m/sという強い西向き風に対して、1994年3月には20m/sに達せず、大きな年々変動を示している。南北風は強度10m/s以下で夏半球から冬半球に向かって流れる1年周期振動を示すが、年平均は南向きである。93年1月には北向き風は10m/sを越すが他の年は弱くなっており、やはり年々の変動を示している。とくに東西風の変動は、太平洋上のクリスマス島のMFレーダー(2°N, 157°W)やHRDI/UARSの観測などにも同様の変動が観測されており、準2年周期振動を示すものと考えられる。

低緯度域では伝搬性の1日周期潮汐波が強くなることが予想されるが、ジャカルタでの3年間の観測でも、ほぼ全期間を通じて1日周期潮汐波が卓越している。31日データへの正弦波フィッティングで南北風で20m/s程度、東西風でそれより少し弱い振幅である。振幅は、93年、95年が強く、94年は全体に弱くなっている。伝搬性のS(1,1)モードは春分、秋分に強くなると報告されているが、ジャカルタでは他の月に大きくなることも多く、鉛直波長も複雑な年周変化と年々変動を示す。半日周期潮汐波は、両方向成分とも概して10m/s以下で年周変化は比較的是っきりしており、年々変動も小さく、これまでの潮汐モデルによる構図から大きく離れない。

以上のようにジャカルタ流星レーダーの長期観測から、赤道域特有のSAO、伝搬性の1日周期潮汐波などとそれらの年々変動が顕著に観測され、とくに、準2年周期振動との関連が示唆された。また、UARS/HRDIなどの昼間のグローバルな風系の緯度構造をもとに解析した潮汐と比較してジャカルタでの観測は複雑な年周変化、年々変動を示しており、赤道域中間圏・下部熱圏が下層大気から伝搬する波動による運動量輸送の影響を大きく受けている事が考えられる。これらの大きな年々変動は、年周変化を基本とするこれまでの潮汐モデルや大気モデルの構築の妥当性を問うおすものである。講演では、ボンティアナとジャカルタでの風系の比較についても紹介する予定である。

**D42-18 内之浦におけるパイパー/チャフ実験とレーダーとの中間圏・下部熱圏風速の比較観測**  
一 過去のチャフ実験データを用いた解析

村山 泰啓<sup>1</sup>、五十嵐喜良<sup>1</sup>、西幸田一三<sup>1</sup>、  
H.-U. Widdel<sup>2</sup>、K. Schlegel<sup>2</sup>、小山孝一郎<sup>3</sup>、  
津田敏隆<sup>4</sup>、中村 卓司<sup>4</sup>、深尾昌一郎<sup>4</sup>、S. P. Namboothiri<sup>5</sup>  
1. 通総研 2. 独MPAE 3. 宇宙研 4. 京大超高層 5. 国立環境研

Comparative observation of foil-chaff winds at Uchinoura, Japan, with ground-based radars in the MLT region - wind analysis of previous foil-chaff experiment data -

Y. Murayama<sup>1</sup>, K. Igarashi<sup>1</sup>, I. Nishimuta<sup>1</sup>,  
H.-U. Widdel<sup>2</sup>, K. Schlegel<sup>2</sup>, K.-I. Oyama<sup>3</sup>,  
T. Tsuda<sup>4</sup>, T. Nakamura<sup>4</sup>, S. Fukuo<sup>4</sup>, S. P. Namboothiri<sup>5</sup>  
1. CRL 2. MPAE 3. ISAS 4. RASC, Kyoto Univ. 5. NIES.

Data analysis is done for foil-chaff winds at altitudes of 80-100 km obtained from experiments in France 1990 (part of DYANA) to know details of the chaff data treatment and chaff flight behavior, which will be useful for our planned foil chaff experiments at KSC, Uchinoura in January 1997. The purpose of the KSC experiments includes the comparison of the in-situ wind with the Yamagawa MF radar and MU radar winds to contribute to the world-wide controversy on the MF radar wind measurement in the lower thermosphere (~100-90 km). Calculating vertical wavenumber spectra (right panel of Fig. 1), winds from the French data through this analysis are found to show possible wave-induced wind perturbations at least for  $\lambda_z > \sim 1$  km, while smaller scale fluctuations may be noise probably because of error in radar tracking of the chaff cloud.

