

N. Oshima

## 第98回

地球電磁気・地球惑星圏学会講演会

98th SGEPSS FALL MEETING

# 講演予稿集

## ABSTRACTS

と き 1995年10月4日(水)~7日(土)

ところ 京都市北文化会館

*October 4-7, 1995*

*Kyoto-shi Kita-Bunka Kaikan*

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98回総会・講演会プログラム

日時 1995年10月4日(水)～7日(土)

場所 京都市北文化会館

〒603 京都市北区小山北上総町49番地の2〈キタオオジタウン内〉

TEL: 075-493-0567

FAX: 075-493-0607

会場		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
10月4日(水)	A					磁気圏構造-I				運営委員会 (第4会議室(1F))					
	B					太陽風・惑星電磁圏・ 惑星大気圏		大気圏化学・エアロゾル							
	C					赤道、低緯度帯における大気・電磁現象 (フォーラム)									
10月5日(木)	A	電離圏磁気圏結合				オーロラ ダイナミックス		磁気圏プラズマ波動-I		評議員会 (第4会議室 (1F))					
	B	大気圏力学				大気圏化学・放射									
	C	太陽圏				岩石磁気・古地磁気・磁気異常									
10月6日(金)		ポスターセッション (会場ロビー)				特別講演会 (A会場)		総会 (A会場)		懇親会 (京都大学 吉田食堂)					
10月7日(土)	A	磁気圏プラズマ波動-II				磁気圏構造-II									
	B	電離圏構造				ULF波動									
	C	固体惑星・主 磁場ダイナモ	電気伝導度-I				電気伝導度-II	地殻活動電磁気学							

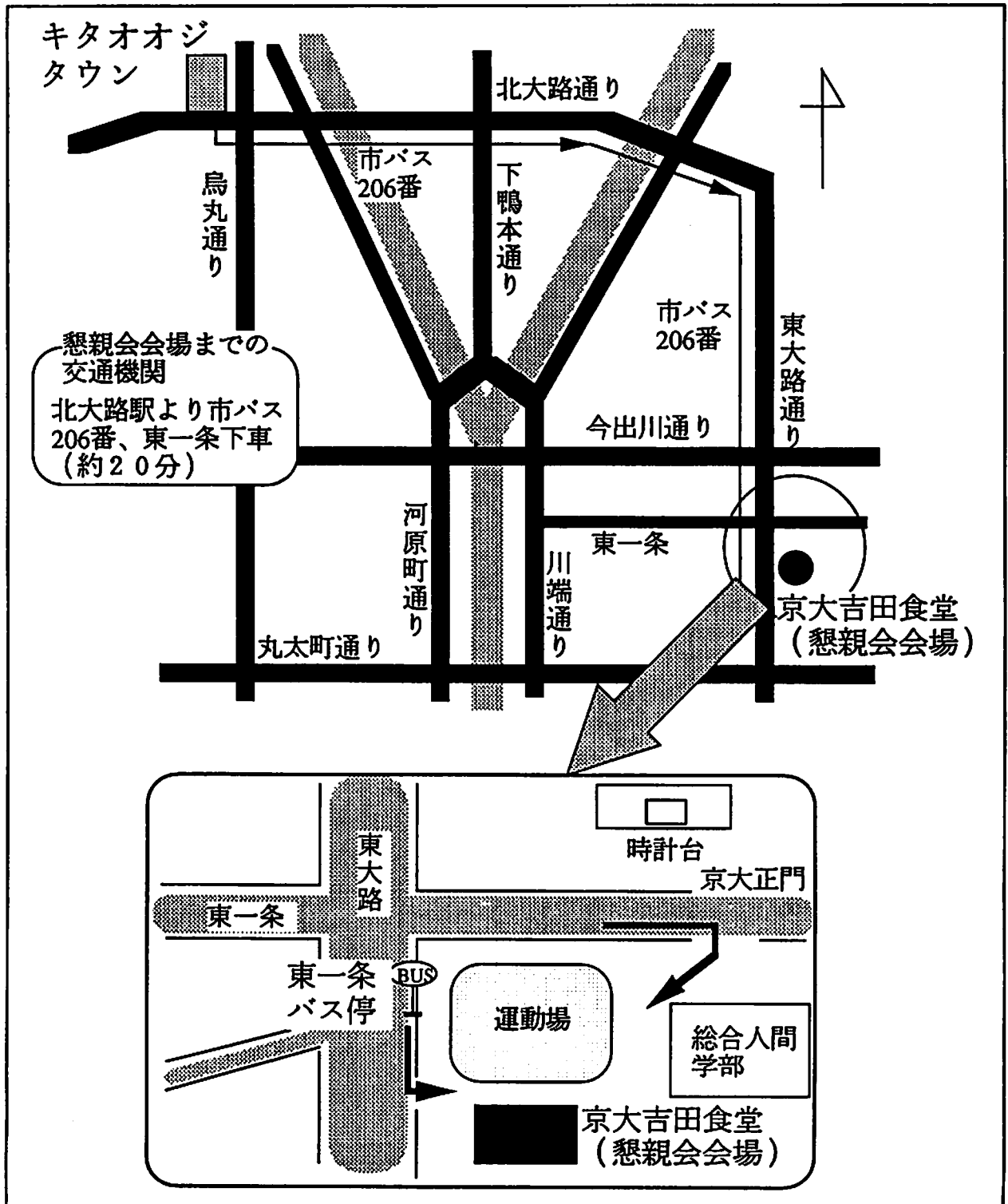
A会場: ホール(2F) B会場: 創造活動室(3F) C会場: 第1・2会議室(1F)

- 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、4日間展示できます。できるだけ初日より展示して下さい。ポスターボードのサイズは巾120cm×高さ180cmです。



# 懇親会会場の案内

日時：10月6日 18時～  
場所：京都大学総合人間学部構内吉田食堂1階  
TEL: 075-753-7652



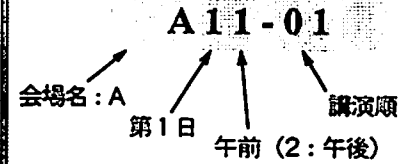
# PROGRAM AT A GLANCE

## 98th SGE PSS FALL MEETING

		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Wed (4/10)	A						Magnetosphere- I							
	B						Solar Wind · Planetary Magnetosphere & Atmosphere	Atmospheric Chemistry (Aerosol)						
	C						Atmospheric and Electromagnetic Phenomena in Equatorial and Low Latitude Region (Forum)							
Thu (5/10)	A	Ionosphere-Magnetosphere Coupling				Auroral Dynamics		Plasma Waves- I						
	B	Atmospheric Dynamics					Atmospheric Chemistry (Radiation)							
	C	Heliosphere					Rock Magnetism Paleomagnetism Magnetic Anomaly							
Fri (6/10)		Poster Session (Robby)					SGEPSS Lecture (A)		Plenary Meeting (A)		Buffet Party (Kyoto Univ.)			
Sat (7/10)	A	Plasma Waves- II					Magnetosphere- II							
	B	Ionosphere					ULF Waves							
	C	Solid Planet Dynamo	Electric Conductivity- I				Electric Conductivity- II	Tectonoelectromagnetism						

### 講演番号の読み方

オーラル

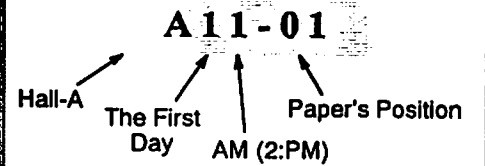


ポスター



### Paper Information Key

ORAL



POSTER



開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
	<p><b>A12 磁気圏構造 I</b>                      座長 長井嗣信 (東工大・理学部)                      藤本正樹 (名大・理学部)</p>	<p><b>B12 太陽風・惑星電磁圏・惑星大気圏</b>                      座長 山本達人 (宇宙研)                      三澤浩昭 (東北大・理学部)</p>	<p style="text-align: center;"><b>フォーラム</b></p> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px;"> <p>フォーラム                              名称 赤道、低緯度帯の大気・電磁気現象                              代表者 小山孝一郎 (宇宙研)                              深尾昌一郎 (京大・超高層)                              坂 翁介 (九大・理学部)                              日時 10月4日 (水) 13:00~17:00                              場所 C会場</p> </div>
13:00	<p>A12-01 Drop off of the Polar Rain near the Plasma Sheet Boundary and the Position of the Neutral Line                      白井仁人、前沢 洵、向井利典、山本達人、斎藤義文、園分 征、町田 忍</p>	<p>B12-01 Consequences of the interplanetary shock wave interaction with the earth's bow shock                      坪内 健、寺沢敏夫、向井利典、斎藤義文、山本達人、西田篤弘、園分 征、A.J. Lazarus、J.T. Steinberg、R.P. Lepping、K.W. Ogilvie</p>	
13:12	<p>A12-02 「あけぼの」LEPデータによるカスプイオンと太陽風およびIMFとの相関                      浅井佳子、前沢 洵、賀谷信幸、向井利典</p>	<p>B12-02 太陽風とKpの時間変化の比較                      恩藤忠典</p>	
13:24	<p>A12-03 あけぼの (EXOS-D) 衛星搭載PWSデータを基礎とするプラズマ圏プラズマダイナミクスの解析                      大家 寛、飯島雅英</p>	<p>B12-03 木星磁気圏のグローバルMHDシミュレーション                      三好隆博、草野完也、西川恭治</p>	
13:36	<p>A12-04 Computer simulation on the formation of the plasmasphere and the convection electric field model                      海老原祐輔、宮岡 宏、遠山文雄、江尻全機</p>	<p>B12-04 An MHD Simulation of Jovian Magnetosphere                      荻野竜樹</p>	
13:48	<p>A12-05 Eastward Ring Current Structure Obtained by a Statistical Study using the DE-1 Magnetic Field Data                      中部佐知子、家森俊彦、杉浦正久、J.A. Slavin</p>	<p>B12-05 太陽風-木星磁気圏相互作用による木星磁気圏起源電子放出のコントロール                      土屋史紀、森岡 昭</p>	
14:00	<p>A12-06 Analysis of Geosynchronous Magnetopause Crossings                      伊藤克彦、荒木 徹</p>	<p>B12-06 木星シンクロトロン放射観測による木星放射線帯ダイナミクスの研究                      森岡 昭、三澤浩昭、小島正宜、近藤哲朗、小山泰弘、中島潤一、福崎順洋</p>	
14:12	<p>A12-07 Preliminary Survey of Fast Flow Characteristics in the Near-Earth Tail                      向井利典、浅野芳洋、斎藤義文、山本達人、西田篤弘、長井嗣信、町田 忍、園分 征</p>	<p>B12-07 PLANET-B搭載紫外撮像分光計 (UVS) の開発                      田口 真、福西 浩、渡部重十、高橋幸弘、岡野章一、川原琢也</p>	
14:24	<p>A12-08 GEOTAIL 衛星とあけぼの衛星によって同時観測された夜側磁気圏の構造                      松岡彩子、鶴田浩一郎、早川 基、山本達人、向井利典、斎藤義文、園分 征</p>	<p>B12-08 惑星大気観測用半導体レーザーヘテロダイナミクス分光計の開発                      林 貞智、田口 真、福西 浩、小川英夫</p>	
14:36	<p>A12-09 昼側磁気圏境界領域における過度現象                      園分 征、向井利典、山本達人、鶴田浩一郎</p>		

# 第 1 日 目

10月4日 (水)

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
	<p>(14:48 休憩)</p>	<p>(●ポスター)</p> <p>B12-P87 平行衝撃波における電子加熱 島津浩哲、町田 忍、田中基彦</p> <p>B12-P88 太陽活動と地磁気擾乱 横山信博、上出洋介</p> <p>B12-P89 Reflected Ion Beam 中の2成分イオン流 杉山 徹、寺沢敏夫、向井利典、斎藤義文、町田 忍、山本達人、園分 征</p> <p>B12-P90 Relationship between occurrence frequency and intensity of substorms 伊藤孝夫</p> <p>B12-P91 327MHz 電波受信システム構築による木星デシ メートル電波の定常観測計画 三澤浩昭、森岡 昭、阿部利弘</p> <p>B12-P92 狭帯域放射と相互作用する木星電波Sバースト の解析 村上利幸、大家 寛、飯島雅英</p> <p>B12-P93 二周波数干渉計網による木星デカメータ電波 発生源の研究—CLOSURE PHASEの解析— 村尾 一、大家 寛、飯島雅英</p> <p>B12-P94 鹿島での低周波数帯木星および太陽電波観測 装置の整備計画 近藤哲朗、磯辺 武</p> <p>B12-P95 木星電離層電流系 山本達人、松岡彩子、中村 匡、鶴田浩一郎</p> <p>B12-P96 Small Scale Momentum Transport in Magnetized Plasmas 中村 匡、山本達人</p> <p>B12-P97 木星熱圏・電離圏総合GCMの開発(Ⅰ) 金子雅彦、渡部重十、福西 浩</p> <p>B12-P98 金星・水星電離圏相互作用の3次元MHDシミュ レーション 飯島哲也、萩野竜樹</p>	

14:48	A12-10 Dayside reconnection with northward IMF 中村正人、寺沢敏夫、河野英昭、平原聖文、藤本正樹、向井利典、斎藤義文、山本達人、西田篤弘、園分 征、町田 忍、R. L. レビン	B12 大気圏化学・エアロゾル 座長 北 和之(東大・理学系研究科) 柴田 隆(名大・STE研)
15:00	A12-10 Dayside reconnection with northward IMF 中村正人、寺沢敏夫、河野英昭、平原聖文、藤本正樹、向井利典、斎藤義文、山本達人、西田篤弘、園分 征、町田 忍、R. L. レビン	B12-09 ラマンライダーによる対流圏界面付近の大気観測 岩坂泰信、柴田 隆、酒井 哲、権 成顔、足立 宏、金 潤爽
15:12	A12-11 Structure of the outer-LLBL at dayside: Dependence on the IMF orientation 藤本正樹、向井利典、斎藤義文、山本達人、中村正人、園分 征	B12-10 ライダー観測による対流圏エアロゾルの特性の抽出(1) 権 成顔、岩坂泰信、柴田 隆、酒井 哲
15:24	A12-12 遠尾部プラズマ流と太陽風 山本達人、向井利典、斎藤義文、西田篤弘、園分 征、A. Lazarus	B12-11 中国における気球によるエアロゾルの直接採集: 形状と種類 林 政彦、奥原靖彦、岩坂泰信、石広玉井、渡辺征春、原圭一郎、菊池 正
15:36	A12-13 尾部内プラズマに対する太陽風流の影響 前沢 洸、堀 智昭、向井利典、斎藤義文、山本達人、西田篤弘、園分 征	B12-12 SAGE IIによる成層圏エアロゾルおよび微量成分データの解析(1) 林田佐智子、西村亜紀、馬場明子、山本裕子、嶋村 真実
15:48	A12-14 GEOTAILとIMP-8の観測から得られた磁気圏遠尾部の構造と対流: IMF-Byの影響 堀 智昭、前沢 洸、斎藤義文、向井利典、山本達人、園分 征	B12-13 A Climatology of Stratospheric Aerosol M.H. Hitchman, M. McKay, C.R. Trepte, M. Yamanaka
16:00	A12-15 Convection in the Distant Tail at 200 Re in Geomagnetic Quiet Times 西田篤弘、向井利典、山本達人、斎藤義文、園分 征、前沢 洸	B12-14 ヤクーツク(62°N, 130°E)で観測された冬季成層圏エアロゾル層の構造 林 政彦、渡辺征春、岩坂泰信、中根英昭、V. Yushkov, V. Khattatov
16:12	A12-16 ロープにおけるプラズマ流のIMF依存性 松野陽一、向井利典、西田篤弘、斎藤義文、山本達人、園分 征、町田 忍	B12-15 冬季北極域における成層圏エアロゾル: 粒径分布の変化と輸送過程 渡辺征春、林 政彦、岩坂泰信、柴田 隆、長田和雄、足立 宏、藤原玄夫
16:24	A12-17 磁気嵐に伴う磁気圏尾部のサイズとフラックスの変動 中村るみ、園分 征、向井利典、山本達人	B12-16 Temporal Changes in Optical Properties of Polar Stratospheric Clouds observed in Winter of 1994/95 at Ny-Alesund 岩坂泰信、柴田 隆、藤原玄夫、足立 宏、酒井 哲、林 政彦、渡辺征春、R. Neuber
16:36	A12-18 ブーメラン法で見た磁気圏尾部の運動 鶴田浩一郎、早川 基、中村正人、向井利典、山本達人	B12-17 Characteristics of Polar Stratospheric Clouds over Ny-Alesund observed by a Lidar 柴田 隆、足立 宏、酒井 哲、長谷正博、林 政彦、長田和雄、渡辺征春、岩坂泰信、進 和美、名倉義信、藤原玄夫
		B12-18 ライダー観測による極域成層圏雲の解析 足立 宏、柴田 隆、林 政彦、酒井 哲、長谷正博、進 和美、名倉義信、R. Neuber、藤原玄夫、岩坂泰信



# 第 1 日 目

10月4日 (水)

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
	(●ポスター)	(●ポスター)	
	<p>A12-P75 ETS-VIによる磁場観測 長井樹信、恩藤忠典、松本晴久、五家建夫、福田敏幸、能勢正仁、家森俊彦、高橋圭衛、國分 征</p> <p>A12-P76 放射線帯のダイナミクス：1989—1994年の「あけぼの」による観測 紺野敦子、長井樹信、高木俊治、行松 彰、河野毅、楨野文命</p> <p>A12-P77 GMS/SEMデータ受信システム 富田二三彦、田 光江</p> <p>A12-P78 あけぼの/SMSによって測定された極冠域での熱プラズマ 渡邊成昭、佐川永一、巖本 巖、B.A. Whalen、A.W. Yau、向井利典、早川 基</p> <p>A12-P79 あけぼの衛星で観測された磁気嵐時のリングカレントの発達過程 長妻 努、福西 浩</p> <p>A12-P80 大磁気嵐における夜側プラズマシートと環電流領域の相互作用 渡辺正和、飯島 健</p>	<p>B12-P10 Ozone Depletion in 1992 and 1993 Observed at Syowa Station 趙 永浄、近藤 豊</p> <p>B12-P11 南極オゾンホール of 発達・消滅過程 小玉正弘</p> <p>B12-P12 航空機搭載用オゾン・一酸化炭素・メタン・炭化水素直接測定器の開発 北 和之、小川利紘、遠嶋康徳、井上 元</p> <p>B12-P13 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 久世暁彦、小川利紘</p>	

開始時間	A 会 場	B 会 場	C 会 場
	<p>A21 電離圏・磁気圏結合 座長 藤井良一 (名大・STE研) 小原隆博 (宇宙研)</p>	<p>B21 大気圏力学 座長 津田敏隆 (京大・超高層) 山本 衛 (京大・超高層)</p>	<p>C21 太陽圏 座長 藤本和彦 (名大・STE研) 中川朋子 (東北工大)</p>
9:10	<p>A21-01 Plasmaspheric Temperature Studies using Satellite Observations and Mathematical modelling N. Balan, K.-I. Oyama, T. Abe, G. Bailey, C. Sheffield</p>	<p>B21-01 アクティブ・フェーズド・アレイ・アンテナを用いた境界層レーダーの開発 橋口浩之、深尾昌一郎、山本 衛、磯村昭彦、芝野儀三</p>	<p>C21-01 回復期に日変化が小さいForbush減少 三島 靖、三木琢博、上村友範</p>
9:22	<p>A21-02 あけぼの衛星によるプラズマ圏トラフ領域電子温度観測 森 崇、阿部琢美、小山孝一郎、N. Balar</p>	<p>B21-02 境界層レーダー観測結果の数値シミュレーション 上松 啓、山中大、橋口浩之、坂本光輝、深尾昌一郎</p>	<p>C21-02 10Tev以下のエネルギー領域の宇宙線強度の恒星時変化に見られる銀河起源の異方性とTail-in異方性の共存 藤本和彦、長島一男</p>
9:34	<p>A21-03 Study of the Neutral Wind "Flywheel" Effect Using EISCAT CP Data 藤井良一、野澤悟徳、松浦延夫、ブレッケ、ハンセン</p>	<p>B21-03 MUレーダー・航空機協同観測による対流圏風速の時間・空間変化の相関 川端宏司、山中大、橋口浩之、山本 衛、深尾昌一郎、佐藤 亨、真野裕三、村上正隆</p>	<p>C21-03 Two Hemisphere Observations of the North-South Asymmetry in Cosmic Ray Sidereal Daily Variation 宗像一起、安江新一、加藤千尋、森 覚、小山守一、赤羽重信、藤井善次郎、藤本和彦、榎原志津子、上野裕幸、J.E. Humble、A.G. Fenton、K.B. Fenton、M.L. Duldig</p>
9:46	<p>A21-04 Study of field-aligned currents by using EISCAT CP-2 data (II) 野澤悟徳、藤井良一、松浦延夫、飯島 健、アスゲイア、ブレッケ</p>	<p>B21-04 MUレーダー観測による1994年梅雨季の中小規模擾乱：前線構造の時間的発達過程(2) 柴垣佳明、山中大、前川泰之、深尾昌一郎</p>	<p>C21-04 1990年5月24日に観測されたGLEの解析 森下伊三男、榎原志津子</p>
9:58	<p>A21-05 Instantaneous Penetration of the DP-2 Type Quasi-Periodic Polar Electric Field to the Low Latitude 菊池 崇、H. Lühr、北村泰一、坂 翁介、Schlegel</p>	<p>B21-05 MUレーダー/RASSによる対流圏界面付近の温度・風速の高時間分解能観測 足立樹泰、津田敏隆、増田悦久、山本喜昭</p>	<p>C21-05 プロミネンスの緯度変化とその磁気圏への効果 斎藤尚生、森 洋介、安江正治、松浦善博、小塚幸央、小島正宜</p>
10:10	<p>A21-06 あけぼの衛星とレーダーによる極域イオンフローの同時観測 阿部琢美、D.J. Knudsen、B.A. Whalen、A.W. Yau、渡部重十、佐川永一</p> <p>(10:22 休憩)</p>	<p>B21-06 インドネシアにおける降水量変動のフラクタル解析 浜田純一、山中大、橋口浩之、深尾昌一郎、松本淳、A. Sudibyo、K. Sontokusumo</p> <p>(10:22 休憩)</p>	<p>C21-06 太陽風速度及び密度擾乱の二次元構造—Ulysses観測との比較 小沢友宏、小島正宜、三澤浩昭</p> <p>(10:22 休憩)</p>

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
10:38	A21-07 衛星 (あけぼの) 地上 (Qaanaaq) による極冠域諸現象の同時観測 (II) 小原隆博、向井利典、早川 基、鶴田浩一郎、西田篤弘、K. Fukui、J. Rodriguez、C. Valladares	B21-07 Interannual Variations of Quasi 4 Day Mode Observed by the Boundary Layer Radar at Serpong (6° S, 107° E), Indonesia I. Widiyatmi、橋口浩之、山中大学、深尾昌一郎、津田敏隆、H. Wiryosumarto、S.W.B. Harijono	C21-07 惑星間空間への活動域プラズマの放出 中川朋子
10:50	A21-08 磁気圏中のサブストームに伴う低緯度での激しい電子の降り込み 塩川和夫、P.T. ニューウェル、C.-I. メング	B21-08 MU レーダー実時間データ処理システムを用いた水平風速推定法に関する研究 田原志浩、山本 衛、深尾昌一郎	C21-08 An Electron Fermi Acceleration Event at an Interplanetary Shock Wave on Feb. 21, 1994 Observed by the GEOTAIL 島田延枝、寺沢敏夫、星野真弘、西田篤弘、向井利典、斎藤義文、平原聖文、町田 忍、小井辰巳、前沢 洵、藤本正樹、B. Willken、永田勝明、長谷部信行、道家忠義、S. Livi、S. Ullalard、柳町朋樹、村上浩之、長井嗣信、松井 洋、山本達人、園分 征
11:02	A21-09 プラズマシートにおけるサブストームに伴う磁場ストレス変化の特性 飯島 健	B21-09 下部成層圏における重力波活動度の緯度分布—極地研「しらせ」オゾンゾンデデータの解析— 荻野慎也、山中大学、金戸 進、山内 恭、深尾昌一郎	C21-09 Split-Band Type II 太陽電波バーストの発生機構について 青山隆司、大家 寛、磯辺 武、近藤哲朗
11:14	A21-10 Interchange stability of a hot plasma torus in the magnetosphere 山本 隆、井上洋史、西谷 望	B21-10 臨界高度近傍の重力波のウェーブレット解析 (2) 下舞豊志、山中大学、深尾昌一郎	(●ポスター) C21-P99 WWW を用いたクライアントサーバ型宇宙環境データベース 石橋弘光、川崎和義、秋岡真樹、近藤哲朗、磯部武、徳丸宗利
11:26	A21-11 Chaotic Solutions of the Navier-Stokes Equation with the Effect of Ionosphere-Magnetosphere Coupling 鏡 裕行、町田 忍	B21-11 流星レーダー/MF レーダーで観測される中間圏・下部熱圏の大気潮汐波の短期変動 中村卓司、津田敏隆、D.C. Fritts、J.R. Isler、R.A. Vincent	C21-P100 Response of the Terrestrial Magnetic Field to the CME Event of February 21, 1994 S.M. ベトリネック、湯元清文、H. ルーア、林 幹治、園分 征、荒木 徹
11:38	(●ポスター) A21-P49 Polar Patrol Balloon (PPB) により観測された制動放射 X 線スペクトルの不変磁気緯度依存性 鈴木裕武、平島 洋、山田頭宏、江尻全機、山上隆正、小玉正弘 A21-P50 S520-21 号機による熱的イオンの測定 佐川永一、三宅 互、伊藤容生、町田 忍、早川 基、斎藤義文、平原聖文 A21-P51 あけぼの衛星により観測された長時間分解データにおける非定常電場 (2) 天野恭子、鶴田浩一郎、松岡彩子、早川 基	B21-12 流星エコーを利用した中間圏界面領域の半日周期潮汐波の風速・温度変動同時観測 堤 雅基、津田敏隆、中村卓司、深尾昌一郎 (●ポスター) B21-P24 3 次元中間圏—熱圏大循環モデル—微量成分のモデリング— 藤原 均、前田佐和子、渡部重十、福西 浩 B21-P25 MU レーダー・境界層レーダーによって観測された低気圧構造 土本順久、柴垣佳明、橋口浩之、山中大学、前川泰之、深尾昌一郎	C21-P101 太陽圏 3 次元磁場・電流システム 鷲見治一、田中高史 C21-P102 惑星間空間磁場極性の回帰周期の太陽活動依存性の起源 小塚幸央、小島正宜、斎藤尚生 C21-P103 太陽風磁場の共回転性構造と突発性構造 丸橋克英

A21-P52 EUV night glow Observation of 304Å  
from S-520-19 Rocket  
吉川一朗、中村正人、山下廣順、国枝秀世、平原聖  
文、斎藤義文、山崎 孝、滝沢慶之、見崎一民

A21-P53 HFD変動と $P_{sc4}$ 脈動の位相関係について  
李 培強、柴田 喬、奥澤隆志、湯元清文

A21-P54 中緯度非対称擾乱指数の意味  
家森俊彦

A21-P55 Characteristics of storm time geomagnetic  
variations observed in low latitudes (3)  
角村 悟

A21-P56 地磁気データを用いた極域におけるFlywheel  
効果の統計的解析  
浅村和史、家森俊彦

A21-P57 磁気圏冠中性面電流の統計的分布  
中井 仁、上出洋介

A21-P58 磁気ミラー効果を考慮した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  
矢島 彰、町田 忍

A22 オーロラ・ダイナミクス  
座長 山岸久雄 (極地研)  
林 幹治 (東大・理学部)

13:00 A22-01 昭和基地短波レーダーシステム建設と初期運  
用経過—  
山岸久雄、行松 彰、佐藤夏雄、昭和基地HFレー  
ダー研究グループ

13:12 A22-02 極冠域における電離層吸収現象の統計的解析  
太田久智、西野正徳、野澤悟徳、A. Brekke

13:24 A22-03 ポーラカスプ/クレフト領域における昼間側電  
離層吸収現象のダイナミクス  
西野正徳、太田久智、山岸久雄、P. Stauning、  
J.A. Holtet

B22 大気圏化学・放射  
座長 岡野章一 (極地研)  
岩上直幹 (東大・理学部)

B22-01 流跡線解析への化学反応の取り込み  
大谷天志、小川利紘

B22-02 夏極中間圏エコーの5.5日周期形成と速度場摂動  
との非相関  
杉山卓也、村岡良和、寒川尚久、深尾昌一郎

B22-03 NO<sub>x</sub>の分布—雷放電による生成— (PEM-West  
B)  
川上修司、近藤 豊、小池 真、中島英彰

C22 岩石磁気・古地磁気・磁気異常  
座長 山崎俊嗣 (地質調査所)  
森永達男 (姫路工大理)

C22-01 茂木地域に分布する前期中新世火山岩類の地質  
年代  
高橋雅紀、星 博幸

C22-02 栃木県茂木地域に分布する前期中新世火山岩の  
古地磁気—東北日本の回転は17.6Ma以前?—  
星 博幸、高橋雅紀

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
13:36	A22-04 Developments of North-South aligned auroral arc-branches 林 幹治、松井 洋、STEP極域ネットワークグループ	B22-04 西太平洋域航空機観測PEM-West (B) で得られたNO <sub>x</sub> とO <sub>3</sub> およびCOの相関 小池 貞、近藤 豊、中島英彰、川上修司	C22-03 PALEOMAGNETIC STUDY OF MIOCENE WELDED TUFFS IN THE ASHIO AREA IN CENTRAL JAPAN: ARC FORMATION OF JAPAN LATER THAN 15Ma 乙藤洋一郎、西沢靖貴、玉井雅人、松田高明
13:48	A22-05 サブストーム回復期に於ける沿磁力線電流系とプラズマシート 葛城佳夫、飯島 健	B22-05 PEM-WEST Aにおける上部対流圏での窒素酸化物の挙動 伊藤洋文、近藤 豊、小池 貞、中島英彰、川上修司	C22-04 Preliminary result of paleomagnetism from the Cretaceous red beds of the eastern Hindukush, Chitral, Pakistan H. Zaman、烏居雅之
14:00	A22-06 多点オーロラトモグラフィ国際協同観測 麻生武彦、浦島 智、宮岡 宏、江尻全機、A. Steen、U. Brändström	B22-06 SESAMEにおける北極成層圏でのNO、NO <sub>x</sub> 、O <sub>3</sub> 、N <sub>2</sub> O、エアロゾルの同時気球観測 杉田考史、近藤 豊、小池 貞、中島英彰、P. Airmedien、U. Schmidt、A. Engel	C22-05 中国海南島下部白亜紀堆積岩の古地磁気 森永速男、劉 育燕
14:12	A22-07 パルセーティングオーロラ生成に伴うWhistler mode ELFエミッションの直接観測 宮岡 宏、森岡 昭、大家 寛、岡田敏美、鶴田浩一郎、江尻全機	B22-07 インドネシアにおけるオゾン集中観測キャンペーン 1995年5・6月 藤原正智、北 和之、三木 緑、小川利紘、津田敏隆、N. Komala、S. Saraspriga	C22-06 中国雲南省Erhai湖堆積物の磁化から得た地磁気 永年変化 兵頭政幸、柏谷健二、沖村 孝、野村亮太郎、唐邦興、柳 素清、劉 世建
14:24	A22-08 S520-21号ロケットによるプラズマ計測・波動観測とwakeの影響 山本良行、小野高幸、大家 寛	B22-08 南極昭和基地におけるレーザーヘテロダイン分光計を用いたオゾン・メタン・一酸化二窒素・硝酸の観測 小出理史、田口 貞、福西 浩、岡野章一	(休憩)
14:36	A22-09 リシウムイオンブーメラン法によって測定されたオーロラに伴う電場 早川 基、鶴田浩一郎、E.M. Klementis	B22-09 Observations of ozone in the arctic upper stratosphere by optical sensors on board BT-5 balloons 岡林昌宏、H. Gernandt、岡野章一、田口 貞、福西 浩	C22-07 ハラミヨ上部境界から得られた地球磁場逆転の詳細な記録 (ODP Leg 124) 小田啓邦、渋谷秀敏
14:48	(14:48 休憩) (●ポスター) A22-P41 昭和基地Super DARN HF レーダーの運用及びデータ処理解析システムと観測初期結果 行松 彰、山岸久雄、佐藤夏雄、他、昭和基地HFレーダー研究グループ A22-P42 南極昭和基地における熱圏風のファブリーペロードップラーイメージング観測 久保田実、福西 浩、岡野章一	(14:48 休憩)	C22-08 Complicate magnetic mineral assemblage and its paleomagnetic record from the Plio-Pleistocene sequences of southwestern Taiwan 洪 崇勝

	<p>A22-P43 Comparison of auroral images on some line emissions observed at Dawson City 松井 洋、林 幹治、STEP極域ネットワークグループ</p> <p>A22-P44 ミルズクロス型イメージングリオメータの開発 藤田裕一、山岸久雄、西野正徳</p> <p>A22-P45 256ビームイメージング・リオメータの試験観測 森 弘隆、村山泰啓、貝沼昭司、五十嵐喜良、西牟田一三</p> <p>A22-P46 1994年9月共役観測によるオーロラと地磁気変動の共役性 橋本久美子、佐藤夏雄</p> <p>A22-P47 S-520-21号機で観測された Suprathermal Electron Bursts 三宅 互、佐川水一、伊藤容生、町田 忍、早川基</p> <p>A22-P48 北欧ロケット実験 (J-ARC1) による電場観測結果 門倉 昭、江尻全機、鶴田浩一郎、早川 基、岡田敏美、J-ARC1 チーム</p> <p>A22 磁気圏プラズマ波動-I 座長 大村善治 (京大・超高層) 中村 匡 (宇宙研)</p>		
15:00	<p>A22-10 極域 VLF 波動の電離層透過域推定における多重反射波の影響 安藤雅彦、島倉 信</p>	<p>B22-10 北海道における成層圏大気組成の赤外及び可視分光観測 (初期結果と今後の計画) 近藤 豊、小池 真、中島英彰、趙 永浄、村田功、鈴木勝久、中根英昭、笹野泰弘、W.A. Matthews</p>	<p>C22-09 最近1500年間の磁場変動 羽原香織、浜野洋三、大野正夫</p>
15:12	<p>A22-11 Halley Bay における ELF ヒスの波動エネルギー分布について 鍋本貴憲、島倉 信</p>	<p>B22-11 陸別における FTIR 観測による成層圏微量成分の高度プロファイル観測 中島英彰、近藤 豊、小池 真、趙 永浄、村田功、F.J. Murcray、X. Liu</p>	<p>C22-10 ニューゼーランド、ルアペフ火山、第四紀溶岩層序の K-Ar 年代と古地球磁場強度 (第2報) 田中秀文、河村憲一、長尾敬介、B.F. Houghton</p>
15:24	<p>A22-12 低緯度ダクト出口のホイストラ偏波特性 中村義勝</p>	<p>B22-12 陸別における FT-IR を用いた大気微量成分観測—CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、ClONO<sub>2</sub> 他— 村田 功、趙 永浄、中島英彰、小池 真、近藤 豊</p>	<p>C22-11 オークランド火山群の古地磁気強度 (1) 渋谷秀敏、八幡谷奈恵、山野彰仁、綱川秀夫</p>

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
15:36	A22-13 地球プラズマ圏内低高度領域電子密度分布モデルの改良 恒原克彦、木村繁根、笠原植也、大家 寛	B22-13 超伝導ミクサを使用したミリ波分光法による大気オゾンの測定 前川昇司、小川英夫、河路公昭、福井康雄、中根英昭	C22-12 Brunhes 期の古地磁気強度変化 山崎俊嗣、井岡 昇、江口暢久  (休憩)
15:48	A22-14 GEOTAIL ワイヤアンテナのインピーダンス測定結果と理論的検討 筒井 稔、長野 勇、小嶋浩嗣、橋本弘蔵、松本 紘、八木谷聡、GEOTAIL PWI チーム	B22-14 S-310-24 による窒素分子振動温度観測計画 川島高弘、小山孝一郎、鈴木勝久、岩上直幹、小川利紘、堤井信力	C22 岩石磁気・古地磁気・磁気異常 座長 森尻理恵 (地質調査所) 野木義史 (極地研究所)
16:00	A22-15 電子ビーム不安定性からの静電孤立波形成過程における外部磁場の効果: 2次元静電粒子シミュレーション 三宅壮聡、大村善治、松本 紘、小嶋浩嗣	B22-15 天底観測による熱放射スペクトルからの温室効果気体濃度・地表面射出率の同時導出法 今村 剛、小川利紘	C22-13 東スコチア海の地磁気3成分異常 野木義史、ロイ・リヴァーモア
16:12	A22-16 On the Theory of BGK Waves of the Electron Hole Type V.L. Krasovsky、松本 紘、大村善治	B22-16 中層大気OHのドップラー分光測定: 3年間の観測 岩上直幹、猪俣 敏	C22-14 南東インド洋海嶺における船上3成分地磁気異常観測の特長と問題点に関する研究 木村尚紀
16:24	A22-17 ビアスダイオード電子流のガラーキン解析 (ビームプラズマ系におけるプラズマ波動のカオス解の研究) D. Summers、松本 紘、大西隆史	B22-17 雷放電によって励起された下部電離圏発光現象: スプライト'95キャンペーン速報 福西 浩、高橋幸弘、久保田実、U.S. Inan、W.A. Lyons	C22-15 重力・地磁気異常から求めた日本海東縁部の地殻構造モデル (1) 森尻理恵、岡村行信
16:36	A22-18 MHD Equations with High Frequency Magnetic Fluctuation Effects 中村 匡  (●ポスター)	B22-18 雷放電に伴う中間圏・下部電離圏発光現象の空間・時間構造: スプライト'95キャンペーン速報 高橋幸弘、久保田実、坂野井和代、福西 浩、W.A. Lyons、U.S. Inan  (●ポスター)	(●ポスター)  C22-P01 東南極、リッツォ・オールドム湾沿岸地域の古地磁気 (1) - ラングホブ地域 - 石川尚人、船木 賢
	A22-P59 ベクトル-パラレル計算機 VPP500 による並列化MHDシミュレーション 田中高史、遠藤昌宏、冨田 宏	B22-P14 S-520-19号ロケット搭載LAPによる星間風と地球水素コロナの観測 渡辺真規子、川原珠也、渡部重十、福西 浩	C22-P02 Diagenesis and authigenesis of magnetic minerals observed in the sediment cores from site 976 and 977, ODP Leg 161 (Western Mediterranean) 鳥居雅之、ODP Leg 161 乗船研究者一同
	A22-P60 乱れ場を伴った磁気圏尾部における単一荷電粒子の軌道 岡田憲司、星野真弘、李 大榮、中村 匡	B22-P15 SS-520搭載の中性ガス質量分析器による酸素原子ジオ korona 観測の可能性 藤川暢子、鶴田浩一郎、早川 基、阿部慎也	C22-P03 古地磁気強度変化を用いた海底堆積物コアの高分解能層序 井岡 昇、山崎俊嗣、江口暢久
	A22-P61 3次元MHDリコネクションモデルにおけるプラズマ波動伝搬の研究 石川拓規、大村善治、松本 紘、鶴岡正行、J.L. Green	B22-P16 TOF法を用いた飛翔体用中性大気質量分析器の開発 阿部慎也、鶴田浩一郎、早川 基、藤川暢子	C22-P04 深海曳航式プロトン磁力計によるマリアナトラフ 18° N 付近の深海地磁気調査 佐柳敬造、田村千織、佐々木智之、富士原敏也、藤本博巳、平 朝彦

A22-P62 Plasma Distribution Functions in  
Plasmoids/Flux Ropes

向井利典、星野真弘、斎藤義文、山本達人、西田篤  
弘、藤本正樹、前沢 洵、寺沢敏夫、町田 忍、國  
分 征

A22-P63 プラズマ密度不均一に起因するUH波動起に関  
する計算機実験

上田裕子、大村善治、松本 紘

A22-P64 昭和基地に於けるスペクトルマトリクス法に  
よるリアルタイムVLF方探システムの開発

菊池雅行、山岸久雄、島倉 信

A22-P65 単色ホイスラー波による自発的サイドバンド  
波の生成の可能性

池田 慎

A22-P66 プラズマポーズ外側の低周波数静電的波動

劉 洪、林 幹治、國分 征、森岡 昭

B22-P17 S-520-21号機による近赤外大気放射の観測  
山本博聖、関口宏之、北島理香子、牧野忠男、柴崎  
和夫

B22-P18 S-520-21号機搭載フォトメーターによるオー  
ロラ観測

今井 正、岡野章一、渡部重十、福西 浩

B22-P19 S-310-23号機による極域NO<sub>2</sub>高度分布観測  
(II)

柴崎和夫、渡辺 隆、岡田昌章、鈴木勝久、岩上直  
幹

B22-P20 昭和基地における成層圏NO<sub>2</sub>連続観測(1990~  
1995年)

川口あかね、近藤 豊、小池 真、中島英彰、青木  
周司、小出理史、山内 恭、永尾一平、岩井邦中

B22-P21 ILAS-II CIONO<sub>2</sub>観測用エッセル分光計の試作  
結果

久世暁彦、鈴木 睦、中村邦雄、笹野泰弘、谷井  
純

B22-P22 ハレアカラにおけるOI557.7nm、NaD及びOH  
(8-3) 大気光の全天撮像観測

椿 俊光、岡野章一、阿部利弘、福西 浩、木山喜  
隆

B22-P23 雷放電に伴う中間圏・下部電離圏発光現象の光  
学観測：スプライト'95キャンペーン速報

坂野井和代、高橋幸弘、久保田実、福西 浩、  
W.A. Lyons、U.S. Inan



第 3 日 目

10月6日 (金)

時 間	
9:10~12:00	ポスターセッション (会場ロビー)
13:00~15:00	特別講演会 (A会場)  1. 地震と活断層 京都大学理学部教授 尾池和夫  2. 磁気圏プラズマ波動と科学衛星観測 京都大学工学部教授 木村磐根
15:00~17:00	第98回総会 (A会場)
18:00~21:00	懇親会 (京都大学 吉田食堂)