はじめに 中間圏・下部熱圏(MLT)領域の風速を精密に直接観測する手段の一つとして、観測ロケットからのチャフ散布がある。われわれは1997年1月に内之浦におけるチャフ実験の計画を進めており、京大MUレーダー・通総研山川MFレーダー(MFR)とともに比較観測を行い、MFRの風速に関する環流や重力波・乱流構造等の研究を行う予定である。しかしチャフ実験は日本で初めての試みであり、解析手法や特性を事前を知るためヨーロッパでのチャフ実験データを入手して解析を始めた。

フランスにおけるチャフ実験データ 入手したのはBiscarrosse(44°N)での1990年1月15, 18日、2月1, 5, 8, 20日に計9回のチャフ実験の生データ(10Hzサンプリング)である。チャフの水平位置を高度間隔100mごとに平均した後時間微分して得た風速と鉛直波数スペクトルの例を図1に示す。少なくとも鉛直波長 $\lambda_z \geq$ 数kmの風系の鉛直構造が示唆されるが、小規模変動は位置誤差等に起因すると思われる。スペクトルの $\lambda_z > \sim 1$  kmの成分は飽和重力波モデルと一致し、少なくともこの解析方法では鉛直波長 $> 1$  kmで風速推定の正しいことが示唆される。

内之浦におけるチャフ実験計画とMFレーダー・MUレーダーとの比較 MFRはMLT領域の水平風速測定のために世界的に観測網の充実がはかられているが、近年、他の観測機器との比較から~90 km以上の高度の風速推定について議論が起きている。われわれは内之浦において、MFRの観測条件の異なる昼と夜に2回づつのチャフ実験を行って比較観測する予定である。山川MFRは内之浦から西方約50 kmと近い距離で協同観測し、またこの高度の卓越重力波の水平波長は数百-数千kmオーダーであるため、北東約600 kmのMUレーダーの同時観測から重力波の水平伝搬など波動特性などが観測できる[e.g., Namboothiri, JGR, 1996]。

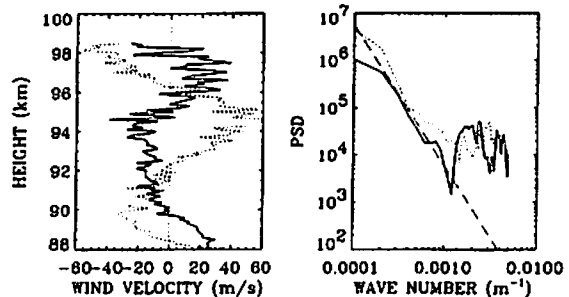


Figure 1: Horizontal wind velocity profiles (left) and their vertical wavenumber spectra (right) at 87-100 km for the observation at 05:41:25 UT on 20 February 1990 at Biscarrosse, France. The long dashed line in the right panel represents the saturated gravity wave model of  $F_w(m) = N^2/(6m^2)$ . Solid and short dashed lines show zonal and meridional components, respectively.

D42-19 2つの手法による下部熱圏中性風速の比較

—FPI vs. MU—

<sup>1</sup>石井 守・<sup>2</sup>中村卓司・<sup>3</sup>岡野章一・<sup>2</sup>深尾昌一郎

<sup>1</sup> 通信総合研究所  
<sup>2</sup> 京都大学超高層電波研究センター  
<sup>3</sup> 国立極地研究所

Comparison of the lower thermospheric wind velocities deduced from two different methods ... FPI vs. MU ...

<sup>1</sup>M. Ishii, <sup>2</sup>T. Nakamura, <sup>3</sup>S. Okano, <sup>2</sup>S. Fukao

<sup>1</sup> Communications Research Laboratory

<sup>2</sup> RASC, Kyoto University

<sup>3</sup> National Institute of Polar Research

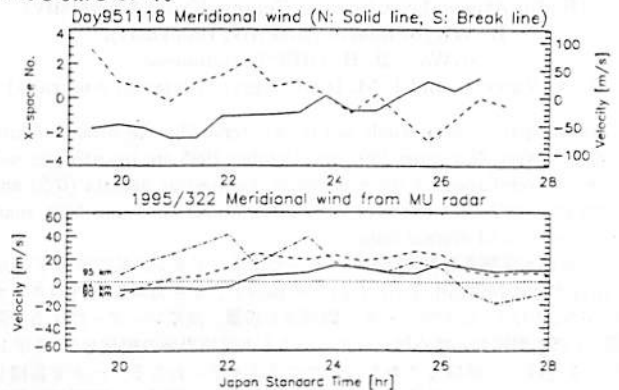
From September to December, 1995 several cooperative observations were made with the MU radar to deduce the dynamics of the lower thermospheric winds. This presentation shows the results of a comparison between the winds deduced using a Fabry-Perot interferometer(FPI) and the MU radar operated in Meteor mode. For this campaign, an all-sky FPI (Etalon gap 20.49mm, field of view 140 deg) was installed at the MU radar site at Shigaraki Observatory. The figure opposite is an example comparison of the winds deduced using the FPI and MU radar data for 18 November. In qualitative view, the wind variations deduced from the FPI observations using an 557.7nm filter are very consistent with the variation of wind velocity at 95 km deduced from the MU radar data. However in quantitative view, the magnitude of the wind velocity deduced by the FPI is almost twice as large as that observed by the MU radar. In this presentation, the reasons of this discrepancy will be discussed using several examples of simultaneous observations.