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
9 : 10	<p>A41 磁気圏プラズマ波動-II 座長 橋本弘蔵 (京大・超高層) 小野高幸 (東北大・理学部)</p>	<p>B41 電離圏構造 座長 渡部重十 (東北大・理学部) 品川裕之 (名大・STE研)</p>	
9 : 22	<p>A41-01 GEOTAIL プラズマ波動観測による長時間変動の解析 松本 紘、小嶋浩嗣、笠羽康正、村田健史、R.R. Anderson、臼井英之、大村善治、橋本弘蔵、長野 勇、筒井 稔、岡田敏美</p>	<p>B41-01 極域電離圏上部におけるイオンの加熱と運動 渡部重十、坂野井健、福西 浩、阿部琢美、佐川永一、B.A. Whalen、A.W. Yau、あけぼのサイエンスグループ</p>	<p>C41 固体惑星・主磁場ダイナモ 座長 横山由紀子 (能開大)</p>
9 : 34	<p>A41-02 AMR (Auroral Myriametric Radiation) の励起機構 橋本弘蔵、松本 紘、小嶋浩嗣</p>	<p>B41-02 赤道帯における morning overshoot におよぼす西向きの風の影響 磯田総子、小山孝一郎、N.Balan、渡部重十、高橋忠利、大家 寛、G.J. Bailey、鈴木勝久</p>	<p>C41-01 移動性速度場を持つ運動学的ダイナモモデル 金子恵年、松島政貴、齋藤正徳</p>
9 : 46	<p>A41-03 GEOTAIL 衛星で観測された磁気圏尾部における Continuum Radiation の発生、伝播特性 長野 勇、八木谷聡、掛樋勇次、松本 紘、橋本弘蔵</p>	<p>B41-03 Pre-reversal Enhancement 後の高い電子温度一観測と理論一 小山孝一郎、渡部重十、N. Balan、高橋忠利、大家 寛、G. Bailey</p>	<p>C41-02 回転球殻における MHD ダイナモ 佐藤淳子、本歳義守、松島政貴</p>
	<p>A41-04 Remote Sensing of Magnetosphere: 1. The 2fp Emission from the Terrestrial Foreshock Region 笠羽康正、松本 紘、R.R. Anderson、J.L. Bougeret、M.L. Kaiser</p>	<p>B41-04 “大空”衛星による低高度 (350-850km) 捕捉 He イオンの観測 両輪 顕、長谷部信行、三島 靖、小林正規、近藤光志、濱田 淳、永田勝明、河野 毅、菊池 順、道家忠義</p>	<p>(●ポスター)</p> <p>C41-P05 カーボン粒子の光学特性とマイクロクリスタリットサイズの関係 埴内千尋、木村誠二、佐藤健吾、齋藤嘉夫、小池千代枝、R. Hermann</p> <p>C41-P06 MHD ダイナモシミュレーション 松井宏晃、大家 寛</p> <p>C41-P07 Constraints and Problems on a PSV Model Using Gauss Coefficients 綱川秀夫、横山由紀子</p> <p>C41-P08 地球磁場のスケールに関する考察 横山由紀子、加藤浩文</p> <p>(休憩)</p>

# 第 4 日 目

10月7日 (土)

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
9:58	A41-05 プラズマシート境界層で観測される静電孤立波の伝搬方向解析 小嶋浩嗣、松本 紘、R.R. Anderson、長野 勇、大村善治、堀山聡子、向井利典、町田 忍、斎藤義文、山本達人、園分 征	B41-05 地磁気静穏日におけるF領域電場のエンハンスメント 高見友幸、深尾昌一郎	C41 電気伝導度 座長 小川康雄 (地質調査所) 藤 浩明 (東大海洋研)
10:10	A41-06 磁気圏尾部で観測される狭帯域静電波 堀山聡子、小嶋浩嗣、松本 紘、R.R. Anderson、筒井 稔、山本達人、園分 征、向井利典、町田 忍、斎藤義文	B41-06 Ionospheric Drift Similarities at Non-conjugate Locations W.L. Oliver、高見友幸、深尾昌一郎	C41-03 北海道天北地域におけるMT法調査 高倉伸一
10:22	(10:22 休憩)	(10:22 休憩)	C41-04 Two-Dimensional Inversion of Magnetotelluric Data of the North-eastern Part of Japan Arc (1) 藤縄幸雄、川上則明、T.H. Asch、山根一修、高杉真司、本蔵義守
10:38	A41-07 GEOTAIL 衛星による磁気圏尾部領域電子プラズマ波の研究 古谷裕規、小嶋浩嗣、臼井英之、松本 紘	B41-07 Modelling the MU radar F region observations 蘇 元智、深尾昌一郎、G.J. Bailey	C41-05 Electrical conductivity structures of the Appalachian Orogen in the southeastern U.S. 小川康雄、A.G. Jones、M.J. Unsworth、J.R. Booker
10:50	A41-08 GEOTAIL 衛星観測による電子サイクロトロン高調波の解析 小泉純子、臼井英之、松本 紘、山本達人、園分 征、鶴田浩一郎、向井利典、町田 忍、斎藤義文	B41-08 電離圏E領域イレギュラリティの準周期構造に関する日米共同観測計画—SEEK 深尾昌一郎、山本 衛、早川 基、向井利典、R. Pfaff、R.T. Tsunoda、SEEK 観測グループ	C41-06 フィリピン海プレートの平均的な電気伝導度分布 藤井郁子、歌田久司、湯元清文
11:02	A41-09 GEOTAIL プラズマ粒子データを用いた電子サイクロトロン高調波観測時のプラズマ環境の検討 臼井英之、小泉純子、松本 紘、向井利典、町田 忍、斎藤義文、山本達人、園分 征	B41-09 MU レーダーと分光計による中間圏上部のOH光、流星風、温度の同時観測 高橋久夫、P.P. Batista、R.A. Buriti、堤 雅基、中村卓司、津田敏隆、深尾昌一郎	(休憩)
11:14	A41-10 プラズマシート境界層における静電孤立波の周波数スペクトルと電子速度分布関数の解析 大村善治、松本 紘、L.A. Frank、小嶋浩嗣、W. R. Paterson、M. Tsutsui、R.R. Anderson、堀山聡子、園分 征、山本達人	B41-10 衝突回数を考慮したイオノグラム (h') の計算 深見哲男、長野 勇、ジョン・マクドウガル	C41-07 Structures of oceanic plates as inferred from seafloor MT and VGS measurements 藤 浩明
			C41-08 オーストラリアの210° MM地磁気観測点における地磁気変化異常 瀬戸正弘、北村保夫、湯元清文、210° MM地磁気観測グループ

11:26

A41-11 あけぼの衛星と Freja 衛星で観測された VLF/ELF 波動とイオンコネクストとの関連  
細田智久、笠原植也、木村磐根、向井利典、渡部重十、阿部琢美、K. Stasiewicz、L. Eliasson、M. Yamauchi

11:38

A41-12 EXOS-D (あけぼの) 衛星搭載 PWS により発見された高域ハイブリッド波と能動的励起波動の非線形波動粒子相互作用現象  
小林 香、大家 寛

(●ポスター)

A41-P67 あけぼの衛星で観測されたオメガ電波の full wave 法による解析  
宮村和俊、長野 勇、八木谷聡、木村磐根

A41-P68 内部磁気圏で観測される広帯域大振幅 HF 波動現象  
森岡 昭、中川史丸、三澤浩昭、大家 寛、長井嗣信

A41-P69 地球ヘクトメートル波放射に含まれる周期性変動成分について  
飯島雅英、大家 寛

A41-P70 極域電離層内プラズマ波動バースト現象の発生領域並びに伝搬特性について  
小野高幸、大家 寛

A41-P71 あけぼの衛星/PWSによる高域混成周波数(UHR)波動近傍スペクトルの特性  
花岡 史、大家 寛、小野高幸、飯島雅英

A41-P72 夜側 aurora 帯上空で観測される AKR の coherency について  
熊本篤志、大家 寛、森岡 昭、金田榮祐

A41-P73 Echo whistler observed with Geotail near the magnetopause  
呉 向陽、長野 勇、八木谷聡、片山晴史、松本 紘

A41-P74 GEOTAIL 衛星で観測された昼側マグネトポーズにおけるコーラスエミッションの発生、伝搬の解析  
八木谷聡、長野 勇、呉 向陽、高瀬秀一、松本 紘、W.R. Paterson、L.A. Frank、R.R. Anderson

B41-11 Numerical Simulation of the Perkins Instability in the Nighttime Mid-latitude Ionosphere  
斉藤昭則、家森俊彦、竹田雅彦

B41-12 熱圏-電離圏結合モデル (3)  
品川裕之

(●ポスター)

B41-P26 SFU 環境計測用インピーダンスプローブの電気的特性と初期運用時の QL 観測速報  
渡辺勇三、佐々木進、松岡 忍

B41-P27 SFU による宇宙飛翔体のプロズマ電磁環境の研究  
岡田雅樹、渡辺勇三、佐々木進、松岡 忍、江尻全機

B41-P28 電離圏 E 領域沿磁力線イレギュラリティとスボラディック E 層の統計的研究  
武村健一、山本 衛、深尾昌一郎

B41-P29 電離圏 E 領域沿磁力線イレギュラリティ特性の日周変化の研究  
齋 哲也、山本 衛、深尾昌一郎

B41-P30 MU レーダーによる電離圏/熱圏大気重力波の観測  
大塚雄一、深尾昌一郎、W.L. Oliver、高見友幸、津田敏雄、山本 衛

B41-P31 極域での電離層電子密度と地上磁場データから推定した電離層電流との関係  
石井 守、菊池 崇

B41-P32 トップサイド電離圏で観測されたイオン組成の季節変化  
巖本 巖

B41-P33 Modeling study of equatorial ionospheric height and spread F occurrence  
丸山 隆

B41-P34 測位 GPS 受信機生データ解析による電離圏全電子数 (TEC) の推定  
佐藤克久

C41-09 INDUCTION ARROW を求めるための Everett-Hyndman 計算法について  
瀬戸正弘、渡辺富也

# 第 4 日 目

10月7日 (土)

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
	A42 磁気圏構造-II 座長 町田 忍 (京大・理学部) 星野真弘 (宇宙研)	B42 ULF 波動 座長 坂 翁介 (九大・理学部) 高橋主衛 (名大・STE研)	
13:00	A42-01 プラズモイドによるエネルギー輸送 家田章正、町田 忍、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	B42-01 地上多点観測に基づく Pc3 波動の統計的解析 松岡 均、高橋主衛、湯元清文	C42 電気伝導度 座長 山本哲也 (気象研)
13:12	A42-02 Computer Simulations on Plasmoid Dynamics and Loop Heating by the Spontaneous Fast Reconnection Model 鶴飼正行、大林拓治、菊池 守	B42-02 昼間磁気赤道における Pi2 脈動の位相遅延について 篠原 学、法泉徳子、吉川顕正、北村泰一、N.B. Trivedi	C42-01 Magneto-Telluric 法による桜島火山の比抵抗構造 吉村 源、湯元清文、日高耕一、田中 稔、角田寿喜
13:24	A42-03 地球磁気圏尾部で観測された SLOW-MODE SHOCK の構造 斎藤義文、向井利典、町田 忍、平原聖文、寺沢敏夫、西田篤弘、山本達人、園分 征	B42-03 Comparison Study of Pi2 Pulsations Between Akebono Satellite and 210° Magnetic Meridian Stations 大崎裕生、湯元清文、高橋主衛、塩川和夫、S.I. Solovyev、G. Krymskij、E.F. Vershinin、V.F. Osinin、O. Sobari、M. Ruhimat、T. Nagatsuma、坂野井健、福西 浩、早川 基、松岡彩子、飯島雅英、熊本篤志	C42-02 島原半島西部における比抵抗構造探査 (序) 神田 啓、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
13:36	A42-04 磁気圏尾部での遅延衝撃波によるプラズマ加熱加速 星野真弘、向井利典、西田篤弘、斎藤義文、山本達人、園分 征	B42-04 North/south Asymmetry of sc/si Magnetic Variations Observed along the 210° Magnetic Meridian 湯元清文、S.M. Petrinec、松岡 均、塩川和夫、田中義人、北村泰一、S.I. Solovyev、G.A. Makarov、E.F. Vershinin、V.F. Oshinin、S.L. Manurung、O. Sobari、M. Ruhimat、R.J. Morris、J.V. Olson、S.-I. Akasofu	C42-03 雲仙普賢岳における直流電気探査 橋本武志、田中良和、嶋田秀晴、松本良浩、中坊 真
13:48	A42-05 GEOTAIL 衛星によるプラズマシート境界層を流れる沿磁力線電流 前田祐利、山本達人、向井利典、斎藤義文、園分 征	B42-05 210度磁気子午線沿いの高・低緯度磁気共役点における Pc3-5 電磁流体波動の南北非対称性 尾野藤祥司、湯元清文、塩川和夫、R.J. Morris、J. V. Olson、S.-I. Akasofu	C42-04 ULF-MT 観測による雲仙火山周辺の比抵抗構造 山本哲也、鎌山中臣、歌田久司、雲仙火山 MT 観測グループ
14:00	A42-06 A Magnetospheric Hot Spot, Consequence of Bursty Magnetotail Reconnection : GEOTAIL observation on 21 September 1993 寺沢敏夫、篠原 育、平原聖文、杉山 徹、向井利典、斎藤義文、町田 忍、山本達人、園分 征、長井嗣信、星野真弘、西田篤弘ほか、GEOTAIL LEP /MGF チーム	B42-06 Geotail 衛星による磁気圏境界領域の磁場変動特性 鈴木政徳、大谷正明、櫻井 亨、利根川豊、坂田圭司、野和田基晴、山本達人、園分 征	C42-05 地磁気変換関数の LT 変化 竹田雅彦  (休憩)

14:12 A42-07 磁気(再結合 X 点近傍)における粒子加速の数値実験  
中林潤哉、町田 忍

14:24 A42-08 近尾部プラズマ・バースト現象にみられる粒子速度分布関数の特性  
町田 忍、中林潤哉、向井利典、斎藤義文、山本達人、西田篤弘、寺沢敏夫、平原聖文、園分 征

14:36 A42-09 The merging geometry and the effect of heavy ions in the hybrid simulation of resistive reconnection  
中村雅夫、藤本正樹

14:48 (14:48 休憩)

15:00 A42-10 The Coexistence of the Earth-originated O<sup>+</sup> and the Solar-wind-originated H<sup>+</sup>/He<sup>+</sup> in the Distant Magnetotail  
関華奈子、平原聖文、寺沢敏夫、篠原 育、向井利典、斎藤義文、町田 忍、山本達人、園分 征

15:12 A42-11 Solar Wind Injection and Merging with Ions of Terrestrial Origin in the Distant Magnetosheath-Lobe Boundary  
平原聖文、寺沢敏夫、向井利典、星野真弘、山本達人、町田 忍、斎藤義文、園分 征

15:24 A42-12 The antisymmetric ballooning instability in the Earth's magnetotail models  
D.-Y. Lee, M. Hoshino

15:36 A42-13 Wave-Assisted Cusp Model  
山内正敏、リカード・ルンディン

15:48 A42-14 'Convection-dynamo' theory of geomagnetic storms and substorms: Energy transfer processes involved in the magnetospheric convection (II)  
中川晃成

16:00 A42-15 Magnetotail Structures in a Simulated Earth's Magnetosphere  
南 繁行、G. Yur, H.U. Ralman, J. Birn, F.J. Wessel

(14:12 休憩)

B42-07 Observations of the low-latitude boundary layer from GEOTAIL  
高橋主衛、園分 征、藤本正樹、向井利典、斎藤義文、山本達人

B42-08 Triggering Mechanism of Pulsation in the Dayside Magnetosphere Observed by GEOTAIL  
日下 拓、中村正人、早川 基、鶴田浩一郎、松井洋、園分 征、山本達人

B42-09 1986年5月21日0820UT 粒子インジェクションの経度広がりとは Pi2 脈動  
坂 翁介

B42-10 Reflection of Shear Alfvén Waves at the Inductive Ionosphere  
吉川顕正、糸長雅弘

B42-11 Three-Dimensional Transient Propagation of MHD Waves in the Magnetosphere  
糸長雅弘、吉川顕正

(●ポスター)

B42-P35 低緯度地磁気脈動のスペクトル動特性  
高橋忠利、大家 寛

B42-P36 Real-time detection of Pi2 pulsations by wavelet analysis for monitoring substorm onsets  
能勢正仁、家森俊彦、H.J. Singer, E.W. Worthington, D.K. Milling

B42-P37 Multiple Pi2 Onset とサブストーム時のオーロラの関係  
塩川和夫、湯元清文、田中義文、大崎裕生、赤祖父俊一、林 幹治、小口 高、木山昇隆

B42-P38 磁気圏 ULF 波動のモデリング II —磁気圏台形モデルにおける ULF 波動のふるまい  
中田裕之、藤田 茂

C42 地殻活動電磁気学  
座長 高山寛美 (気象研)  
藤原 智 (国土地理院)

C42-06 地磁気変換関数の異常変化の考察  
藤原 智

C42-07 長基線地電位の日平均値のステップ状変化  
高山寛美

C42-08 兵庫県南部地震時の電磁界強度増加現象一述報一  
高澤一郎、芳野超夫

C42-09 油壺における岩石比抵抗変化の実験的検証  
大久保天、歌田久司、吉野登志男

(休憩)

C42-10 磁気異常のノルム最小化逆解析における解の安定性  
中塚 正

C42-11 地磁気変化から推定される1995年4~7月における雲仙の火山活動  
田中良和、橋本武志、増田秀晴

C42-12 伊豆半島東部域で観測された全磁力変化のモデル化  
大志万直人

C42-13 1978年伊豆大島近海地震 M7.0 に伴う地震地磁気効果  
笹井洋一、石川良寛

# 第 4 日 目

10月7日 (土)

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
16:12	A42-16 地上磁場データを用いて求めた auroral oval のサイズと Dst index との関連 (2) 渡辺優子、亀井豊永	B42-P39 低緯度オーロラ出現時の ULF 波動の解析 樋口喜啓	<p>(●ポスター)</p> <p>C42-P09 仙北地震地域の磁気異常 牧野雅彦、中塚 正</p>
16:24	A42-17 AE 指数 (1978-88年) の統計的特性 亀井豊永、荒木 徹、杉浦正久	B42-P40 Bootstrap Method for the Minimum Variance Analysis II: Error estimation for the maximum variance eigenvector 樋口知之、河野英昭	
16:36	A42-18 極端紫外光 834Å の磁気圏撮像望遠鏡の開発 滝澤慶之、中村正人、平原聖文、吉川一朗、山崎敦、野田寛大		
	<p>(●ポスター)</p> <p>A42-P81 高速磁気再結合過程の MHD シミュレーションにおけるテスト粒子軌道計算 清水 徹、鶴飼正行</p> <p>A42-P82 Tail Lobe 中で観測される高速沿磁力電子ビーム 篠原 育、寺沢徹夫、斎藤義文、向井利典、山本達人、町田 忍、國分 征</p> <p>A42-P83 磁気圏撮像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</p> <p>A42-P84 磁気圏境界に於けるケルビン・ヘルムホルツ不安定のマグネットシース中の磁場の向きに対する依存性 3: 速度境界層内の Slow Rarefaction Region 三浦 彰</p> <p>A42-P85 Studies of the Plasma Flow Within the Magnetosheath Near the Magnetopause S.M. ベトリネック、向井利典、西田篤弘、山本達人、國分 征</p> <p>A42-P86 IMF の南転・北転にともなう AKR index の変化 村田健史、松本 紘、小嶋浩嗣、大塚恒平、山本達人、家森俊彦</p>		

# ポスター発表一覧表 (ボード番号順)

## 岩石磁気・古地磁気・磁気異常

- C22-P01 東南極、リッツォ・ホルム湾沿岸地域の古地磁気  
(1) ーラングホブデ地域ー  
石川尚人、船木 寛
- C22-P02 Diagenesis and authigenesis of magnetic  
minerals observed in the sediment cores from site  
976 and 977, ODP Leg 161 (Western Mediterranean)  
鳥居雅之、ODP Leg 161乗船研究者一同
- C22-P03 古地磁気強度変化を用いた海底堆積物コアの高分解  
能層序  
井岡 昇、山崎俊嗣、江口暢久
- C22-P04 深海曳航式プロトン磁力計によるマリアナトラフ  
18° N 付近の深海地磁気調査  
佐柳敬造、田村千穂、佐々木智之、富士原敏也、藤本博  
巳、平 朝彦

## 固体惑星・主磁場ダイナモ

- C41-P05 カーボン粒子の光学特性とマイクロクリスタリット  
サイズの間係  
堀内千尋、木村誠二、佐藤健吾、齋藤嘉夫、小池千代枝、  
R. Hermann
- C41-P06 MHDダイナモシミュレーション  
松井宏晃、大家 寛
- C41-P07 Constraints and Problems on a PSV Model  
Using Gauss Coefficients  
綱川秀夫、横山由紀子
- C41-P08 地球磁場のスケールに関する考察  
横山由紀子、加藤浩文

## 電気伝導度・地殻活動電磁気学

- C42-P09 仙北地震地域の磁気異常

牧野雅彦、中塚 正

## 大気圏化学・エアロゾル

- B12-P10 Ozone Depletion in 1992 and 1993 Observed  
at Syowa Station  
趙 永浄、近藤 豊
- B12-P11 南極オゾンホールが発達・消滅過程  
小玉正弘
- B12-P12 航空機搭載用オゾン・一酸化炭素・メタン・炭化水素  
直接測定器の開発  
北 和之、小川利穂、遠嶋康徳、井上 元
- B12-P13 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  
久世暁彦、小川利穂

## 大気圏化学・放射

- B22-P14 S-520-19号ロケット搭載LAPによる屋間風と地球  
水素コロナの観測  
渡辺貞規子、川原琢也、渡部重十、福西 浩
- B22-P15 SS-520搭載の中性ガス質量分析器による酸素原子  
ジオ korona 観測の可能性  
藤川暢子、鶴田浩一郎、早川 基、阿部慎也
- B22-P16 TOF法を用いた飛行体用中性大気質量分析器の開発  
阿部慎也、鶴田浩一郎、早川 基、藤川暢子
- B22-P17 S-520-21号機による近赤外大気放射の観測  
山本博聖、関口宏之、北島理香子、牧野忠男、柴崎和夫
- B22-P18 S-520-21号機搭載フォトメーターによるオーロラ  
観測  
今井 正、岡野章一、渡部重十、福西 浩
- B22-P19 S-310-23号機による極域NO<sub>2</sub>高度分布観測(Ⅱ)

柴崎和夫、渡辺 隆、岡田昌章、鈴木勝久、岩上直幹

- B22-P20 昭和基地における成層圏NO<sub>2</sub>連続観測(1990~1995  
年)  
川口あかね、近藤 豊、小池 貞、中島英彰、青木周司、  
小出理史、山内 恭、永尾一平、岩井邦中
- B22-P21 ILAS-II CIONO<sub>2</sub>観測用エッセル分光計の試作結果  
久世暁彦、鈴木 睦、中村邦雄、笹野泰弘、谷井 純
- B22-P22 ハレアカラにおけるOI557.7nm、NaD及びOH(8-  
3)大気光の全天撮像観測  
楢 俊光、岡野章一、阿部利弘、福西 浩、木山喜隆
- B22-P23 雷放電に伴う中間圏・下部電離圏発光現象の光学観  
測: スプライト'95キャンペーン速報  
坂野井和代、高橋幸弘、久保田実、福西 浩、W.A.  
Lyons、U.S. Inan

## 大気圏力学

- B21-P24 3次元中間圏-熱圏大循環モデル~微量成分のモデ  
リング~  
藤原 均、前田佐和子、渡部重十、福西 浩
- B21-P25 MUレーダー・境界層レーダーによって観測された低  
気圧構造  
上本順久、柴垣佳明、橋口浩之、山中大学、前川泰之、深  
尾昌一郎

## 電離圏構造

- B41-P26 SFU環境計測用インピーダンスプローブの電氣的特  
性と初期運用時のQL観測速報  
渡辺勇三、佐々木進、松岡 忍
- B41-P27 SFUによる宇宙飛行体のプラズマ電磁環境の研究  
岡田雅樹、渡辺勇三、佐々木進、松岡 忍、江尻全機
- B41-P28 電離圏E領域沿磁力線イレギュラリティとスポラデ



イックE層の統計的研究  
武村健一、山本 衛、深尾昌一郎

B41-P29 電離圏E領域沿磁力線イレギュラリティ特性の日周変化の研究  
齋 哲也、山本 衛、深尾昌一郎

B41-P30 MUレーダーによる電離圏/熱圏大気重力波の観測  
大塚雄一、深尾昌一郎、W.L. Oliver、高見友幸、津田敏雄、山本 衛

B41-P31 極域での電離層電子密度と地上磁場データから推定した電離層電流との関係  
石井 守、菊池 崇

B41-P32 トップサイド電離圏で観測されたイオン組成の季節変化  
巖本 巖

B41-P33 Modeling study of equatorial ionospheric height and spread F occurrence  
丸山 隆

B41-P34 測位GPS受信機生データ解析による電離圏全電子数(TEC)の推定  
佐藤克久

### ULF波動

B42-P35 低緯度地磁気脈動のスペクトル動特性  
高橋忠利、大家 寛

B42-P36 Real-time detection of Pi2 pulsations by wavelet analysis for monitoring substorm onsets  
能勢正仁、家森俊彦、H.J. Singer、E.W. Worthington、D.K. Milling

B42-P37 Multiple Pi2 Onsetとサブストーム時のオーロラの関係  
塩川和夫、湯元清文、田中義文、大崎裕生、赤祖父俊一、林 幹治、小口 高、木山喜隆

B42-P38 磁気圏ULF波動のモデリングII—磁気圏台形モデルにおけるULF波動のふるまい  
中田裕之、藤田 茂

B42-P39 低緯度オーロラ出現時のULF波動の解析  
樋口喜啓

B42-P40 Bootstrap Method for the Minimum Variance Analysis II: Error estimation for the maximum variance eigenvector  
樋口知之、河野英昭

### オーロラダイナミクス

A22-P41 昭和基地Super DARN HFレーダーの運用及びデータ処理解析システムと観測初期結果  
行松 彰、山岸久雄、佐藤夏雄、他、昭和基地HFレーダー研究グループ

A22-P42 南極昭和基地における熱圏風のファブリーペロードップラーイメージング観測  
久保田実、福西 浩、岡野章一

A22-P43 Comparison of auroral images on some line emissions observed at Dawson City  
松井 洋、林 幹治、STEP極域ネットワークグループ

A22-P44 ミルズクロス型イメージングリオメータの開発  
藤田裕一、山岸久雄、西野正徳

A22-P45 256ビームイメージング・リオメータの試験観測  
林 弘隆、村山泰啓、貝沼昭司、五十嵐喜良、西牟田一三

A22-P46 1994年9月共役観測によるオーロラと地磁気変動の共役性  
橋本久美子、佐藤夏雄

A22-P47 S-520-21号機で観測されたSuprathermal Electron Bursts  
三宅 互、佐川永一、伊藤容生、町田 忍、早川 基

A22-P48 北欧ロケット実験(J-ARC1)による電場観測結果  
門倉 昭、江尻全機、鶴田浩一郎、早川 基、岡田敏美、J-ARC1チーム

### 電離圏磁気圏結合

A21-P49 Polar Patrol Balloon (PPB)により観測された制動放射X線スペクトルの不変磁気緯度依存性  
鈴木裕武、平島 洋、山田顕宏、江尻全機、山上隆正、小玉正弘

A21-P50 S520-21号機による熱的イオンの測定  
佐川永一、三宅 互、伊藤容生、町田 忍、早川 基、斎藤義文、平原聖文

A21-P51 あけぼの衛星により観測された高時間分解データにおける非定常電場(2)  
天野恭子、鶴田浩一郎、松岡彩子、早川 基

A21-P52 EUV Night Glow Observation of 304Å from S-520-19 Rocket  
吉川一朗、中村正人、山下廣順、国枝秀世、平原聖文、斎藤義文、山崎 孝、滝沢慶之、見崎一民

A21-P53 HFD変動と $P_{cc4}$ 脈動の位相関係について  
李 培強、柴田 喬、奥澤陸志、湯元清文

A21-P54 中緯度非対称擾乱指数の意味  
家森俊彦

A21-P55 Characteristics of storm time geomagnetic variations observed in low latitudes (3)  
角村 悟

A21-P56 地磁気データを用いた極域におけるFlywheel効果の統計的解析  
浅村和史、家森俊彦

A21-P57 磁気圏尾中性面電流の統計的分布  
中井 仁、上出洋介

A21-P58 磁気ミラー効果を考慮した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  
矢島 彰、町田 忍

## 磁気圏プラズマ波動- I

- A22-P59 ベクトル-パラレル計算機 VPP500 による並列化 MHD シミュレーション  
田中高史、遠藤昌宏、冨田 宏
- A22-P60 乱れ場を伴った磁気圏尾部における単一荷電粒子の軌道  
岡田憲司、星野貞弘、李 大榮、中村 匡
- A22-P61 3次元MHDリコネクションモデルにおけるプラズマ波動伝搬の研究  
石川拓規、大村善治、松本 絃、鶴飼正行、J.L. Green
- A22-P62 Plasma Distribution Functions in Plasmoids/Flux Ropes  
向井利典、星野貞弘、斎藤義文、山本達人、西田篤弘、藤本正樹、前沢 洸、寺澤敏夫、町田 忍、園分 征
- A22-P63 プラズマ密度不均一に起因するUH波動起に関する計算機実験  
上田裕子、大村善治、松本 絃
- A22-P64 昭和基地に於けるスペクトルマトリクス法によるリアルタイムVLF方探システムの開発  
菊池雅行、山岸久雄、島倉 信
- A22-P65 単色ホイスラー波による自発的サイドバンド波の生成の可能性  
池田 慎
- A22-P66 プラズマポーズ外側の低周波数静電的波動  
劉 洪、林 幹治、園分 征、森岡 昭

## 磁気圏プラズマ波動- II

- A41-P67 あけぼの衛星で観測されたオメガ電波の full wave 法による解析  
宮村和俊、長野 勇、八木谷聡、木村啓根
- A41-P68 内部磁気圏で観測される広帯域大振幅 HF 波動現象  
森岡 昭、中川史丸、三澤浩昭、大家 寛、長井嗣信
- A41-P69 地球ヘクトメートル波放射に含まれる周期性変動成分について

飯島雅英、大家 寛

- A41-P70 極域電離層内プラズマ波動バースト現象の発生領域並びに伝搬特性について  
小野高幸、大家 寛
- A41-P71 あけぼの衛星/PWSによる高域混成周波数(UHR)波動近傍スペクトルの特性  
花岡 史、大家 寛、小野高幸、飯島雅英
- A41-P72 夜側aurora帯上空で観測されるAKRのcoherencyについて  
熊本篤志、大家 寛、森岡 昭、金田榮祐
- A41-P73 Echo whistler observed with Geotail near the magnetopause  
呉 向陽、長野 勇、八木谷聡、片山晴史、松本 絃
- A41-P74 GEOTAIL衛星で観測された昼側マグネトポーズにおけるコーラスエミッションの発生、伝搬の解析  
八木谷聡、長野 勇、呉 向陽、高瀬秀一、松本 絃、W. R. Paterson、L.A. Frank、R.R. Anderson

## 磁気圏構造 I

- A12-P75 ETS-VIによる磁場観測  
長井嗣信、恩藤忠典、松本晴久、五家建夫、福田敏幸、能勢正仁、家森俊彦、高橋主衛、園分 征
- A12-P76 放射線帯のダイナミクス：1989—1994年の「あけぼの」による観測  
紺野敦子、長井嗣信、高木俊治、行松 彰、河野 毅、植野文命
- A12-P77 GMS/SEMデータ受信システム  
富田二三彦、田 光江
- A12-P78 あけぼの/SMSによって測定された極冠域での熱プラズマ  
渡邊成昭、佐川永一、巖本 巖、B.A. Whalen、A.W. Yau、向井利典、早川 基
- A12-P79 あけぼの衛星で観測された磁気嵐時のリングカレントの発達過程  
長妻 努、福西 浩

- A12-P80 大磁気嵐における夜側プラズマシートと環電流領域の相互作用  
渡辺正和、飯島 健

## 磁気圏構造 II

- A42-P81 高速磁気再結合過程のMHDシミュレーションにおけるテスト粒子軌道計算  
清水 徹、鶴飼正行
- A42-P82 Tail Lobe中で観測される高速沿磁力電子ビーム  
篠原 育、寺沢敏夫、斎藤義文、向井利典、山本達人、町田 忍、園分 征
- A42-P83 磁気圏撮像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
- A42-P84 磁気圏境界に於けるケルビン・ヘルムホルツ不安定のマグネトシース中の磁場の向きに対する依存性3：速度境界層内のSlow Rarefaction Region  
三浦 彰
- A42-P85 Studies of the Plasma Flow Within the Magnetosheath Near the Magnetopause  
S.M. ベトリネック、向井利典、西田篤弘、山本達人、園分 征
- A42-P86 IMFの南転・北転にともなうAKR indexの変化  
村田健史、松本 絃、小嶋浩嗣、大塚恒平、山本達人、家森俊彦

## 太陽風・惑星電磁圏・惑星大気圏

- B12-P87 平行衝撃波における電子加熱  
島津浩哲、町田 忍、田中基彦
- B12-P88 太陽活動と地磁気擾乱  
横山信博、上出洋介
- B12-P89 Reflected Ion Beam中の2成分イオン流  
杉山 徹、寺沢敏夫、向井利典、斎藤義文、町田 忍、山本達人、園分 征

B12-P90 Relationship between occurrence frequency and intensity of substorms  
伊藤孝夫

B12-P91 327MHz 電波受信システム構築による木星デシメートル電波の定常観測計画  
三澤浩昭、森岡 昭、阿部利弘

B12-P92 狭帯域放射と相互作用する木星電波Sバーストの解析  
村上利幸、大家 寛、飯島雅英

B12-P93 二周波数干渉計網による木星デカメータ電波発生源の研究—CLOSURE PHASEの解析—  
村尾 一、大家 寛、飯島雅英

B12-P94 鹿島での低周波数帯木星および太陽電波観測装置の整備計画  
近藤哲朗、磯辺 武

B12-P95 火星電離層電流系  
山本達人、松岡彩子、中村 匡、鶴田浩一郎

B12-P96 Small Scale Momentum Transport in Magnetized Plasmas  
中村 匡、山本達人

B12-P97 火星熱圏・電離圏総合GCMの開発(1)  
金子雅彦、渡部重十、福西 浩

B12-P98 金星・水星電磁圏相互作用の3次元MHDシミュレーション  
飯島哲也、荻野竜樹

## 太陽圏

C21-P99 WWWを用いたクライアントサーバ型宇宙環境データベース  
石橋弘光、川崎和義、秋岡真樹、近藤哲朗、磯部 武、徳丸宗利

C21-P100 Response of the Terrestrial Magnetic Field to the CME Event of February 21, 1994  
S.M. ベトリネック、湯元清文、H. ルーア、林 幹治、國分 征、荒木 徹

C21-P101 太陽圏3次元磁場・電流システム  
鷺見治一、田中高史

C21-P102 感星間空間磁場極性の回帰周期の太陽活動依存性の起源  
小塚幸央、小島正宜、斎藤尚生

C21-P103 太陽風磁場の共回転性構造と突発性構造  
丸橋克英

A会場

10月4日(水) 午後

# 磁気圏構造—I

## Magnetosphere—I

oral: A12-01~18

poster: A12-P75~P80

座長 長井嗣信 (東工大・理学部)  
藤本正樹 (名大・理学部)

A12-01

Drop off of the Polar Rain near the Plasma Sheet Boundary and the position of the Neutral Line

H. Shirai, K. Maezawa (Dept. Physics, Nagoya Univ.)  
 T. Mukai, T. Yamamoto, Y. Saito (Institute of Space and Astronautical Science)  
 S. Kokubun (STE Lab., Nagoya Univ.)  
 S. Machida (Kyoto Univ.)

The drop-off of polar rain flux near the plasma sheet boundary is examined in detail based on the GEOTAIL observations. The polar rain refers to soft (< 1keV) electrons uniformly precipitating in the polar cap. The Akebono satellite revealed that the polar rain flux often drops off near the polar cap boundary and this drop-off has a clear energy-dispersion. Earlier we proposed the idea that the drop-off is due to the existence of the neutral line in the tail and its energy-dispersion is caused by the time-of-flight effect due to the convection electric field. The GEOTAIL satellite often observes the bi-directional electrons attributable to the polar rain in the distant tail lobe. The drop-off of their flux is observed in-situ near the plasma sheet boundary. The GEOTAIL observations reveal some additional characteristics of the polar rain drops. One of them is its dependence on the pitch angle. As shown in Figure 1, the polar rain is confined in two narrow directional cones along the field line (with the pitch angles of 0 deg. and 180 deg.), but in a region adjacent to the plasma sheet boundary, the polar rain drop-off occurs only in one of the two directional cones. Based on our previous idea, we show that the preferred direction of the polar rain flux is consistent with the position of the neutral line inferred from the plasma bulk flow.

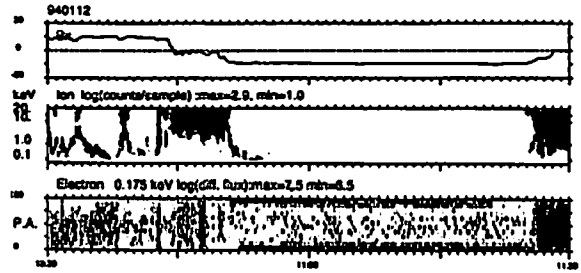


Figure 1. From top, the magnetic field (Bx), the energy versus time diagram of omni-directional ions, the pitch angle versus time diagram of 175 eV electrons obtained by GEOTAIL at X=-90 on Jan. 12, 1994. The polar rain was observed in two directions of 0 deg. and 180 deg. pitch angle for the interval of 10:41 to 11:25 UT. The drop-off of the polar rain flux is recognized near the plasma sheet boundary.

A12-02

「あけぼの」LEPデータによるカスプイオンと太陽風およびIMFとの相関

・ 渡井佳子, 前沢列 (名古屋大学理学部)  
 賀谷信幸 (神戸大学工学部)、向井利典 (宇宙科学研究所)

Dependence of Cusp Ion Properties on the Solar Wind and IMF conditions

K.Asai, K.Maezawa(Nagoya univ.)  
 N.Kaya(Kobe univ.) and T.Mukai(ISAS)

On the basis of LEP(low energy particles) measurement on board the Akebono(EXOS-D) satellite, we identified more than 90 cases of cusp precipitation events, and studied their plasma properties, especially ion density and temperature. It is found that the characteristics of cusp ions depend on the solar wind and IMF conditions. Particularly the temperature of precipitating cusp ions is higher when IMF Bz component is negative than when it is positive.

あけぼの衛星のLEPデータからカスプ領域に特徴的な数10eV~数KeVイオンの降り込みを取り出し、太陽風とIMFとの比較を行った。

対流電場によるドリフトのためにカスプイオンは対流方向に energy dispersion を持つことが知られている。ドリフトを受ける以前のカスプ進入粒子の分布を知るために、分散を受けたイオンの flux を時間的に重ね合わせ、そのエンベロープからもとの分布関数を求めた。この分布関数をマクスウェル分布で近似することによって、カスプイオンの密度と温度を得ることができる。90例余りのカスプイベントをそ

の時々太陽風およびIMFデータの1時間平均値と比較したところ、特にカスプイオン温度と太陽風速度との間により相関があることがわかった。それも、IMFのBz成分が南向きの時は北向きの時よりやや高温に分布している (figure 1)。一方、イオン密度にはBz成分による有意な差が見えなかった。したがってカスプへの粒子進入自体はIMFが北向きの時も効率よく起こっているが、南向きの時はreconnectionによる加熱が重なって起こっていると解釈できる。

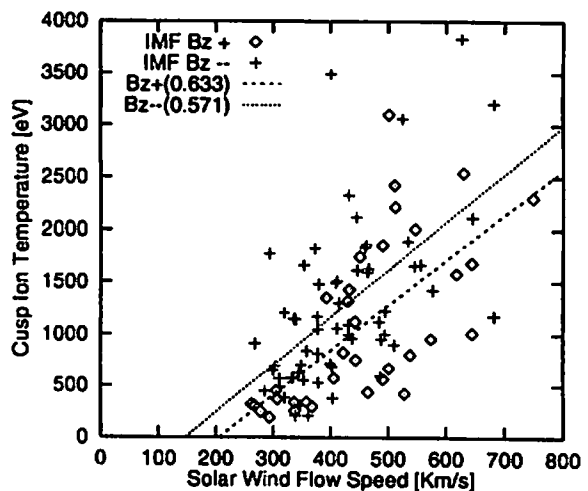


fig.1 Dependence of the temperature of cusp ions on the flow speed of the solar wind.

A12-03

あけぼの( EXOS-D )衛星搭載PWSデータを基礎とする  
プラズマ圏プラズマダイナミクスの解析

・ 大家 寛、飯島雅英(東北大・理)

Dynamical Feature of the Plasmasphere Revealed by Analyses with  
Observation Data of PWS on board the Akebono (EXOS-D) Satellite

・ Hiroshi Oya and Masahide Ezima (Tohoku Univ.)

Theoretical studies on plasma dynamics has been made by solving the continuity, dynamics and energy transfer equations in the orthogonal dipole coordinate system assuming the possible electric field in the direction parallel to the magnetic field. To find the coincidence between the theoretical prediction and the plasma density distribution through the plasmasphere observed by the EXOS-D satellite, it is clarified that the existence of intense parallel electric field and the large temperature anisotropy ( $T_{\perp}/T_{\parallel} > 2$ ) are required; the results show very active dynamical feature of the plasmasphere.

Plasma 圏における plasma dynamics を明らかにするため、連続の式、磁気力方向に平行な電場の効果を含む運動方程式、及び熱伝導方程式も、直交ダイポール座標系 (1994 年合同学会報告) を用いて解いた。運動方程式

$$-\rho(\mathbf{v} \times \text{rot} \mathbf{v}) = \rho \mathbf{F} - \nabla p - \frac{1}{2} \rho \nabla v^2 + q \mathbf{E} + \mathbf{j} \times \mathbf{B} \quad (1)$$

となるが、

$$-\rho(\mathbf{v} \times \text{rot} \mathbf{v}) = \rho \mathbf{F} - \nabla p - \frac{1}{2} \rho \nabla v^2 - \frac{e_0}{2} \mathbf{E} \cdot \text{div} \mathbf{E} + \nabla \frac{B^2}{2\mu_0} + (\mathbf{B}_r \nabla) \mathbf{B}, \quad (2)$$

この場合として、外部電場  $E_{ex}$  の効果は、 $\mathbf{F}$  の中に含まれる。

$$\rho \mathbf{F} = \rho \left( \mathbf{g} + \left( \frac{e}{m} \right) \mathbf{E}_{ex} \right) \quad (3)$$

そこで直交ダイポール系では、ノットリッパ

$$h_L = \frac{\sin^2 \theta}{\sqrt{1+3\cos^2 \theta}}, \quad h_M = \frac{2(\sin \theta)^2}{\sqrt{1+3\cos^2 \theta}}, \quad h_r = r \cos \theta \quad (4)$$

を用いて解き、 $\text{div} \mathbf{E} = 0$ 、 $B_r = 0$  の場合、

$$F_{\perp\perp} = F_{\perp\perp 0} e^{j\omega t} r_{\perp}^{-2}, \quad F_{\parallel} = F_{\parallel 0} e^{j\omega t} r_{\parallel}^{-2} \quad (5)$$

ただし

$$\left. \begin{aligned} F_{\perp} &= -\frac{m}{2kT_{\perp}} \frac{\sin \theta}{(\cos \theta)^{1/2}} \left( \frac{GM}{N} - N^2 \Omega^2 (\sin^2 \theta - 2 \cos^2 \theta) (\cos \theta)^{1/2} \right) \\ F_{\parallel} &= -\frac{m}{kT_{\parallel}} \left( \frac{\cos \theta}{\sin^2 \theta} \left( \frac{2GL}{L} - 3L^2 \Omega^2 \sin^2 \theta \right) - \frac{m E_{ex}}{m} L \sin \theta \sqrt{1+3\cos^2 \theta} \right) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

となる。さらに  $P_{\perp\perp} = n k T_{\perp}$ 、 $P_{\parallel} = n k T_{\parallel}$  であるが、 $T_{\perp}$ 、 $T_{\parallel}$  については、平衡状態について熱伝導方程式

$$\text{div} (n \nabla T) = 0 \quad (7)$$

において、 $\partial/\partial \varphi = 0$  として、

$$\frac{1}{h_L h_M h_r} \left\{ \frac{\partial}{\partial N} (h_L h_r \cdot \frac{\kappa_{\perp}}{h_M} \frac{\partial T_{\perp}}{\partial N}) + \frac{\partial}{\partial L} (h_r h_M \cdot \frac{\kappa_{\parallel}}{h_L} \frac{\partial T_{\parallel}}{\partial L}) \right\} = 0 \quad (8)$$

よって

$$\frac{\partial}{\partial N} (h_L h_r \cdot \frac{\kappa_{\perp}}{h_M} \frac{\partial T_{\perp}}{\partial N}) + \frac{\partial}{\partial L} (h_r h_M \cdot \frac{\kappa_{\parallel}}{h_L} \frac{\partial T_{\parallel}}{\partial L}) = 0 \quad (9)$$

となる。ここで、熱伝導は磁気力方向に直線することを考慮し、各方向分離し、

$$\frac{\partial T_{\perp}}{\partial N} = \frac{q_{\perp}}{\kappa_{\perp}} \cdot \frac{h_M}{h_L h_r}, \quad \frac{\partial T_{\parallel}}{\partial L} = \frac{q_{\parallel}}{\kappa_{\parallel}} \cdot \frac{h_L}{h_r h_M} \quad (10)$$

となる。

磁気力方向について、 $q_{\perp}/\kappa_{\perp} = a_0 + a_{1/2} N^{1/2} + a_1 N$  と表わされる場合、 $N$  についての積分を媒介変数  $\theta$  の積分に置き換えて、

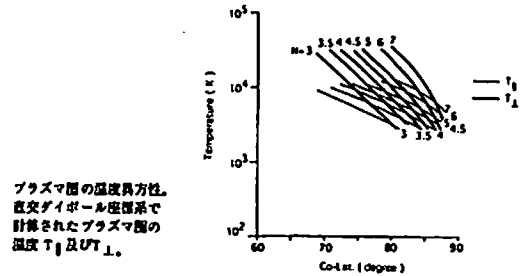
$$T_{\perp} = \left[ -a_0 \frac{\cos \theta}{\sin^2 \theta} - \frac{4}{3} a_{1/2} \sqrt{L} \frac{\cos^{3/2} \theta}{\sin^2 \theta} - 2a_1 L \frac{\sqrt{\cos \theta}}{\sin^2 \theta} \right]_{\theta_0}^{\theta} \quad (11)$$

同様に、磁気力に垂直方向について、 $q_{\parallel}/\kappa_{\parallel} = b_0 + b_1 L$  と一次式の依存性を考え、

$$T_{\parallel} = \left[ b_0 \left\{ \frac{1}{2} \log \left| \frac{1 + (\cos \theta)^{1/2}}{1 - (\cos \theta)^{1/2}} \right| + \tan^{-1} \left( \frac{\cos \theta}{1 - (\cos \theta)^{1/2}} \right) - \frac{1}{6 \cos^2 \theta} \right\} + b_1 N \left\{ -\frac{1}{4 \cos \theta} - \frac{1}{4(1 + \cos \theta)} + \frac{1}{4(1 - \cos \theta)} + \frac{3}{8} \log \left| \frac{1 + \cos \theta}{1 - \cos \theta} \right| \right\} \right]_{\theta_0}^{\theta} \quad (12)$$

を得ている。

プラズマ密度が EXOS-D 衛星で観測された結果と一致するためには、磁気力方向の電場  $E_{\parallel}$  の存在が不可欠であるとともに、図に示すようにプラズマ圏を通じて明確な温度異方性が明らかとなった。



プラズマ圏の温度異方性。  
直交ダイポール座標系で  
計算されたプラズマ圏の  
温度  $T_{\perp}$  及び  $T_{\parallel}$ 。

A12-04

Computer simulation on the  
formation of the plasmasphere  
and the convection electric field  
model

・ Y. Ebihara<sup>1</sup>, H. Miyaoka<sup>2</sup>, F. Tohyama<sup>1</sup>, M. Ejiri<sup>2</sup>

(1) Tokai University, Dept. of Aeronautics and Astronautics  
(2) National Institute of Polar Research

We have examined the motion of high energy charged particles in the inner magnetosphere, associated with storm/substorm disturbances, the charge exchange loss being introduced. In a case of the Coulomb collision loss, we have to know the electron density profiles in the plasmasphere. Historically several methods have been developed to measure and/or deduce the electron density profile and a few attempts were made on theoretical works of the formation of the plasmasphere by assuming the convection electric field, most of which introduced the empirical models of the potential field as a function of  $K_p$  indices.

In order to investigate the effect of Coulomb collision on the distribution function of high energy charged particles, here we revisit the same problem with the observational results of (1) the electron density profiles obtained by the EXOS-B impedance probe which (in Fig.1) clearly showed the plasma refilling from the ionosphere to the equatorial plasmasphere, and (2) the plasmapause locations identified with a double probe onboard the Explorer 45, the local time dependence of which can be used to deduce the radial dependence of the convection electric field intensity, i.e., the shielding effect by the plasmasphere. Following procedures are applied to the computer simulation of the plasmasphere formation.

(1) Volland-Stern type electric field model as a function of  $K_p$  indices is used, and determines the shape and location of the

plasmapause.

- (2) Initial electron density distribution in the plasmasphere is given by an empirical model (Carpenter et al., 1992)
- (3) Each electron in the flux tube is traced in the dipole magnetic field under the time development of electric field.
- (4) Plasma refilling from the ionosphere has a time constant of  $\tau$  given by Rasmussen et al. (Rasmussen et al., 1993).
- (5) Off-equatorial distribution of electron density is then, calculated by assuming the hydrostatic balance.

One example of the simulation is illustrated in Fig.2. Fundamental physical processes and basic characteristics of the plasmasphere formation together with the Coulomb loss mechanism will be discussed.

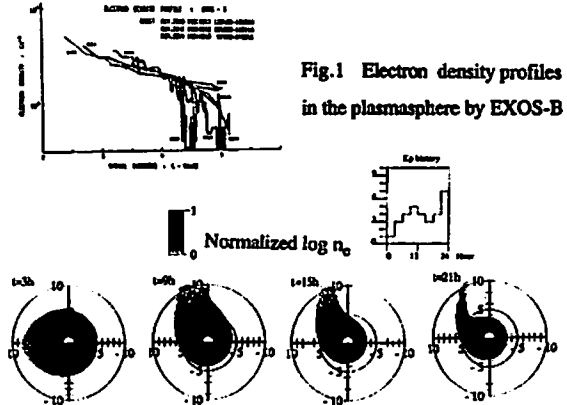


Fig.1 Electron density profiles  
in the plasmasphere by EXOS-B

Fig.2 Example of the simulation of the plasmasphere development;  $K_p$  history is given in the upper panel. Electron density is shown by the gray scale with the time interval of 6 hours.

A12-05

## Eastward Ring Current Structure Obtained by a Statistical Study Using the DE-1 Magnetic Field Data

<sup>1</sup>S.Nakabe<sup>1</sup>, T.Iyemori<sup>1</sup>, M.Sugiura<sup>2</sup> and J.A.Slavin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Geophysical Institute, Faculty of Science,  
Kyoto University

<sup>2</sup>Institute of Research and Development, Tokai University

<sup>3</sup>Goddard Space Flight Center

The magnetic field in the inner magnetosphere is statistically analyzed using the data obtained by the DE-1 magnetometer (see the abstract for 1995 Japan Earth and Planetary Science Joint Meeting, P.238).

We divided the magnetosphere into volume elements with dipole latitude intervals of 5°, radial distance intervals of 1000 km, and magnetic local time intervals of 1h in the dipole coordinate system. Then we averaged the data in each of the volume elements.

We can see in Figure 1 the magnetic field structure of rotational pattern associated with an eastward ring current in the dayside equatorial region around 2.5  $R_E$ . The current intensity is about  $1 \sim 3 \times 10^6 A$ , and does not show any clear dependence on geomagnetic disturbance.

To explain the reason why the eastward ring current is seen only on the dayside in our study, we have 3 possibilities. The first one is that the current connects with a part of the Sq current system in the ionosphere via field-aligned currents. The second one is that the current flows at so lower altitude on the nightside than on the dayside that the current was not observed by the DE-1 satellite. The third is that the current

flows in radial direction on the equatorial plane and connects to outer magnetosphere.

We obtained a suggestion from  $1/\mu_0 \nabla \times B$  calculation using the DE-1 magnetic field data. Current density vectors in 8 ~ 10h meridian plane show a flow from the ionosphere around 45 ~ 50° latitude to the equatorial plane about 2 ~ 3  $R_E$ . However, the total current of the Sq system is about  $10^4 \sim 5$  A, which is too small compared with the eastward ring current.

We will also discuss on the other possibilities of the above current closure problem.

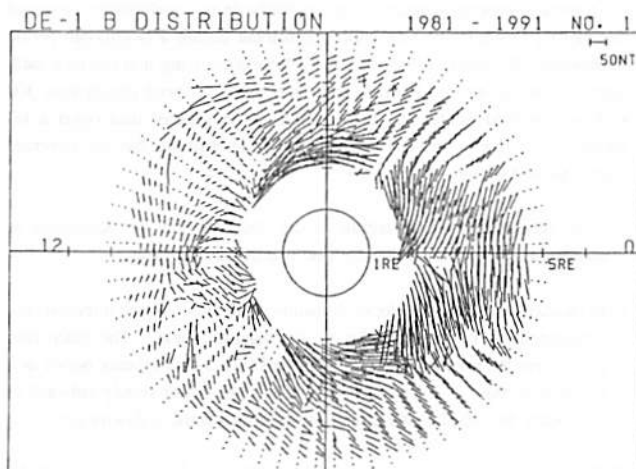


Fig.1  $\Delta B$  vectors at the centers of volume elements in the noon-midnight meridian plane. The z-axis is along the earth's magnetic dipole axis.

A12-06

## Analysis of Geosynchronous Magnetopause Crossings

\*伊藤克彦、 荒木 徹

京都大学理学研究科

\*K. Itoh, T. Araki

Graduate School of Science, Kyoto University

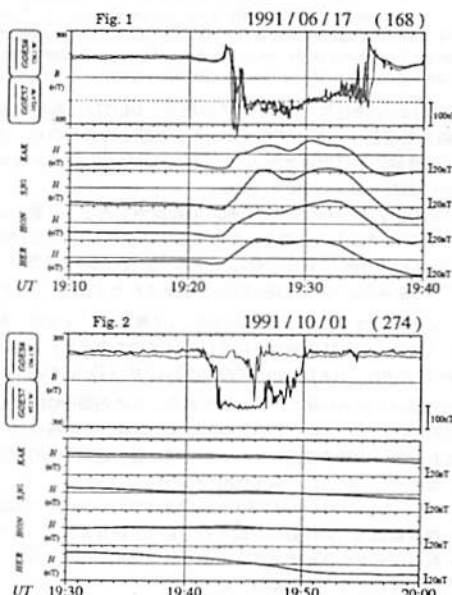
Generally, the dayside magnetopause is located at a geocentric distance greater than  $10R_E$ . When the solar wind dynamic pressure ( $P_s$ ) increases, the magnetosphere is compressed and the subsolar standoff distance becomes closer to the earth. If the compression is strong enough, the magnetopause takes a large excursion across the geosynchronous orbit at  $6.6R_E$ . This event is called the geosynchronous magnetopause crossing (GMC). The distance is also under the influence of the orientation of the interplanetary magnetic field (IMF). The southward IMF- $B_z$  results in an erosion of the dayside magnetic field with a consequent approach of the magnetopause toward the earth. Thus the compression by  $P_s$  and/or the erosion are regarded as the cause of GMCs.

In order to study GMCs and corresponding geomagnetic signatures on the ground, we have examined the magnetic data observed by GOES 6 and 7 in 1991, and chosen 52 GMCs. Most of them are associated with the geomagnetic sudden commencements (SC), suggesting the effect of  $P_s$ .

Figure 1 presents an example of the 'compression-type' GMC. The GMC occurred as the sudden change of the magnetic field at 1924 UT (two minutes later the onset time of SC at 1922 UT). Note that the B component parallel to the dipole field at the satellite was enhanced before and after the GMC. GOES 6 and GOES 7 were located at about 1020 LT and 1230 LT respectively. GOES 7 encountered the magnetopause 15 seconds earlier than GOES 6. All of four dat

stations (KAK, SJG, HON, HER) recorded the H component increases during the GMC.

Figure 2 shows the 'erosion-type' GMC. There is no increase of the B component before and after the GMC. The GOES and the ground data show no variations corresponding to the GMC. The southward magnetosheath field observed during the GMC, was much stronger (over -100nT) than that of the 'compression-type' GMC. The onset of the GMC at GOES 7 was about 3 minutes later and the period was much shorter (about 2 minutes) than that of GOES 6. Detailed properties of these two types of GMCs will be discussed.



A12-07

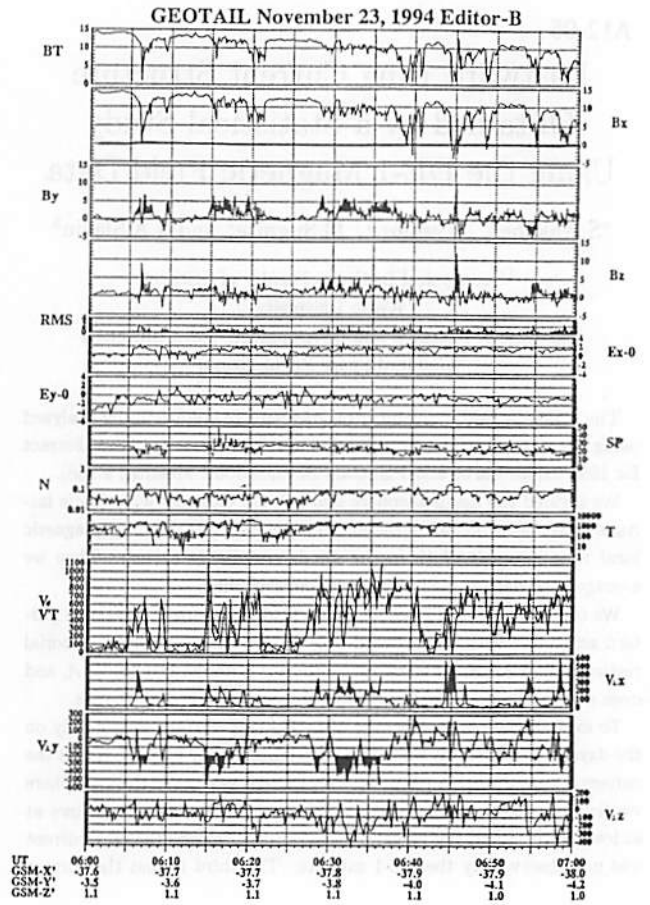
Preliminary Survey of Fast Flow Characteristics in the Near-Earth Tail

° 向井利典、浅野芳洋、斎藤義文、山本達人、西田篤弘 (宇宙研) 長井嗣信 (東工大理)、町田忍 (京大理)、国分 征 (名大STE研)

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

Several interesting characteristics are found from a preliminary survey of fast plasma flows in the near-earth magnetotail during a two-month period (November-December, 1994) after the orbit maneuvering into the near-earth orbit. Here, 12-second moment data with the flow speed greater than 300 km/s are selected as the fast flow events. The selected data cover a tail region of -20 Re to -50 Re in the GSM-X coordinate, but the coverage centers around 40 Re.

- 1) Both tailward and earthward flows are observed, but the occurrence of earthward flows is more frequent than that of tailward flows.
- 2) In most cases, the flow velocity is mainly in the field-aligned direction, but occasionally it is perpendicular to the magnetic field. The latter case occurs near the neutral sheet ( $B_x \sim 0$ ), and such a case appears bursty as a bursty bulk flow. The flow direction at times is not simply tailward or earthward, but significantly directed toward duskward or dawnward.
- 3) The tailward flows are associated with the southward turning of the magnetic field, while the earthward flows are done with the northward turning. Near the neutral sheet, the bursty earthward flow is, at times, associated with intensification of the northward field, which becomes stronger than the magnitude of the lobe field.



A12-08

GEOTAIL 衛星とあけぼの衛星によって同時観測された夜側磁気圏の構造

° 松岡彩子、鶴田浩一郎、早川基、山本達人、向井利典、齋藤義文 (宇宙研) 国分征 (名大STE研)

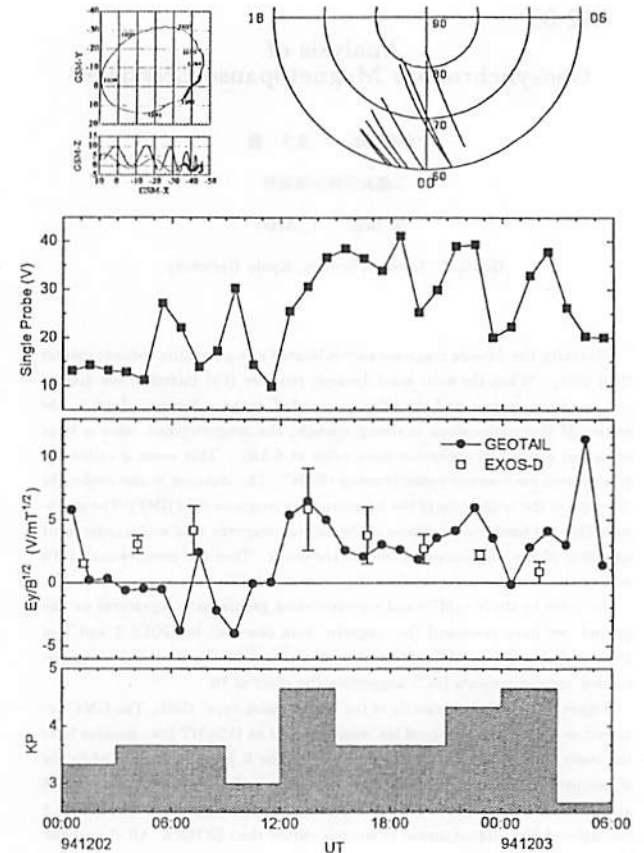
Plasma signature in the nightside magnetosphere observed simultaneously by the GEOTAIL and EXOS-D satellites  
A Matsuoka, K Tsuruda, H Hayakawa, T Yamamoto, T Mukai, Y Saito (ISAS) and S Kokubun (STE Lab.)

The apogee of the GEOTAIL satellite located in the magnetotail (-40Re) in December 1994 and January 1995. In the same period the apogee of the EXOS-D satellite (-8430 km altitude) located in the midnight sector. These good conjugations enables us to see the plasma signature in the nightside magnetosphere simultaneously in the near-tail region and in the particle-accelerating region.

1994年12月から1995年1月にかけての期間、GEOTAIL衛星の遠地点(約40Re)は磁気圏尾部中にありプラズマシート及びその近傍のロープの観測を行なった。同時期のあけぼの衛星のパスはnoon-midnightであり遠地点(高度約8430 km)はMLT 01 - 17 hにあった。

右図は1994年12月2日00UT~3日06UTの観測例である。一番上にこの期間のGEOTAIL及びあけぼのの軌道を示してある。グラフは、GEOTAIL衛星で観測された Single Probe の値(一般にプラズマ密度  $n(\text{cc})$  との間に  $SP(V) = 8.496 n^{0.438}$  の関係がある)、GEOTAILで観測された  $Ey\sqrt{B}$  (LEPのモーメントデータとの比較から算出した補正済み。yは衛星スピン面内で朝側から夕方側に向かう成分)の1時間毎の平均及びあけぼのの南半球における各パスについてのMLT 22-02h、ILAT>60°の範囲での  $Vp\sqrt{B}$  ( $Vp$ はE×Bドリフト速度の反磁極方向成分)の平均値のプロットである。この期間中GEOTAILは12月2日1200UT頃までプラズマシート中でstagnantな領域、その後はロープ中で地球向きの流れが早い領域を観測しているが、特に後の期間であけぼのの観測結果と良い一致を示している。一番下はKPインデックスのプロットである。

この例に見られるように1994年12月から1995年1月にかけてはGEOTAILとあけぼのの夜側磁気圏の同時観測が成されており、両衛星によって得られた電場・磁場・粒子データを比較することにより磁気圏尾部のダイナミクスに、より詳しい理解が得られることが期待される。





A12-09 昼側磁気圏境界領域における過渡現象

國分 征 (名大STEEL)、向井利典、山本達人、鶴田浩一郎 (宇宙研)

Transient events near the magnetopause

Kokubun, S (STEEL, Nagoya University), T. Mukai, and T. Yamamoto, and K. Turuda (ISAS)

From the survey of GEOTAIL data obtained on skimming orbits along the dayside magnetopause, we often observed transient variations, called magnetic holes and crater-like flux transfer events [Russell and Elphic, 1978; Lühr and Klöcker, 1987; LaBelle et al., 1987], near the magnetopause in the local time sector of 9-15 hour.

Figure 1 shows examples of magnetic holes or magnetic cavities observed around a position of 8.9, -6.0, 0.5  $R_E$  in GSM coordinates. The  $B_z$  component of magnetic field in the central part of events, indicated by dashed lines, shows that a transient stay of GEOTAIL in the magnetosheath. Common features of this type of changes with several minute duration are; Before outbound (after inbound) of the satellite, field magnitudes increase associated with an increase of density inside the magnetopause current layer. The anti-sunward component of bulk velocity slowly increases toward the magnetopause, while the bulk flow becomes sunward after the reentry from the magnetosheath.

We also found that quasi-periodic series of flux transfer events with repetition periods of 2~3 minutes on February 17, 1994. We will discuss characteristics of these transient events near the magnetopause, using magnetic field, plasma,

and electric field data.

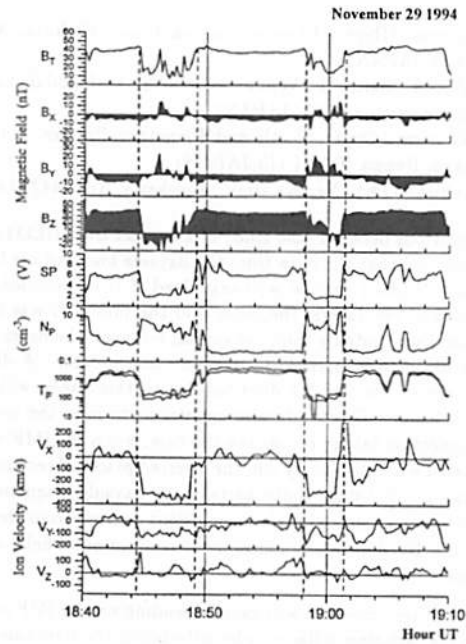


Figure 1. Transient events observed on November 29, 1994. SP,  $N_p$ , and  $T_p$  denote the satellite potential (volt), ion density ( $/cm^3$ ), and ion temperature (eV), respectively. The time resolution of the data is 12 seconds.

A12-10 Dayside reconnection with northward IMF

9 M. Nakamura, T. Terasawa, H. Kawano, M. Hirahara (University of Tokyo), M. Fujimoto (Nagoya University), T. Mukai, Y. Saito, T. Yamamoto, A. Nishida (ISAS), S. Kokubun (STEEL, Nagoya University), S. Machida (Kyoto University), L. Lepping (NASA GSFC)

On previous studies of the dayside reconnection, especially the studies of the plasma distribution, southward IMF cases have been stressed so far. In such cases, the magnetic field of the magnetosphere and that of the magnetosheath are in the high shear condition and the high reconnection rate is expected. Reconnection with northward IMF condition was also discussed but the plasma distribution has never been observed. We have studied a reconnection event in such a case with the Geotail LEP data.

The IMF condition detected by the magnetometer on IMP 8 was northward. It was highly northward at 0324UT and then decreased its inclination to 0 at 0332UT. Figure 1 shows the ion distribution function at 0328:01UT when the IMF inclination was 25degrees. The field line was open which was detected by the electron distribution (not shown here).

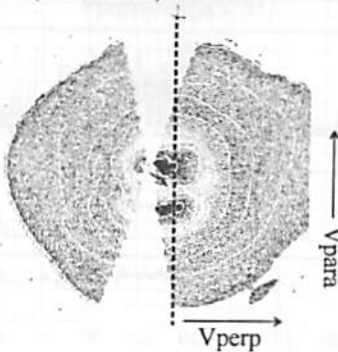


Figure 1

Two cold components are observed simultaneously with hot magnetospheric component. Both cold components have almost same temperature of about 400eV and should be magnetosheath origin. One component is flowing parallel to the

magnetic field (northward) with 100km/s (hereafter  $I_p$  component). It should be noted that this component was observed not only when the field line was open but also when it was closed before. Another component is flowing anti-parallel to the magnetic field (southward) with 400km/s (hereafter  $I_{AP}$  component).

Figure 2 shows the schematic diagram of the field line configuration.

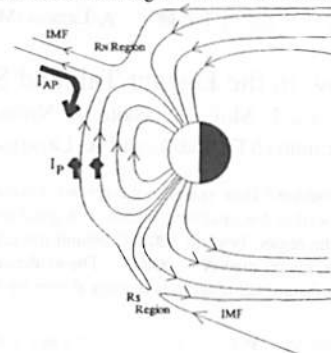


Figure 2

The reconnection occurs at first in the southern hemisphere ( $R_S$  region) when the IMF was highly inclined northward. The sheath magnetic field is reconnected to the magnetospheric field line in the southern polar region and draping along the magnetopause. Due to the draping of the field line, the sheath field line becomes anti-parallel to the northern lobe magnetic field and another reconnection occurs (this reconnection is not shown in the figure). Low latitude boundary layer (LLBL) is formed where the magnetospheric and sheath plasma are mixed up and the field line is closed.  $I_p$  component is the component which is reflected at the southern polar region and bouncing back to the northern hemisphere. As the IMF inclination was high, the parallel velocity component along the field line is not very high.

As the orientation of the IMF becomes less inclined, the reconnection starts to occur in the northern hemisphere, too ( $R_N$  region). Sheath ions are newly penetrating into the LLBL ( $I_{AP}$  component) and the solar wind velocity is effectively converted into the anti-parallel velocity to the magnetic field due to the low IMF inclination angle. With the conservation of the first invariant, this component shows a crescent shape as the plasma flows into the region of stronger magnetic field ( $B_{sheath} < B_{magnetosphere}$ ).

## Structure of the outer-LLBL at dayside: Dependence on the IMF orientation

M. Fujimoto (Dept. Physics, Nagoya Univ., Chikusa, Nagoya 464-01, JAPAN)  
 T. Mukai, Y. Saito, T. Yamamoto (ISAS, Yoshinodai, Sagami-hara, Kanagawa 229, JAPAN)  
 M. Nakamura (Dept. Earth and Planetary Physics, Univ. of Tokyo, Hongo, Tokyo 113, JAPAN)  
 S. Kokubun (STEL, Nagoya Univ., Toyokawa, Aichi 442, JAPAN)

In a previous detailed case study of a dataset from GEOTAIL, it was proposed that the data from the dayside low-latitude boundary layer (LLBL) can be well organized if it is assumed to be composed of two layers, the outer and the inner. It was further proposed that, judging from the overall features, the outer-LLBL is very likely to be formed by reconnection process. A detailed diagnoses of the ion 3D distributions in this paper will prove this conclusion. This study also enables us to infer the locations of reconnection taking place. For the case, when the IMF was  $B_y$  dominated with  $B_z > 0$ ,  $B_y < 0$ , the inferred places of reconnection are dawn-north / dusk-south parts of the dayside magnetopause. This is in agreement with the conclusions derived from the studies of the  $B_y$  dependent ionospheric convection / field aligned currents.

The site of reconnection will vary depending on the IMF orientation. This variation is likely to be reflected in the structure of the outer-LLBL. A comparison shows that several differences exist in the data obtained under a totally different IMF condition ( $B_z < 0$ ,  $B_y > 0$ ). These are indeed interpreted to be due to the change in the dayside reconnection.

## A12-12 遠尾部プラズマ流と太陽風

山本達人, 向井利典, 斎藤義文, 西田篤弘 (宇宙研)  
 國分征 (名大STE研), A. Lazarus (MIT)

### Plasma Flow in the Distant Tail and Solar Wind

T. Yamamoto, T. Mukai, Y. Saito, A. Nishida (ISAS),  
 S. Kokubun (STE Lab.), and A. Lazarus (MIT)

Background tailward flow speed in the distant magnetotail is compared with solar wind speed in the upstream region. A good correlation is found between them in the region beyond 200 RE behind the earth, while there is no good correlation nearer than  $X \sim 100$  RE. The evidence suggests that the plasma flow in the distant tail region is directly driven by the solar wind.

これまでのGEOTAILの観測により、150 RE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。

上記の事を確認するために、GEOTAILが遠尾部 (~200RE) 付近をY方向に横断した94年4月~5月のデータを、太陽風上流域にいた時のIMP-8のデータと比較した。右図に、94年4月1日から5月15日にGEOTAILが観測したプラズマの密度・温度・反太陽方向のプラズマ速度とIMP-8が観測した太陽風の速度と密度を表した。データは5分平均値である。GEOTAILが観測したプラズマ流速にはスパイク上の変動(磁気圏の活動によるプラズモイドの通過等によるもの)が重なっているが、バックグラウンドの流速としては、4月5日から30日にかけてゆっくりとした減少の傾向を見せている。この変化はIMP-8が観測した太陽風の速度とほぼ同じかやや小さめであり、ゆっくりとした変動は酷似している。一方密度については、図の左端・右端の時期(磁気圏境界面付近)で上流域よりやや小さめの値を示している他は、大きな変動としては異なっている。この期間中IMFの方向はいろいろと変わっており、従ってIMFの方向は遠尾部領域のバ

ックグラウンドプラズマ流に大きな影響を与えていない事を示している。

このバックグラウンドプラズマ流の傾向は、 $X \sim 100$  REより近くの尾部では全く見られず、遠方に行くに従って顕著になる。これらの事実は、遠尾部領域のプラズマ流は太陽風によって直接引き起こされている事を示していると結論出来る。

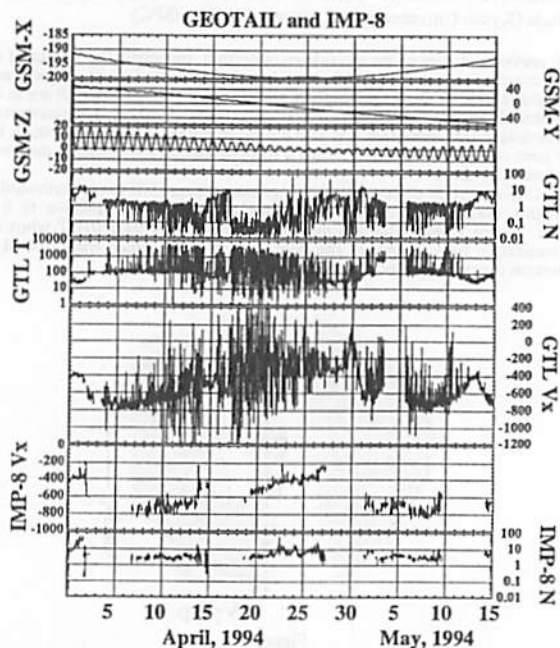


図. 94年4月1日から5月15日に得られた、GEOTAILの位置(上)、プラズマ密度・温度・流速(中)と、IMP-8で得られた太陽風速度と密度(下)

## A12-13 尾部内プラズマに対する太陽風流の影響

前沢潤、堀昭昭(名古屋大), 向井利典、斎藤義文、山本達人、西田篤弘(宇宙研)、国分征(S T E研)

### Solar Wind Control over Distant Tail Plasma

K. Maezawa, T. Hori (Nagoya U)  
T. Mukai, Y. Saito, T. Yamamoto, A. Nishida (ISAS)  
Kokubun (STE lab.)

Correlation analysis between the tail plasma properties observed by GEOTAIL and the solar wind plasma properties observed by IMP-J is made. It is found that the plasma flow speed in the distant tail region ( $x < -150$  Re) is well correlated with the simultaneous solar wind speed, showing that there is a way of direct transfer of solar wind momentum to the distant tail plasma.

GEOTAIL 衛星の観測によって遠尾部でのプラズマの状態がかなり明らかになってきている。特に遠方の尾部では、反太陽向きのプラズマの流れが顕著である。ここでは IMP-J による磁気圏上流での太陽風観測の結果を使って、太陽風がどのくらい尾部内のプラズマの状態に影響を及ぼしているかを調べてみた。尾部内のプラズマ速度(1分値)を同時に得られた太陽風速度に対してプロットすると、GEOTAIL の x 座標が -150 Re より近いときには相関がほとんど見られない(図は省略)のに対し、x 座標が -150 Re より遠い遠尾部では図 1 に示すように、太陽風とテイル内のプラズマ速度の間かなり良い相関がみられる(太陽風速の符号は正、GEOTAIL のプラズマ速度は反太陽向きが負になるように定義している)。ただし、絶対値をみると、テイル内の速度のほうが 300 km/s ほど太陽風より遅いことがわかる。そこで、尾部内の速度と上流太陽風速度の比をとって、尾部内プラズマのベータ値(図では対数をとってある)に対してプロットすると(第 2 図)、この比はプラズマシート内 ( $\beta > 1$ ) でほぼ 1 に近い一定値をとり、ローブ領域 ( $\beta < 1$ ) では 0.1 近くまで  $\beta$  とともに減少

することがわかった。つまり、プラズマシート内のプラズマはほぼ太陽風速で流れており、ローブのプラズマはずっとそれより遅く流れている。しかもこのことは IMF の  $B_z$  によらないようなので、 $x < -150$  Re のプラズマシートには、ローブを経由せず、プラズマシートに直接流入する太陽風のモーメント流入機構があることになる。

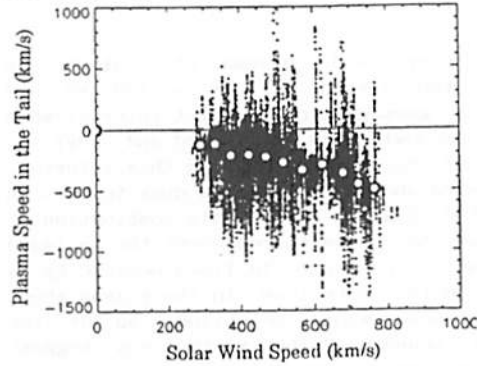


Figure 1

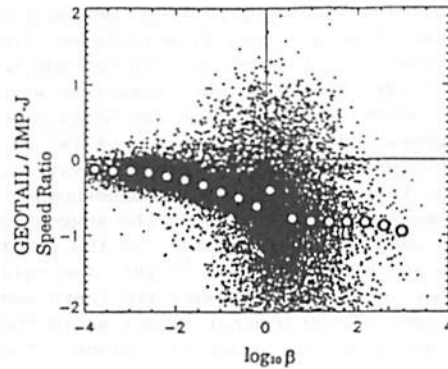


Figure 2

## A12-14

### GEOTAIL と IMP-8 の観測から得られた磁気圏遠尾部の構造と対流: IMF-By の影響

The structure and convection in the distant tail based on GEOTAIL and IMP-8 observation: The effect of IMF-By

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

We have studied statistically the magnetic structure and plasma convection in the distant tail under the condition where the IMF-By component was present. We found that the north and south lobes slid over each other in opposite y-directions when the IMF-By component was present and that the direction of the slide was different for different signs of the IMF-By component. We also found that there was convection in the lobes which was associated with the IMF-By component.

これまでになされた研究から、IMF-By と磁気圏尾部との間に密接な関係があることが指摘されているが、この関係について、特に今回は遠尾部の YZ 断面におけるローブが占める領域とその中の対流に注目し、その IMF-By 依存性について解析した。また、位置が時間変動する尾部に対する衛星の相対的な位置を見積るため、Solar Wind Relative Coordinates (SRC) を導入した。これはその X 軸を IMP-8 で各 1 時間ごと観測された太陽風の方向に定義して座標変換したものであり、尾部の方向の変化の影響を取り除くことができる。

まずローブ領域の YZ 断面については、1992 年 10 月～1993 年 12 月までの  $X < -80$  Re の範囲に GEOTAIL がいた期間について磁場データを参照し各 1 時間ごとローブを観測したかどうかを決め、それを IMF-By の符号で分けて SRC-YZ 平面上にプロットして観測点の分布を調べた。図 1 は IMF-

By < 0 について南北のローブ観測の分布を示したものである。ローブの観測点が第 1,3 象限に偏っているのがわかる。また IMF-By > 0 については対称的に第 2,4 象限にローブ観測点が多く現れる。このことから、IMF-By の正負によって、尾部でローブ領域が形成される位置がちがってくると考えられる。

次に磁気圏の対流について、1993 年 9 月～1994 年 10 月で  $X < -150$  Re に GEOTAIL がいた期間について LEP の速度モーメントを座標変換し SRC-Vy 成分を求め、Y-Z 平面上の 4 つの象限に分類して各象限ごと Vy の値の分布を調べた。またこの解析ではなるべくプラズモイド等による影響を除くため Kp < 3 の時のみに限定し、また各象限の分類については観測点の位置の SRC-Y の正負及び同時に観測された磁場の Bx 成分の正負で行った。結果として IMF-By < 0 については第 1,3 象限、IMF-By > 0 については第 2,4 象限において Vy の分布に偏りが現れ、いずれも y 方向に尾部の中心に向かう方向であった。ずれの程度は 10～20 km/s である。また各 IMF-By 正負について Vy の偏りが現れた象限と上述のローブが多く観測された象限が一致しており、Y, Z 軸について非対称なローブが形成される過程でこの y 方向の対流が関係していることが示唆される。

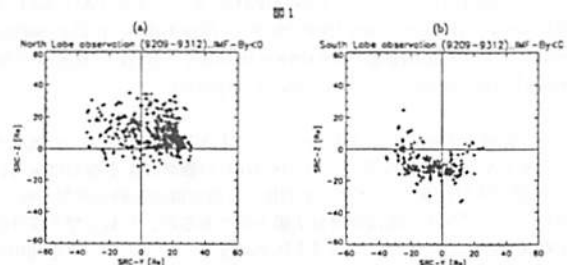


Fig. 1 The locations of the lobe observations. (a) North lobe, (b) South lobe

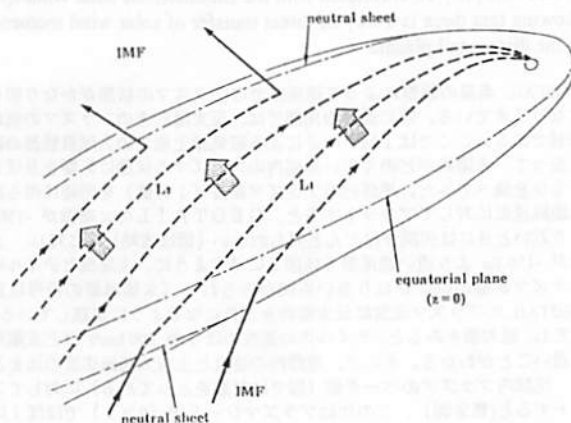
\*A. Nishida, T. Mukai, T. Yamamoto, Y. Saito (ISAS),  
S. Kokubun (STE Lab), and K. Maezawa (Nagoya Univ.)

Magnetic field and plasma observations by GEOTAIL in the distant tail at  $x=-200$  Re are studied for a geomagnetically quiet interval when IMF  $B_z$  is predominantly northward and  $|B_y|$  is larger than  $B_z$  on average. During this interval,  $B_z$  is northward and  $E_y$  is directed dusk-to-dawn on average in the distant tail. This combination of  $B_z$  and  $E_y$  does not seem to represent the tailward convection of the closed field lines because  $E_y$  is much weaker in the lobe than in the plasma sheet and field lines would be piled up at the plasma-sheet boundary. The observations suggest instead that the plasma and field lines are convected parallel to the neutral sheet across the tail at the same time as they flow tailward. The direction of this cross-tail convection depends on the polarity of IMF  $B_y$  and is anti-symmetric with respect to the neutral sheet, which can be twisted by tens of degrees under the influence of IMF  $B_y$ . A consistent picture is obtained from observations both inside the tail and at the tail magnetopause.

Figure schematically illustrates the suggested convection as seen on the dawnside of the tail under the  $B_z > 0$  and  $B_y > 0$  condition of IMF. The tail is twisted clockwise as seen toward the Earth and the duskside edge of the neutral sheet meets the magnetopause north of the equatorial plane. The

field lines labeled L1 are open field lines which enter the tail at the dayside magnetopause. They are convected duskward and become the field lines L2 when they become detached from the Earth.

This convection profile agrees in topology with the cusp reconnection model, but it occurs mainly in the plasma sheet while only the lobe field lines are expected to be involved according to this model. Observations show that not only the cold-dense ions which can be linked directly with the entrant solar wind plasma but also the hot-tenuous ions in the plasma sheet take part in this convection.



## A12-16

## ローブにおけるプラズマ流の IMF 依存性

°松野陽一、向井利典、西田篤弘、斎藤義文、山本達人(宇宙研)、  
関分 征(名大 STE 研)、町田 忍(京大理)

Dependence of plasma flows  
in the tail lobes on the IMF

°Y. Matsuno<sup>1</sup>, T. Mukai<sup>1</sup>, A. Nishida<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.