私たちは1995年9月~12月にかけて下部熱圏大気ダイナミクスの光学観測とMUレーダーによる電波観測の同時観測キャンペーンを行なった。本講演ではその中の、高度約95~100kmの中性風速について、ファブリペロー干渉計の557.7nmの観測と流星モードによるMUレーダーの観測との比較を行なった結果を報告する。

ファブリペロー干渉計(以下FPI)は全天型を用い(Etalon Gap 20.49 mm, 視野 140deg)ビデオ出力した画像を10000回積算してフリンジデータを取得した。観測波長は557.7nmと同時に630.0nm(発光高度約250km)も観測された

図は、1996年11月18日に観測されたそれぞれのデータから推定された水平風速の時間変化である。全天型FPIの観測からは24方位の風系を求めることができる。ここでは東西南北それぞれ3方位の平均をプロットした。全天にわたって一定の風があるとすると、東西及び南北の間では逆方向のシフトが観測されるはずだが、今回の結果はほぼその傾向を示している。FPIとMUレーダーとの結果を比較すると、FPIの観測から推定される風速変動はMUレーダーの結果の95km付近の風系と定性的に一致していることがいえる。しかし一方で定量的比較では、FPIの結果から推定した風速はMUレーダーの結果の2倍程度の大きさを持っている。

本講演では、同時観測されたデータ全てについての比較を行ない、その傾向を定量的に調べた結果を報告する。また、このような定量的不一致の原因についても考察していく。



Upper panel: Temporal variations of meridional wind velocity deduced from all-sky FPI observed on Nov. 18, 1995.

Lower panel: Temporal variations of meridional wind profile deduced from MU radar observed with FPI simultaneously.

D42-20

中間圏界面付近における  
OH大気光変動と大気波動伝播

<sup>1</sup>山田嘉典<sup>1</sup>, 福西浩<sup>1</sup>, 中村卓司<sup>2</sup>  
 (<sup>1</sup>東北大理, <sup>2</sup>京大超高層電波研究センター)

Observations of fluctuations in the OH airglow emissions and estimation of gravity wave parameters in the vicinity of the mesopause

Y. Yamada<sup>1</sup>, H. Fukunishi<sup>1</sup>, and T. Nakamura<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Science, Tohoku University

<sup>2</sup>RASC, Kyoto University

Spatial and temporal variations in the observed OH airglow intensity are interpreted as a signature of gravity wave activity in the emission layer at ~87 km altitude. A CCD imager named MoAI (Monochromatic Airglow Imager) was operated at Shigaraki (35N, 136E) to observe horizontal airglow structures during the new moon period in December 1995. During this period complex wave-like structures were seen in the OH Meinel bands (680-1000 nm) emitted from near the mesopause. On the night of December 23, well-formed wave patterns with a horizontal wave length of ~20 - 30 km, a period of ~8 min and a phase velocity of ~40 m/s propagated southward around 23:00 LT (Fig. 1) and at 01:10 LT non-propagative wave patterns of horizontal wave length of ~30 km appeared and then broke down rapidly at 01:52 LT. Further, as shown in Fig. 2, a longer-period (~5 hours) variation was found. These data have been analyzed to infer mesospheric gravity wave parameters by using the data of simultaneous wind measurements from the MU radar. The relationship between the gravity wave activity and the perturbation of the OH airglow intensity will be discussed.

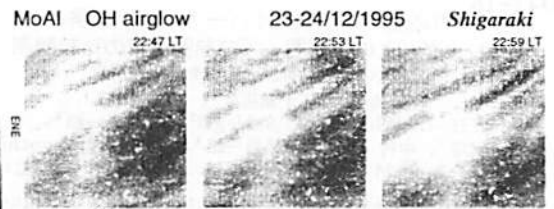


Figure 1. Examples of OH airglow images. A dominating wave pattern propagates southward.

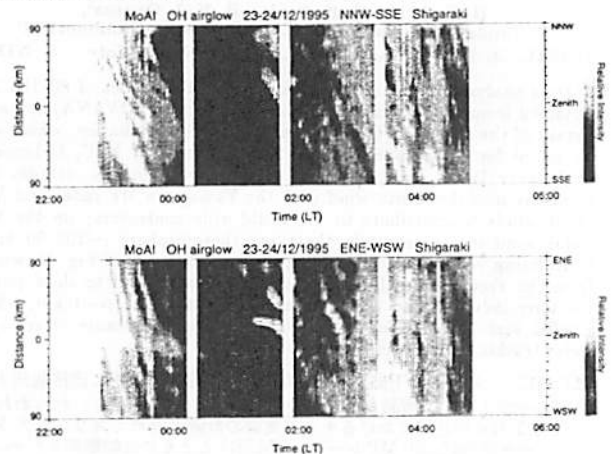


Figure 2. Relative intensity variations of OH airglow. The pattern of propagating waves are seen around 23:00 LT and a longer period (~5 hours) variation is also seen.