From the view point of the motion of the flux tubes, plasma flows in the tail lobes are investigated with GEOTAIL LEP and MGF data. In the cases IMF- $B_y > 0$ , flux tubes in the northern hemisphere are moving from dawn to dusk. And in the southern hemisphere, the moving direction is opposite.

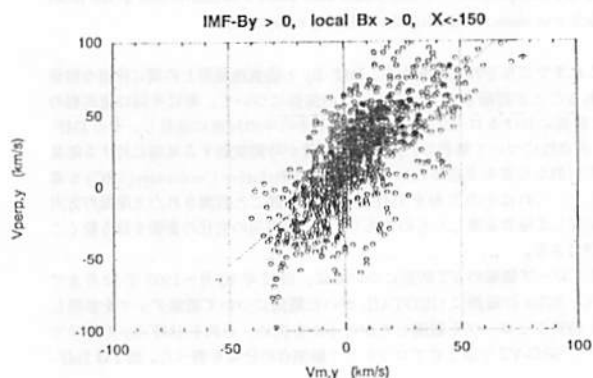
ローブ領域での磁力線の運動については主として電離層での対流パターンからモデルがつけられているが、*in situ* の観測による検討は少ない。我々は GEOTAIL 衛星のデータを利用して磁力線の運動の検討を行った。

ローブでのプラズマ流はほぼ反太陽方向であるが、Y および Z 成分の速度も存在する。これについては LEP の速度モーメントデータを利用し、さらに磁場データをあわせて磁力線の正味の Y および Z 方向の運動を求め、この作業を IMF の Y および Z 成分の符号によって場合分けして行い、IMF に対するローブの反応を調べた。

図は IMF- $B_y > 0$  で衛星が北側ローブを観測した例である。横軸は  $B_y$

成分を持った磁力線が反太陽方向に動くことによって生じる  $V_{\perp y}$  を  $B_x$ ,  $B_y$ ,  $V_x$  から計算したものであり、縦軸は実際に観測された  $V_{\perp y}$  である。図から3つの特徴が読みとれる。第一に線形フィットした直線が原点よりも上を通ること。これは磁力線が全般に duskward に動いていることを示す。第二に直線の傾きが1よりも大きいこと。これは磁力線が単に傾いたまま流れているのではなく、X軸に沿わせようとする力を受けていることを示唆する。第三に  $V_{m,y} = 0$  の付近すなわち磁力線がX軸の方向に沿っているときに散らばりが大きいこと。これは散らばりの原因を flapping motion であると考え、flapping motion が単振動に近いものであるとすれば説明できる。

同様のことを IMF- $B_y > 0$  のときの南側ローブについて行くと磁力線が downward に動いていることがわかる。講演ではさらに IMF- $B_z$ ,  $V_{\perp z}$  を含めて議論する。



A12-17 磁気嵐に伴う磁気圏尾部のサイズと  
フラックスの変動

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

Changes in the tail dimension and flux during magnetic storms

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

Using GEOTAIL distant tail data set, we examined the changes in the tail dimension and flux during magnetic storms when the IMF and solar wind perturbations become extremely large. Under such external condition tail is expected to be compressed due to large pressure and the direction of the tail axis is expected to change due to variable solar wind. Further, the strongly southward IMF could change the flux in the tail. In this study the tail dimension is estimated from magnetosphere enter and exit events due to 10-30 minutes-scale compression (or expansion) of the tail. By assuming that the nominal tail direction to be parallel to the ambient magnetosheath flow and the pressure balance holds before and after the crossings we estimate the instantaneous lobe field strength and radius of the tail. The tail flux is then estimated for a tail with circular cross section.

Figure 1 shows the tail configuration during November 3-4, 1993 storm. GEOTAIL was located at X=-205Re near the boundary of the tail and observed lobe entering and exiting from magnetosheath region. The four panels show SYMH (1min Dst), estimated (B1, B2) and measured (Bt) lobe field strength, estimated tail radius and estimate lobe flux from top to bottom for each enter-and-exit events. The numbers 1 and 2 correspond to intervals just before and after the lobe entry. It can be seen that a typical behavior of the tail during the early stage of the main phase is the enhancement in the flux while the tail is compressed and become narrower due to large pressure in the solar wind.

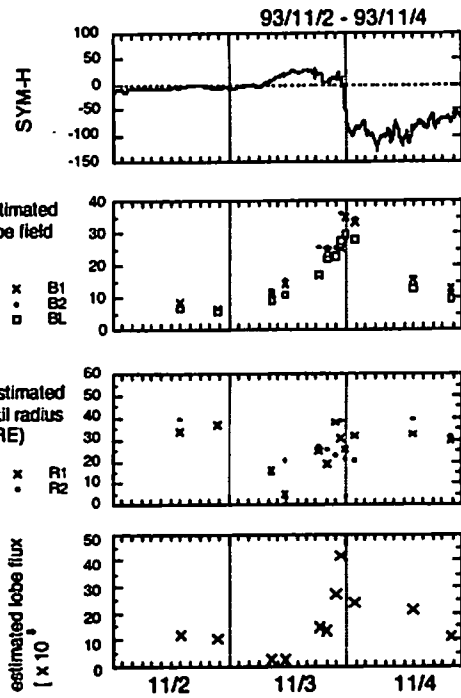


Figure 1. Changes in tail during November 3-4, 1993 storm. The four panels show SYMH (1min Dst), estimated (B1, B2) and measured (Bt) lobe field strength, estimated tail radius of the tail and estimate lobe flux for November 2-4, 1993. The numbers 1 and 2 correspond to intervals just before and after the lobe entry.

A12-18 ブーメラン法で見た磁気圏尾部の運動

○鶴田浩一郎 (宇宙研), 早川 基 (宇宙研), 中村 正人 (東大理), 向井利典 (宇宙研), 山本達人 (宇宙研)

Tail Plasma Motion as Observed by Boomerang Instrument  
K. Tsuruda (ISAS), H. Hayakawa (ISAS), M. Nakamura (U. Tokyo)  
T. Mukai (ISAS), T. Yamamoto (ISAS)

Electric field in the magnetotail lobe at a large distance was measured by the electron Boomerang experiment onboard Geotail. The electric field changes its magnitude and sign within a short time period occasionally comparable with proton gyro period. The magnitude of the electric field is larger than that expected from the cross tail potential and ranges from 0.5 to 1.5 mV/m. The direction of the electric field changes relatively slowly and occasionally shows a large angle from the y-axis, probably indicating tilted orientation of the plasma sheet. The comparisons of the lobe electric field measured by different techniques will be also discussed.

磁気圏尾部ローブ領域における電子ビームによるブーメラン電場計測は、予想に反して以下の結果を出している。

- 1) 電場の振幅変動が速い。時としてプロトンジャイロ周期程度の速い変動がみられる。
- 2) 電場の大きさは、尾部のポテンシャルから想像される値より大きく0.5から1.5 mV/m程度である。

3) 電場の磁場に直角な面内での方向の変動はゆっくりしていてy-軸 (dawn-dusk面) から大きな角をなしていることが多い。

ブーメラン計測は原理的な誤差要因を持っていないが、実際の測定に際しては以下の要因で測定誤差が生ずる。

- 1) 戻り電子ビームの数が少ない場合に起きる時間測定の統計誤差
- 2) 磁力計による測定磁場を参照して大まかなジャイロ周期を決めて、それからの小さいズレを電子ビームのTOFから求めているが、尾部の弱い磁場では磁力計のノイズが問題になってジャイロ周期が必要な精度に入らないことがある。

3) ビームにパルス変調をかけているがビームonの期間にビーム強度に変動があると系統的誤差を生じる。

これらの要因による誤差の心配があったためプラズマ計測器から求めたプラズマ流速、プローブから求めた電場との比較検討を行った。低密度のローブでの計測でこれらの計測との比較が完全に一致することは望めない。もし、ブーメランで得られた速い電場変動が本当であれば、プラズマ計測で得られる流速から求めた電場とブーメランから求めた電場の瞬時値と一致する必要はないし、ブーメラン実施時には帯電防止のためイオンビームを出しているため、プローブ計測は正常に動作しない。

現在、電場の方向に関してプラズマ計測と良い一致が得られた段階である。

発表では異なった方法によるローブ電場の比較を踏まえ、ローブの構造と変動についての考察を述べる。

長井嗣信 (東京工業大) 恩藤忠典 (通信総合研究所)  
 松本剛久 五家建夫 榎田敏幸 (宇宙開発事業団)  
 能勢正仁 家森俊彦 (京大) 高橋主衛 園分 征 (名大STE研)

Magnetic Field Observations with ETS-VI

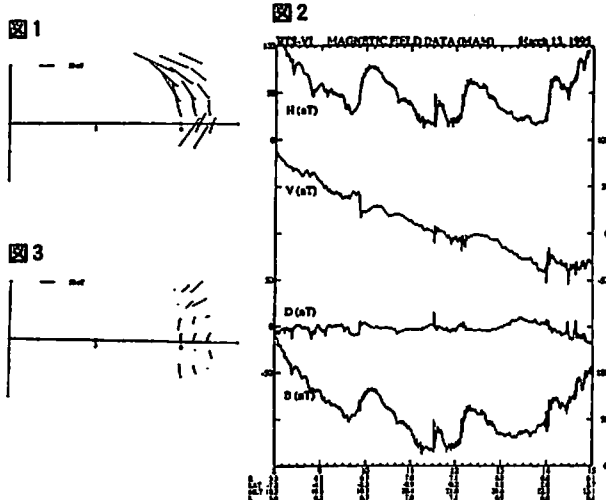
T. Nagai (Tokyo Int. Tech.), T. Ondoh (CRL), H. Matsumoto, T. Goka, T. Fukuda (NASDA), M. Nose, T. Iyemori (Kyoto U.), K. Takahashi, S. Kokubun (STE Lab.)

ETS-VI was launched on August 28, 1994. ETS-VI is placed in a near-equatorial orbit having a perigee of 2.3 Re, an apogee of 7.1 Re, a 13.4° inclination and a 14.4 hour period. Magnetic field measurements with 0.125 nT resolution and 3-sec sampling have been carried out in the nightside near-earth magnetotail. The tail current structure during the substorm growth phase is derived.

ETS-VIは、1994年8月28日に打ち上げられ、ほぼ近地点2.3Re、遠地点7.1 Re、軌道傾斜角13度の楕円軌道をもっている。搭載されている磁力計は、3軸フラックスゲート型であり、衛星が3軸姿勢制御方式を採用しているため、X軸は衛星進行方向、Y軸は南方向、Z軸は地球中心方向を向いている。遠地点付近ではRange-H (-256 nT から+256 nT) のモードで、0.125 nT の分解能で3秒間隔での磁場の測定が行われている。衛星自体の磁場のために、磁場の絶対値は不確定な部分があるが、衛星からのノイズは、ほとんど影響していない。磁場データは、IGRFとの比較により磁場の絶対値を補正したのち、the local dipole VDH 座標系に、変換して表示している。観測は、衛星が3軸姿勢制御方式をとった1994年10月末から、定常運用時にほぼ連続に行われている。

遠地点方向は、1994年11月の04MLT 付近から、1995年5月には18MLT付近まで移動し、すでに、夜間の赤道周辺での観測が行わ

れた。軌道傾斜角13度のため、夜側磁気圏尾部では、磁気緯度でも-10度から+20度の範囲にわたってサーベイがされており、尾部の磁場構造がわかる。図1には、21 MLT から01 MLT の範囲で、Kpが2+以下の時の観測から得られた平均的な磁場構造である。ここで、磁場構造の赤道面(磁場が南北方向のみを持つ面)が磁気緯度0度より上にあるのは、北半球の冬は地球のdipole軸が反太陽方向に傾いているため、太陽風により磁気圏尾部が北へ押し上げられることによる。図2には、1995年3月13日のサブストームを示している。ここに示したように、異なる地球中心からの距離と磁気緯度での観測が得られる。図3には、21 MLT から01 MLT の範囲の92例のサブストームからonset直前の一瞬tail-likeな磁場構造をした時の磁場の値から先に示した静穏時の磁場の値をひいたものを示している。このようにして、磁気圏尾部での電流構造がわかる。



紺野敦子 (東北大学) 長井嗣信 (東京工業大学)  
 高木俊治 (三菱総合研究所) 行松 彰 (国立極地研究所)  
 河野 毅 (理化学研究所) 横野文命 (宇宙科学研究所)

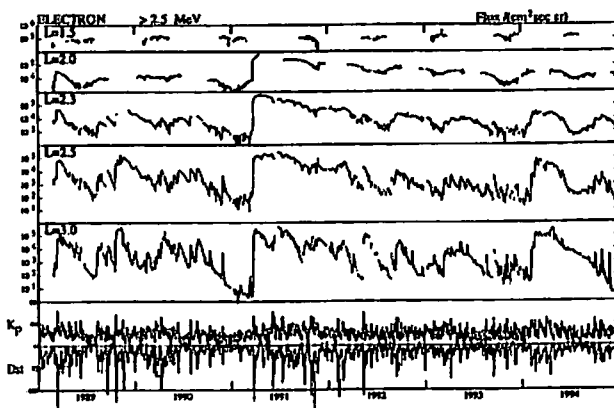
Dynamics of the Radiation Belts Observed with AKEBONO in 1989 - 1994

A. Konno (Tohoku U.), T. Nagai (Tokyo Int. Tech.), S. Takagi (Mitsubishi Research Int.), Akira Sessai Yukimatu (NIPR), T. Kohno(RIKEN), and F. Makino(ISAS)

AKEBONO is placed in a semi-polar orbit having roughly a perigee of 275 km, an apogee of 10,500 km, a 75° inclination, and a 212 minute period. The Radiation Monitor (RDM) onboard AKEBONO has carried out measurements of energetic electrons, protons, and alpha particles. Although it takes approximately 18 months for surveying a full meridional plane because of the orbital configuration, AKEBONO provides two-dimensional structure of the earth's radiation belts and its dynamics within 2.5 Re in 1989 - 1994.

The inner belt consisting of electrons with energies of > 2.5 MeV around L=1.5 is fairly stable in 1989-1994, while the electron flux is variable beyond L=2.0. The most spectacular event is the formation of a new belt around L=2.5 associated with ssc on March 24, 1991. This belt could be observed at least until the end of 1993. However, there are many electron injection events. In L=2.0-2.3, although the March 24, 1991 event was the strongest event, there were large injections during the March 1989 storm, the October 1989 storm, and

the February 1994 storm. In L=2.6-3.0, the highest electron flux took place during the May 1991 storm, not for the March 24, 1991 event, although the electron flux was elevated by the March 24, 1991 event prior to the May 1991 storm. The May 1989 storm, the October 1989 storm, and the February 1994 storm also produced the high electron flux level. In the L=2.5-3.0 region, the electron flux decays quickly and an evident flux minimum corresponding to the slot region is formed. A continuous slot region was observed in 1993 and a deep slot region was seen before the March 24, 1991 event. Thus, the electron flux level is governed by large storms in the slot region.



A12-P77

GMS/SEMデータ受信システム

富田二彦、田 光江  
(通信総研 平磯宇宙環境センター)

GMS/SEM Data Receiving System

Fumihiko TOMITA, Mitsue DEN  
Hiraiso Solar Terrestrial Research Center, C.R.L.

Energetic particles have been measured with the Space Environment Monitor (SEM) on the Geostationary Meteorological Satellite (GMS) for 16 years. Because this SEM is not installed on the latest GMS-5, a direct data receiving system from the backup satellite GMS-4 was newly installed at Hiraiso Solar Terrestrial Research Center in 1995. The data is successfully received in real time base, and this is like a "rain gauge" for space weather.

1. はじめに

わが国の気象衛星「ひまわり/GMS」は1978年以降16年間、2回の太陽活動極大期をカバーして、静止軌道上の高エネルギー粒子観測をSEM: Space Environment Monitorにより行ってきた。米国の気象衛星GOESのSEMは近い将来には太陽X線画像をも取得し始める計画であるのと対照的に、本年3月に打ち上げられ現用となったGMS-5号機以降には残念ながらSEMが搭載されない。SEMデータは静止軌道高度における高エネルギー粒子環境の研究(特に磁気圏擾乱やSPE: Solar Particle Eventに伴う高エネルギー粒子環境の変動、その経度依存性など)を行うために有用である。よって1996年以降太陽活動上昇期までのデータを入手するため、気象庁に許可を得て経度120度上に待機しているGMS-4号機から直接SEMデータを受信・処理するシステムを平磯宇宙環境センターに設置し、データ解析を開始した。このシステムの概要、及びそれに関連する実用/試験衛星等による宇宙環境計測の現状と将来、部分的なデータ解析の結果を紹介する。

2. SEMデータ受信システム概要

固定型パラボラアンテナ  
有効径4mφ、受信周波数:  
1694MHz ビーム幅: 約3.1°  
入力信号: 250bps PCM/PM  
データ処理: 受信機部の出力からSEMデータをリアルタイム(1サンプリング周期=約16秒毎)に切り出し、かつ整数値でデータを取得する。PCで時刻を添付してデータはWSに格納。フラックス値に変換して表示及びプロットデータ公開用計算機への転送等を行う。

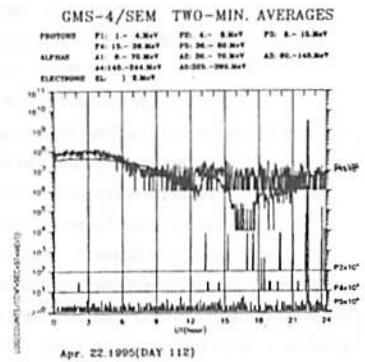


図 直接受信したGMS/SEMデータ例

3. その他の粒子線観測データ

次期太陽活動極大期の西暦2000年に稼働を開始する予定の宇宙基地は、ロシアの参入によりその軌道傾斜角が51.6°となる。これに伴い、SAA通過時及び、銀河宇宙線やSPEによる放射線被曝についても真剣に対策を考へておかなければならない状況にある。特に後二者には重粒子成分が多く含まれ、生体や部品材料に対する影響も未知の部分もあるため今後更に研究を進める必要がある。このような状況の中で、宇宙開発事業団は宇宙空間における特に高エネルギー粒子計測の重要性を認識し始めている。上記SEMの流れをくむ観測が技術試験衛星ETS-5(1987年から観測を続けている静止衛星)やETS-6(1994年からトリスラ軌道で観測中、本講演会長井ら、長妻ら他の発表参照)に搭載された技術データ取得装置(TEDA: Technical Data Acquisition Equipment)によって行われているのを発端として、シャトル実験や今後の観測計画もある。発表までにはETSやシャトル実験によりすでに取得されたデータの解析も行っていく予定である。

なお、GMS/SEMによる観測データは気象庁によって取得されたものであり、またETS/TEDAによる観測データは宇宙開発事業団によって取得されたものである。

A12-P78

あけぼの/SMSによって測定された極冠域での熱プラズマ

渡邊成昭、佐川水一、巖本 巖(通総研)、  
B.A.Whalen、A.W.Yau(カナダNRC HIA)、  
向井利典、早川 基(宇宙科学研究所)

Thermal Plasma Measured by EXOS-D/SMS in the Polar Cap Region

Shigeaki Watanabe, Eiichi Sagawa, Iwao Iwamoto(Communication Research Laboratory)  
Brian A.Whalen, Andrew W.Yau(Canada NCR HIA)  
Toshifumi Mukai, Hajime Hayakawa(Institute of Space and Astronautical Science)

The situation of solar wind penetration into the magnetosphere, through the cusp region and others, can be traced by using the thermal and suprathermal He++(M/Q=2) data obtained by SMS on board the EXOS-D(Akebono) satellite.

Sometimes, He++ returned from the mirror point have lower energy than downgoing He++. It seems that this phenomenon is caused by a kind of wave-particle interactions.

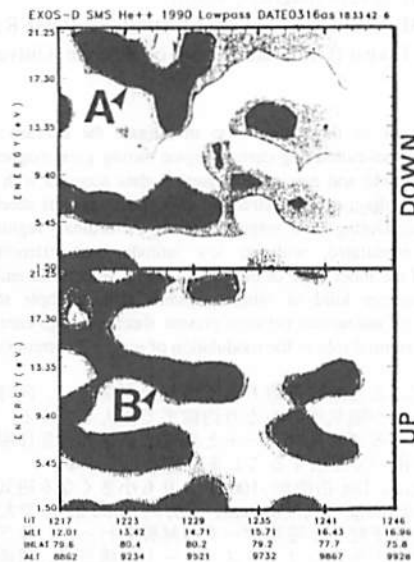
熱的He++は太陽風起源イオンの振る舞いを知る上で役立つ。「あけぼの」衛星に搭載したSMSは微量のHe++も測定できるように製作されている。前回の報告では、前部磁気圏への侵入がカスプの他に対流圏域にもみられる事を示唆した。今回の解析によれば、He++は下降しミラー一点で反射し、衛星で観測されるまでの間にエネルギーの減衰が見られた。この原因は、侵入粒子が波動を励起し、粒子から波動へのエネルギー移動が生じた結果と見られる。

右図は、コピーの繰り返しで見ずらくなっている。1990年3月16日に、カスプからEFD観測による対流方向に沿って飛び、夕方に極冠を抜けるパスで観測した相対フラックスのエネルギー-時間ダイアグラムである。

上のパネルは下降(侵入)He++パターンを示す。カスプから侵入した粒子

はいわゆる速度フィルター効果によりAに示される様に時間と共にエネルギーが減少するパターンが見られる。これはLEPによるkeVイオンのパターンと連続し矛盾は無い。

下のパネルは上昇成分であるが、Aのミラー反射と見られるBのエネルギーのパターンは、より低い値を持つ。これはイオンが下降(侵入)した後ミラー反射衛星に測定されるまでにエネルギーがかなり減衰していることを示唆している。この事象等を分布関数の変遷をとおして紹介したい。



**A12-P79** あけぼの衛星で観測された  
磁気嵐時のリングカレントの発達過程

\*長妻 勇<sup>1</sup>、福西 浩<sup>2</sup>

1:通信総研 平野宇宙環境センター 2:東北大学理学部

**Growth Processes of the Ring Currents during Geomagnetic Storms  
Observed by the Akebono Satellite**

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

1: Hiraizo Solar Terrestrial Research Center, CRL

2: Faculty of Science, Tohoku Univ.

We have studied the growth processes of the ring currents during geomagnetic storms using magnetic field data obtained from the Akebono satellite. The ring current intensities are estimated from the difference between the observed total magnetic field and the IGRF model field. It was found that the difference between the depression of H-component magnetic field at the satellite altitude and that on the ground rapidly increases corresponding to the development of the magnetic storm.

あけぼの衛星の磁場データを用いて磁気嵐時のリングカレントの発達過程について調べた。リングカレントの発達過程を知ることは太陽風から内部磁気圏へと注入されたエネルギーの蓄積・散逸過程を知る上で重要である。リングカレントはほとんどがdiamagnetic currentなので、圧力勾配によって内側で西向き電流、外側で東向き電流を形成する。そして、西向き電流と東向き電流の境界付近ではリングカレントの内側よりも大きな磁場変化を生じる。よって、遠地点付近(高度約10000km)であけぼの衛星が観測するリングカレントによる磁場変化と地上で観測される磁場変化(Dst-index)の比較から、リングカレントの領域が推定できる。

図1は1991年6月4日-6日の磁気嵐の解析結果である。上の図はDst-index、下の図はあけぼの衛星で観測された全磁力の $\Delta B$ とDst-indexの差を示している。図から明らかなようにDstが大きく発達している時間

(5日6時付近、5日18時付近)において、全磁力の $\Delta B$ とDst-indexの差がきわめて大きくなっている。このことは磁気嵐の発達時にリングカレント領域が内側へ拡大していることを示している。また、内側への拡大は数時間程度で回復しており、磁気嵐全体の回復のタイムスケール(約数日)に比べて短い。リングカレント領域の内側への拡大の原因としては太陽風の動圧の変化やsubstormに伴うinjection等が考えられる。

現在、あけぼの衛星は6年半にわたって磁気圏の観測を継続しており、磁気嵐の観測も多数行われている。講演では数多くの磁気嵐に関して解析を行った結果について発表を行う。またさく6号衛星(ETS-VI)の磁場データ(提供:宇宙開発事業団)との比較も行う予定である。

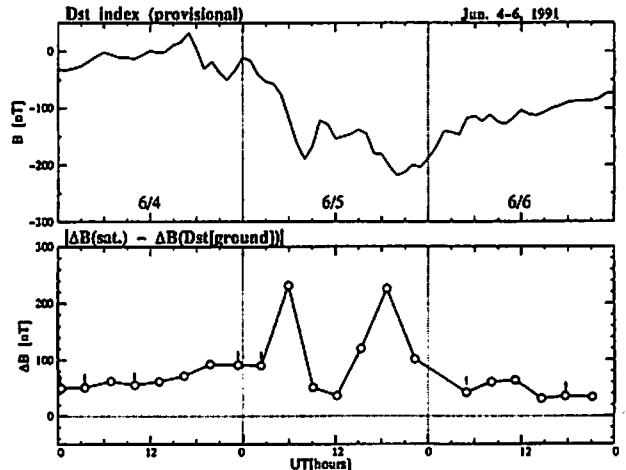


図1 上図: 1991年6月4-6日磁気嵐時のDst-index、下図: 同期間中にあけぼの衛星で観測された全磁力の $\Delta B$ とDst-indexの差

**A12-P80** 大磁気嵐における夜側プラズマシートと  
環電流領域の相互作用

○渡辺正和(国立極地研究所)・飯島健(東京大学大学院理学系研究科)

**Interaction between nightside plasma sheet and ring current region during severe magnetic storm**

WATANABE Masakazu (National Institute of Polar Research), and IJIMA Takeshi (Graduate School of Science, University of Tokyo)

The main purpose of this paper is to investigate the interaction between plasma sheet and so-called ring current region during great magnetic storms. Using magnetic field and precipitating particle data acquired with DMSP-F7 satellite, we have diagnosed the structure of nightside plasma sheet and field-aligned currents. During great magnetic storm, the ordinary region 2 current is drastically modulated, with its low latitude limit extending further equatorward of the inner edge of the plasma sheet, sometimes embedding or replaced by another kind of current system with multiple sheet. It is suggested that the interaction between plasma sheet and high-energy trapped ions plays an essential role in the modulation of region 2 current system.

磁気嵐が起こると地球を取り巻く環電流が発達し、同時に夜側のプラズマシートが磁気圏のかなり内側まで侵入してくる。本研究は、大磁気嵐におけるプラズマシートと環電流領域の相互作用を低高度極軌道衛星を用いて診断することを目的としている。

そこで我々は、Dst指標が-100nTよりも小さくなる磁気嵐を数例選び、DMSP-F7衛星(高度830km、地方時10:00-22:00で太陽同期)で観測される降下粒子と磁場データの解析を行った。降下粒子のエネルギースペクトルからはプラズマシートの構造が、磁場変動からは磁気圏に生成される沿磁力線電流が推察される。特徴をまとめると以下の様になる。

・プラズマシートはInner Plasma SheetとOuter Plasma Sheetに大別さ

れるが、ここではより内側のInner Plasma Sheet、それも沿磁力線電流の生成機構との関連から、イオンでみたプラズマシートに関心があられる。降下イオンでみたInner Plasma Sheetは、1keVより高いエネルギーのイオンからなる成分と、1keVより低いエネルギーのイオンからなる成分の2から構成される。前者はプラズマシートの本体であるのに対し、後者は電離圏から湧出したイオンであると解釈され、Energy-time (Energy-magnetic latitude) spectrogramにおいてエネルギー-緯度分散を示す。

・いわゆるregion 2電流はイオンでみたInner Plasma Sheetと比較的良好な対応があることが過去に報告されているが、今回調べた例においては、region 2の低緯度側境界が(高エネルギー成分のイオンでみた)Inner Plasma Sheetの低緯度側境界よりもかなり低緯度にあるものが多く、場合によっては10度近く内側へ侵入しているものもあった。このことは、磁気嵐時のregion 2電流の源として、プラズマシートのイオンだけでなく(DMSP衛星ではとらえられない)高エネルギー-捕捉イオンが寄与していることを示唆する。

・(Region 2をInner Plasma Sheetに付随した一方の大規模電流系と定義するならば)region 2電流は安定した存在ではなく、多層構造の複雑な電流系にとって代わることがしばしば起こる。このようなregion 2とは異なる電流系はInner Plasma Sheetよりさらに内側(低緯度側)に現われることもある。この事実、地球側に押し寄せたプラズマシートイオンと捕捉イオンのせめぎあいが重要な役割を担っていることを示唆する。

DMSP衛星では降下粒子しか測定していないので、捕捉粒子についての情報は少ない。この欠点を補うために、我々はNOAA衛星で測られた捕捉粒子のデータが活用できないかと考えている。講演ではそれらを含めた総合的な結果を示したい。



A会場

10月5日(木) 午前

# 電離圏・磁気圏結合

## Ionosphere-Magnetosphere Coupling

oral: A21-01~11

poster: A21-P49~P58

座長 藤井良一 (名大・STE研)  
小原隆博 (宇宙研)

**Plasmasphere Temperature Studies Using Satellite Observations and Mathematical Modelling**

N. Balan and K.-I. Oyama (Institute of Space and Astronautical Science, Japan)

T. Abe (Aoyama Gakuin University, Japan)

G. J. Bailey (University of Sheffield, U.K)

The electron temperatures ( $T_e$ ) in the Earth's ionosphere-plasmasphere system measured during 1989-1994 by a TED (thermal electron velocity distribution) instrument onboard the Japanese satellite Akebono (perigee  $\approx$  300 km, apogee  $\approx$  10,000 km, and inclination  $75^\circ$ ) are analysed to investigate the altitude (1000-8000 km) and local time variations of  $T_e$  in the latitude range  $0-45^\circ N$ ; the data at lower altitudes cannot be used at present due to some problems in curve fitting to the raw data. The Sheffield University Plasmasphere-Ionosphere Model, which solves the coupled time-dependent equations of continuity, momentum, and energy balance, are used to solve the equations for the  $O^+$ ,  $H^+$ ,  $He^+$ ,  $N_2^+$ ,  $O_2^+$ , and  $NO^+$  ions and the electrons along 80 closed (eccentric) geomagnetic field lines distributed from 150 to 22,000 km apex altitudes to give reasonable distribution of data in the altitude-latitude range of the experimental observations.

The Akebono data shows large altitude and local time variations and small latitude variation. With altitude, the mean daytime  $T_e$  increases from about 2500K at 1000 km to about 7000K at 8000 km, with the rate of increase being faster at altitudes below about 3000 km. The mean nighttime  $T_e$ , which increases from about 2000K to 4000K, on the other hand, has faster rate of increase at higher altitudes. With local time,  $T_e$  is more or less steady during daytime (08-17 LT) and nighttime (22-03 LT), with the night to day transition taking place as a over-shoot, especially in the lower altitude-latitude regions; the day to night transition occurs comparatively slowly. The day to night  $T_e$  ratio varies from about 2.5 to 1.5, with the higher ratio being in the lower altitude-latitude regions and lower ratio in the higher altitude-latitude regions. With magnetic latitude varying from 0 to  $45^\circ N$ , daytime  $T_e$

increases by a maximum of about 1000K and nighttime  $T_e$  by 2000K, with the maximum increase occurring at high altitudes.

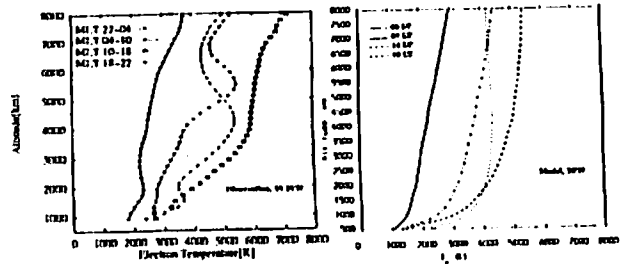


Fig. 1. Observed and modelled  $T_e$  profiles.

The values of  $T_e$  computed for the equinox of medium solar activity in the western longitude qualitatively reproduce all the morphological features of the observed  $T_e$ , see Figure 1 for example. However, quantitatively, the model values of  $T_e$  are less than the observed mean values by about 1000K, on the average. The reasons for the difference include (1) the possibility of existence of an unidentified heat source high up in the plasmasphere, (2) an unknown fraction of the photoelectrons being trapped in the plasmasphere during their transit between the conjugate ionospheres, (3) the possibility of the actual plasmaspheric density being different from the model plasmaspheric density due to frequent occurrence of geomagnetic storms, (4) the possibility of the model inputs, especially the hydrogen density as given by MSIS86, being different from that actually present. The effects of the above possibilities are discussed and/or illustrated through model calculations. The standard deviation of the observed  $T_e$  in a cell of 200 km in altitude and  $10^\circ$  in latitude is about 400K at night and 2500K during dawn and dusk hours; the standard deviation may be reflecting mainly the effect of clubbing the 5 years data for all longitudes together. The clubbing might also have some effect on the mean  $T_e$ . The present study is intended as a basis upon which further studies of the longitudinal, seasonal, solar activity, and magnetic activity variations of the plasmaspheric  $T_e$ , and some special features noted in the observations, can be carried out.

A21-02

**あけぼの衛星によるプラズマ圏トラフ領域の電子温度観測**

森 崇<sup>1</sup>, 阿部琢英<sup>2</sup>, 小山孝一郎<sup>3</sup>, N. Balan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東大理学部, <sup>2</sup>青山学院大学工学部, <sup>3</sup>宇宙科学研究所

**The Electron Temperature Observation of High Latitude Plasmasphere Using Akebono Satellite**

T. Morii, T. Abe<sup>2</sup>, K.-I. Oyama<sup>3</sup>, N. Balan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tokyo Univ. <sup>2</sup>Aoyama Gakuin Univ. <sup>3</sup>ISIS

The Akebono satellite has been observing the electron temperature ( $T_e$ ) of the Earth's ionosphere-plasmasphere system since February 1989. Analysis of the high latitude Te reveals the existence of a  $T_e$  peak centered at 2000 km altitude and 60 invariant latitude during early morning hours, see Figure 1. Detailed morphology of this feature will be presented and its importance will be discussed.

プラズマ圏の熱構造を知ることは、それが下部の電離圏の熱構造に影響を与えるという点で重要である。1960年代から電離圏を中心にレーダーや人工衛星を使ってイオン、電子温度の熱構造の観測が行われてきた。しかし、F圏上層部から上部は今までいくつか人工衛星観測などがあるが、全体の熱構造を知るにいたる観測はまだ少ないようである。人工衛星あけぼのにはTED (Thermal Electron Energy Distribution) によって電子温度を観測しており、将来そのデータを用いてモデルを作成することが我々の目的である。今回、TEDデータをもとに不変磁気度40~70度の範囲の高度にたいする電子温度プロファイルを作成したところ次のような特徴があった。図1については、1つ目に不変磁気緯度55~65度で高度2000kmにおいて高度方向に対しての電子温度が極大になる傾向が認められ、それ

は地方時で0時から次第に大きくなり、地方時5時くらいで最もよく見受けられ、その後はその傾向はなくなり高度とともに電子温度が増大するようになる。第2に高度1300km~2500kmにおいては不変磁気緯度50~65で地方時が0時より時間がたつごとに電子温度が増大している。また、図2は同一地方時での緯度変化であるが、高度2000kmにおいては不変磁気緯度60度付近が温度が高いことがわかる。この領域はトラフという電子密度が極端に小さくなり電子温度が上昇する領域があり、今回の電子温度プロファイルで見受けられた熱構造に少なからぬ影響を与えていると考えている。

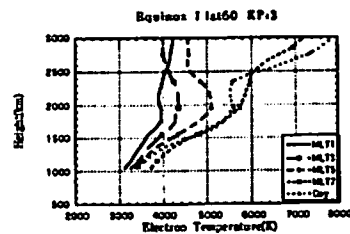


図1: 緯度55~65度の地方時2時間ごとの高度プロファイル

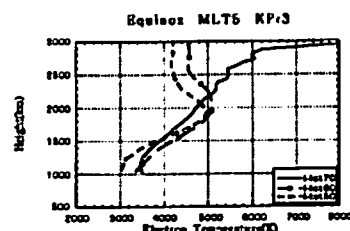


図2: 地方時4時~6時の不変磁気緯度45~55, 55~65, 65~75の高度プロファイル

A21-03 Study of the Neutral Wind "Flywheel" Effect Using EISCAT CP Data

R. Fujii, S. Nozawa, N. Matuura (STEL, Nagoya University)  
A. Brekke, T. L. Hansen (The University of Tromsø)

Based on analysis of CP data on May 3, 1988, obtained from the tri-static Kiruna-Sodankylä-Tromsø (KST) EISCAT UHF radar system, the contribution of neutral winds to ionospheric plasma convection and currents during and after a substorm is reported. The event used here is ideal for the research, since 1) the IMF changed the direction from southward to northward abruptly near the end of the expansion phase of the substorm, hence the electric potential across the polar cap was expected to be decreased very much at that time and 2) the substorm had a relatively longer expansion phase with a negative IMF Bz, which duration allowed neutrals to move significantly through ion-neutral collisions.

In order to estimate a relative importance of the contribution of neutral winds to that of electric fields, in particular, originating from the magnetosphere during substorms, on the ionospheric current, we define a normalized Joule heating rate  $\kappa = J_p \cdot E' / \sigma_p E^2 = U_p^2 / (\sigma_p^2 + \sigma_H^2) E^2$  at each altitude.  $J_p$  is the component of the ionospheric current density perpendicular to the earth's magnetic field at a certain altitude in the E-region, which is derived from the measurement of the perpendicular component of the ion velocity  $v_{ip}$ , the electron velocity  $v_{ep}$  and the electron density at the altitude,  $J_p = n \cdot e \cdot (v_{ip} - v_{ep})$ . The electron velocity  $v_{ep}$  is assumed to be equal to the ion drift velocity in the F-region. The perpendicular component of the ionospheric current is also expressed by  $J_p = \sigma_p E' - \sigma_H E' \times B$ , where  $E' = E + U \times B$ ,  $U$  is the neutral wind,  $E$  the electric field,  $B$  the magnetic field, and  $\sigma_p$  and  $\sigma_H$  the Pedersen and Hall conductivities, respectively. It is noted that  $J_p$ ,  $\sigma_p$ , and  $\sigma_H$  are measured at each altitude, and  $E$  is obtained from the ion drift velocity observed at an altitude of 278 km.

We will try to estimate temporal variations of the value  $\kappa$  during different substorm phases, i.e., expansion, maximum, and recovery phases, which suggests that the "neutral" flywheel effect plays an important role on the electrodynamics in the polar ionosphere.

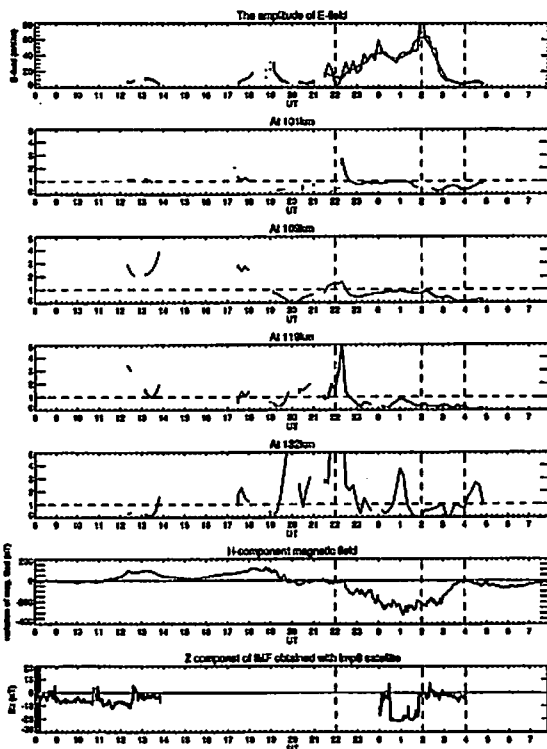


Figure: The electric field, the normalized Joule heating rates  $\kappa$  at altitudes of 101 km, 109 km, 119 km and 132 km, the magnetic field variations observed at Tromsø and the interplanetary magnetic field variations measured by IMP-8, on May 3, 1988.

A21-04 Study of field-aligned currents by using EISCAT CP-2 data (II)

S. Nozawa, R. Fujii, N. Matuura (STEL, Nagoya University),  
T. Iijima (The University of Tokyo), and  
A. Brekke (The University of Tromsø)

We will present results from study on temporal variations of the field-aligned currents (FACs) deduced from EISCAT CP-2 datasets, and from comparisons of the field-aligned currents with those by satellite observations.

A number of studies to infer field-aligned currents (FACs) in the auroral ionosphere have been made using ground-based techniques. Coherent radar observations together with auroral optical image measurements as well as ground magnetometer chain measurements (ex. Baumjohan and Oppenoth, in Magnetospheric Currents, pp. 77-85, ed. T. A. Potemra, AGU 1984) enable ones to deduce FACs. In this method the modelling is done by combining the two-dimensional electric field distribution derived from the STARE measurements with an assumed conductivity distribution basically from optical auroral image measurements. A method with incoherent scatter radar measurements is also used for deducing FACs. From latitudinal scanning antenna observations, one can obtain one-dimensional distribution of both electric fields and ionospheric conductivities in the ionosphere with a reasonable time span. To obtain two-dimensional distribution of those, one needs to continue observation for certain period and assume that temporal variations are thought to be spacial variations in the ionosphere. However, this assumption is often rather difficult to apply except for the special geomagnetical quiet period when no major disturbance will occur like a period of SMC (Steady Magnetospheric Convection).

We have analyzed twenty-three CP-2 datasets obtained between January 1987 and June 1993 (see Table). In CP-2 mode the antenna at Tromsø is sequentially pointed to four positions with a cycle time of 6-minutes. Each of the CP-2 datasets provides us with ionospheric conductivities at an altitude step of ~3 km and ion drift velocity vectors at four different volumes in the F-region. Thus, field-aligned currents can be deduced from the

following formula:

$$J_{//} = -\text{div} [\Sigma_p E + \Sigma_H (B \times E) / B] \\ = -[(\text{grad } \Sigma_p) E + \Sigma_p (\text{div } E) + (\text{grad } \Sigma_H) (b \times E)]$$

where,  $J_{//}$  refers to FAC,  $\Sigma_p$  and  $\Sigma_H$  are Pedersen and Hall height integrated conductivities,  $E$  and  $B$  are electric and magnetic field vectors,  $b$  is a unit vector parallel to the earth's magnetic field at Tromsø, respectively. We assume that the electric field and ionospheric conductivities do not change much during the cycle time.

In general, the distribution of deduced FACs from this method shows good agreement with that of Iijima and Potemra (JGR, 81, 2165, 1976): FAC flows downward (region 2) in the evening sector and upward (region 2) in the morning sector above Tromsø (MLAT = 66.3°). Because the agreement is satisfactory, this method is promising for derivation of field-aligned currents in the ionosphere from CP-2 datasets.

In Table the dataset name, the start and end times in UT, the observation period, the version with the daily Ap indices and the corresponding Kp indices are listed.

List of analyzed CP-2 datasets in this study

Dataset datacode	Start date	Start time	End date	End time	Obs. (hr)	Ver.	Ap index	Kp index
870130	Jan 20	09	Jan 21	23	35	D	15.10	5-2+
870217	Feb 17	03	Feb 18	09	24	D	9	3+
870317	Mar 17	09	Mar 18	23	35	D	6.16	2-30
870505	May 05	08	May 05	22	33	D	4.5	10.2+
870823	Jun 23	08	Jun 23	18	10	D	3	1-
880411	Apr 11	08	Apr 13	03	45	D	10.13	2+3-
880513	Jun 13	05	Jun 15	05	48	D	10.13	2+30
880507	Aug 09	08	Aug 10	08	24	D	13	3-
880816	Aug 16	08	Aug 18	22	62	D	8.8,7	3-3-30
881115	Nov 15	09	Nov 17	07	46	D	13	3-
890214	Feb 14	09	Feb 15	17	32	D	10.20	2+4-
890425	Apr 25	08	Apr 25	22	38	D	65.60	6-5+
890328	Aug 28	12	Sep 01	16	100	D	87.16,11.9,6	6-3+3-2+2-
891023	Oct 23	18	Oct 25	14	44	D	16.28	30,40
900320	Mar 20	15	Mar 21	16	49	D	77.34,29	60,4+40
910111	Jan 11	10	Jan 13	16	54	D	16.15,8	30,30,3-
910812	Aug 12	08	Aug 13	23	9.5	D	61.6	5+2-
910917	Aug 17	21	Aug 19	06	33	D	23.77	4,60
920413	Apr 13	10	Apr 14	16	30	D	6.9	3-3+
920707	Jul 07	10	Jul 08	16	50	E	4.8	10,1+
921027	Oct 27	10	Oct 30	18	54	E	27.21,21	40,4-4-
930120	Jan 20	16	Jan 25	9.5	113.5	E	8.4,6.8,15	2+10.2-20,30
930515	Jun 15	09	Jun 16	22	35	E	4.3	10,1-

A21-05

Instantaneous Penetration of the DP-2 Type Quasi-Periodic Polar Electric Field to the Low Latitude

T. Kikuchi(1), H. Luehr(2), T. Kitamura(3)  
O. Saka(3), and K. Schlegel(4)

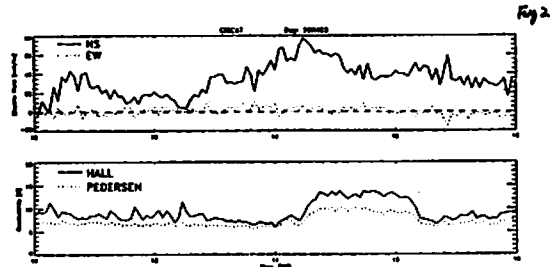
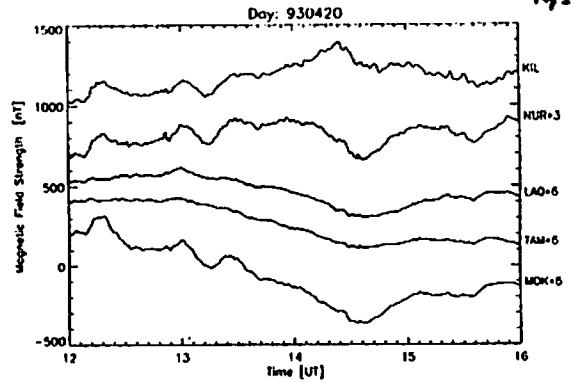
- 1 Communications Research Laboratory, Koganei, Tokyo 184 (kikuchi@crl.go.jp)
- 2 Institute for Geophysics and Meteorology, Technical University, Mendelssohnstr.3, 38106 Braunschweig, Germany
- 3 Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University Hakozaki, Fukuoka 812
- 4 Max Planck Institute for Astronomy, Katlenburg-Lindau, D-37191 Germany

The DP-2 type quasi-periodic (QP) magnetic variations appearing coherently at the auroral and equatorial latitudes in the afternoon sector are analysed based on the high time resolution magnetometer data recorded at the IMAGE chain stations in Scandinavia and at the Brazilian and African equatorial stations. It is shown that the correlation between the QP magnetic variations at both latitudes is extremely good (correlation coefficient = 0.9) with no time shift within an accuracy of 20 sec. The auroral electric field and ionospheric conductivity measured by the EISCAT radar in Scandinavia shows that the QP magnetic variation at the auroral latitude is caused by the ionospheric Hall current, of which variation is controlled by the convection electric field. The QP magnetic variation decreases its magnitude strongly with decreasing latitude at a ratio of 1/10 from 65 degs to 55 degs, but enhanced considerably at the dayside dip equator with an enhancement ratio of 4 with respect to the low latitude QP variation. Consequently, the QP magnetic variation at the dip equator is caused by the ionospheric current generated by the convection electric field propagated almost instantaneously from the polar ionosphere, although the electric field is shielded strongly below the latitude of 60 degs. In addition to the result of no time shift (<20 sec) between the auroral and equatorial QP variations, it is found that an impulsive magnetic change with a time scale of 100 sec appears at the dayside dip equator with a time delay of 12 sec. The instantaneous propagation of the electric field to the low latitude is interpreted in terms of the electromagnetic mode in the earth-ionosphere waveguide (Kikuchi and Araki, 1979,

JATP,p927), however, the new finding requires us to include the effect of the high conductivity at the equator in the propagation model.

Fig.1 DP2 type QP magnetic variations observed coherently at the auroral (KIL,NUR) and dip equator (MOK) stations during the time interval of 12-14 UT.

Fig.2 QP variations in the NS-component electric field detected by the EISCAT radar during the same time interval. No variations are associated in the conductivity.



A21-06

あけぼの衛星とレーダーによる  
極域イオンフローの同時観測

\*阿部 琢英 (青山学院大学理工学部)  
D. J. Knudsen, B. A. Whalen and A. W. Yau  
(National Research Council Canada)  
渡部 直十 (東北大学理学部)  
佐川 水一 (通信総研 平塚宇宙環境センター)

Simultaneous Observation of the Polar Ion Outflow  
by Akebono Satellite and Sondrestrom/EISCAT Radar

\*Takumi ABE (Aoyama Gakuin University)  
D. J. Knudsen, B. A. Whalen and A. W. Yau  
(National Research Council Canada)  
Shigeto Watanabe (Tohoku University)  
Eiichi Sagawa (Communications Research Laboratory)

We present a simultaneous observation of the polar ion outflow by two thermal plasma instruments (SMS and TED) and Sondrestrom radar in the polar cap ionosphere, with a particular interest in the dynamics of the polar wind ion outflow and its causal relationship to the plasma pressure profile. The plasma temperatures ( $T_e$  and  $T_i$ ), density ( $N_e$ ) and drift velocity ( $V_{para}$ ) parallel to the geomagnetic field are estimated from the satellite observation at higher altitude ( $\geq 1500$ km), while the  $T_e$ ,  $T_i$ ,  $N_e$  and  $V_{para}$  are obtained from the radar observation at lower altitudes ( $\leq 1000$ km). In the pass of 14h UT on October 15, 1992, the satellite and the radar observations are in good agreement each other in their estimated parameters. The radar observation suggests that the polar wind velocity becomes the measurable level ( $\sim 1$ km/s) at 800~1000 km altitude, which is much lower than expected. Such a high polar wind velocity is thought to be characteristic particularly at the magnetically active condition.

極域域に存在する 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 2000km~10000km における  $H^+$ ,  $He^+$ ,  $O^+$  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、電子温度と比較する事により、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。こうした衛星観測においては短時間に鉛直方向のプロファイルを得る事が困難な為、衛星軌道の長期観測を利用したデータの蓄積が必須となるが、レーダーによる観測データを用いる事によって短時間に得られたプロファイルを取得する事が可能となる。

我々はあけぼの衛星が北半球極域域を高度 1500~4000km において通過する 1992 年 10 月期に衛星とレーダーによる共同観測キャンペーンを遂行し、計 7 パスの同時観測データを取得した。レーダーの観測としては Greenland の Sondrestrom と EISCAT の Tromso で得られたデータが提供された。各観測手段により得られるパラメータは

次の通りである。

- Akebono Suprathermal Mass Spectrometer:  
 $T_e$ ,  $N_e$ ,  $V_{para}$  (磁力線方向の速度),  $V_{perp}$  (磁力線に垂直方向の速度)
- Akebono Thermal Electron Energy Distribution Instrument:  
 $T_e$ ,  $N_e$ ,  $F_e$  (energy distribution function)
- RADAR:  $T_e$ ,  $T_i$ ,  $N_e$ ,  $V_{para}$

Fig.1, Fig.2 に示したのはキャンペーン中の 10 月 15 日 14:44-14:54 UT に得られたデータの中で  $T_e$  と  $V_{para}$  を高度に対してプロットしたもので、1000km 以下の高度で得られたレーダーのデータとより高い高度で得られた衛星の観測データが連続的に存在する事から、その信頼性を確認できる。 $T_e$  は高度 500km まで急激に増加するが 500~1500km では温度勾配が緩やかになる。高度 1500km 以上の温度変化は局所的もしくは低高度に生じた加熱現象が観測されたものと考えられる。いっぽう  $V_{para}$  に着目するとこの観測データにおいては、高度 750~900km において既に 1km/s 前後の値を示し、より高高度では速度が急激に増加、2500km で 8km/s に達している。前述したあけぼの衛星データの統計的解析から得られたポーラーウィンド速度の平均的プロファイルによれば、速度は 1500~2000km 付近から有数 ( $\sim 1$ km/s) となり、その後徐々に増加し 10000km で約 12km/s に達するという傾向を示しているから、この日に観測された速度はかなり高速である。また、この観測時間帯における  $K_p$  は 4+ で地磁気活動度は比較的活発であったが、SMS の suprathermal channel においては 14:59 UT の終了時間である 14:59 UT においてもオーロラ帯に顕著な現象は観測されておらず、オーバルの位置はさらに低緯度側であったと考えられる。従って、今回観測された高速ポーラーウィンドは地磁気活動度がアクティブな状態に特有な現象である可能性が高い。講演においては、ここに示した  $T_e$ ,  $V_{para}$  を含めた各種データを統合して議論を行なう予定である。

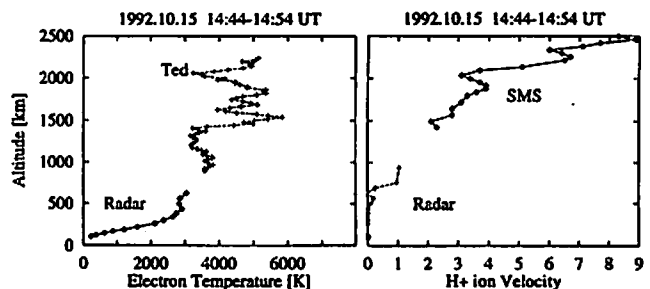


Fig. 1.

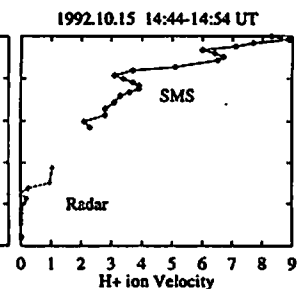


Fig. 2.

衛星（あけぼの）地上(Qaanaaq)による  
極冠域諸現象の同時観測(II)

小原隆博、向井利典、早川基、松岡彩子、鶴田浩一郎、西田篤弘 (宇宙研)  
K.Fukui, J.Rodriguez (Phillips Laboratory), C.Valladares (Boston College)

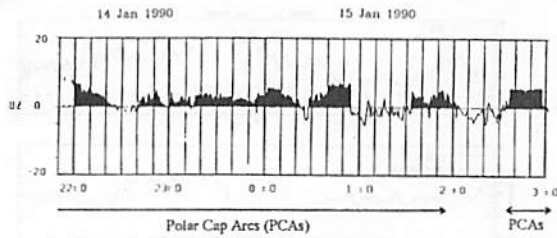
Simultaneous observations of polar cap phenomena observed from the Akebono satellite and ground based tools at Qaanaaq (II)

In order to clarify the detail processes of polar cap arcs (PCAs) as well as the patches, we have analyzed simultaneous observation data from the Akebono satellite and ground based tools at Qaanaaq. Initial results (Obara et al.,SGEPSS 1995, Obara et al., IAGA 1995) demonstrated the coincidence between the localized electron precipitations observed from Akebono satellite and multiple sun-aligned arcs seen from the Qaanaaq, and clarified the electromagnetic structure of the PCAs. As for the patches there was a variety in terms of the movement; most of patches drifted anti-sunward but some ones remained (stagnant).

Follow up studies have been made with some specific interests; i.e. PCAs' growth and decay and the relation between the patch's movement and polar cap convection.

Growth and decay of PCAs

Based on the simultaneous observation data from the winter months from '89 to '92, we made case studies. Bottom figure demonstrates the history of the IMF

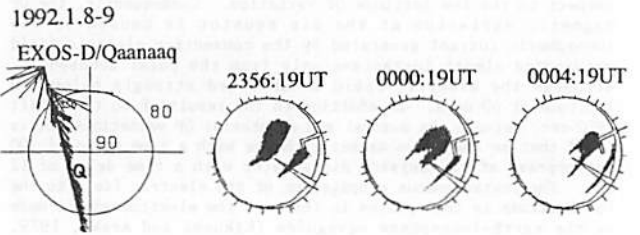


with the appearance of the PCA. More than 4 hours PCA appeared on that night. At 01:56 the PCA disappeared, due to the southward turning of the IMF at 00:55. There was a time delay of 1 hour in this case. At 01:33, IMF turned northward and actually PCA appeared at 02:35 with a delay of 1 hour. IMF turned southward again at 02:03 and PCA disappeared at 03:08.

Though a number of analyzed cases is about ten right now, there seems to be a systematic delay ranging 20 minutes to 2 hours for both appearance and disappearance.

Relation between the patch movement and the convection

We have analyzed twenty cases when both satellite and ASC data were available. There were tow categories with respect to the movement of the patches ;i.e. most of patches drifted anti-sunward but some ones remained. In order to clarify this difference, we have looked at the convection data taken from the EFD instrument on board the Akebono. Bottom figures demonstrates the convection velocity as well as a series of all sky camera (ASC) images. The Akebono satellite traversed the polar cap region from 23:53 to 00:08, showing the anti-sunward plus dawnward convection with magnitude of 300-500 m/s. A series of ASC images demonstrate two patches were drifting to the post midnight direction. An exact velocity will be provided soon, but it will range from the 300 to 500 m/s. As for the other cases we have preliminary confirmed the consistency between the convection velocity and the patch's movement, but there were a few exceptional cases. Results of detailed analysis together with ionosonde data will be given in the talk.



磁気嵐中のサブストームに伴う  
低緯度での激しい電子の降り込み

塩川和夫、P. T. ニューウェル、C. - I. メング  
(名大STE研) (APL/JHU)

Subauroral Intense Electron Precipitation During Storm-Time Substorms

K. Shiokawa, P. T. Newell, C. - I. Meng  
(STE Lab., Nagoya Univ) (Applied Physics Lab., The Johns Hopkins Univ.)

An intense precipitation of energetic electrons at latitudes below that which is normal for the auroral oval is newly found using the particle data from the DMSP satellite. This precipitation exhibits an unusual acceleration process in which electrons at all energies measured (32 eV to 30 keV) are intensified at latitudes around L=2.5-4. The electrons appear just after the substorm onset in the main phase of magnetic storms. In the presentation, we will show some statistical results concerning this unusual electron precipitation.

昨年秋のSGEPSS講演会で発表したように、1992年に日本で観測された低緯度オーロラの研究から、磁気嵐主相時に起こったサブストームに伴って、低緯度(L=2.5-4)において非常に激しい電子の降り込みがみられることがDMSP衛星の粒子データを用いて発見された。この異常な降り込みでは、DMS P衛星の観測エネルギー範囲である30 eVから30 keVのすべてのエネルギー範囲にわたって、電子のフラックスが著しく増大していた。このような降り込み現象は他の磁気嵐時のサブストームに対してもみられることから、ある程度普遍的な現象と考えることができる。このような低緯度で粒子の異常な加速/加熱が起きているメカニズムはまだわかっておらず、非常に興味深い。講演ではこの電子降り込みに対して統計的な解析を行った結果を発表する。

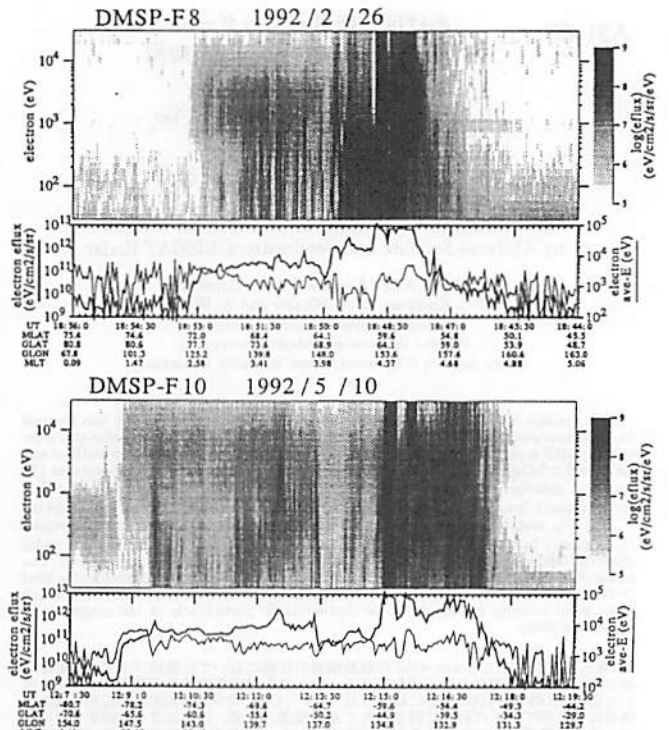


Figure 1. Energy-time spectra of precipitating electrons observed by the DMSP satellites on (top) February 26 and (bottom) May 10, 1992. Both intervals are after substorm onsets at the main phase of magnetic storms. Subauroral intense electron precipitations are observed at the low-latitude part of the precipitation regions.

Characteristics of substorm-associated magnetic stress changes in the plasma sheet

Takesi Iijima (Graduate School of Science, Univ. of Tokyo)

Using the AMPTE CCE vector magnetic data, I have determined characteristics of magnetic tangential stress changes associated with geomagnetic dipolarization in the plasma sheet. Prior to dipolarization plasma sheet is exerted by earthward plasma stress in the low-Z region and by tailward plasma stress in the high-Z region. Nature of dipolarization is rapid disruption of these stress crisis.

AMPTE CCE により L=4-9Re の赤道面付近で得られた磁場データを活用して, geomagnetic dipolarization 現象について磁場 tangential stress 変化の特性を統計的 (1985-87年, 200例以上) に決定した. 実質的 neutral sheet (季節, UT, Kp を考慮した Lopez(1990)) より垂直方向に離れている CCE での観測から, plasma sheet の高さ h × unitarea なる体積について stress balance を考察した. neutral sheet 面では Bx=0 で磁場 tangential stress も 0 であるが, その他は常に earthward を向いている.

- plasma sheet の low-Z region では, dipolarization 発生前に earthward の磁場 tangential stress は減少し, dipolarization 発生後急増.
- high-Z plasma sheet では, dipolarization 発生前に earthward の磁場 tangential stress は増加し, 発生後は急減する.
- plasma との stress balance より, dipolarization 発生前には low-Z

plasma sheet には earthward の plasma stress がかかり, high-Z region には tailward の plasma stress がかかり, いわゆる stress crisis 状態になっている. これらの stresses が逆の方向に急変していくのは dipolarization の実体である.

これらの事実を基に, substorm dipolarization 現象を磁気圏での fast rarefaction/compression modes の発生, 伝播との関連等を含めて考察する.

Interchange stability of a hot plasma torus in the magnetosphere

OT. YAMAMOTO<sup>1</sup>, S. INOUE<sup>2</sup>, and N. NISHITANI<sup>3</sup>

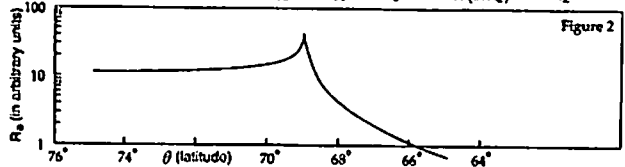
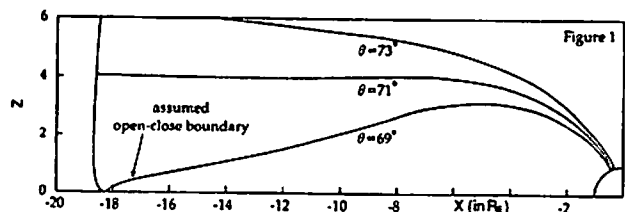
1: Tokyo Univ, 2: Aichi College of Technology, 3: STE, Nagoya

The hot plasma torus (HPT) has been proposed as a likely plasma distribution in the magnetosphere, which can be responsible for the generation of the paired region 1 and region 2 field-aligned currents [Yamamoto and Osaki, 1993]. In this paper we examine the global interchange stability condition of the HPT.

The most important condition for a stable HPT is that the gradient-B drift velocity of the ions near the poleward boundary of the HPT has a significant eastward component, which is in contrast with the westward (ion) magnetic drift in the closed region. The (total) magnetic drift velocity (of ions) per unit energy,  $v_{m,d}$ , which is mapped to the ionospheric plane and averaged over the flux tube volume, can be expressed as  $v_{m,d} = -(2/3eR_B B_i) b_i \times \nabla R_B$ , where  $e$  is the electronic charge,  $B_i$  is the ionospheric magnetic field ( $B_i = |B_i|$  and  $b_i = B_i/B_i$ ), and the flux tube volume  $R_B$  is defined as  $R_B = \int_{s_1}^{s_2} B^{-1}(s) ds$ . Basically the points  $s_1$  and  $s_2$  on any field line should be set on each of two curved surfaces perpendicular to all the field lines. Practically the surface associated with  $s_1$  is chosen to be the ionospheric plane. The upper limit,  $s_2$ , of the integration along the last closed field line is taken to be close to the equator, but not at the equator. If such a point of  $s_2$  is fixed, the surface of the upper bound is uniquely determined. In Figure 1, the intersection of that surface with the midnight meridional plane is illustrated in the Tsyganenko [1989] magnetic field model for  $K_p = 1$ , where it is assumed that the last closed field line has the footpoint at a latitude of 69°. Note that in the closed region the surface nearly coincides with the equatorial plane. For the thus determined integration range of  $s_1 - s_2$ , we evaluate the flux tube volume  $R_B$ . The latitudinal variation of  $R_B$  (as a function of the latitude of the footpoint) is shown in Figure 2. Since  $v_{m,d}$  is determined by the gradient of  $R_B$ , we find that the averaged magnetic drift reverses

its direction around the open-close boundary. This means that the ions in the outermost part of the HPT magnetically drift, on average, eastward when the open-close boundary is well defined, i.e., the IMF  $B_z < 0$ .

Using the equations for current continuity and conservation of the flux tube content of HPT ions, we can find the following condition for global stability of the HPT (allowing wave growth inside the HPT):  $|\Sigma_P^{-1} \partial N / \partial x v_{m,d}|_0 \geq 2 |\Sigma_P^{-1} \partial N / \partial x v_{m,d}|_1$ , where  $\Sigma_P$  is the height-integrated Pedersen conductivity,  $\partial N / \partial x$  is the latitudinal gradient (on the ionosphere) of the flux tube content  $N$ , and the suffixes, 0 and 1, denote the regions of eastward and westward magnetic drifts, respectively. The above condition is not difficult to satisfy, because the sufficiently steep density falloff is assumed to normally occur just outside the closed region, judging from the satellite observations of precipitating particles. The HPT tends to be unstable when the IMF  $B_z$  is northward and/or the main body of the HPT is embedded inside the closed region. The latter case may correspond to the development of omega bands/torch structures as is observed primarily in the recovery phase of a substorm.



## Chaotic Solutions of the Navier-Stokes Equation with the Effect of Ionosphere-Magnetosphere Coupling

°Hiroyuki Kagami and Shinobu Machida

(Department of Geophysics, Faculty of Science, Kyoto University)

A series of numerical simulations on the ionosphere-magnetosphere coupling system which is described by the Navier-Stokes equation with a characteristic dumping term has been conducted to investigate the spatiotemporal evolution of the plasma flow in the magnetosphere.

It is assumed that the motion of plasma in the magnetosphere is dissipated not only by the viscosity associated with anomalously excited waves, but also the coupling to the resistive ionosphere through the field-aligned current. For the field-aligned current involving the auroral acceleration region, we take into account the another kinematic dissipation process. Besides, the spatial mapping factor from the magnetosphere to the ionosphere has a strong directional dependence, which plays a crucial role in the present study. Thus, the dumping term includes above anisotropic dissipative effects due to the ionospheric Pedersen resistivity, and the field-aligned resistivity in the auroral acceleration region, additionally to the magnetospheric viscosity which is regarded to be isotropic.

Assuming that the plasma flows in a plane perpendicular to the geomagnetic field (We consider the flow in the equator), we evaluate the curl of velocity vector, namely a vorticity which is essentially a scalar quantity in the present two-dimensional model. Considering the MHD fluid in a cyclic box of side length  $2\pi$  under a steady force, we directly solve the Fourier representation of

the basic equation numerically by adopting the Runge-Kutta scheme for the time integration. In order to supply a constant energy, the specific Fourier components are kept fixed all the times. Numbers of calculations with different dissipative coefficients are done until the effects of the initial condition are thought to die out. In the case of an isolated two-dimensional flow, the enstrophy which is the sum of the square of vorticities of all the Fourier components is a conserved quantity. Hence, we investigate the time series of the enstrophy of the flow in our weakly open system.

By examining the frequency power spectrum of the enstrophy, we find that the flow transfers from a regular to non-linear states with decreasing dissipative coefficients. Namely, the transitions from Steady to Chaotic (non-Periodic) via Simply Periodic, Doubly Periodic, n-Periodic, Chaotic and n-Periodic motions are found. The results suggest the field-aligned currents associated with the ULF wave pulsations may have some chaotic character when the pulsations develop into fully non-linear states.

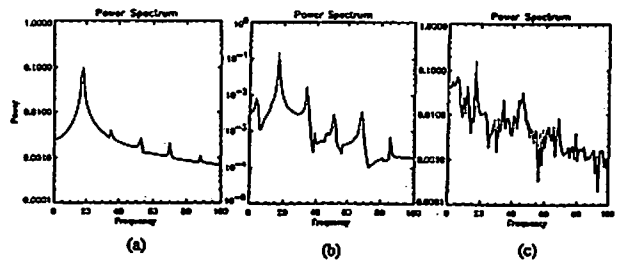


Figure 2: Frequency power spectra of enstrophy for different dissipative coefficients. Cases (a), (b) and (c) correspond to Simply Periodic, Doubly Periodic and Chaotic regimes, respectively.

## A21-P49

Polar Patrol Balloon (PPB) により観測された  
制動放射 X 線スペクトルの不変磁気緯度依存性

°鈴木裕武<sup>1</sup>、平島 洋<sup>1</sup>、山田顕宏<sup>1</sup>、江尻全機<sup>2</sup>、山上隆正<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

Invariant Latitude Dependence of Bremsstrahlung X-Ray Spectrum  
Observed by a Polar Patrol Balloon (PPB)

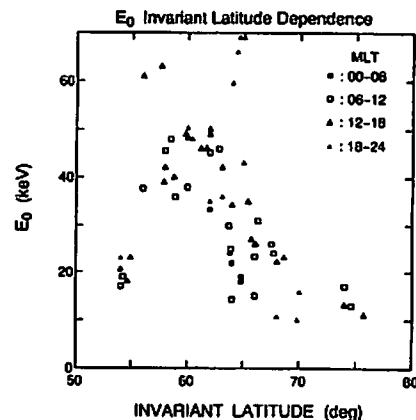
H. Suzuki<sup>1</sup>, Y. Hirasima<sup>1</sup>, A. Yamada<sup>1</sup>, M. Ejiri<sup>2</sup>, T. Yamagami<sup>3</sup>,  
and M. Kodama<sup>4</sup>

1 Rikkyo Univ., 2 NIPR, 3 ISAS, 4 RIKEN

Bremsstrahlung X-ray events with energies 30-120 keV have been often observed during one-month flight of the Polar Patrol Balloon No. 6 over Antarctica under low to moderate geomagnetic conditions. It is noticeable that the dayside events are dominant rather than the nightside events. The  $e$ -folding energy  $E_0$  by a single-exponent approximation for  $>50$  keV X-rays has been investigated as a function of invariant latitude. The lower invariant latitude is, the greater  $E_0$  events tend to occur, except for a few events. Possible origins of such spectral characteristics preferable to the dayside energetic electron precipitation are discussed.

1995 年 1 月に第 34 次南極観測隊により PPB-6 号機の制動放射 X 線 (オーロラ X 線) および宇宙線の観測実験が行われた。観測に用いられた X 線検出器は直径 2 インチ、厚さ 5 mm の NaI(Tl)シンチレーションカウンターで、全視野角  $165^\circ$ 、 $S\Omega = 52.7$   $\text{cm}^2\text{sr}$  であった。大気球の観測範囲は不変磁気緯度について  $49^\circ$

$81^\circ$  にわたり、約 1 カ月の観測期間中に 40 以上の X 線イベントを観測した。X 線イベントの多くが昼間側で観測されたことは特筆すべきである。X 線スペクトルは大気通過の際に変調を受けるが、50 keV 以下の X 線はとくに大きな吸収を受けるため、50 keV 以上の X 線データから X 線スペクトルが一つの指数関数であると仮定して、各 X 線イベントの計数値ピーク時の  $e$ -folding energy ( $E_0$ ) を求め不変磁気緯度の関数としてプロットしてみた。幾つかの例外を除けば、下図から明らかに  $E_0$  は不変磁気緯度の低下とともに増大している。本報告では下図に示される X 線スペクトルの不変磁気緯度依存性の原因について幾つかの可能性を提示したい。



PPB-6 号機により観測されたオーロラ X 線 (高エネルギー電子降下) スペクトルの不変磁気緯度依存性。

S-520-21 号機による  
熱的イオンの分布関数測定 II

佐川永一、三宅互 (通総研)、伊藤容生、町田忍 (京大理)、  
早川基、斎藤義文 (宇宙研)、平原聖文 (東大理)

Thermal ion observation by S-520-21 (II)

E. Sagawa, W Miyake (CRL), Y. Itoh, S. Machida (Kyoto U),  
M. Hayakawa, Y.Saito (ISAS), M. Hirahara (Tokyo U)

On board the S520-21 rocket, observation of energy distribution of ionospheric thermal ions was performed, successfully. The instrument for the thermal ion observation is called 'ISA', and is a part of the LEP package, which consists of ESA for auroral electron observation and ISA. The ISA sensor is a cylindrical electrostatic analyzer with a small aperture (1 mm<sup>2</sup>). Energy range covered by the sensor is from 0 to 20 eV with resolution of  $E/\delta E \sim 20$ .

北極ロケット S520-21 に搭載された熱的イオンの分布関数を測定する ISA は、狭い視野角を持つ静電型のエネルギー分析器で、ロケットのスピンの利用してイオンの速度分布関数を 2次元で測定する事を目的としていた。速度分布関数の測定により密度、温度に加えてドリフト速度を計算する事が可能となり、オーロラ帯の電場に関して、プローブによる電場測定の結果との相互比較を行う事を目的としていた。ロケットの飛行ではプリセッション角 90° でスピンとプリセッションの周期が近い値となったために ISA の観測する 2 次元のイオン分布関数は単純な平面とならず、空間を複雑にサンプリングしたものとなった。図 1 には ISA の全データを E-t ダイアグラムで示す。ロケットの進行方向とセンサー視野角が接近すると (ラム方向) ~1 eV の熱的なイオンが観測されている事を示している。

講演ではラム方向付近のデータを平面で近似して解析した結果について報告する予定である。

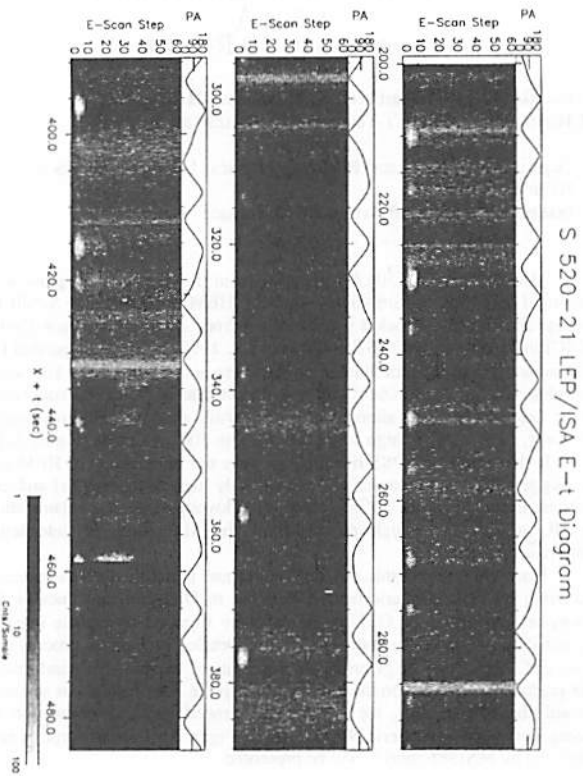


図 1: ISA E-t plot

あけぼの衛星により観測された高時間分解データにおける非定常電場 (2)

天野 恭子、鶴田 浩一郎、松岡 彩子、早川 基  
(宇宙科学研究所)

Irregularity of high-time resolution electric field data observed by EXOS-D (2)

Kyoko Amano, Koichiro Tsuruda, Ayako Matsuoka, Hajime Hayakawa  
(Institute of Space and Astronautical Science)

The double probe electric field detector (EFD-P), onboard EXOS-D (Akebono) satellite, has high-time resolution of 32 samples per second. The obtained data frequently show irregular pulse-like distortions on the sinusoidal waveform due to the satellite spin (fig. 1) when the paired wire antennas are aligned with the direction of the magnetic field. We interpret these distortions are caused by the differences of photo-electron yields of the paired wire antennas.

EXOS-D (あけぼの) 衛星に搭載されている電場計測器 (EFD-P) は、32サンプル/秒という高時間分解能でデータを取得している。EFD-P は、相対する 2本のワイヤアンテナの先端の電位差をその間の距離で割ることにより衛星スピン軸に垂直な面内の電場の 2成分を求めているので、そのEFD-Pの生データは衛星のスピンを反映し、一般的には完全なサイン波形にのる。しかし、fig. 1に示すようなパルスのようなゆがみがサイン波形にのる現象が観測されている。

EFD-P 生データにのるこのパルス状のゆがみは、衛星スピン面と磁場の方向となす角が小さい姿勢を衛星が取っていてかつプローブがスピン面に投影した磁場方向に一致する瞬間、すなわち、磁場の方向とプローブの方向のなす角が極めて小さい時に表れる。(fig. 2)

この現象は、太陽光を浴び衛星本体及びワイヤアンテナから放出されるその周辺に存在している光電子が、相対するワイヤアンテナの表面特性の差によりプローブ間を移動することによって考えられる。そこでこの現象について、あけぼの衛星が打ち上げられた 1989 年から約 1 年間という、衛星とプローブの電位差の測定精度の良い時期のデータについて、どのような条件下で観測されるかを解析した。また、このパルスの形状から、衛星まわり宇宙空間においてこの光電子がどのような経路でプローブ間を移動するのかを考察し、このパルスの原因を議論する。

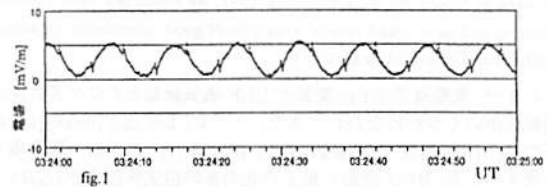


fig.1

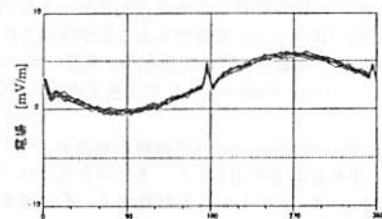


fig.2 スピン面内に投影した磁場方向とプローブのなす角 [deg]



# A21-P52 EUV Night Glow Observation of 304 Å from S-520-19 Rocket

○ I. Yoshikawa<sup>1</sup> M. Nakamura<sup>1</sup> K. Yamashita<sup>2</sup> H. Kunieda<sup>2</sup>  
M. Hirahara<sup>2</sup> Y. Saito<sup>3</sup> T. Yamazaki<sup>2</sup> Y. Takizawa<sup>2</sup> K. Misaki<sup>2</sup>

1. Department of Earth and Planetary Physics, University of Tokyo
2. Nagoya University
3. Institute of Space and Astronautical Science

He II emission (304 Å) intensity from the earth's night glow was measured by Helium Emission Monitor (HEM) onboard the S-520-19 rocket. The S-520-19 rocket was launched from Kagoshima Space Center (KSC) in Japan, at 0100 JST on January 29, 1995. HEM was operated for 400 seconds from 220km altitude on its upleg and down to 120 km on its downleg. The maximum count rate was expected to be 50 to 100 counts/sec as the field of view was almost within the earth's shadow. HEM measured, however, anomalously high count rate at about 300km altitude (Figure 1a).

In the spring SGEPS meeting, we gave our initial report of HEM and we suggested possible causes of anomalously high count rate. (a) ambient plasmas flowing into the MCP. (b) upward flowing ions. (c) contamination by  $HL_{\alpha}$  (1216 Å) through pinhole(s) of the AIC filter. (d) interstellar continuum radiation.

Now we interpret that this high count rate is not ascribed to resonant scattering by plasmaspheric helium ions but to O II emission lines in the ionosphere. Energies of O II transitions were supplied by particle impacts against shock front of the sounding rocket. Detailed production process and ratio of O II lines will be given in the presentation. On the other hand, count rate gradually decreased on the downleg. When the line of sight was scanned toward the earth's rim, the count rate showed rapid decrease due to absorption by thermospheric  $N_2$ ,  $O_2$ , and O (Figure 1b). The absorption rate estimated by MSIS86 model will be presented.

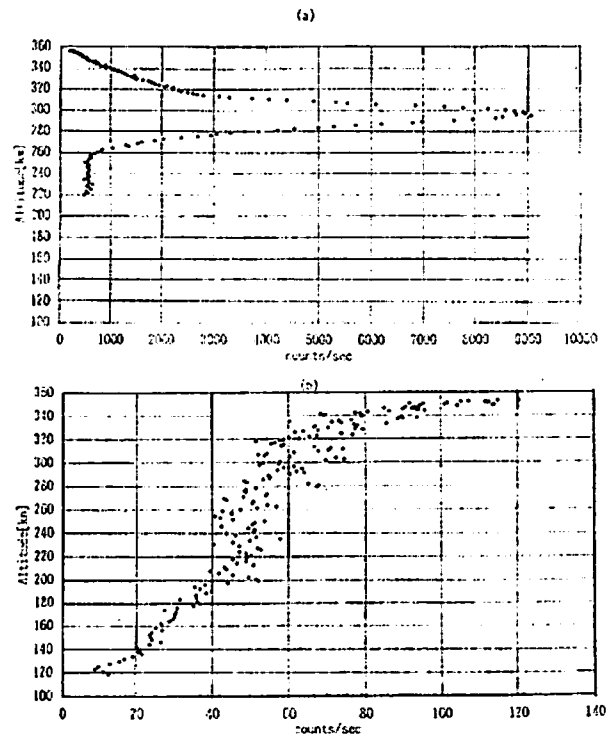


Fig.1 Counting rates versus altitude(a) on upleg. (b) on downleg. Below 220km, scanning operation was carried out.

## A21-P53

### HFD 変動と $P_{cc4}$ 脈動との位相関係について

李培強, 柴田奇, 奥澤隆志(電気通信大学), 湯元清文(名大STE研)

### On the phase relationships between HFD oscillations and $P_{cc4}$ pulsations

P.Lee, T.Shibata, T.Okuzawa(Denki-tsushin Univ.),  
and K.Yumoto(STE Lab., Nagoya Univ.)

Recently, Liu and Berkey argued the phase relationship between variations of HFD velocity and simultaneous ULF geomagnetic pulsations, with attaching importance to the advection and compression mechanisms. They suggested that the phase relationship is a function of the scale length of the northward component of geomagnetic field, especially with dependence on its sign, as well as frequency of ULF waves and geomagnetic dip.

Using the data of 210° magnetic meridian chain stations together with our HFD data at Chofu for  $P_{cc4}$  events in 1993, we examined their theoretical prediction, and have found several examples of good coincidence between the theoretical and observational results.

これまで、電離層の HFD 変動と ULF 磁気脈動との位相差に関する理論解析がいくつか行われてきた。とくに、Liu and Berkey[1994] の解析では、HFD 速度  $V$  の要因として移流項 ( $V_1$ ) と圧縮・膨張項 ( $V_2$ ) のみ考えたとき、HFD 変動と地上の北向きの磁気脈動成分 ( $\Delta H$ ) との位相関係は ULF 波の正負の符号つき南北方向スケール長 ( $L_x$ ) と周波数 ( $\omega$ ) および地磁気の傾角 ( $I$ ) の関数であることが指摘されている。

本研究の目的は、とくに磁気脈動の伝播方向を実際のデータから検出することによって、Liu and Berkey[1994] の主張を直接に検証することである。

方法としてはまず、1993 年の asc 時の柿岡の地磁気データより、 $P_{cc4}$  事象を抽出する。それに調布の HFD データをつき合わせ、自己ならびに相互相関、位相およびコヒーレンスを計算する。その結果、有意な相関のある例が 9 個あった。

つぎに、210°地磁気観測データを利用して母子里、父島、グアム間の磁気記録の位相の違いから  $P_{cc4}$  の伝播方向を調べる。結果として脈動の

Date (JST)	$L_x$ (km)	$\phi_{V_1-\Delta H}$ (deg.)	$\phi_{V_2-\Delta H}$ (deg.)	$\phi_{V_1-\Delta H}$ (deg.)	$\phi_{V_2-\Delta H}$ (deg.)
93/02/28	-300	-29.36~-6.50	82.17	-171.62	-27.90
93/03/11	1500	-110.98~-76.58	-87.24	5.87	-77.22
93/03/15	1500	-104.78~-73.16	-88.06	5.62	-78.07
93/11/04	-500	-89.44~-76.64	79.98	-168.01	-80.57
93/11/18	500	-14.12~-4.36	-81.23	8.32	-8.82

表 1: 観測値と計算値との比較

伝播方向を確認できた例は 5MHz と 8MHz が合わせて 11 例であった。さらに、基本的に Poole et al.[1988] のモデルに基づき理論計算を行い、観測結果と比較する。その結果、HFD 速度  $V$  の観測と計算結果の合う事例が 2 個あった。また、モデル計算に使用するパラメータのうち任意に与えたスケール長  $L_x$  を変えて計算すると、その個数が 3 個増えた。(表 1 参照)

さいごに、Liu and Berkey[1994] の理論予測に照して観測と計算値との再比較を行う。

その結果、彼らの主張である (1) 移流メカニズムに対して、磁気変動のスケール長 ( $L_x$ ) が正数 [または負数] をとることによって、HFD 変動は地上の北向きの脈動成分より 90°遅れる [または進む] ことを確認できた。(2) 圧縮・膨張メカニズムに対して、スケール長 ( $L_x$ ) が正数 [または負数] をとることによって、ドップラー速度変動と地上の北向きの脈動成分との位相差は 90° - 50° [または -90° - 50°] であることについては、本研究の結果は一致せず、90° - 80° [または -90° - 80°] となった。これは着目周波数の相違によるものと思われる。

### 参考文献

- [1] Liu, J. Y. and F. T. Berkey, J. Geophys. Res., 99, 17539, 1994.
- [2] Poole, A. W. V., P. R. Sutcliffe, and A. D. M. Walker, J. Geophys. Res., 93, 14656, 1988.