熱圏領域における運動量バランス

・藤原 均\*、前田佐和子\*、福西 浩\*\*

\*京都造形芸術大学 \*\*東北大学理学研究科

The momentum balances in the thermosphere

H. Fujiwara \*, S. Maeda \*, H. Fukunishi \*\*

\* Kyoto University of Art and Design

\*\*Department of Astrophysics and Geophysics, Tohoku University

There are a lot of forces to accelerate (or break down) winds in the thermosphere. For example, pressure gradient, coriolis force, viscosity and ion drag are important. Though the global patterns of winds in the upper atmosphere are determined mainly by 'pressure gradient' and 'ion drag', other forces are sometimes significant to drive winds in a local region. Killen et al. [1986] showed the relative importance of various physical processes that established the neutral wind field at two pressure surfaces corresponding to about 300 km and about 130 km altitudes. They also showed that all processes were largely variable with time. We will focus on the altitude variations of the momentum balances (relative importance among the processes) in the thermosphere. In the lower region of the atmosphere, wind fields are in agreement with the predictions of geostrophic adjustment theory. As arising higher altitudes, coriolis

force becomes relatively smaller than pressure gradient, viscosity and ion drag, and as a result, winds tend to blow in the direction of pressure gradient. We will investigate the relation between global wind patterns and momentum balances established by several forces.

Using a numerical three dimensional mesosphere-thermosphere model, we can calculate the atmospheric momentum balances globally. First, we assumed the spatial distributions of temperature and composition using the MSIS90 empirical model and modeled the ionosphere using Chiu's and IRI empirical models under the conditions of solar minimum and auroral quiet time. Then, we solved the Navier-Stokes equations on a 2.5° grid in latitude and longitude, with 41 constant pressure surface layers in the vertical, extending from 50 km to about 430 km, and derived global wind patterns.

In the previous study, we discussed the energy balance in the upper atmosphere. The energy balances in the lower thermosphere (below about 100 km altitude) and in the upper region are quite different. Our purpose of this study is to discuss the relation between the momentum balances and energy balances and characterize the 'upper atmosphere' considering with the variations of momentum balances in the direction of the altitude.

D42-P28

オーロラジェット電流による大気重力波の励起

・柴田 純、柴田 喬 (電気通信大学)

Excitation of AGWs from an Auroral Electrojet

・J. Shibata and T. Shibata (Denki-tsushin Univ.)

The most likely candidates for the excitation sources of atmospheric gravity waves (AGW) and of associated ionospheric disturbances seem to be the Lorentz force and Joule heating by the auroral electrojet. A model calculation for moving line oscillator is performed here, by which the spectrum structure of the anticipated AGW may be assessed.

移動性電離層擾乱 (TID) は、とくに磁嵐時など高緯度の電離圏が電磁的に乱された時に発生し極域から赤道方向に向かって伝搬することが明らかとなっており、極域電離層中を流れるオーロラジェット電流に起因する Joule heating と Lorentz force を波源として励起される大気重力波 (AGW) が電離層プラズマの変動を引き起こし、電離層パラメータの波動的擾乱が生じていると考えられている。また、オーロラジェット電流はオーロラの運動に伴って極域電離層中を移動することが考えられる。本研究では、オーロラジェット電流が等速で移動する時にこれらの波源により励起される大気重力波のスペクトル構造とその変化について、数値解析を通じて明らかにすることを目的としている。

大気重力波の励起を記述するための出発となる基本方程式は、大気の流れの式、運動方程式、熱力学方程式である。ソース項としてオーロラジェット電流による Joule heating と Lorentz force を考慮に入れる。式の解法は Kato et al. [1] に準じている。解析を行なうに際し背景温度一定、無風、散逸はないとする。

x 方向に等速で移動する点源が  $r(x, y, z)$  にあるとき、この点源から励起される観測点 (=原点) に到達する大気重力波のフーリエ成分は次式で表される。

$$\Phi = \left(\frac{2\pi}{V_0}\right) e^{-i(\omega/V_0)z} G(\omega, y, z) S_0 \quad (1)$$

ただし、

$$G = \int_{-\infty}^{\infty} \omega \frac{e^{-i(\beta y + \gamma z)}}{P(\omega, \beta, \gamma)} d\beta d\gamma \quad (2)$$

$$P = (\omega_p^2 - \omega^2) \left\{ \left(\frac{\omega}{V_0}\right)^2 + \beta^2 + A\gamma^2 - B \right\} \quad (3)$$

ここで、 $G$  は自由境界のもとで解いたグリーン関数を、 $S_0$  はソースを表す。ソースは依存する励起源の成分と波源の移動速度、および時刻  $t$  によりその概形が変化する。また、 $V_0$  はソースの移動速度、 $\omega_p$  はプラント周波数、 $\beta, \gamma$  はそれぞれ  $y, z$  方向の波数、 $A, B$  は特性周波数に関する係数である。今回の報告では、南北方向に等速で移動する東西方向に無限の長さをもった直線ソースを仮定し、その Joule heating の項によって励起される圧力振動のスペクトルについて解析を行った。なお、解析に際しては、高度 111km にオーロラジェット電流が流れているとし観測点も同じ高度にあるとしている。

図 1 は計算結果の一例で、Joule heating 項により励起される AGW の圧力振動のスペクトル構造を示している。ソース速度  $V_0$  は音速の 1.1 倍としている。図中 4 本の曲線は、ソースが観測点上を通過する時刻を基準として計った経過時間 (秒) の違いに対応しており、 $t$  が小さい場合はほとんどホワイトスペクトルであるが、 $t$  が大きくなると卓越スペクトル構造が現われてくるが判る。

詳しい議論は講演時に譲る。

[1] S.Kato, T.Kawakami, and D.St-John; *J. Atmos. Terr. Phys.*, 39, pp.581-588, 1977.

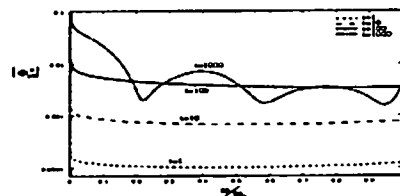


図 1: 大気重力波のスペクトル



**D42-P29 山川MFレーダとHRDI  
との超高層大気における風速比較結果**

○山崎 亮三<sup>1</sup>, 五十嵐 喜良<sup>1</sup>, 村山 泰啓<sup>1</sup>, 津田 敏隆<sup>2</sup>,  
中村 卓司<sup>2</sup>, 長谷部 文雄<sup>3</sup>, M.D.Burrage<sup>4</sup>, 西牟田 一三<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 郵政省通信総合研究所 <sup>2</sup> 京都大学超高層電波研究センター  
<sup>3</sup> 茨城大学 <sup>4</sup> ミシガン大学 <sup>5</sup> 山川電波観測所

**Comparison of Upper Atmospheric Wind  
Measurements with Yamagawa MF Radar and HRDI**

○R.Yamazaki<sup>1</sup>, K.Igarashi<sup>1</sup>, Y.Murayama<sup>1</sup>, T.Tsuda<sup>2</sup>,  
T.Nakamura<sup>2</sup>, F.Hasebe<sup>3</sup>, Mark D. Burrage<sup>4</sup> and I.Nishimuta<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Commun. Res. Lab., MPT, <sup>2</sup> Radio Atmospheric Science  
Center, Kyoto Univ., <sup>3</sup> Ibaraki Univ., <sup>4</sup> Univ. of Michigan  
and <sup>5</sup> Yamagawa Radio Observatory, Commun. Res. Lab.

**Abstract**

This paper shows the comparison of wind measurements with Yamagawa MF radar and HRDI (High Resolution Doppler Imager). We found that the medians of speed ratio between them over 90km heights became close to 1 after the MF radar system was improved in November 1994. The improvements seem to be effective in the performance of wind measurements.

近年、各国においてMFレーダとHRDIによる風速の比較等について検討がなされている。通信総研では、一昨年世界的にもユニークな北緯30度付近に位置する山川電波観測所にMFレーダを設置し、定常観測を開始している。今回はその比較結果について報告する。

図1に測定結果の一例として、MFレーダによる風速(一時間平均値)とHRDIによる風速との比のメジアン値を各期間毎に示す。ここで、MFレーダの主な観測諸元は表1に示し、HRDIのデータは、同じ時刻に山川から半径500km以内にあるものを用いた。

図1でまず、●印は両者のデータのある全期間(1994年9月18日~1995年4月12日)でのメジアン値を示す。このグラフから高度90km以上になるとかなり大きな値となり、MFレーダによる風速測定結果がHRDIよりも小さいことが分かる。

次に、▲および■印はそれぞれ、MFレーダの信号処理装置の改良を行った94年11月15日をはさんだ前(94年9月18日~94年10月28日)

および後(94年11月28日~95年2月26日)の期間を示す。▲および■との比較から、高度90km以上のメジアン値が大幅に改善され、高度90km以下と同様にほぼ1に近い値となることが分かる。また、▼印は■の翌年の同時期(95年11月23日~96年2月21日)における結果である。また、図2には各期間毎のMFとHRDIの風向の差のメジアン値を示す。図2では図1と異なり、11月15日をはさんだ前後の期間において特に大きな違いがみられない。なお、▼印の期間では他の期間よりもずれやばつきが大きい。これは取得できたデータ数が少ないためと思われる。