# 中緯度非対称擾乱指数の意味

家森俊彦 (京都大学理学部)

MEANINGS OF MID-LATITUDE GEOMAGNETIC INDICES ASY AND SYM

T. Iyemori\* (Faculty of Science, Kyoto University)

Mid-latitude geomagnetic disturbance fields consist of the effects from various current systems in the magnetosphere and the ionosphere. Therefore it is difficult to indicate the state of the magnetospheric disturbance by a single geomagnetic index. However, it could be possible to guess the state by a combination of different indices. In this paper, the characteristics of the mid-latitude asymmetric and symmetric disturbance indices, ASY and SYM and their meaning are discussed.

中緯度帯(地磁気緯度約20-50度)で観測される地上磁場変動は、電離層電流、磁気圏電流およびそれらをつなぐ沿磁力線電流の効果が同じ程度の強度で混ざっているため、ある特定の現象を表現する単独の地磁気指数を構成することは難しい。磁気圏赤道を流れる環電流の大きさを示すとされるD<sub>st</sub>指数にしても、磁気圏界面電流や磁気圏尾部電流の効果を含むだけではなく、そもそも“赤道環電流”自体が実際には非常に非対称で、現状にはなっていないことを認識して使用する必要がある。極域に流れ込む沿磁力線電流も中緯度に無視できない磁場変動を生じさせており、中緯度における磁場擾乱の様相を複雑にしている。このことは、逆に、中緯度擾乱の特性を十分に把握し、適当な指数を組み合わせることにより、磁気圏の現在の状態を的確に判断することができる可能性を示す。ここでは、中緯度の地磁気観測データから算出した中緯度非対称擾乱指数ASYと対称擾乱成分SYM(D<sub>st</sub>成分)、および各観測所毎のデータを解析し、人工衛星やレーダー観測およびAE指数との比較からこれまでに得た結果と併せて、指数の特性と意味および限界を考察する。特に、磁気嵐および磁気圏サブストーム現象について、各発達相毎の特性を解析する。

図1は、東西(偏角)および南北(水平)成分の最大および最小値を与えた観測所の地方時分布を示したもので、(a)(b)はそれぞれ中緯度以上および大きな擾乱に対応する。この図から、擾乱の大きさ成いは相により、中緯度に影響を及ぼす電流系の構造・分布が大きく変化することが想像される。

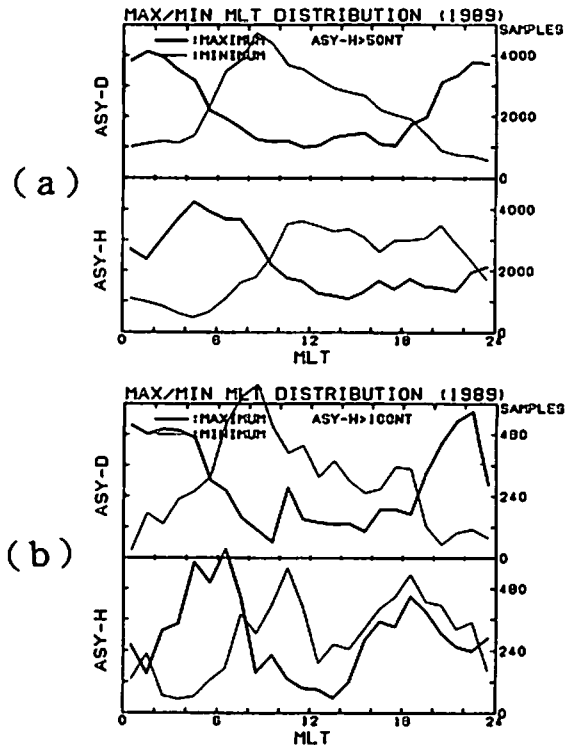


Fig. 1 Local-time distribution of the stations which give the maximum or the minimum value of the disturbance fields. (a) and (b) correspond to the moderate and large disturbances measured by the ASY-H index, respectively.

Characteristics of storm time geomagnetic variations observed in low latitudes (3)

Satoru Tsunomura (Kakioka Magnetic Observatory)

Characteristics of storm time geomagnetic variations observed in low latitudes are examined on the basis of data analysis of magnetic field variations as observed in Japanese magnetic observatory network and numerical estimation of ionospheric current system.

At the 1994 fall meeting of SCEPSS, I presented statistical results on D component polarity of SSC and SI. Comparing the results with the results of numerical analysis, it was shown that local time variation of D component variations forms converted to geomagnetic dipole coordinate system can be explained by the ionospheric current system well. Here, I will discuss the latitudinal profile of the amplitudes of them.

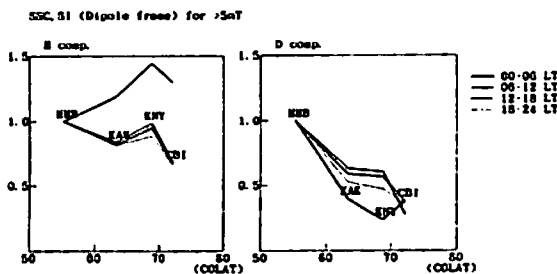


Fig. 1 Latitudinal profile of the amplitude of SSC and SI (normalized to the M2B amplitude)

As shown in Fig. 1, the latitudinal variations of the amplitude of SSC and SI take different tendency for different local times. Latitudinal variations expected from numerical analysis is shown in Fig. 2. They are roughly similar each other but there are some differences in variation tendency especially for H component in 06-12 LT. In the lecture, it will be tried to explain these differences taking into account the effects of other sources (DL part, source current and so on.)

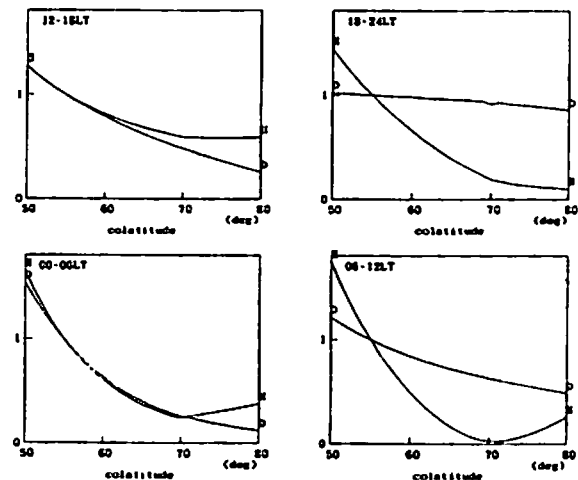


Fig. 2 Latitudinal variation of magnetic field obtained from model calculation of ionospheric current system (normalized to the amplitude at 55° colatitude)

地磁気データを用いた極域における  
Flywheel 効果の統計的解析  
\*浅村 和史、家森 俊彦 (京大理)

Flywheel Effect Deduced from Geomagnetic  
Variation in the Polar Region

\*K. Asamura and T. Iyemori  
(Faculty of Science, Kyoto University)

The ionospheric neutral wind is induced by the ion drag forcing under the sufficiently continuous southward IMF conditions in the polar region. If the IMF turns northward sharply after prolonged southward interval, the neutral wind gives its own momentum to the charged particles and makes the ionospheric currents. This phenomenon is one of the forms of "flywheel" effect. To ascertain the existence of the flywheel effect and to obtain its global pattern in the polar region we analyzed the ionospheric equivalent current system derived from ground-based geomagnetic observation by superposed epoch method. The results show (1) appearance of dawnward and antisunward currents after IMF northward turning, (2) its attenuation with a time constant of several hours, (3) small day-night difference in the current intensity after the turning, and (4) a tendency of seasonal dependence in the attenuation time constant. The antisunward current is stronger for the case with prolonged southward IMF interval before the northward turning than that for short and weak southward IMF case. These results are consistent with the theoretical expectations of the flywheel effect, though there are some difference with the prediction by computer simulations in the global current pattern such as the dawnward rotation of the current vector.

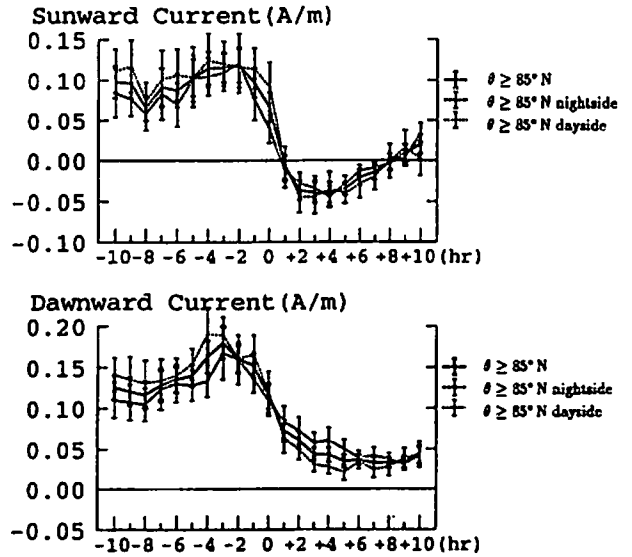


Fig. 1. The time variation of the ionospheric electric current in the central polar region (>85° invariant latitude) at flywheel event. 0(h) is the time just changing IMF direction from south to north.

A21-P57 磁気圏尾中性面電流の  
統計的分布

\*中井 仁 (茨木高校), 上出洋介 (STEL)

Statistical nature of the neutral sheet current in the near-Earth and mid-tail region  
\*H. Nakai and Y. Kamide  
'Ibaraki High School, \*STEL, Nagoya Univ.

ISEE-1 magnetic-field data for 1978-1987 are examined to obtain the average distribution of electric currents in the near-Earth magnetotail. It is found that the distribution of the neutral sheet current for disturbed periods is characterized primarily by intense currents near geostationary orbit. The current density on the equatorial plane exhibits a pronounced depression in the region  $-9 < X < -6 R_E$  near the midnight meridian.

ISEE-1の磁場データ(1978-1987)を解析して、地磁気の擾乱時と静穏時における磁気圏尾の電流分布を求めた。図1 a, bは、 $AL > -50$  nTと $AL < -200$  nTの期間の平均磁気中性面電流のX座標依存性を示している。丸は $Y = 0$ 、白四角と白三角はそれぞれ $Y = -2 R_E$ 、および $2 R_E$ の場合である。図1から読み取られる第一の特徴は、(1)  $X < -1.3 R_E$ の領域では擾乱時と静穏時で $10 - 20$  mA/m程度の差しかないが、 $X = -1.3 R_E$ 付近を境に地球に近づくにつれて差が拡大し、静止軌道付近では擾乱時は静穏時のおよそ倍の電流強度をもつという点である。このことが、擾乱時の磁気圏尾の磁場構造に重大な影響をもつことは、容易に想像し得る。Nakai and Kamide [1994, 1995]は、モデル計算によってこのような擾乱時の強い電流を予想し、それがいわゆる磁場の双極子化の原因であると主張している。第二の特徴は、(2) 擾乱時の電流密度が、 $X > -9 R_E$ の真夜中付近でその前後( $Y = -2, 2 R_E$ )より、 $20$  mA/m程度の減少を示していることである。

図2は、異なるX座標における赤道面の電流密度を相対値で示している。図1の第二の特徴と呼応して、(2')  $X > -9 R_E$ の真夜中付近で電流密度が明らかに減少を示している。従って、図1の電流密度の減少は赤道面付近

で起こっているようである。また、(3)  $X < -9 R_E$ では真夜中付近の減衰が見られない。

以上の特徴は、いわゆる current disruption model (CDM) と一見合致するようではあるが、次のような矛盾が見いだされる。CDMはサブストームの growth phase に、(1)のような強い電流が静止軌道付近に流れると想定しているが、その場合、サブストームの発生後に  $X < -1.0 R_E$ でも起こる磁場の双極子化を説明することが不可能である。また、サブストームの expansion phase には  $X \sim -8 R_E$ で発生した current disruption が tail 方向に拡大していくと仮定しているが、(3)にあげたように、tail 方向に電流の減衰が拡大している様子は認められない。

(2)の特徴は、おそらく静止軌道付近の強い電流の一部が、電離層の電気伝導度の高い部分を通って流れることによるものであろう。この電流が、expansion phase の W E J の主要部分を構成するものと予想される。  
Nakai and Kamide, J.G.R., 99, 2365, 1994.  
Nakai and Kamide, J.G.R., 100, 3521, 1995.

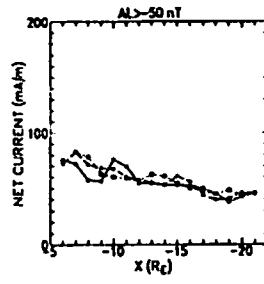


図1 a

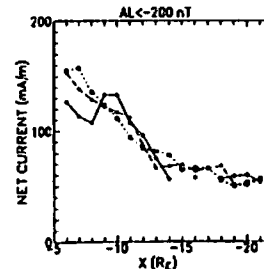


図1 b

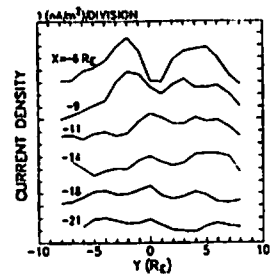


図2

A21-P58

磁気ミラー効果を考慮した  
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

°矢島 彰, 町田 忍  
京都大学理学部

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

°A. Yajima and S. Machida  
Department of Geophysics, Faculty 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.

We found that the magnetic mirror force affects the structure of double layer significantly, because the characteristics of the double layer structure depends on the population of trapped particles inside of the double layer.

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 weak double layer 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。

前回の発表は、イオン音波不安定の非線形的な発展の結果として生じる double layer モデルと、kinetic Alfvén wave による沿磁力線電場の発生および粒子加速のモデルとを合わせたモデルを扱うために、1次元静電粒子コード中の電流に関して特定の制限を与えて系の発展を追跡する定電流源モデルのシミュレーションに関するものであった。その結果は電子の熱エネルギーの数 10 倍のポテンシャルドロップ (strong double layer) が定常的に形成されるものであった。

double layer はその空間構造やポテンシャルドロップの大きさによって様々なものに分けられるが、その空間スケールを決めるものとして捕捉粒子の存在が挙げられる。double layer 構造の形成および安定に捕捉粒子は不可欠なものである。

地球磁気圏では、磁場強度が磁力線方向に存在するために磁気ミラー効果が働く。オーロラ粒子加速領域はこの磁場勾配の大きな領域であり、磁気ミラー効果は粒子を電離層側から磁気圏側に運ぼうとするものである。このため電子はポテンシャルドロップによる加速のみではなく、磁気ミラーによる反対方向への反射作用も受けることになる。磁気ミラー効果は、加速領域において double layer の捕捉粒子が増加することに相当し、その構造に大きな影響を与えられらる。

磁気ミラー効果は従来 2次元モデルで扱われてきたが、今回は磁力線方向に出来るだけ多くのグリッド数を確保するねらいから、磁気ミラー効果を含む 1次元静電粒子コード開発し、上記現象の時間発展を追及した。

A会場

10月5日(木) 午後

# オーロラダイナミクス

## Auroral Dynamics

oral: A22-01~09

poster: A22-P41~P48

座長 山岸久雄 (極地研)  
林 幹治 (東大・理学部)

## A22-01 昭和基地短波レーダー システム建設と 初期運用経過

山岸久雄, 行松 彰, 佐藤夏雄(極地研)  
昭和基地HFレーダー研究グループ

### Syowa Station HF Radar Report on the Installation and Initial Operation

H. Yamagishi, A. Yukimatu, N. Sato (NIPR)  
HF Radar Research Group in Japan

An HF radar was installed at Syowa Station, Antarctica in February, 1995. This radar forms a part of Super DARN, and has an overlapping field of view with Halley Bay radar. Another radar looking eastward of Syowa is under preparation and will be installed in early 1997. The Syowa radar first suffered from unstable performance of power amplifiers and low sensitivity for long-distance echoes caused by enhanced receiver noise. The both problems were solved in due time and almost regular operation has started since July.

#### 計画の概要

南極昭和基地に1995年2月、短波レーダーが設置された。このレーダーは極地研の南極域におけるSTEP計画への貢献として計画され、平成5年度より3年計画で製作が認められたものである。折しも短波レーダーの国際ネットワーク観測SuperDARN計画が米、英、仏、カナダなどの国により進められており、昭和基地レーダーも同ネットワークに加入するため、他のSuperDARNレーダーと共通の仕様で設計され、同一の制御、信号処理プログラムにより運用できるようになっている。

Super DARNレーダーはCLUSTER衛星が打ち上げられる1995年末を目標にネットワーク整備が進められている。それに合わせ、昭和基地レーダーは第1システム、第2システムの2段階に分けて製作

されている。第1システムは上記スケジュールに間に合うよう、1995年2月に昭和基地に設置され、昭和基地の南南東方向、ハレーベイレーダーと共通の観測視野を持つ。一方、第2システムは昭和基地東方の観測視野を持ち、1997年2月に昭和基地に設置される予定である。全システム稼働時には昭和基地短波レーダーは磁気緯度70°から90°まで、MLT9時間にわたる広大な観測視野を備えることになる。

#### 建設、初期運用の経過

昭和基地レーダーは第36次南極地域観測隊により1994年12月20日に建設作業が開始され、約400人・日の作業量を投入し2月始めに工事が完了した。2月8日にレーダーの試運転を開始したところパワーアンプ内で異常発振が発生するトラブルが見つかったが、現地隊員の尽力により解決し、3月中旬より試運転を再開することができた。この試験観測データを見ると1500km以遠のエコーが受信されにくいことがわかった。調査の結果、受信系ヘンセサイザーとパワーアンプの電源部からノイズが混入し、受信感度を下げていることがわかった。このトラブルも現地隊員の1ヶ月にわたる尽力により解決し、7月上旬より3000kmに達するエコーが受信されるようになった。これにより受信感度、送信系安定性ともほぼ満足できる状態に到達したとすることができる。

この間、5月30日には昭和基地と極地研の間に電子メールが開通し、トラブル対策の打ち合わせ、レーダー制御プログラムの改訂に大いに役立っている。また、レーダー観測データの日々のサマリーが極地研に送られ、データの品質についての検討が行われている。

#### SuperDARN観測の開始

1995年5月、短波レーダー観測を行っている各研究グループの代表者により共同観測に関する合意書がサインされた。これにより8月から、Super DARN加入の全レーダーは事前に調整された月間スケジュールに従い3つのモード(Common, Special, Discretionary)で運用され、Common, SpecialモードデータはSuper DARN加入グループで共有されることになる。昭和基地レーダーもこの運用を開始すべく、調整、準備が進められている。

## A22-02 極冠域における電離層吸収現象の統計的解析

\*太田 久智, 西野 正徳, 野澤 悟徳(名大STE研)  
Asgeir Brekke (トロムソ大学)

### Statistical Analysis of Ionospheric Radio Wave Absorption Events in the Polar Cap

\*H.Ota, M.Nishino, S.Nozaawa(STEL,Nagoya University)  
A.Brekke (The University of Tromsø)

By means of imaging riometer (Relative Ionospheric Opacity Meter) at Ny-Alesund (75.4°MLAT), we examine CNA events associated with substorm. We pick up substorm-like events whose magnetic field H-component varied more than 300nT in a few hours. Then it is found that 94% of the 118 substorm-like events are accompanied with CNA. We present results of statistical analysis about the relationship between CNA and substorm-like events.

Ny-Alesund, Svalbard におけるリオメーター観測では、磁気圏サブストームに起因すると思われる地磁気H成分の変動に対応して電離層吸収現象(Cosmic radio Noise Absorption)が観測されている。Ny-Alesundは、地磁気緯度75.4°(L=16.5)に位置し、昼間側ではカスプ域、夜側では極冠域に相当するが、これまで地理的な問題からこの地磁気緯度におけるオーロラの統計的な解析がなされた例は少ない。

Ny-Alesundに設置されたイメージングリオメーターは、8×8の2次元半波長ダイポールアレイで構成されており、光学オーロラ観測のように期間を限定されることなく、定期的にオーロラの時間的・空間的変化を観測することができる。

今回は、1991年9月から1993年3月の期間中のリオメーターのデータを用い、Ny-Alesundの地磁気H成分が数時間の間に300nT以上スパイク状に変化するときのCNAを調べた。その結果、118 events中111 events(94%)、このような地磁気変動に対応するCNA現象が観測されていることがわかった。

図1にイメージングリオメーターにより観測されたサブストームオーロラの典型的な一例を示す。サブストームに伴うCNAは視野の南側のビームで強く現れた後、視

野全体に広がっている。統計にはイメージの中央付近のビームを用いたが、視野の南端と北端では約2°の緯度差があり、視野内でのオーロラの到達領域がEventごとに異なることはオーロラ粒子の源を考える上で興味深い。

また、Universal TimeによってEventを分類すると図2および図3のようになり、発生頻度のピークはMagnetic Local Midnightよりやや夕方側に存在する。これは、ハラング不連続線に対応しているものと考えられる。

本講演では、これらのEventと地磁気H成分のデータを用いた統計的な解析結果について報告する。

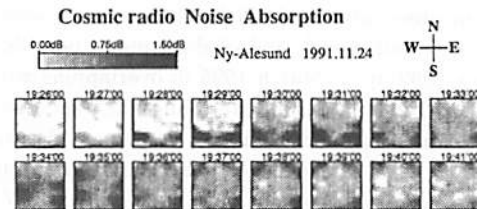


図1. リオメーターで観測されたオーロラ・イメージ

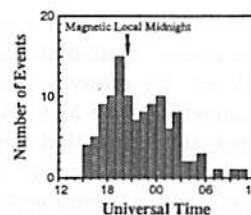


図2. Eventの頻度分布

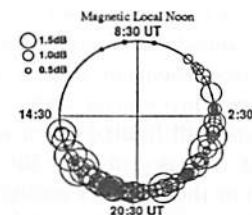


図3. 各Eventの発生時刻およびピーク強度

\*西野正徳<sup>1</sup> 太田久智<sup>1</sup> 山岸久雄<sup>2</sup>  
P. Stauning<sup>3</sup> J.A. Holtet<sup>4</sup>

- 1) 名古屋大学太陽地球環境研究所
- 2) 国立極地研究所
- 3) デンマーク気象研究所
- 4) オスロ大学

Dynamics of the Dayside Ionospheric Absorption  
in the Polar Cusp/Cleft

\*M. Nishino<sup>1</sup>, H. Ota<sup>1</sup>, H. Yamagishi<sup>1</sup>,  
P. Stauning<sup>3</sup> and J.A. Holtet<sup>4</sup>

Coordinated observations of the polar ionospheric absorptions have been carried out at Ny-Alesund (inv. lat. 75.4°), Svalbard and Danmarkshavn (77.3°), Greenland by using imaging riometers. Dynamics of dayside absorption events in summer two days is discussed combined with the magnetic data at the ground chain stations and IMP data from IMP-8.

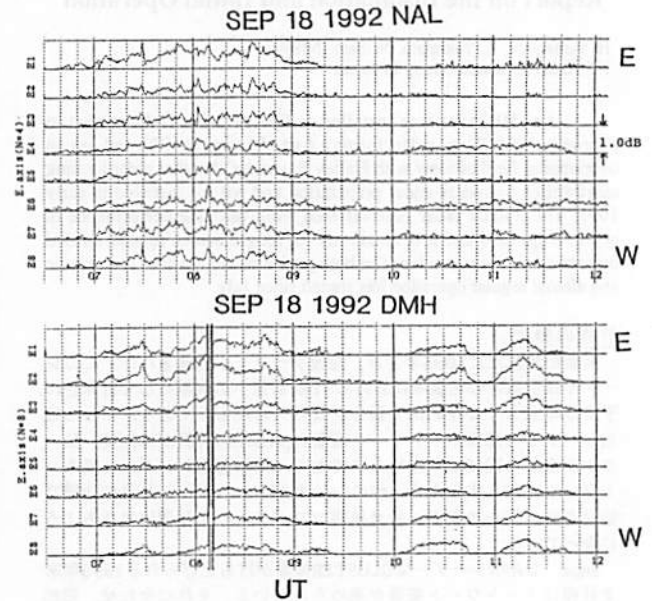
Ny-Alesund (不変地磁気緯度75.4度)における昼間側オーロラの動き、空間スケール、継続時間、周期性等の特性は、磁気圏境界におけるプラズマ輸送や、電磁気結合、及び磁気圏内プラズマ対流のダイナミクスに関連した情報を与える。(Sandholt, 1993)。しかしながら、昼間側オーロラの光学観測可能な期間は限られている。光学観測に代わるべきオーロラ粒子降下の観測器として、イメージングリオメータが近年、極地域に10点程度配置されるようになり、オーロラ粒子降下領域のlarge-scale及びsmall-scaleな運動の特性を調べるのに非常に有用になった。Stauning等(1994)は昼間側電離層吸収(CNA)の擾乱領域をグリーンランドチェーンの地磁気データ及びIMPデータと比較して、吸収領域の高度、運動をプラズマ対流に関連して記述した。

本講演では、Ny-Alesund(NAL)とDanmarkshavn(DMH) (不変地磁気緯度、77.3度)の同時CNAデータから夏季の磁気正午前後に観測された2日間のイベントについて、吸収領域の位置、空間スケール等の特性をグリーンランドチェーンの地磁気データ及びIMP(IMP-8)データとの比較から電離層吸収現象(オーロラ粒子降下領域)のダイナミクスについて発表する。

図は1992年9月18日に観測された昼間側イベントを示す。NALでは天頂近くの、DMHでは視野内の南端における東西方向(E-W)のマルチビームで観測された電離層吸収の時間的変動(7h~12hUT)を示す。7h~9hUTのイベントではNALは磁気正午(~8:30UT)の直前、DMHでは午前側(8h~10h

MLT)にあり、両者の全体的な波形の類似性から、吸収領域は経度方向に700km以上に及ぶ空間スケールを有していると言える。しかし、NALではスパイク状の吸収波形が間欠的に現れ、large-scaleな領域の中にsmall-scale(~50km)な吸収の存在を示唆している。一方、10~11hUT及び11h~12hUTでは、DMHの位置は磁気正午前から磁気正午後に移動し、吸収領域はDMHのみ局在したsmall-scaleな吸収か、large-scaleとしてもNALの視野外に出た吸収領域の存在を示す。グリーンランドチェーンの地磁気データではimpulsiveな地磁気変動がオーロラ帯からポーラキャップの高緯度方向に進行し、これに伴ってスパイク状の吸収現象が観測されている(Poleward-progressive type)。

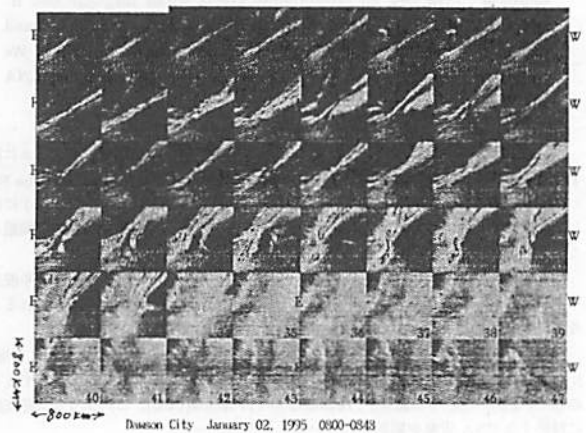
講演では他に1992年10月17日の昼間側吸収イベントについて述べる。



Developments of North-South aligned auroral  
arc-branches \*K. Hayashi and H. Matsui (Univ. of  
Tokyo), and STEP Polar Network group

Campaign observations of all-sky TV network were held for four of a half month and of dark moon periods since December 1992 up-to March 1995 in overlapping with the STEP Polar Network of fluxgate-induction magnetometers distributed at 30 sites in Canada, Greenland, Alaska and Svalbard. It is a uniqueness in the distribution compared to the past campaigns we had that five of all-sky TV camera sites locates cusp and polar cap region. Other four or five all-sky TV cameras were set in the auroral zone in order to monitor auroral activities and its dynamic behavior in the global extent as well as to study relation and interactive characteristics with auroral dynamics in the polar cap. Considerable amount of data were accumulated on high time resolution data with all-sky TV cameras which had been introduced about a quarter century ago. But data are still limited when we seek conditions that good field of view is visible for the total sky or that auroras are visible in the clear sky nights for successive several nights. Here interesting auroral dynamic patterns observed at an auroral zone site, near by Dawson City(66.3°CGC), where

the unusual high altitude of 1070 m provide excellent field of view and good visibility as well. Cases that north-south aligned branches develop repeatedly from active auroral arches near the mid-night sector are exceptionally impressive when they are observed wide field of view which enable us to observe those occurring near the high latitude horizon. Their developments are studied on the characteristics of recursive appearance within the westward drifting region and its clear eastern boundary or in the relation to the pulsating aurora.



## A22-05

サブストーム回復期に於ける沿磁力線電流とプラズマシート。

葛城佐矢。(東京大学STP)

飯島健。

Plasma sheet and field aligned current during substorm recovery phase.

Saya Katsuragi, Takesi Iijima.

Using OMSP satellite data, I discuss plasma sheet and nightside field aligned current with a view of pressure balance.

地球磁気圏に於けるサブストーム時の回復期 (recovery phase) に注目し、プラズマシートの圧力勾配分布や specific entropy と夜側沿磁力線電流系 (field aligned current) の関係について議論する。

使用したデータは高度約 800 km 衛星 DMSP 1986 年 3 月から 6 月にかけての 4 カ月間に得られた磁場及び粒子 (30 eV ~ 30 keV) データである。

これらのデータを統計的に解析する。

サブストームの回復期に於けるプラズマシートの specific entropy を inner part と outer part について平均するとその比は統計的に 1 : 4 (inner : outer) 程度という結果が得られた。

また午後 ~ 真夜中付近に向かって調べていくと回復期に於ける沿磁力線電流系は次のように分布することがわかった。

$$1. \quad Re2 \downarrow + Re1 \uparrow$$

$$2. \quad Re2 \downarrow + Re1 \uparrow + Re0 \downarrow$$

$$3. \quad Re2 \uparrow + Re1 \downarrow$$

↑ : upward current

from ionosphere

↓ : downward current

into ionosphere

さらにこの沿磁力線電流系を energy density 及び number density について調べると一番高緯度側に電離層流入領域には ion のふりこみが相伴することがよくみられた。

さらには electron との関連について及びサブストームの突発期に於ける磁気圏構造についての比較まで議論を進展させたい。

## A22-06 多点オーラトモグラフィ国際協同観測

麻生武彦\*, 浦島智\*, 宮岡宏\*\*, 江尻全機\*\*

Ake Steen\*\*\*, Urban Brändström\*\*\*

(\*京都大学工学部, \*\*国立極地研究所, \*\*\*スウェーデン宇宙物理学研究所)

Joint international collaboration on the multi-point auroral tomographic observation

Takchiko Aso\*, Akira Urasahima\*, Hiroshi Miyasaka\*\*, Masaki Ejiri\*\*

Ake Steen\*\*\*, Urban Brändström\*\*\*

\* Dept. Electrical Eng., Kyoto University, Kyoto 606-01, Japan

\*\* National Institute of Polar Research, Tokyo 173, Japan

\*\*\* Swedish Institute of Space Physics, S-981 23, Kiruna, Sweden

First step of the multi-point auroral tomographic observation has been carried out in March, 1995 in Kiruna region as a joint collaboration of Swedish Institute of Space Physics and Japanese group. Swedish ALIS is a large-scale auroral imaging system with 3 observing points completed at that time and 2 Japanese stereo cameras were added to the system. These 5 points were linked together and the control center supervised the observation by checking quick-look images taken at each site. Observation was running for 4 weeks and, despite unusual cloudy weather during the period, some tomographic images of folded band auroras were successfully taken at 3~5 sites. Images are analysed using appropriate CT inversion methods.

### 1. はじめに

オーラトモグラフィはオーラを複数の点から高感度 CCDTV カメラにより捉え、得られた画像に CT の技法を応用して発光構造の位置や 3 次元の並びを復元しようとするもので、磁気圏の擾乱に伴って現れるオーラ生成の物理過程を定量的に解明するうえで重要な情報をもたらすことが期待される。我々は従来から南極圏と基地やアイスランドにおいて得られた 2 点ステレオ観測画像をもとに安定なアークなどの比較的単純な構造の復元をモデル関数法や MART, SIRT などの代数的手法を用いて行ってきたが、やや複雑な構造については適切な仮定を与える必要がある。このため多点での観測の実現が強く望まれたが、本年 3 月スウェーデン宇宙物理学研究所との国際協同観測として漸く実現の運びとなり、3~5 点でのトモグラフィ画像が得られた。ここでは観測及び得られた解析結果について述べることにする。

### 2. 観測

宇宙物理学研究所では数年前よりキルナ地域において ALIS と呼ばれる広範囲のオーライメージングネットワークの建設を進めており、カメラを共通視野領域に向けてることによりトモグラフィ観測を行うことができる。3 月の時点でキルナ他 2 点が観測状態

でこれに日本側の 2 台のステレオカメラシステムを組み入れることにより 5 点の観測網が構成された。各点はそれぞれキルナの東南東、南南東、西北、西 60~85km の距離に位置しオーラ高度でキルナの真上 (Core)、北約 65km (North) および 85km (EISCAT) の 3 つの領域のいずれかを共通視野とするようにカメラの方向を定める。ただし ALIS の 1 点は Core に固定であり、また EISCAT は同レーダとの同時観測モードである。ALIS 観測点はハウスキーピングおよび冷却 CCD カメラがコントロールセンターのワークステーションによりパソコンを通じて制御されるシステムであり、日本側の観測点は干渉フィルタつき ICCD カメラ出力をパソコン制御の画像積分装置を通してデータ取得し、また ALIS 側のネットワークソフトウェアとのインターフェースを行うことにより ALIS システムに組み込まれている。観測は本年 2 月末より 3 月末までの間行われたが、例年になく不穏な天候が続き、地磁気も比較的静穏な日が多く、必ずしも十分なデータを得ることが出来なかったが、期間末の 3 月 26 日にはオーラアークを 3~5 点で初めて同時観測する機会に恵まれた。

### 3. トモグラフィ解析

多点トモグラフィ解析としてはやはり観測点数の制限からフーリエ変換法や逆投影法などの解析的な手法でなく、従来のモデル関数法や代数的手法である MART, SIRT 法を用いざるを得ないが、オーラの形状と出現位置によっては 2 点ステレオに比し多くの有用な情報がもたらされている。解析に先立って各要素の視線方向を定めるカメラモデルと感度の校正を行う必要がある。CT 画像の解析の一例として 19 時 09 分 30 秒のバンド状オーラについての 3 点からの画像を用いた MART 解析によると、発光強度が高度 110km から 120km にかけて極大で東西方向に S 字型に折れ曲がった構造が見出だされている。

### 4. おわりに

観測を課さない解析的復元手法では多くの観測点が必要とされるが、今後は ALIS の進捗と合わせたより多点での値同観測の実現、解析的手法のオーラ CT への適用の検討ならびに FAST 衛星との値同観測によるオーラ生成の総合解析などを行い、オーラトモグラフィの確立を目指すものである。

謝辞 本研究に対し平成 6 年度立石科学技術振興財団および平成 7 年度文部省科学研究費 (一般研究 (C)) の助成を得た。また解析には藤田洋文、中井裕二両君の協力を得、計算の一部は京都大学工学部高度情報観測実験施設のシステムを用いて行われている。

参考文献 [1] 麻生, オーラのトモグラフィ計測技術, システム/応用/情報, Vol.20, No.7, pp.310-318(1993). [2] 江尻, 江尻, 小野, 藤, 六車, 橋本, 592, アイスランド・オーラステレオ観測と画像のトモグラフィ解析, 宇宙科学, Vol.37-D-II, No.1, pp.59-71(1993). [3] Aso, T., Hashimoto, M., Ake, T., Ono and M. Ejiri, On the analysis of aurora stereo observations, J. Geomag. Geoelectr., Vol.42, No.3, pp. 370-385(1990). (第 06 回地球電磁気・地球磁気圏学会講演予稿 1995 年 6 月)



## A22-07 パルセーティングオーロラ生成に伴う

### Whistler mode ELFエミッションの直接観測

\* 宮岡 宏 (極地研)、森岡 昭、大家 寛 (東北大理)、岡田敏美 (富山県立大)、  
鶴田浩一郎 (宇宙研)、江尻全機 (極地研)

### Rocket Observation of Whistler mode ELF emissions in a Pulsating Aurora

\* H. Miyaoka(NIPR), A. Morioka, H. Oya(Tohoku Univ), T. Okada(Toyama Pref.  
Univ), K. Tsuruda(ISAS) and M. Ejiri(NIPR)

Electromagnetic and electrostatic ELF emissions were identified directly in a pulsating aurora by the S-520-14 sounding rocket observation, which seemed to have the close relationship to the cyclotron wave-particle interaction and the resultant strong pitch angle scattering of energetic electrons in the equatorial magnetosphere. The present generation mechanisms of a pulsating aurora including the self-modulation of electron cyclotron instability are re-examined based on these in-situ plasma wave data.

パルセーティングオーロラの発生機構として、磁気赤道近傍での数keV~数10keVのエネルギー電子によるWhistler mode ELF/VLFエミッションのサイクロトロン不安定の緩和振動過程による自己変調とそれに伴う準周期的なロスコーン内への強いピッチ角散乱が有力なものとして考えられている [Davidson, 1979; 1990など]。一方、こうした理論を検証するためのパルセーティングオーロラに伴うプラズマ波動-粒子相互作用の観測としては、オーロラTVカメラとELF/VLF受信装置による地上同時観測 [Scoufield et al., 1984など] やGEOS衛星などによる磁気赤道付近のELF/VLF観測との比較解析 [Gough et al., 1982; Ward, 1983; Johnstone, 1983など] が数多く行われている。しかしながら、いずれの観測も実際にオーロラが発光している電離層レベルでの直接同時観測でないため、電離層や伝搬の影響、あるいは磁気圏電離層マッピングの精度など不確定な要素が入り、パルセーティングオーロラ発生機構におけるELF/VLFエミッションによる波動-粒子相互作用が担う役割を検証し確定するまでには至っていない。またロケットによる降下電子スペクトル観測もこれまで数多く実施されているが、パルセーティングオーロラ中のプラズマ波動との直接同時観測の例は極めて少ない。1991年2月12日、Andoya (Norway) で実施した北吹ロケットS-520-14号機によるパルセーティングオーロラの総合観測では、オーロラ強度や降下粒子、X線、プラズマ計測に加え、LF-HF帯ならびにELF帯のプラズマ波動観測が実施された。このうち、パルセーティングオーロラに伴うLF-HF帯高周波プラズマ波動現象に関してはすでに本学会で報告してきたが、ELF観測においてもオーロラパッチ領域に対応した、磁気圏内の降下粒子変調に直接関与すると考えられるELFエミッションが検出されたので今回報告する。

Figure 1にS-520-14号機が観測した3kHzまでの電界成分のダイナミクススペクトルを示す。14号機は上昇時に高発なパルセーティングパッチを通過したが、まさしくこれに対応して0.3~0.7kHzに強いバンド状エミッションが観測された。Apexから下降時にかけても弱いオーロラパッチに遭遇したが、ほぼ同じバンド構造のエミッションがほぼ連続的に観測された。周波数スペクトルはほぼ一様な構造のELFヒスであるが、後半の現象ではライザー状のディスクリートエミッションも重畳している。このELFエミッションは、ロケットスピンによる強度変調を受けておらず、またロケット飛行経路のプラズマパラメーター(特性周波数)にもあまり依存していないことから、電離層高度のパルセーティングオーロラ中で局所的に励起されたものではなく、磁気圏赤道領域において $0.5f_c$  ( $f_c$ : 電子サイクロトロン周波数) 以下で励起され、磁力線に沿って電離層高度までダクト伝搬してきた電磁波動と考えられる。その他、90~100秒ならびに130~140秒でバースト状のワイドバンドエミッションが観測されているが、これは50kHz~3MHzのLF-HFエミッションバーストと同期しており、ともに強い降下電子ビームにより低高度で励起されたWhistler mode波と考えられる。さらに、110~210秒にかけて特徴的なサイン波形の周波数変動をするバンド状エミッション(1~2kHz)が観測された。これも明確なスピン変調とロケットのコーニングに対応した周波数変動の事実からロケット高度で局所的に励起された静電的プラズマ波動と考えられる。今回得られたパルセーティングオーロラ中におけるELFエミッションの直接観測データをもとに、既存のパルセーティングオーロラ生成理論の検証を行う。

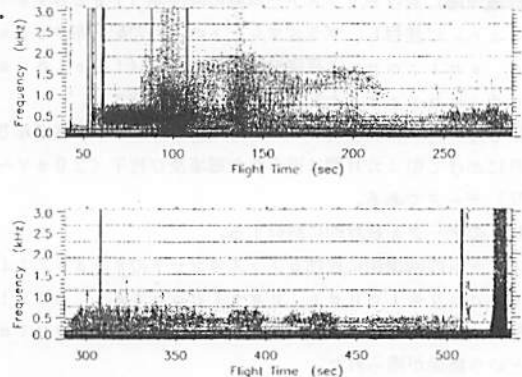


Figure 1: Dynamic spectrum of ELF emissions in a pulsating aurora observed by S-520-14

## A22-08

### S520-21号ロケットによるプラズマ計測・波動観測とwakeの影響

\* 山本 真行、小野 高幸、大家 寛 (東北大学理学部)

Measurement of electron density and plasma waves  
by the S520-21 rocket: the wake effect

M. Yamamoto, T. Ono, and H. Oya  
Faculty of Science, Tohoku University

Observations of Polar region plasma wave phenomena have been made with accurate measurements of electron density, simultaneously, using S520-21 rocket launched at 21:39:00 (UT) on Dec. 1, 1994, from Andoya Rocket Range, Norway ( $69^{\circ} 18'N$ ,  $16^{\circ} 01'E$ ). The results show the detection of Polar BEN, Short Lived Pulsive (Burst) emission, Upper Hybrid Waves, and THR (Terrestrial Hectometric Radiation). Apparent wake effects of the moving vehicle have been identified both in the electron density distribution and the electrostatic mode plasma waves, because of tumbling motion of the vehicle in this experiment. The analysis show the combined effects of the plasma waves associated with wake formation.