以上のようなことから、おもに高度90km以上からの受信信号は、レベルが強いために干渉などにより飽和(オーバーフロー)してしまい、実際よりも小さく測定されるが、11月の改良により飽和による影響が軽減されたという可能性が考えられる。また、このように考えると、風向に関しては、受信信号レベルの飽和はI成分とQ成分の両方に同様に生じるために、改良による変化は特にないと見える。

高度90km付近で風向の差が大きいことなどについては、Naライダーなど他の測定方法などと合わせて今後検討すべき課題である。

Table1 Specifications on Yamagawa MF Radar

送信周波数	1.955MHz
送信電力	50 kW
送受信アンテナ	送信用 1基 受信用 3基
A/D量子化数	8ビット
測定方法	S A法

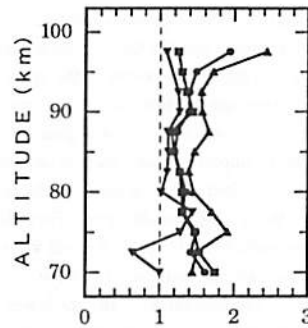


Fig.1 Median of Speed Ratio (V HRDI/V MF)

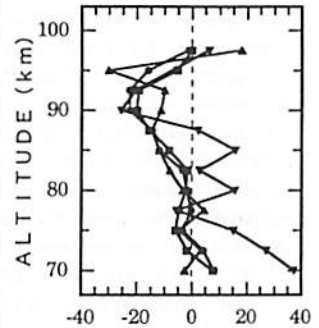


Fig.2 Median of Direction Diff. (V HRDI-V MF degree)

**D42-P30**

**ナトリウムライダーとMUレーダによる  
大気波動の同時観測(1)**

○川原 琢也<sup>1</sup>, 小林 啓二<sup>1</sup>, 北原 司<sup>1</sup>, 小林 史利<sup>1</sup>, 齋藤 保典<sup>1</sup>,  
野村 彰夫<sup>2</sup>, 中村 卓司<sup>2</sup>, 津田 敏隆<sup>2</sup>, 阿保 真<sup>3</sup>, 長澤 親生<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>信州大・工 <sup>2</sup>京大・超高層 <sup>3</sup>都立大・工

**Simultaneous Observation of Atmospheric Waves  
with Sodium Lidars and MU radar**

○T.D.Kawahara<sup>1</sup>, K.Kobayashi<sup>1</sup>, T.Kitahara<sup>1</sup>, F.Kobayashi<sup>1</sup>, Y.Saito,  
<sup>1</sup>A.Nomura<sup>2</sup>, T.Nakamura<sup>2</sup>, T.Tsuda,  
<sup>3</sup>M.Abo,<sup>3</sup>C.Nagasawa

<sup>1</sup> Faculty of Engineering, Shinshu University  
<sup>2</sup> RASC, Kyoto University  
<sup>3</sup> Faculty of Engineering, Tokyo Metropolitan University

Simultaneous observation of atmospheric waves has been carried out at Shigaraki with a sodium lidar and MU radar, and at Hachioji with another sodium lidar of Tokyo Metropolitan University. The wave of the phase velocity of ~1km/sec and the wavelength of ~10km was successfully extracted from the lidar data of Dec. 27 of Shigaraki and Hachioji. This results correspond to the temporal wind velocity variation observed by MU radar. In this presentation, the detail analysis of the observed wave will be discussed.

これまで信州大学では、長野市にある工学部キャンパスでライダーを用いた中間圏ナトリウム層(高度80-100km)の定常観測を行ってきた。ライダー観測は高時間(<10分)高高度分解能(750m)のデータが得られるという特徴があるため、ライダーや光学イメージング観測器との同時観測を行うことで、波動現象を3次的に調べる手段として非常に有効である。そこで同時観測を目的として、昨年(平成7年)9月に信州大学のナトリウムライダーシステムを滋賀県信楽町にあるMU観測施設に搬入設置した。更に、信楽での観測期間にあわせて、約300km離れた東京都立大学でもナトリウムライダー観測を行い、波動の伝搬過程を明らかにしようとしている。同時観測は月1回1週間程度のMUレーダの流星観