観測結果 オーロラ電離層中におけるオーロラ粒子・プラズマ・熱圏大気の相互作用の総合的な観測を目的とした観測ロケットS520-21号機は、1994年12月1日21時39分(UT)にノルウエーのアンドーヤ・ロケットレンジより打ち上げられた。ロケットはブレークアップに伴う活発なオーロラ活動の展開する電離層中において観測を行い、すべての観測項目についてデータを取得したが、その飛行姿勢が複雑なものとなったため、プラズマ密度計測その他の観測結果においてもこの影響が顕著に現われることとなった。

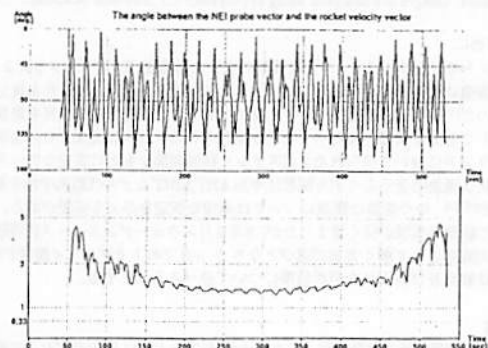
電子密度計測装置(NEI)からは、オーロラ降下粒子による強い電離が生じ電子密度が最大で $2.5 \times 10^5$ /cc(高度110km)となったオーロラ電離層の様相が得られた。高周波帯プラズマ波動観測装置(PWH)からは、ほぼ全飛行期間にUHRエミッションが認められ、Polar BENと考えられ

る波動や、500kHz付近の低周波帯において約20~50msecの短寿命でバースト的に出現する現象(Short-Lived Electrostatic Burst)も観測された。両観測結果にも、ロケットの姿勢の影響と考えられる変動が見られる。

wakeによる影響の解析 今回のロケットは、周期約18秒のタンプリングと機軸回りの周期約10秒のスピンを同時に行っており、その結果、図1上側に示したようにNEIプローブがロケットのwakeに没する状況が周期的に訪れ、その測定値に大きな影響を与えたと推測される。この検証のため、ロケット速度ベクトルVと、プローブベクトルPのなす角度を調べたのが、図2上のパネルである。図2下のパネルのNEIによる計測結果と比較すれば、両ベクトルのなす角が180度に近づく秒時に、観測値が低くなっていることが分かる。これは観測結果に見られる周期的変動がロケットのwakeによるものであるという仮説を支持している。



【図1 ロケットの姿勢とwake】



【図2 観測データへのwakeによる影響の検証】

**A22-09** リシウムイオンブーメラン法によって  
測定されたオーロラに伴う電場  
早川基、鶴田浩一郎 (宇宙研)  
E. M. Klementis (U.C. Berkeley)

**Auroral Electric Field Measured by Lithium Boomerang  
Technique**  
H. Hayakawa, K. Tsuruda (ISAS)  
E. M. Klementis (U.C. Berkeley)

Electric field detector using Lithium Boomerang technique was onboard the Alaska90 rocket with double probe electric field detector. The rocket was launched from Poker Flat on March 22, 1990. The Boomerang technique measured the DC electric field from 180sec to 1200sec. The measured electric field is mostly westward with the intensity of  $\sim 60\text{mV/m}$ . The rocket encountered a discrete aurora during 300-400 sec. The return beam direction during this period is highly scattered indicating the turbulent electric field associate with the discrete aurora. These results are essentially in good agreement with the results derived from the double probe technique.

1990年3月22日にアラスカのポーカーフラットより打ち上げられた Alaska90 ロケットにはリシウムイオンを使用したブーメラン法による電場計測器とダブルプローブ法による電場計測器の2種類の電場計測器が測定結果の比較のために搭載されていた。Li-ブーメラン法は打ち上げ後180秒から観測を開始し、1000秒

間にわたり観測を行い高度400~1350kmの範囲で電場を計測した。ロケットは打ち上げ後300から400秒の間にディスクリットオーロラに伴う強い電子の振り込みを観測した。この間のLi-ブーメラン法のデータは戻り粒子ビームの方向が大きく急激に変動しており、粒子の振り込みに伴う強度・方向共に激しく変動する電場を示している。この時間以外では測定された電場方向は常にほぼ西南西向きであり、大きな変動は見られなかった。また電場の大きさも60mV/m前後で安定しており急激な変動は測定されておらず、磁気圏での大規模な対流に伴う物であると考えられる。これらの測定結果は同時にダブルプローブ法によって測定されたものと比較的良好一致を示しており、双方の測定の信頼度が高い事を示している。本講演では、Li-ブーメラン法による電場計測の詳細な観測結果及び、同時にダブルプローブ法によって測定された電場との比較について報告する。

**A22-P41** 昭和基地SuperDARN HFレーダーの  
運用及びデータ処理解析システムと  
観測初期結果

行松 彰、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

**Syowa SuperDARN HF Radar Operation,  
Data Processing and Analysis System, and  
Initial Results on its Observation**

A. Sessai, Yukimatu, H. Yamagishi, N. Sato (NIPR)  
HF Radar Research Group in Japan

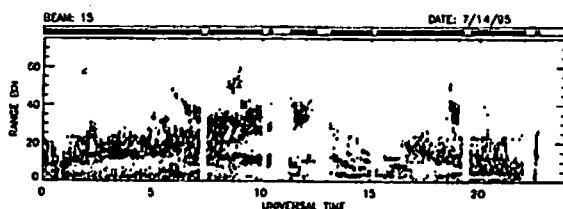
An HF radar observation started at Syowa Station this year, which forms a part of SuperDARN (Super Dual Auroral Radar Network). This system is designed to obtain global convection patterns in a whole polar cap region at a high time resolution as snapshots. We show our operation, data processing and analysis system to be contributed to collaborative studies with other observations such as satellites and ground measurements. We also present our initial results on its observation obtained by Syowa radar, and try to compare its data with Halley Bay radar data to obtain 2-D plasma velocity fields.

SuperDARNによるHFレーダー国際共同観測が本格的に稼働を開始した。現在までに、北半球5局、及び、昭和基地レーダーを含めた南極の2局のレーダーが本格運用を開始し、両極冠域をSuperDARNレーダー網で覆うべく着実に歩を進めて来ている。各レーダーは共通の観測視野を持つもうひとつのレーダーと対を成すことによって、極冠電離層のプラズマドリフト2次元ベクトル場を広範囲にわたって高い時間分解能で求める。この様な対レーダー

を何対も配置することにより、極冠域全体のプラズマ対流パターンを、時々刻々スナップショットで得ることが期待されている。これによって、これまで、人工衛星観測や地上観測等の多くのデータを用いて求めて来た平均的な極冠域像が、実際に各瞬間瞬間で見られる極冠域像とどの様に異なるのか、特に、惑星間空間や磁気圏の状態が変化した時に、電離層及び磁気圏がどの様な過渡的な過程を辿ってこれらに反応し、これらと相互作用をするか、という様な基本的な重要な問いに対して、大きなヒントを与え得るものと考えられる。従ってこのSuperDARNデータと他の人工衛星、地上観測、また、他のレーダー観測等のデータと総合的な解析を行うことは極めて重要である。

今回の発表では、このSuperDARNのHFレーダー群による有機的なネットワーク観測を可能にするレーダー運用ソフトウェアの開発について紹介する。また、これらのHFレーダーにより取得される大量のデータを解析する為のソフトウェア開発についても紹介する。また、SuperDARNレーダーの一翼を担う昭和基地HFレーダー観測の実現に向け、上記のソフトウェアにより、システムの運用、国内解析環境がどの様に整備されてきたかの紹介を行う。また、昭和基地HFレーダーによって初めて得られたデータの特性、即ち、レーダーでとらえられたエコーの強度特性、周波数特性、スペクトル幅の特性、一局から得られるプラズマ対流のベクトル場の特性を調べる。更に、これらの結果の妥当性を調べる為に、昭和基地レーダーと対を成す、Halley Bayレーダーデータとの比較を試みる。

SYOWA RANGE-TIME-PARAMETER PLOT: pwr\_J



## 南極昭和基地における熱圏風の ファブリーペロードップラーイメージング観測

○久保田 実、福西 浩 (東北大・理)、岡野章一 (極地研)

### Fabry-Perot Doppler Imaging Observations of Thermospheric Winds at Syowa Station, Antarctica

○M. Kubota<sup>1</sup>, H. Fukunishi<sup>1</sup>, and S. Okano<sup>2</sup>

1: Department of Astrophysics and Geophysics, Tohoku University  
2: National Institute of Polar Research

A Fabry-Perot Doppler Imaging System (FPDIS) has been developed to obtain two-dimensional distributions of thermospheric winds and temperatures from measurements of the Doppler shift and width of aurora emission lines of 01557.7nm and 01630.0nm over a wide field of view (165°). The FPD observations have been carried out at Syowa Station, Antarctica for 56 nights covering various auroral activity conditions in 1994. We show the changes of thermospheric wind vectors during auroral substorm events.

我々は第35次南極地域観測隊による南極昭和基地越冬観測においてファブリーペロードップラーイメージングシステム (FPDIS) を用いた熱圏温度及び風速の2次元観測を行った。本次隊で使用したFPDISは、第31次観測隊によって南極に持ち込まれ観測に用いられた

装置にいくつかの改良を加え感度やS/N比を向上させたものである。主な改良点は以下の通り。

1. 2次元光子検出器であるフォトンイメージングヘッドを近接型イメージンシファイアー (近接型II) に変更し、感度を向上させるとともに、電子レンズによる画像の歪みを解消した。
2. 近接型IIから出力されたイメージデータをリアルタイムで2値化・積分し、それによって得られた画像をデジタル保存することによりデータのS/N比を向上させ、またその後の画像処理を簡便化した。

観測は1994年3月22日から9月26日まで延べ56夜にわたって行った。観測波長はオーロラ輝線のうちの01557.7nm及び01630.0nmである。

本講演ではこれまでに得られた解析結果の1例として、活発なオーロラ活動があり良質のデータが得られた1994年6月11日～12日の晩 (表1参照) のオーロラ活動に対する熱圏の風系の変化の様子を報告する。

時刻 [UT]	オーロラ活動
14h00m	観測開始
19h30m～	高緯度側にアーク状オーロラ
21h30m～	オーロラ活動域が低緯度側まで拡大
23h05m	オーロラブレイクアップ
23h50m～02h00m	バルセイティングオーロラ
03h00m～	バルセイティングオーロラ
04h53m	観測終了

(昭和基地地方時 = UT + 3時間)

表1 1994年6月11日～12日の南極昭和基地上空におけるオーロラ活動

## Comparison of auroral images on some line emissions observed at Dawson City

○H. Matsui, K. Hayashi (Univ. of Tokyo),  
and STEP Polar Network group

Two types of all-sky TV cameras were operated at Dawson City, Canada (geomagnetic latitude 66.3°, longitude 271.4°), from Dec. 28, 1994 to Jan. 08, 1995, and from Feb. 25, 1995 to Mar. 07, 1995. One camera was taking images of total lights without filters. Another camera was operated with filters. Images of selected emission lines at 427.8, 557.7, 630.0, and 670.5 nm are available. The data with selected emission lines are obtained with high time resolution of a half second. CCD cameras are used with frame integration mode. Emissions of first positive band of N<sub>2</sub> are taken at 670.5 nm and are seen especially near lower tips of discrete aurora compared to images from total light. Images of total light seem to be much influenced by emissions of 557.7nm because of strong intensity and characteristics of CCD camera response. We will study images of these two emissions and those of total lights.

We select discrete type of aurora and plan to correct images into some height of luminosity from some pixels of

images on the same magnetic field line of force. The correction will be tested for total light images and for selected band line images. The height distribution of each emission will be estimated.

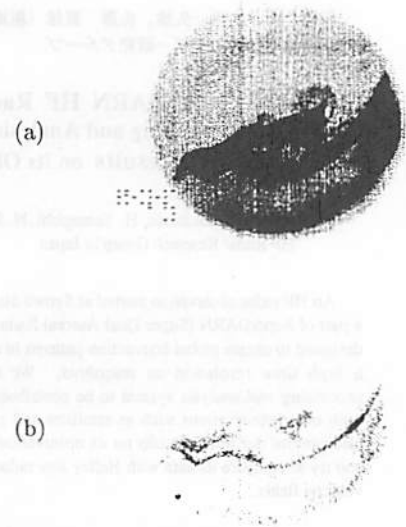


Figure 1. An example of images of all-sky camera on 11:17:03, Feb. 28, 1995. (a) is an image of total lights and (b) is that of 670.5nm. Active aurora arcs are seen near the zenith of the sight both in (a) and (b). Slight enhancement of aurora is seen near the bottom side.

ミルズクロス型  
イメージングリオメータの開発

- ・ 藤田裕一 (1) 山岸久雄 (2) 西野正徳 (3)  
(1) 総研大 (2) 極地研 (3) STE 研

Development of Mills' cross type  
imaging riometer

- ・ Yuiti FUJITA(1), Hisao YAMAGHISHI(2)  
Masanori NISHINO(3)  
(1) Grad. Univ. Advanced Studies  
(2) National Inst. of Polar Research  
(3) STE Laboratory, Nagoya Univ.

We are applying Mills' cross technique, first developed in radio astronomy, to imaging riometer observation. As compared with 2-dimensional full array (fig1), Mills' cross uses only one line and row of antennas (fig2) to obtain the same spatial resolution. This technique provides the possibility of making a high spatial resolution system with relatively small number of antenna elements, and this will greatly reduce the construction cost. We are comparing performances of 8x8 Mills' cross system with 8x8 full array system at Toyokawa, Japan. A special care must be taken in Mills' cross system to adjust the phase offset of Butler matrix

outputs before multiplying two sub-array outputs. We could confirm the image forming performance of Mills' cross system with radio galaxy, although improvements are necessary for sensitivity, etc.

CNAの共役観測をイメージングリオメータで行う場合、両観測点の視野の中に比較できる特徴を持ったCNA領域があることが必要であり、広い視野が望まれる。このため我々は多点観測による視野の拡大を計画している。多点観測に適したイメージングリオメータとして、電波天文用のミルズクロス型アンテナを応用するため、現在試作機を開発中である。このアンテナは、図2のような2本の1次元配列の出力を乗算して図1のような2次元配列と同じ分解能を得ることができる。フェーズドアレーの位相勾配を決めるバトラマトリクスには、位相勾配ごとに異なる位相オフセットがあり、乗算時に問題を生じる。位相勾配を外挿して得られる、配列の交点(図2の・)での位相が、どの位相勾配を選択しても2本の配列で同相になるように遅延線で補正した。擬似到来波を使った室内実験で、正常に乗算が行われていることが確認された。豊川に設置された16素子の試作機では、銀河と思われる動きを示す画像が得られている。

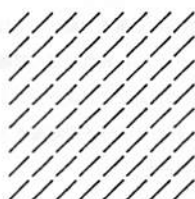


図1 従来の配列

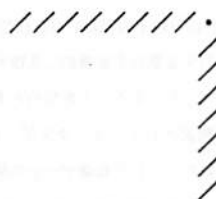


図2 ミルズクロス型配列

256ビーム イメージング・  
リオメータの試験観測

- ・ 森 弘隆、村山 泰啓、貝沼 昭司、五十嵐喜良、西牟田一三  
通信総合研究所

Test observation of the developed  
256-beam imaging riometer

- ・ H. Mori, Y. Murayama, S. Kainuma, K. Igarashi, and I. Nishimuta  
Communications Research Laboratory

Test observation of the developed 256-beam imaging riometer was performed for six months at the Yamagawa Radio Observatory of CRL. The system worked successfully all the period. Performance of the system was examined by comparing the observed results with the prediction from the whole sky map of 30 MHz brightness temperature measured by H. V. Cane (1978). This system will be moved to the Poker Flat Research Range of the Univ. of Alaska this year for cooperative experiments.

我々は、中層大気領域の計測機器開発の一環として、世界初の256素子のクロスダイポールアンテナを用いた256ビームイメージング・リオメータの開発を行っている。これまでに主要な部分の開発が完了したので、通信総合研究所山川電波観測所にアレイアンテナを仮設し、昨年の夏から冬にかけての約半年間にわたり試験観測を実施した(図1)。観測データは順調に取得され、システム全体として正常に機能していることを確認できた。現在、観測データをもとに、各ビーム方向の観測値の日変化特性と30MHz銀河電波強度マップ(H. V. Cane, 1978)を用いた予測値との比較(図2)、電波星Cygnus A、及びCasiopea Aの観測結果によるアンテナパターンの推定、及び外気温の変動に対する受信特性の安定性など、システムの性能を確認するための解析を行っているが、概ね所期の特性が得られているものと考えられる。このシステムは、今年中にアラスカ大学ポーカークラット実験場に移設され、米国側の計測機器との共同観測を開始する予定である。

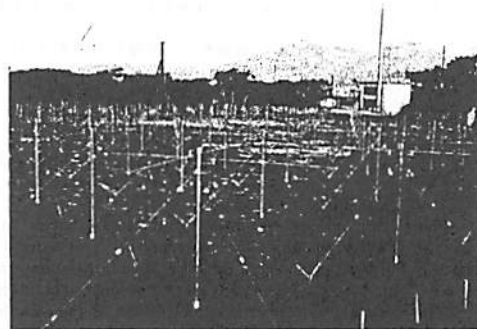


図1. 試験観測のために山川電波観測所に設置されたアレイアンテナ。

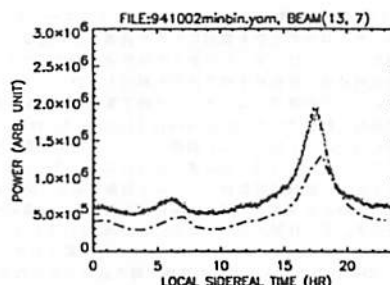


図2. 観測された銀河電波強度の日変化特性(ドット)と30MHzマップから推定される日変化特性(一点鎖線)との比較例。

参考文献:

Cane, H. V., A 30 MHz map of the whole sky, Aust. J. Phys., 31, 561-565, 1978.

A22-P46

1994年9月共役観測によるオーロラと  
地磁気変動の共役性

\*橋本久美子<sup>1</sup>、佐藤夏雄<sup>2</sup>

九州大学理学部<sup>1</sup>、国立極地研究所<sup>2</sup>

Conjugacy of visible aurora and geomagnetic disturbances in September 1994

Kumiko HASHIMOTO<sup>1</sup> and Natuo SATO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kyusyu Univ., <sup>2</sup>NIPR

Auroral images were obtained simultaneously at Syowa Station-Iceland (Husafell) conjugate observatories in 9th and 11th in September 1994. We have investigated conjugacy and non-conjugacy of auroral electrojet current using these auroral image and fluxgate magnetometer data. Contributions of mirror height and width of current on geomagnetic field variations also examined.

地上で観測される地磁気変動の非共役な現象は主に次のような5つの条件の相異によって生じると考えられる。(1)観測点と電離層電流の中心との相対的距離の差異、(2)日照による電離層の電気伝導度、(3)共役観測点の固有磁場強度差によって生じる、降下粒子のミラー高度の差と(4)磁束管の電離層における断面積の相異、(5)オーロラ粒子の起源の非共役性。これらの効果を分離してそれぞれの地磁気変動に対する寄与を定量的に見積もることにより、南北半球の電離層電流の非対称性を明らかにすることを目的とする。このためにアイスランド3観測点と昭和基地で観測されたフラックスゲート磁力計の3成分と昭和基地とフッサフェルで得られたオーロラ画像データの解析を行った。

1994年9月7日~14日、昭和基地-アイスランド地磁気共役観測点においてオーロラの同時観測がおこなわれた。この期間のうち、9月9日と11日に良質

のオーロラ画像データが昭和基地とフッサフェルで得られた。9月11日2200UT~12日0300UTのイベントでは2210~2330UTには昭和基地とフッサフェルで東西にのびる弱いアークとその低緯度側にディフューズオーロラがみられた。両観測点のオーロラ活動の同時性から、これらが共役なオーロラであると仮定している。このイベントではH成分に2度の湾型変動がみられた。オーロラ画像データと地磁気変動から、アイスランド(北半球)側では電離層電流の中心が2200~2320UTと2340UT~12日0300UTとにチョルネスに非常に近い位置にあることがわかった。そして昭和基地の地磁気共役点は緯度的にフッサフェルとチョルネスの間に位置していたと推定された。またその後の時間にはフッサフェルと昭和基地がともにディフューズオーロラの高緯度側境界に位置していたことから、昭和基地の共役点がフッサフェル寄りに位置していたと考えられ、しかし、2320~0100UTの間、昭和基地の地磁気変動の水平成分はチョルネスより大きいあるいは等しいくらいであった。

9月11日イベントの場合、南北両観測点とも日照がなく、オーロラ画像データをあわせることにより、観測点と電離層電流中心との相対位置を推定することが可能であった。これにより上記の(1)と(2)による効果は除くことができる。また、モデル計算により、昭和基地から北半球に投影した磁束管の緯度方向の幅はアイスランド付近において、昭和基地における幅の55~60%に圧縮されることがわかった。アイスランド3観測点における地磁気変動量の差異からチョルネス付近を中心とする電離層電流の電流幅のモデル計算をおこない、昭和基地における地磁気変動量との比較によって、電流幅、および降下粒子量の南北非対称性について定量的な推定を行う。

A22-P47

S-520-21号機で観測された  
Suprathermal Electron Bursts

\*三宅互<sup>1</sup>・佐川永一<sup>1</sup>・伊藤啓生<sup>1</sup>・町田忍<sup>2</sup>・早川基<sup>3</sup>  
(1:通信総研, 2:京大理, 3:宇宙研)

Suprathermal Electron Bursts observed on S-520-21

W. Miyake<sup>1</sup>, E. Sagawa<sup>1</sup>, Y. Ito<sup>1</sup>, S. Machida<sup>2</sup>, H. Hayakawa<sup>3</sup>  
(1:CRIL, 2:Kyoto Univ., 3:ISAS)

The sounding rocket S-520-21 was launched at Andoya, Norway on Dec. 1, 1994. Electron Spectrum Analyzer (ESA) on board observed auroral electron precipitation with energies over 1 keV and suprathermal electron bursts below 1 keV. We present an analysis focussing on suprathermal electron bursts observed in diffusive precipitation region. A few examples of the bursts aligned upward along the field line are interpreted as an evidence of bi-directional acceleration of electrons at rocket altitude.

観測ロケットS-520-21号機は1994年12月1日にノルウエーのアンドーヤ基地から打ち上げられ、オーロラの上空を数回にわたり通過し、貴重なデータが取得された。この観測ロケットには、オーロラ発光の物理過程の検証やオーロラにともなう電離層・磁気圏結合、波動粒子相互作用の解明を目的として、9つの観測機器が搭載されていた。この講演では、オーロラ降下電子の観測を目的として搭載された、電子計測器で観測されたSuprathermal Electron Burstsについて報告する。

Suprathermal Electron Burstsは、観測ロケットや低高度衛星で観測されており、主としてディフューズな降り込み域でみられる、1keV以下の、磁力線方向に強くコリメートした、継続時間数秒のバースト現象である。図1にS-520-21で観測されたバーストのエネルギー・ピッチ角分布の例を示す。濃い所はカウントの多いことを示す。20秒間のデータから、各binにはいるカウントの最大値をしめたものである。~10keVあたりのディフューズな降下電子の他、磁力線方向30°以内、1-2keV以下のエネルギーの領域で降り込みが見られるが、これがSuprathermal Electron Burstsである。この例では継続時間1~2秒程度のものが4例ほど含まれているが、その内1例は磁力線沿いupwardに降下と類似したエネルギー・ピッチ角分布では同様の継続時間のバーストである。このupwardの例の解釈としては、降り込みのSuprathermal electronと周囲のプラズマとのビーム・プラズマ相互作用の結果とすることと、この300km高度でローカルなbi-directionalな加速が起こっているとするの2つがある。図1からはupwardの例も降り込みの場合とはほぼ同様のエネルギー・ピッチ角特性をしめしていることがわかり、後者の低高度でのbi-directionalな加速が、よりもっともらしいといえる。

Flight Time : 210 - 230 sec

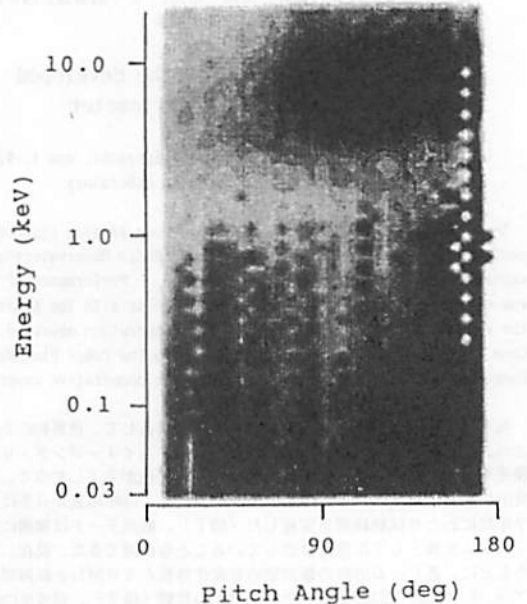


図1. Suprathermal electron bursts のエネルギー・ピッチ角分布の例。濃いところほど、カウントの多いことをしめす。20秒間のデータの積分で、この間に継続時間1~2秒のバーストが4例みくまれている。

A22-P48 北欧ロケット実験(J-ARC1)による  
電場観測結果

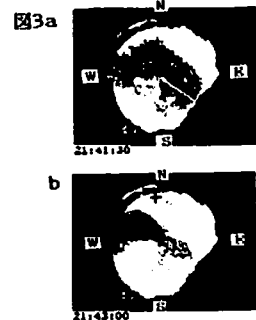
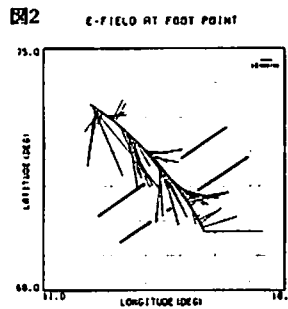
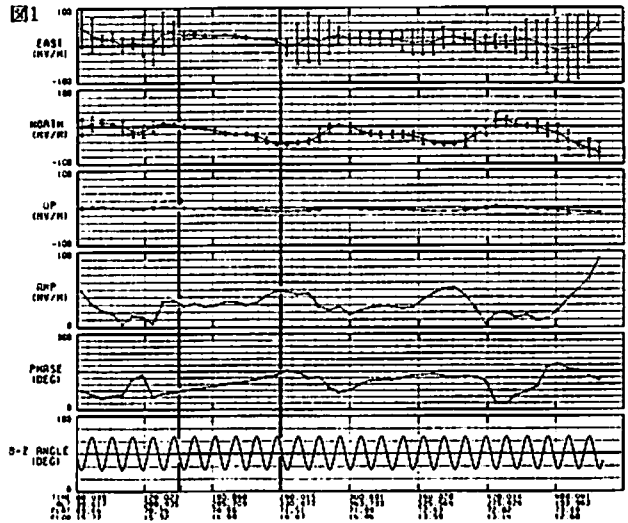
\*門倉昭・江尻全機(極地研)、鶴田浩一郎・早川基(宇山研)、  
岡田敏美(富山県立大)、J-ARC1 チーム

Observational results obtained with the Electric Field Detector (EFD)  
aboard Andøya S-520-21 (J-ARC1) rocket

\*A.Kadokura, M.Ejiri (NIPR), K.Tsuruda, H.Hayakawa (ISAS),  
T.Okada (Toyama Prefectural Univ.) and J-ARC1 team

We will present the observational results of DC electric field measurement with the S-520-21 (J-ARC1) rocket launched at Andøya Rocket Range on December 1, 1994. DC electric field could be derived with some confidence at interval of half of precession period. While the rocket footpoint crossed a southwest-ward drifting arc, the electric field amplitude was about 30 mV/m, and the direction changed from eastward to southward. Low frequency activity up to about 50Hz will be also mentioned.

1994年12月1日ノルウェーのアンドーヤロケット実験場にて行われたS-520-21号機ロケット(J-ARC1)実験によって得られた電場観測結果について紹介する。図1の上よりそれぞれ、打ち上げ60秒後からの電場の地理東成分、地理北成分、上向き成分、振幅、地理北から東回りの位相角、磁力線とロケットZ軸のなす角( $\theta$ )、の時間変化を示す。電場は磁力線方向成分をゼロと仮定して逆投影により求めたが、1プリセッションに2回磁力線がプローブ平面内に含まれる( $\theta=90$ 度)という状況にあるため、 $\theta$ が最大・最小になる時のみを有効なデータとしてプロットしてある。図2は、110km高度のロケットのフットポイントにおける電場ベクトルの変化を地理緯度・経度上にプロットしたものである。飛翔後約150秒から240秒にかけて、フットポイントは、北東から南西へとドリフトしていく北西から南東に展びたオーロラアークを南から北に横切るが(図3 a, b)、その前後の変化を見ると、電場の振幅は約30mV/mで、位相は東向きから南向きへと変化していることがわかる。講演では、こうしたDC成分の変化と、測定されている約50Hzまでの低周波成分の変動について、地上の全天TV観測データと合わせた解析結果を示し議論する予定である。



A会場

10月5日(木) 午後

# 磁気圏プラズマ波動—I

## Plasma Waves in the Magnetosphere—I

oral: A22-10~18

poster: A22-P59~P66

座長 大村善治 (京大・超高層)  
中村 匡 (宇宙研)

A22-10

極域 VLF 波動の電離層透過域推定  
における多重反射波の影響

安藤 雅彦, 島倉 信 (千葉大学)

On the Location of the Ionospheric Exit-Regions  
of Magnetospheric VLF Radio Waves

Masahiko ANDO, Shin SIMAKURA (Chiba University)

A method to locate the ionospheric exit-regions of magnetospheric VLF/ELF radio waves under the influence of multiple reflected waves is discussed.

地球磁気圏に起源をもつ VLF 電磁波動は、ダクトに捕捉され電離層付近まで伝搬し、地上に透過する。この透過した電磁波動を地上で観測し電離層透過域を推定する事は、ダクトの生成、消滅等の情報を得る上で極めて重要な手がかりとなる。しかし、VLF 帯電磁波にとって大地は完全導体とみなせる為、大地と電離層の間での多重波を同時に観測していると考えられ、この場合入射角を特定することは難しい。そこで多重反射波が電離層透過域推定に与える影響について考察した。

多重反射は、直接波とあるいは多重反射波間で位相相関を持つと考えられる。この場合、等価平面波の入射角が複素角 ( $\sin\theta > 1$ ) となる場合が存在する。実際の解析においても、20 パーセントから 30 パーセント程度の平面波の入射角が複素数になることがある。そこで等価平面波の入射角が約 12 パーセント複素角になる場合について、実角となる等価平面波のみを考慮してスペクトルマトリクスを構成したところ、波動分布関数を求めることが充分可能であることがわかった。

この事を踏まえ、実角をもつ等価平面波のみを考慮したスペクトルマトリクスから求めた波動分布関数に対する反射波の影響を図1および図2に示す。ただし、直接波の方位角を30度に固定し、入射角を変化させた場合の見通し内伝搬について示している。図1および図2

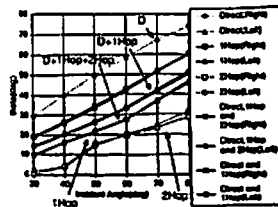


図1: 波動分布関数解析による入射角の推定

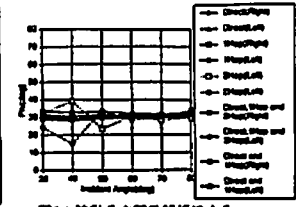


図2: 波動分布関数解析による方位角の推定

の横軸はそれぞれ直接波に与えた入射角を表し、縦軸はそれぞれ波動分布関数の最大点の入射角および方位角を示している。また、Dは直接波だけを考慮して構成されたスペクトルマトリクスから求めた波動分布関数の最大値の位置を、D+1Hopは直接波と1回反射波を考慮した場合、D+1Hop+2Hopは直接波と1回反射波、2回反射波を考慮した場合を示している。

直接波に反射波が加わると入射角は小さく、天頂よりに推定され、方位角は反射波の影響を受けない事がわかる。観測時において反射波のエネルギーが直接波に比べてどの程度であるか知ることができないので、電離層透過域を特定することは難しいと言えが、偏波の情報を加味することが重要であろう。また、見通し外伝搬の例についても考察中である。

A22-11 Halley Bay における ELF ヒスの  
波動エネルギー分布について

鎮木 賢憲, 島倉 信 (千葉大), Andy J. Smith (BAS)

On the wave energy distribution of ELF hiss  
emissions observed at Halley Bay

Takanori Kaburaki, Shin Shimakura (Chiba Univ.)  
Andy J. Smith (British Antarctic Survey)

Abstract: ELF hiss emissions observed at Halley Bay are analyzed, using Wave distribution function estimation method. In the case that wave energy is widely distributed, the energy of left-handed polarised wave components are superior to that of right-handed polarised wave components, while wave energy is concentrated in the case that right-handed wave components are almost equal to left-handed wave components, because multi-reflected wave are observed.

Halley Bay で観測された ELF ヒスを波動分布関数推定法により解析を行った。

図1(a)と(b)は波動エネルギーの中心の位置と大きさを表している。図中、方位角は0°を東とし、左回りに北西南を表す。また、中心を天頂とし、同心円は入射角30°, 60°, 90°を表す。今回の解析では、図より明らかなように、波動エネルギーが(a)広がって見える場合と(b)一箇所に集中して見える場合があった。

図2(a)および(b)は、それぞれ図1(a)および(b)に対応し、左右円偏波成分のエネルギーの強さを示している。(a)では左廻り成分が右廻り成分に比べてかなり強いが、(b)では左右の強さに差がないことが分かる。磁気圏内を右廻り円偏波で伝搬する ELF ヒスが観測点近傍で電離層を透過した場合、南半球の Halley Bay では左廻り円偏波に近い楕円偏波の波として観測される筈である。波源が広がっ

ている(a)では、左廻り成分が卓越しているのに対し、波源が集中している(b)では、左右の成分が同程度である。この原因として、多重反射波受信が考えられる。左廻り円偏波で電離層を透過した波動は、多重反射によって右廻り成分が強くなると考えられるからである。(a)では左廻り成分が強いので直接波受信が考えられ、(b)では右廻りと左廻り成分とに差が無いことから、多重反射波受信が考えられ、左右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。

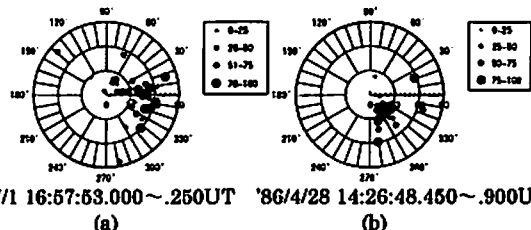


図1: 波動エネルギー密度の中心の位置と強さ

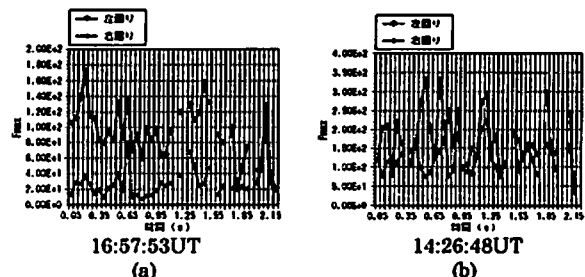


図2: 左右円偏波成分のエネルギーの比



中村 義勝  
通信総合研究所

Polarization of low-latitude whistlers

Yoshihito NAKAMURA  
Communications Research Laboratory, Koganei-shi, Tokyo 184

According to the direction-finding measurements of whistlers at low-latitude, whistlers show a variety of shapes of ionospheric exits of a few tens of kilometers in diameter at the zenith (Ref.1).

Concerning the fact that whistlers come from overhead, it has been explained by vertically downward wave normals appearing quasi-periodically at the duct exit for the injection positions at the duct entrance (Ref.2). Concerning the morphology of ionospheric exits of whistlers, it has been explained by the region of the small emittance angle over the duct exit, appearing based on the wave normal distribution (Ref.3, Fig.1).

Another important observational result to be investigated is the polarization of whistlers (Ref.1, Ref.4, Ref.5, Ref.6, Fig.2, Fig.3). The polarization of whistlers are examined based on the wave normal distribution at the duct exit.

低緯度ホイストラの方向観測によれば、ホイストラは観測点の天頂において、種々の電離層出口の形態を示す<sup>1)</sup>。ホイストラが頭上から到来することに関しては、ダクト入口のホイストラ入射位置を仮定すると、ダクト出口のホイストラ放射法線は準周期的に鉛直下方を向くという計算結果<sup>2)</sup>により説明できる。ホイストラの電離層出口の形態に関しては、ダクト出口のホイストラ放射法線分布<sup>3)</sup> (図1)により、ダクト断面が電離層下層に投影されたものと見ることが出来る。究明すべきもう一つの重要な観測結果はホイストラの偏波である<sup>4)5)6)</sup>。

図2はホイストラ同波数成分の到来天頂角とその偏波率の関係を示す。到来天頂角の増加とともにホイストラの偏波率は減少する傾向を示すが、その減少の割合はホイストラが円偏波としてダクト出口から出てくると仮定した計算値<sup>7)</sup>より急激である。

またホイストラは本来右旋偏波であるのに、左旋偏波の同波数成分をもつものがしばしば観測される。

<sup>1)</sup> Nakamura et al., *Rev. of the Communications Res. Lab.*, 35, 61, 1989.  
<sup>2)</sup> Nakamura, *J. Geophys. Res.*, 98, A9, 15,729, 1993.  
<sup>3)</sup> Nakamura, *Trans. Inst. Electron. Eng. Jpn.*, 179-B2, No.7, 1995.  
<sup>4)</sup> Tsunoda and Ikeda, *J. Geophys. Res.*, 84, A9, 5325, 1979.  
<sup>5)</sup> Okada and Yamaguti, *Trans. Inst. Electron. Eng. Jpn.*, 168-B, 1321, 1985.  
<sup>6)</sup> Nagano et al., *Mem. Natl. Inst. Polar Res., Spec. Issue Jpn.*, 22, 46, 1982.

図3は同日の04時帯のホイストラにおいて左旋偏波成分(白丸)が卓越し、05時帯において通常の右旋偏波成分が卓越した例を示す。左旋偏波のホイストラは中村ら<sup>1)</sup>によって発見され、岡田ら<sup>5)</sup>によって確認され、長野ら<sup>6)</sup>によって理論的に研究された。このようにホイストラの偏波については考究すべき点が多い。本講演ではダクト出口の放射法線分布に基づき、ダクト出口のホイストラ偏波特性について検討する。

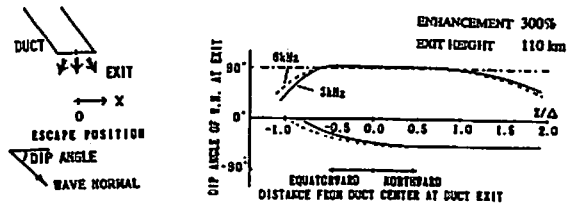


Fig. 1 Wave normal distributions at the duct exit.

MAR. 10, 1990

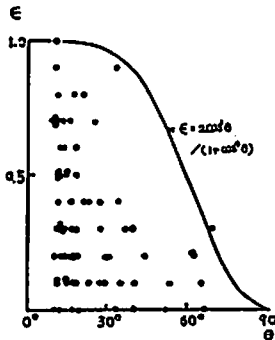


Fig. 2 Polarization ratios versus arrival zenith angles.

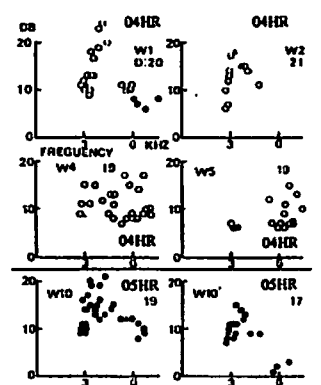


Fig. 3 Temporal variation of polarizations.

A22-13 地球プラズマ圏内低高度領域電子密度分布モデルの改良

恒原 克彦 木村 尊根 笠原 慎也  
(京都大学 工学部)  
大家 寛  
(東北大学 理学部)

Improvement of Electron Density Profile of the Low Altitude Region in the Plasmasphere

Katsuhiko TSUNEHARA Iwane KIMURA  
Yoshiya KASAHARA  
(Graduate School of Engineering, Kyoto Univ.)  
Hiroshi OYA  
(Dept. of Astron. and Geophys., Tohoku Univ.)

On board the Akebono (EXOS-D) satellite, wave normal direction and propagation time of Omega signal (10.2kHz) as well as electron density can be observed along the orbit. From these informations, using DE (diffusive equilibrium) model we have tried to determine global electron density profile in the plasmasphere. For ionospheric region, so far a simple low altitude function has been multiplied to the DE model. In the present study, more elaborated function is adopted to simulate the IRI model.