測モードに合わせて、昨年11月から開始した。

昨年11-12月の同時観測期間に信楽のライダーでは4夜の観測データが得られ、そのうちMUレーダと都立大ライダーを含めた3観測器の同時観測データは2晩得られた。12月27日に得られた信楽と八王子双方のライダー観測の結果からは、深夜0時から朝方にかけて鉛直下方に位相速度約1km/時、波長10数kmの大気波動が観測された。一方、MUレーダから求めた風のデータと対応させると、同時時間帯に東西、南北風の風速の変化が下方に移動してくる傾向と良い一致が見られる。そのため、同一波動による大気の擾乱を観測していた可能性が高い。本発表では、風速ベクトルから求められる大気波動の伝搬方向、信楽と八王子での波動の到達時間から伝搬速度などを含めた、より詳細に空間的な伝搬過程を解析した結果を示す。また同じ観測期間に信楽において東北大学のグループがOHやOIの大気光のイメージング観測を行った。これらの観測データもつき合わせて解析した結果を示す。

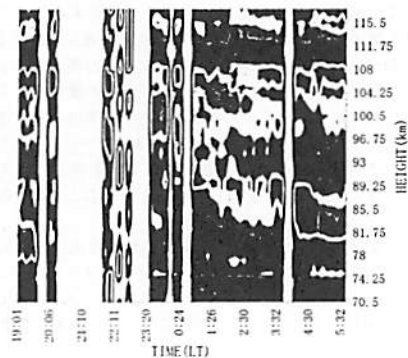


図1. 1995年12月27-28日にかけて信楽でのライダーで得られたデータ。Na密度変動の波のピーク成分を強調する処理を施している。色の濃いところが波のピークを表す。

中緯度における下部熱圏風と温度の  
ドップラーイメージング観測

○坂野井 和代<sup>1</sup>、岡野 章一<sup>2</sup>、福西 浩<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>東北大学大学院理学研究科、<sup>2</sup>国立極地研究所)

Doppler Imaging Observations of Lower Thermospheric  
Winds and Temperatures at Mid-latitude

○ K. Sakanoi<sup>1</sup>, S. Okano<sup>2</sup>, H. Fukunishi<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup> Graduate School of Science, Tohoku University, <sup>2</sup> NIPR)

We observed OI557.7nm airglow using the Fabry-Perot doppler imaging system at Zao observatory. Line-of-sight wind velocities and temperatures in E\_region have been derived from the doppler imaging data using the Fourier coefficients determined by the analysis of laser calibration data. The features of the changes of lower thermospheric winds and temperatures in the nighttime are discussed.

我々は東北大学蔵王観測所(38.09°N、140.56°E)において、ファブリーペロッドップラーイメージングシステム(FPDIS)を用いて酸素原子557.7nm大気光(発光高度約97km)の観測を行っており、これにより観測されるフリンジのドップラーシフト量およびドップラー幅から風速と温度が求められる。大気光フリンジのカウント数は、大気光輝線のスペクトル線形、フィルターの透過関数、光学系の装置関数の重ね合わせで表現される。装置関数をフーリエ級数であると仮定し、キャリブレーション用のHe-Neレーザーフリンジにフーリエ変換をほどこ

しフーリエ係数を求めることにより装置関数が導出され、これを用いて大気光フリンジに非線形の最小自乗フィッティングを行うことにより下部熱圏の風と温度を求めることが可能である。本発表では、これらの解析により中緯度下部熱圏の風と温度の夜間変動を求め、その結果を発表する予定である。

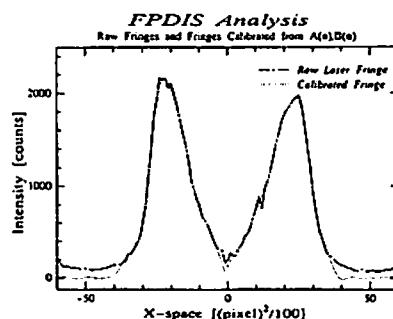


図1 生のレーザーフリンジとフーリエ係数を用いて再構成されたレーザーフリンジ

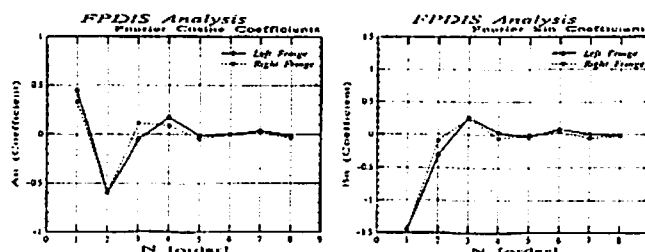


図2 求められたフーリエ係数(左: cosine、右: sin)

ホスタク一展示会場

10月23日(水)

9:00~12:00

特別セッション  
「地球電磁気・

地球惑星圏学会」

Special Presentation about SGFPSS

poster: P89~P90

我が国で「地球電磁気学」という言葉は、  
いつ、誰によって命名されたのか

\*水野 宏・佐納廣治・太田恒次郎（朝日大学）

About the Naming of "Chikyu-denjiki-gaku" (Japanese Free  
Translation of "Terrestrial Magnetism and Electricity")  
H. Nagano, Y. Sano and M. Ota (Asahi Univ.)

The Japanese word "Chikyu-denjiki-gaku (Earth-electricity-magnetism-science)" normally stands for English "geomagnetism and geoelectricity" at present. Before the proposal of the word "geomagnetism" by S. Chapman in 1938, "terrestrial magnetism and electricity" was the usual technical term to refer to the same concept.

Attention should be paid here to the fact that the word "magnetism" precedes the another word "electricity" in above both terms in English. Historically speaking, another term "Chikyu-jiki-oyobi-denki-gaku (Earth-magnetism-and-electricity-science)" had in fact been used in Japanese, with the order of "magnetism" and "electricity" just the same as in English. However, this technical term was replaced by the present "Chikyu-denjiki-gaku", resulting in the reversal of the order of two words in Japanese.

Our investigation has revealed that the term "Chikyu-denjiki-gaku" was newly created in 1941 by Prof. Kan'ichi Terasawa, in connection with the establishment of two new geophysical laboratories in the Imperial University of Tokyo.

We will show why this term was necessary to be created, why Prof. Terasawa became the namer of this term, and why this term was smoothly accepted in the geophysical society in our country.

「地球電磁気学」という言葉の英語名は一般に、"geomagnetism and geoelectricity"とされている。欧米ではこの geomagnetism という言葉がチャップマンによって提唱された1938年以前においては、"terrestrial magnetism and electricity"という名称が一般に用いられていた。どちらにしても、これらの英語をそのまま直訳

すれば「地球磁気（及び）電気学」となることから分かるように、欧米で広く使用されている名称では、magnetism が electricity よりも先にきており、これらの順序を逆にした「地球電磁気学」という言葉は、まさに我が国独自の学術用語であるといえる。

そもそも、欧米における一般物理学の発展の経緯に目を向けると、electricity と magnetism とが独立に発展し、両者の関連性が明らかになって electricity and magnetism となり、最終的に統合されて electromagnetism となっていった歴史がある。すなわち、欧米の一般物理学においては electricity と magnetism とは対等な意味合いを持った言葉であった。しかし、地球物理学に関して言うならば、欧米ではついに "terrestrial electromagnetism" あるいは "geoelectromagnetism" といった言葉は生み出されなかった。つまり、欧米の地球物理学においては、あくまでも magnetism が主であり、electricity はその後ろに付いているだけであったのである。この点で、地球物理学と一般物理学とは状況が異なっている。

一方、我が国においては、明治初期の地球物理学関連の学術用語として「地球の磁気」、「空中電気」、「地電気」などが使われており、明治中期頃から「地球の磁気」が「地（球）磁気」に、「地電気」が「地中電流」を経て「地電流」にとそれぞれ変化していった。それが大正時代には学問の体系化に伴って、「地（球）磁気」と「空中電気」とを統合した「地球磁気及び空中電気」となり、更に昭和になると「地電流」をも含んで「地球磁気及び電気（学）」となっていった。

この段階では、日本の地球物理学界においても「磁気」が先であり、「電気」が後であることに注意する必要がある。ところが、昭和16年に、東京帝国大学理学部で文部省に地球物理学科の新設講座を申請した際に「地球電磁気学」という名称が使用されている。我々が調査した範囲では、これ以前に「地球電磁気学」と言う言葉の使用例は一切見当たらず、地球物理学の分野において「電気」を「磁気」に先行させた、「地球電磁気学」なる新語がこのときに作られたことが分かる。さらに、著者の一人太田は、この「地球電磁気学」という言葉の命名者は、当時東京帝国大学の理学部長であった寺澤寛一であるということ故永田武教授から直接聞いている。なぜこの「地球電磁気学」という言葉が生み出され、なぜ日本の学界で違和感なく受け入れられていったのであろうか。更にまた、なぜ、寺澤寛一が命名者となったのであろうか。本研究は、我が国における地球電磁気学の発展の独自性、東京帝国大学理学部で文部省に地球物理学科の講座新設を申請した際のいきさつ等を踏まえて、科学的観点から上記3つの「なぜ」を統一的に説明することを試みたものである。詳細については、講演時に報告する。

初等・中等教育に於けるSGEPSS関連の事項の  
教育の現状

運営委員会

理科教育の危機が叫ばれる中で、初等・中等教育でどのように理科系の科目（地学を含む）を教えていくのが良いかについては、関係する学会で多くの議論がなされている。地学に含まれるSGEPSS関連の事項についても、それをどう教えるべきか、あるいは教えずに良いかについては多くの異なる考え方があり得る。そこで、このような議論の参考のために、現在の高校・中学の教科書に於いて、SGEPSS関連の事項が、どの程度、またどのように教えられているかを明らかにするために、このポスターでは、幾つかの高校と中学校の検定に受かった教科書の中のSGEPSS関連の事項の記述を展示で示す。