あけぼの衛星 (EXOS-D) では VLF 帯の人工信号であるオメガ信号が連続的に観測されることがあり、その伝播ベクトル、伝播時間を求めることができる。また衛星軌道上の電子密度も求めることができ、これらの情報からプラズマ圏全体の電子密度の推定を行うアルゴリズムを研究開発してきた<sup>1)</sup>。しかし現在まで用いていた電子密度分布モデルである拡散平衡モデル (Diffusive Equilibrium model) では、高度 500km 程度以下の低高度での電子密度分布は低高度補正項と呼ばれる簡単な関数によって近似されており、それほど厳密には与えられていなかった。また低高度領域において信頼性が高いとされている IRI モデルとも電子密度の分布形状がかなり異なっていた。

そこで本研究では低高度領域での電子密度分布の形を、IRI モデルを参考にした低高度補正項を用いて近似し、より現実的な電子密度分布を推定することを目的としている。

IRI モデル、今回新たに提案する新しい低高度補正項、従来の低高度補正項を用いた場合の低高度領域での電子密度分布を図1に示す。横軸は電子密度、縦軸は高度となっている。従来の低高度補正項を用いた場合 (一点鎖線) は 200km 付近にひとつの電子密度の極大点を持っているだけであり、250km 付近に極大点 (F2 層ピーク) と 130km 付近に極小点 (E-valley) を持つ IRI モデル (実

Low Altitude Electron Density

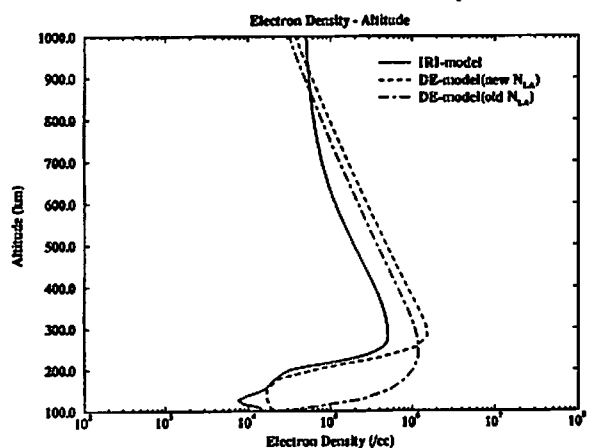


図1: IRI モデル、新しい低高度補正項、従来の低高度補正項のそれぞれを用いた場合の低高度電子密度分布の比較

線) とはかなり異なる分布となっていた。低高度領域での電子密度分布を IRI モデルの電子密度分布に近づけるために、新たに Epstein 関数と呼ばれる関数を低高度補正項として用い、低高度での電子密度分布を計算した結果が図1中の点線である。IRI モデルと同じように極大点と極小点をひとつづつ持っている。

このような IRI モデルを参考にした新しい低高度補正項を用いることにより、電離圏領域をより実際に近いモデルとした電子密度分布推定が行えることも確かめられた。

今後さらに多くの例について電子密度分布推定を行い、プラズマ圏全体の電子密度の年変化、季節変化、日変化等を調べていく予定である。

参考文献 1) I.Kimura et al., *Adv. Space Res.*, 15(2), (2)103-(2)107, 1995

**GEOTAIL ワイヤアンテナのインピーダンス測定結果と理論的検討**

◦ 筒井 稔<sup>1</sup> 長野 勇<sup>2</sup> 小嶋 浩嗣<sup>3</sup> 橋本 弘敏<sup>3</sup> 松本 紘<sup>3</sup>  
 八木谷 聡<sup>2</sup> GEOTAIL PWI チーム  
 1) 京都産業大学 計算機科学研究所  
 2) 金沢大学 工学部  
 3) 京都大学 超高層電波研究センター

**Impedance Analysis of GEOTAIL Wire Antenna.**

◦ Minoru TSUTSUI<sup>1</sup> Isamu NAGANO<sup>2</sup> Hirotugu KOJIMA<sup>3</sup>  
 Kozo HASHIMOTO<sup>3</sup> Hiroshi MATSUMOTO<sup>2</sup> Satoshi YAGITANI<sup>2</sup>  
 and  
 GEOTAIL PWI team

- 1) Institute of Computer Sciences, Kyoto Sangyo University
- 2) Department of Electrical and Computer Engineering Kanazawa University
- 3) Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

An analysis of antenna admittance has been performed for the measured data in the GEOTAIL antenna impedance experiments. Figure 1 shows frequency responses of the real and imaginary parts of the measured antenna admittance, and Fig.2 shows those for a wire antenna derived from the theoretical formula given by Balmain<sup>1)</sup>. In the present report, a theoretical consideration to the measurement result is described.

GEOTAIL のワイヤアンテナ (WANT) 測定されたそのアンテナアドミッタンスの 1 例を Fig.1 ((a) は実部, (b) は虚部) に示す。実部の特性は、10 ~ 60 Hz の範囲ではほぼ一定の値 (10<sup>-8</sup> のオーダー) であり 60 Hz を越えると周波数と共に上昇している。一方、虚部の特性は 10 Hz においては 10<sup>-8</sup> 付近で周波数が一桁上昇すると値も一桁上に直線的に上昇している。地球磁気圏の様々な領域での測定結果では詳細な部分を除いてはほぼ同様の傾向を示していることが判明した。このような特性を説明するために、プラズマ中のアンテナインピーダンスに関する Balmain の式<sup>1)</sup>を用いて理

論的検討を行なった。

Fig.2 は Balmain の式にイオンの効果をも考慮し、磁気圏内のプラズマパラメータを用いて求めたアドミッタンスの周波数特性 ((a) は実部, (b) は虚部) を表わしている。図中の各曲線は衝突周波数  $\nu_{eff}$  をパラメータとして描いてあり、磁気圏プラズマ中では  $\nu_{eff}$  は 10 以下と考えられる。実際に見られる 1.4 kHz のピークは電子サイクロトロン共鳴であり、60 Hz 付近の谷は LHR 共鳴である。一方虚部においては、高い衝突周波数  $\nu_{eff}$  の場合のみ周波数に対して直線的に増加傾向を示している。このように実測値と理論値との間に説明出来ない部分がある。いろいろ考察を加えた結果、シープの影響が強く現われていることが明らかとなった。今回はこれらの事について報告する。

- 1) Balmain, K.G., The Impedance of a Short Dipole Antenna in a Magnetoplasma, IEEE Trans., AP-12, 605-617, 1964.

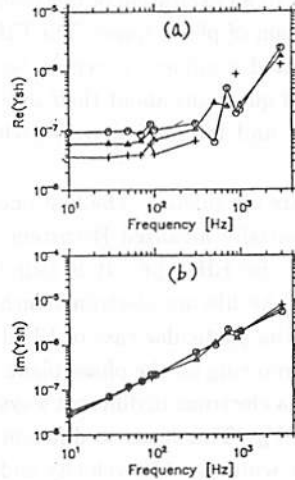


Fig.1

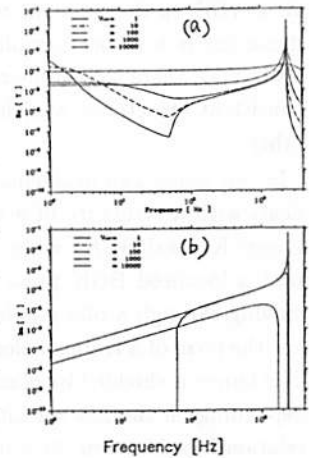


Fig.2

**電子ビーム不安定性からの  
 静電孤立波形成過程における外部磁場の効果：  
 2次元静電粒子シミュレーション**

◦ 三宅 壯聡 大村 善治 松本 紘 小嶋 浩嗣  
 京都大学超高層電波研究センター

**Effect of Static Magnetic Field on Generation Mechanism of Electrostatic Solitary Waves from Electron Beam Instabilities : 2D Electrostatic Particle Simulation**

◦ T. Miyake Y. Omura H. Matsumoto H. Kojima  
 Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University.

We performed 1D and 2D computer experiments with the 2D electrostatic particle code kuES2, to study the generation mechanism of ESW(Electrostatic Solitary Waves), which corresponds to BEN(Broadband Electrostatic Noise) observed in the magnetotail<sup>1,2)</sup>. We found that the intensity of the static magnetic field has important effects on the formation of ESW. In the case of electron bi-stream instability, we need the intense magnetic field to generate ESW. Under the weaker magnetic field as in the PSBL, we assume electron bump-on-tail instability as a generation mechanism of ESW rather than bi-stream instability. We performed 2D computer experiments of electron bump-on-tail instability. We found the static magnetic field also control the formation of ESW from the bump-on-tail instability [Fig.1]. We will present the results of the 2D computer experiments and discuss the effect of the static magnetic field in the formation process of ESW from the electron beam instabilities.

GEOTAIL プラズマ波動班では、これまで磁気圏内部のプラズマシート境界層 (PSBL) における広帯域静電波 (BEN) の観測・研究を行い、その波形が孤立した静電ポテンシャルの流れによって形成されていることを示し、更に 1 次元の計算機実験により、その孤立ポテンシャル構造が電子ビーム不安定性により生成される可能性を示した<sup>1,2)</sup>。

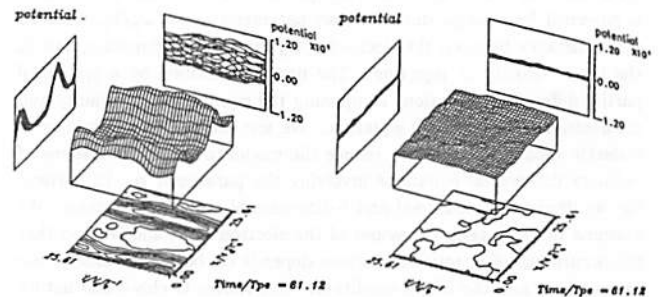
これまでに 1 次元の計算機実験によって、様々な条件下でポテンシャル構造が形成されることが明らかになっている<sup>3)</sup>。さらに電子 bi-stream instability の 2 次元計算機実験を行い、磁場の強さがポテンシャル形成に与える影響を調べ、2 次元空間でポテンシャル構造が形成されるには、ある程度の強さの磁場が必要であることを示した<sup>4)</sup>。これらの結果から、PSBL のような弱い磁場環境では bi-stream instability のような強い電子ビーム不安定よりもむしろ bump-on-tail instability のような比較的弱い不安定によって ESW が形成されるのではないかと考え、電子 bump-on-tail instability の時間

発展の 2 次元計算機実験を行った。その結果、電子 bump-on-tail instability の 2 次元空間における時間発展は、bi-stream instability と同じく磁場の強さに大きく影響されることを確認した [Fig.1]。

今回は、電子 bump-on-tail instability の 2 次元計算機実験の解析結果について報告する。さらに、ESW 形成過程における外部磁場の効果について検討を加える予定である。

参考文献

- 1) H. Matsumoto et al., *Geophys. Res. Lett.*, vol.21, No.25, 1994.
- 2) Y. Omura et al., *Geophys. Res. Lett.*, vol.21, No.25, 1994.
- 3) Y. Omura et al., Electron beam instabilities as generation mechanism of electrostatic solitary waves in the magnetotail, *submitted to J. Geophys. Res.*
- 4) 三宅 等, 第 97 回 SGPSS 講演会予稿集



(a) 磁場の強い場合 ( $\Omega_e/\Omega_e = 1.0$ ) (b) 磁場の弱い場合 ( $\Omega_e/\Omega_e = 0.2$ )

Fig.1 電子 bump-on-tail instability からのポテンシャル構造の形成

A22-16 **On the Theory of  
BGK Waves of the Electron Hole Type**

V. L. Krasovsky, H. Matsumoto and Y. Omura  
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University <sup>1</sup>

It has been observed by the GEOTAIL spacecraft that the waveforms of Broadband Electrostatic Noises look like well-known wave structures generated by beam-plasma interaction [1]. Recent numerical simulations have confirmed this similarity [2] and shown that long-time behavior of the beam-plasma system leads to an excitation of Electron Holes (EH) in the resonant region of phase space. The EH dynamics is a rather complicated nonlinear process. So, up to now, there is a number of questions about their self-consistent structures, stability and interaction with each other.

In this paper two problems are considered. The first one deals with a structure of a spatially localized Bernstein-Green-Kruskal (BGK) wave of the EH type. It is found that a localized BGK pulse looks like an electron bunch moving through a plasma. In the particular case of EH it has the form of a trapped electron ring on the phase plane. The bunch is shielded by plasma electrons in different ways depending on the EH velocity  $V_H$ . This leads to different relationships between the pulse width, and its velocity and

<sup>1</sup>Permanent address: Space Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

the electrostatic potential amplitude for "fast" EH ( $V_H \gg V_{th}$ , where  $V_{th}$  is the plasma electron thermal velocity) and for "slow" EH ( $V_H \simeq V_{th}$ ).

The second problem concerns trapped particle sideband instability of a spatially periodic series of EH. The main goal is to consider the EH case, that is the case of an inverted trapped particle distribution in contrast with most previous papers in which the case of trapped electrons concentrated near the bottom of a potential well has been studied. Besides a dispersion equation describing the instability is solved in combination with a nonlinear dispersion law for the primary (finite amplitude) BGK wave.

A22-17

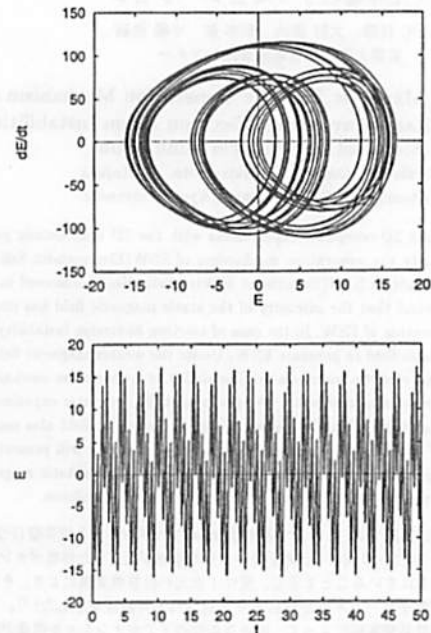
ビースダイオード電子流のガラーキン解析  
(ビームプラズマ系におけるプラズマ波動のカオス解の研究)

Danny Summers, 松本 紘, and 大西 隆史  
京都大学超高温電波研究センター

Galerkin Analysis of Electron Flow  
in the Pierce Diode

Danny Summers, Hiroshi Matsumoto, and Takafumi Ohnishi  
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

We consider the one-dimensional flow of an electron beam between equipotential planar electrodes in the presence of a spatially uniform background of stationary ions. This system, known as the Pierce diode, is governed by a single dimensionless parameter  $\alpha = L\omega_p/V_0$ , where  $L$  is the distance between the electrodes,  $\omega_p$  the plasma frequency, and  $V_0$  the beam velocity at injection. The flow is described by a system of partial differential equations comprising the equation of continuity and momentum, and Poisson's equation. We use the spectral technique of Galerkin mode truncation to reduce the model to low-order systems of ordinary differential equations involving the parameter  $\alpha$ . In particular, we derive 4-dimensional and 6-dimensional truncated systems. We examine the long-term behaviour of the electron flow, and we find that the occurrence of chaotic oscillations depends on both the value of the parameter  $\alpha$  and the initial conditions. The routes to chaos and nature of the strange attractors are examined. We compare our results with computer simulations of the full system.



Electric field variation at the upstream electrode.

## A22-18 MHD Equations with High Frequency Magnetic Fluctuation Effects

Tadas K. Nakamura (ISAS)

The magnetohydrodynamic (MHD) formulation is a simplification of the precise plasma dynamics, and it enables one to consider more complicated phenomena than the kinetic formulation, especially with regard to the geometry in configuration space. Therefore, it is applied to the problems with interesting geometry, such as magnetism in space, plasma confinement, and many others. However, those who use the MHD formulation have to pay the price of omitting for high frequency (~ion gyro frequency) or small spatial scale (~ion gyro radius) plasma dynamics.

These small scale dynamics can often have non-negligible effect on large scale phenomena treated by the MHD formulation. One well-known example is anomalous resistivity; micro-instabilities cause the turbulent momentum transport between ions and electrons, which results effective resistivity in macroscopic scales. Though the MHD formulation cannot derive these micro-instabilities self-consistently within its framework, it is possible and useful to include the anomalous resistivity in the MHD equation phenomenologically in the form of a resistive term.

Besides these well-known small scale effects, Nakamura and Kennel [1993, 1994] have recently proposed that high frequency (~ ion gyro frequency) compressional magnetic fluctuations can cause modifications on MHD waves. They have shown that the

energy transfer from an MHD wave to ion gyro motion can occur through parametric resonance caused by the magnetic fluctuation. Therefore this resonance, so-called Parametric Cyclotron Resonance (PCR), can be an effective dissipation mechanism of the MHD waves. In addition to the PCR effect, it is found that non-resonant effect of the magnetic fluctuation cause mode coupling between the shear Alfvén mode and magnetosonic modes.

These results were based on the calculation for linearized MHD waves and hence they are not applicable for nonlinear theoretical analyses or numerical experiments. In the present study we have extended the calculation to non-linear regime and obtained the following modified form for the momentum equation.

$$\rho \left[ \frac{\partial}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \right] \mathbf{u} + B^2 [\sigma_r \mathbf{u}_\perp + \sigma_n (b \times \mathbf{u})] - \nabla p + \frac{1}{\mu_0} (\nabla \times \mathbf{B}) \times \mathbf{B}$$

where  $\sigma_r$  and  $\sigma_n$  are the resonant and non-resonant conductivities result from the magnetic fluctuations, and other symbols have conventional meanings.

### References

- Nakamura, T. K. and C. F. Kennel, *J. Geophys. Res.* **98**, 21,335 (1993).  
Nakamura, T. K. and C. F. Kennel, *J. Plasma Phys.* **52**, 43-53 (1994)

## A22-P59 ベクトル-パラレル計算機vpp500による並列化MHDシミュレーション

田中 高史\* (通院研)、遠藤 昌宏 (気象研)、高田 宏 (船泊研)

Test results for parallelization efficiency of Fujitsu VPP500 computer by using MHD simulation programs.

T. Tanaka(CRL), M. Endo(MRI), H. Tomita(SRI)

In this paper, we report test results for the performance of Fujitsu VPP500 vector-parallel computer, using MHD simulation programs. This architecture becomes very effective for three-dimensional problems, by adopting an algorithm in which inner loops are vectorized and outer loops are parallelized. We obtained parallel efficiency of 89% for four processors by using this algorithm.

太陽地球系科学の研究においては、諸現象におけるトポロジカルな構造の効果を解明するために、三次元MHDシミュレーションが有効であるが、これらのシミュレーション研究を大きく進展させると思われる次世代テラフロッパス級スーパーコンピュータは、並列アーキテクチャによってのみ実現される。そこで、これまでベクトル計算機を主体にして開発されてきたスキームを、並列アーキテクチャに適合したものに交換することを試みた。並列化を行ったスキームは、分解能とショック捕獲性能に優れた、有限体積TVDスキームである。

並列計算機には様々な方式が存在し、並列化の方法はそれぞれ的方式ごとに異なる。まず完全自動並列化を目指す方式(SMP)では、原則として並列化を考える必要は無いが、並列化効率はコンパイラに依存し、実効的に稼働させることの出来るプロセッサの数に限りがある。次世代テラフロッパス計算機の本命は、ユーザが並列計算命令とCPU間データ転送命令をプログラム中で直接用いる、メモリ分散型並列計算機(MPP)である。MPPにおいても、一時流行したRISCプロセッサなどを多数使用する超並列型は、CPU間データ転送がネックとなり、期待した様な実効性能が得られないことが分かってきた。このような淘汰過程を経て、現在次世代計算機の本命として浮上してきたのが、MPPでありながら一台のCPU自身が高速でかつ大容量メモリを備えた、ベクトル-パラレル型であり、今回の考察の対象である。

有限体積TVDスキームを並列化する手順は、以下の通りである。  
(1) 三次元空間に一次元の並列化軸を設定し、格子構造は並列化軸に

関しては構造化し、残りの二次元面においては非構造化を許す。

(2) データは構造化軸に関してメモリ分割を行い、各プロセッサのデータには隣のプロセッサのデータとのオーバーラップをもうける。

(3) 一回の積分に先立ち、オーバーラップを一齐に転送し、隣のプロセッサに揃える。

(4) 積分は、メモリ分割されたデータのうち、非並列化次元の4面づつを、各プロセッサがだぶって保持する領域である冗長データに結めなおしながら、並列Dループを並列化軸に対して実行し、計算する。

(5) 冗長データを用いた二次元面内の計算はサブルーチン化し、このレベルではプログラム並列化は行わず、ベクトル化のみを行う。

(6) 隣のプロセッサに書き込むべきデータは、それぞれのプロセッサが、一時分割データ領域の被オーバーラップに貯めておく。

(6) 最後貯めておいたデータを一齐に転送し、未知数を修正する。

(7) 境界条件は両端2台のプロセッサで並列計算する。

以上のような並列化は通常のプログラムに並列命令を挿入したもとなり、並列命令を無視して実行すれば、これまでのベクトル計算機やワークステーションでも実行でき、上位互換性を持つと言える。並列化効率に関しては、有限体積TVDスキームの計算で、4台のプロセッサに対して89%の結果が得られた。実際の問題への応用として現在までに、

(1) 地球での太陽風-磁気圏-電離圏相互作用

(2) 非磁化惑星における太陽風-電離圏相互作用

(3) 太陽圏における太陽風逆噴流ジェット-風間ガス相互作用

の計算を行った。当日は、それぞれの計算結果について報告する。

### References

- Tanaka, T., Configurations of the solar wind flow and magnetic field around the planets with no magnetic field: Calculation by a new MHD simulation scheme, *J. Geophys. Res.*, **98**, 17251, 1993.  
Tanaka, T., Finite volume TVD scheme on an unstructured grid system for three-dimensional MHD simulation of inhomogeneous systems including strong background potential fields, *J. Comput. Phys.*, **111**, 381, 1994.  
Tanaka, T., Generation mechanisms for magnetosphere-ionosphere current systems deduced from a three-dimensional MHD simulation of the solar wind-magnetosphere-ionosphere coupling processes, *J. Geophys. Res.*, **100**, 12057, 1995.

乱れ場を伴った  
磁気圏尾部における単一荷電粒子の軌道

\* 岡田 憲司、星野 真弘、李大榮、中村 匡 (宇宙研)

A Single Particle Motion  
in a Magnetotail-like Configuration  
with Turbulent Fields

\* K.Okada, M.Ishino, D.-Y.Lee, T.K.Nakamura (ISAS)

In a magnetotail-like magnetic field topology, the charged-particle motion is classified into stochastic and regular orbits. Under turbulent fields, however, the above regular particle motion is metamorphosed into the stochastic motion. The transition time scale from regular to stochastic motion depends on the level of turbulence. We will estimate an effective cross field diffusion rate.

定常な磁気圏尾部型磁場において、荷電粒子は一般に stochastic motion をとるものと regular motion をとるものとで明確に区別されることが知られている (J.Chen and P.J.Palmadesso,1986)。我々はこの磁場に乱れ場を与え、その時の粒子軌道の変化を数値実験により解析した。

今回の数値実験では単一荷電粒子の軌道を、8次の Runge-Kutta 法を用いて時間積分する。基準となる磁場は

$$B_x = B_0 \tanh\left(\frac{x}{\delta}\right), B_y = 0, B_z = B_0$$

で与えている。\$B\_0/B\_0 = 0.1\$ でハミルトニアン \$H\$ に対して

$$\tilde{H} = \frac{m B_0^2 c^2}{q^2 B_0^2 \delta^2} H = 50$$

の時の Poincare map を Fig.1 に示す。この図で外側の円は neutral sheet 上で \$B\_x\$ を軸に Larmor motion する様子を、\$(X, X') = (6, 0)\$ 付近は limit cycle を示す様子を示しており、stochastic motion の部分からはっきりと分かれている。

この磁場に対して時間変化する乱れ場 (< 0.01 \$B\_0\$) を与えた時の Poincare map は Fig.2 のようになり、regular motion をしていた粒子も有限時間たつと stochastic motion に移行していく様子が示されている。

今後は、regular motion が stochastic motion に移行する time scale からこの系での実効的な散逸量を見積もり、より詳しく解析する。

Fig.1

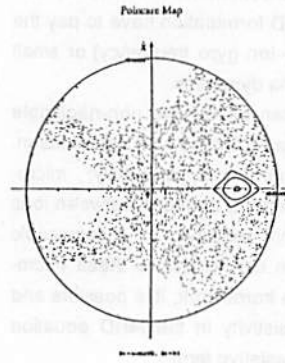
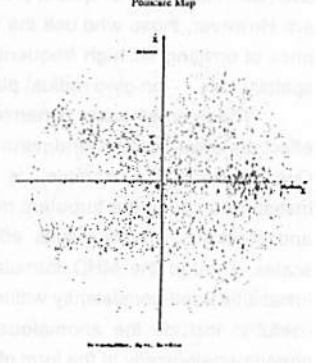


Fig.2



3次元 MHD リコネクションモデルにおける  
プラズマ波動伝播の研究

\* 石川 拓規<sup>1</sup> 大村 善治<sup>1</sup> 松本 絃<sup>1</sup> 鶴飼 正行<sup>2</sup> J.L.Green<sup>3</sup>  
1.京大・超高層 2.愛媛大 3.NASA/GSFC

A Study of Plasma Wave Propagation  
based on 3-D MHD Reconnection Model

\* T.Ishikawa<sup>1</sup> Y.Omura<sup>1</sup> H.Matsumoto<sup>1</sup> M.Ugai<sup>2</sup> J.L.Green<sup>3</sup>  
1.RASC,Kyoto Univ. 2.Ehime Univ. 3.NASA/GSFC

We study propagation characteristics of the plasma waves near the X point reconnection region. To obtain the structure of magnetic field and plasma density, we perform a 3-D MHD simulation. Based on this model, we perform 3-D ray tracing calculations for several wave modes, mainly whistler mode waves and L-O mode waves, assuming the generating region near the X point.

The whistler mode waves are basically guided along the magnetic field \$B\_0\$, but some waves deviate from \$B\_0\$ and propagates obliquely (\$y\$ direction). We compute ray density, and we find a caustic surface due to concentration of the plasma waves. Depending on its frequency (\$\omega/\Omega\_e\$), the propagation characteristics vary dynamically. When the frequency is less than the half of the electron gyrofrequency, the whistler wave propagates nearly parallel to \$B\_0\$. When the wave frequency is higher, the whistler wave tends to propagate in such a way as trapped within a certain angle with respect to the direction of \$B\_0\$.

We will survey spatial distribution of ray density and compare these numerical results with low frequency plasma wave data observed by GEOTAIL.

本研究の目的は、電磁流体シミュレーション (MHD Simulation) によりモデリングされた磁気圏尾部構造より得られるプラズマ密度及び磁場の数値モデルを利用して、磁気圏尾部における様々なプラズマ波動の伝播特性をレイトレイシングを行うことにより解明することである。

従来のレイトレイシングでは、その対象が比較的安定な地球近傍であったこともあり、地球磁気圏を表す電子密度分布、および地球磁場について、何らかのモデルを導入して、それらの値を数式的形で得ていた。しかし、今回対象とする磁気圏尾部はより活発な領域と考えられ、また、地球近傍のような数式化されたモデルもない。そこ

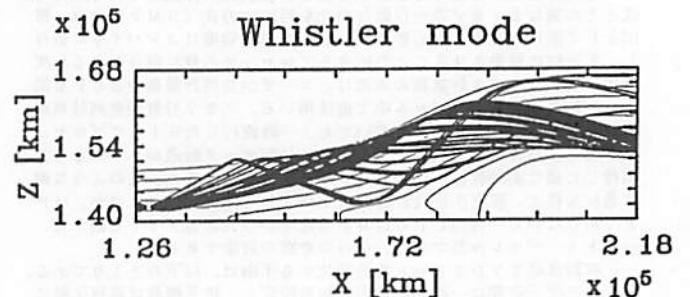
で、本研究では磁場およびプラズマ密度の値を、鶴飼が行った磁気圏尾部の磁気リコネクションモデルの、3次元電磁流体シミュレーションより得ることとする。このように、MHD シミュレーションによる数値モデルを利用することにより、磁気圏尾部領域のようにダイナミックにその構造が変化する領域でも、自己矛盾のない磁場とプラズマ配位のもとに、レイトレイシングを行うことが出来る。

このように数値モデルを用いているため、従来のレイトレイシングとは異なる新しい手法をいくつか導入している。

磁気圏尾部探査衛星 GEOTAIL は、1992年7月24日に打ち上げられ、現在も膨大な観測データを送り続けている。そのプラズマ波動の観測データと比較することも考え、本研究ではローカルの低域ハイブリッド周波数よりも高いホイッスラー波およびプラズマ周波数より高い L-O モード波を中心に解析を進めている。

下に、X 点の近傍を波源と仮定したときのホイッスラー波 (\$f=500\text{Hz}(0.5\Omega\_e)\$) での 3次元レイトレイシングの結果の一例を示す。下図は \$xy\$ 面への投影図である。この図には、同時に磁力線の様子もプロットしてある。図を見ると波源から出たレイはほぼ磁力線に沿った伝播を見せる。ホイッスラー波の伝播特性には周波数依存性があり、\$0.5\Omega\_e\$ 以下では上述のように磁力線にほぼ平行に、それ以上では磁場の強い領域に捕獲されつつ蛇行して伝播する。また、同時に空間的なレイの密度分布を計算している。これより 3次元モデルを用いたことによる \$y\$ 方向への変化が見て取れるとともに、レイの局在化する様子も見られている。

本研究では、このように様々な周波数のプラズマ波動において波源を変化させてレイトレイシングを行い、波動の伝播特性を解明すると共に、レイの密度分布のデータベース化を行い、空間的な波動の強度分布を調べて、実際の衛星の観測データとの比較をする。



A22-P62

### Plasma Distribution Functions in Plasmoids/Flux Ropes

◦ 向井利典、星野真弘、齋藤義文、山本達人、西田篤弘 (宇宙研)  
藤本正樹、前沢潤 (名大理)、寺澤敏夫 (東大理)、町田忍 (京大理)  
国分 征 (名大STE研)

T. Mukai, M. Hoshino, Y. Saito, T. Yamamoto, A. Nishida (ISAS),  
M. Fujimoto, K. Maezawa (Nagoya Univ.), T. Terasawa (Univ. Tokyo),  
S. Machida (Kyoto Univ.), and S. Kokubun (STE Lab.)

Based on the GEOTAIL/LEP observations in the magnetotail, we have found that the ion distribution functions in plasmoids/flux ropes frequently show the existence of two components counterstreaming along the magnetic field lines. Here the "counterstreaming" is a fine structure inside the whole distribution, which convects tailward with high speeds. The relative velocity of the two components along the magnetic field line is as high as several hundreds km/sec, which is comparable to the Alfvén speed. It is common that each component has an anisotropic distribution with the perpendicular temperature being a few times higher than the parallel temperature, but the two components are not necessarily similar in terms of the shape of the velocity distributions or their densities/temperatures. Hence, the two components are probably formed by different mechanisms, or originate from different sources in the same field line. The simultaneous electron distribution functions also consist of two components; bi-directional field aligned components with a flat-top distribution coexisting with a hotter background component which is isotropic or slightly pan-caked.

The above signatures are most evident in the latter part of the plasmoid/flux-rope structure after the magnetic  $B_z$  component is turned southward and the tailward bulk velocity increases stepwise. It is also concluded that a major part of the plasma distribution functions are

characterized by these features, because the duration of the southward turning is longer than the northward duration. It should also be noted that the signatures are observed even near the neutral sheet in which the  $B_x$  component becomes very small but the magnitude of the total magnetic field is considerably large due to the existence of the  $B_y$  field. A preliminary survey reveals that the signatures show a systematic variation with space. That is, the two ion beams have similar hot ( $\sim 1$  keV) temperatures near the neutral sheet, while one component becomes much cooler than the other when the spacecraft is approached near the outer boundary (plasma sheet boundary layer). The shoulder energy of the electron flat-top distribution is higher in the former situation.

The formation mechanism of the above signatures is most likely due to the slow-mode shock. The existence of two components downstream and upstream in the field-aligned direction is well known in the upstream region of as well as inside the slow shock. The downstream ions are heated and accelerated perpendicularly in the current sheet of the slow shock, while electrons are accelerated in the field-aligned direction by the electrostatic potential difference across the slow shock, which leads to a flat-top distribution due to energy diffusion. The existence of the above signatures even near the neutral sheet suggests that the similar kinetic structure is not only localized in the plasma sheet boundary layer but also distributed rather diffusely deep inside the plasmoid/flux rope.

Finally this model yields an implication to the magnetic structure that most of the field lines are open and connected directly to the lobe field line, and even if closed-loop field lines or flux ropes exist, they constitute only a part of the whole structure near the head. This is also consistent with a MHD reconnection model that fast plasma jets begin to be formed after reconnection of the lobe field lines.

A22-P63

### プラズマ密度不均一に起因する UH 波動起 に関する計算機実験

◦ 上田 裕子<sup>1</sup>, 大村 善治<sup>11</sup>, 松本 敏<sup>11</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学工学部, <sup>11</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

◦ Hiroko UEDA<sup>1</sup>, Yoshiharu OMURA<sup>11</sup> and Hiroshi MATSUMOTO<sup>11</sup>  
<sup>1</sup> Chiba University, <sup>11</sup> RASC, Kyoto University

We investigate direct conversion (DC) process of O-L 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. UH wave is generally observed by satellites in disturbed region. And also the generation of UH wave seems to be essential in explaining some of the feature of stimulated electromagnetic emissions (SEE), the secondary radio emissions observed in ionospheric heating experiments. Excitation energy of UH wave has been investigated using various parameters, degree of the irregularity, scale of the irregularity as compared with the pump wave length, propagation angle to the static magnetic field, and pump frequency as compared with cyclotron frequency.

磁気圏・電離圏の擾乱領域近傍における衛星観測などでは、高域混成 (UH) 波は最も一般的に観測される波動のひとつである。一方 UH 波の励起機構として、密度不均一を有するプラズマと電磁波の相互作用による Direct Conversion (DC) と呼ばれるメカニズムが考えられている。これは磁力線に対して垂直方向に電磁波の波長程度の密度不均一が存在するプラズマ中を O-L モードの電磁波が伝搬する場合に UH 波が励起されるというものである。DC はまた、電離圏加熱実験で観測される非線形励起波 SEE (Stimulated Electromagnetic Emission) の励起機構を説明する上でも重要な役割を果たすと考えられている。

不均一プラズマにおける波動伝搬、励起に関する解析法として、不均一のスケールが波長に比べて十分大きい場合は WKB 近似などが知られているが、波長程度のスケールの場合には理論的解析はきわめて困難である。そこで本研究では、波動の伝搬に対するこのようなプラズマ密度不均一の影響を明かにするため、DC による UH 波の励起の問題をモデルに計算機実験を行なった。

DC におけるポンプ波のエネルギーに対する励起 UH 波のエネルギーの比は、密度不均一の程度、不均一のスケールとポンプ波長との比、ポンプ波の伝搬方向の磁力線に対する角度、およびポンプ周波数とサイクロトロン周波数との比などに依存して大きく変化すると予想される。本研究ではまず、不均一のスケールとポンプ波長との比をパラメータとして計算機実験を行ない大まかな傾向を確認することはできた。今後は定量的にも依存性を明かにし、またその他のパラメータに関しても検討してゆきたい。

\*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。

**A22-P64** 昭和基地に於けるスペクトルマトリクス法によるリアルタイムVLF方探システムの開発  
 野地雅行、山岸久雄 (極地研)  
 鳥倉 信 (千歳大)

Development of real time direction finding system of VLF waves using spectra matrix method in SHOWA station.  
 Masayuki Kikuchi, Hisao Yamagishi (NIPR)  
 Shin Shimakura (Chiba Univ.)

Abstract: A real time observation system for VLF direction finding is developed by using the spectra matrix method. This system is used for monitoring the direction of VLF waves all through years for statistical study. Since the spectra matrix method is not suitable for a statistical study (because it need very long time to make a direction chart). We directly calculate the spectra matrix by using analog circuit instead of digital circuit. We also calculate directions of VLF wave by multi task computer, and make a quick look direction chart at the same time for a statistical study.

<はじめに>

南極地域におけるVLFの方探観測はイギリスのHalley Bay基地をはじめ幾つかの基地で行われている。昭和基地においても19次隊(西野、他)、34次隊(六山、他)により観測が行われた。19次隊では、三点で観測を行い、VLF波動の到来時間の時間差から到来方向を導出する観測が行われた。この手法の利点は高い時間分解能を持つ事であるが、波源は1点と仮定する必要がある。34次隊では磁界2成分、電界1成分のアンテナを用いた方探観測が行われ、スペクトルマトリクス法を用いた複数波源の特定を試みている。この方法は二点以上の波源の分離ができるという利点を持つ一方で、計算時間に時間が掛かる事、取得されたデータをデジタル化した場合にデータが大量になることから、年間を通した統計的な解析は困難であった。この方法で電波源の方向を特定する場合、始めに磁界2成分、電界1成分からスペクトルマトリクスを計算する。そしてそのデータからスペクトルマトリクスを計算し、さらにその後、方探チャートを作成するという手順を踏む必要がある。ところが従来のシステムではスペクトルマトリクスの計算を行う際に、3成分のアナログデータの時刻を合わせた後AD変換している。この時の処理の複雑さがスペクトルマトリクス法を用いた統計的な研究を妨げる要因となっている。

<37次隊におけるVLF方探観測の目的>

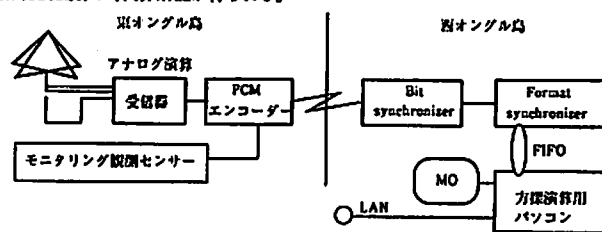
これらの観測をふまえて、37次隊ではセンサーからの情報をPCMエンコーダの前段で直接アナログ演算を行い、スペクトルマトリクスの導出を行うシステムを導入する。この様子を図に示す。さらにA/D変換後PCMエンコーダから出力されるスペクトルマトリクスは、これを取捨するタスク、行列成分から方探チャートを直接計算するタスク、及び方探チャートを出力するタスクを同一コンピュータで行う。この準リアルタイムな解析システムは、従来長期間のモニタ的な観測に向かなかったスペクトルマトリクス法を、定常観測の一部に盛り込むことを目的としている。

<センサー部及びスペクトルマトリクス計算部>

磁界のセンサー部は2成分の直交ループアンテナである。観測全体はシールドされており、頂点のみ数ミリの刻みを入れて磁界の侵入を許している。電界1成分のセンサーはパッチカルアンテナを用いる。東オングル島でアンテナから受信された信号は、PCMエンコーダでA/D変換される前段で、アナログ演算によりスペクトルマトリクスに変換される。その後、スペクトルマトリクスの成分となった信号がPCMエンコーダでAD変換され、西オングル島の観測棟で受信される。観測周波数は0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.25kHzの6点を32msecで掃引する。

<スペクトルマトリクスアナライザ部>

PCM データはフォーマットシンクロナイザ用のパソコンを通り、FIFOバッファを介して、マルチタスクOS制御下の解析用パソコンに渡される。この解析用パソコンによりフォーマットの解釈、スペクトルマトリクスの平均化が行われ、データ量を10分の1程度に落として光ディスクにストアされる。さらに同一コンピュータ内で、方探チャートの計算、及びチャートの出力を行う(この場合、シェアードハードディスクを用いて方向計算の為のパソコンとプロセスを分離する事も可能である)。各周波数毎に10データのスペクトルマトリクスのアンサンブル平均をとるため、最高320msecの時間分解能が得られる。



昭和基地VLF方探ブロック図

**A22-P65** 単色ホイスラー波による自発的サイドバンド波の生成の可能性  
 池田 慎 (武蔵大)

A possibility of spontaneous sideband generation by monochromatic whistler wave

Makoto Ikeda (Musashi University)

I have examined a possibility of spontaneous sideband generation by a non-linear resonant interaction between untrapped energetic electrons and a whistler mode wave with a single constant frequency. The untrapped energetic electrons with a maxwell distribution bunch in phase on a plane perpendicular to an external magnetic field. I think the non-linear currents generated from this bunching, such as loop currents on the plane, radiate whistler sideband waves with discrete frequencies. These frequencies are different from an oscillation frequency of pendulum formed by the non-linear resonant interaction, and power line harmonics observed in the magnetosphere.

地球磁気圏に侵入した単色ホイスラー波は、飽和値に達した後、ある条件がそろった場合、その周波数の周囲にサイドバンド波を生成する。ここではそのサイドバンド波の周波数値を報告する。考えている系において、外部磁場、コールドプラズマ密度、入射ホイスラー波の振幅を一定とする。入射ホイスラー波の振幅が一定という条件は、それが飽和値に達した後の状態を考えているという事で正当化されると思われる。さらに媒質の不均質を考慮しなかったが、

それを考慮しなくともサイドバンド波が生成されるという事を主張したい。

方程式系は、単色ホイスラー波とドップラーシフトした非線形サイクロトロン共振の下での電子の運動方程式である。

$$\frac{dz}{dt} = u_z + V_A \quad (1)$$

$$\frac{du_{\perp}}{dt} = \left( u_{\perp} - \frac{\Omega_0}{k} \right) \omega_1 \sin \xi \quad (2)$$

$$\frac{du_z}{dt} = -u_z \omega_1 \sin \xi \quad (3)$$

$$\frac{d\xi}{dt} = k u_{\perp} + \frac{u_z - \frac{\Omega_0}{k}}{u_z} \omega_1 \cos \xi \quad (4)$$

共振電子の磁場に垂直な方向の成分(u<sub>⊥</sub>)と平行な成分(u<sub>z</sub>)は共に可変とする。それらの運動方程式は摂動展開され、それぞれのオーダーでその微分方程式の解が求められる。考えている電子は入射ホイスラーモード波と共振相互作用をするが、その位相ポテンシャル内に捕捉されていない電子である。いわゆるセパトリックスの外側の非共振電子を考える。これらの電子は振幅一定のホイスラー波の座標系内でエネルギーを保存する。さらにこれらの電子はセパトリックスの外側で位相パンチングする。初期条件として入射電子をマックスウェル分布とするため、パンチングした電子群は磁力線に垂直な方向の電流を作る。この電流はある共振条件を満たす事により、離散化された周波数スペクトルを示し、ループ電流として、直接ホイスラーモードの離散化されたサイドバンド波を生成すると思われる。しかしながら生じたサイドバンド波は振幅が非常に小さいと思われ、さらに増幅が必要かもしれない。

この論文においては、次のような可能性を紹介する。上記に示した自発的サイドバンド波のモデルにより、非共振電子による位相パンチングから離散化された周波数スペクトルが得られるという可能性、これらのサイドバンド波の周波数間隔は、電子のトラッピング周波数や産業電力線の高調波と異なるという可能性を紹介したい。

## A22-P66プラズマポーズ外側の低周波数静電的波動

-静電的ドリフト波の可能性-

劉 洪 林 幹治(東大 STP)

関分 征(名大 STE)

森岡 昭(東北大 UASRL)

### Low-frequency Electrostatic Waves at the High-latitude Side of the Plasmapause

H.Liu, K.Hayashi

Department of Earth and Planetary Physics, University of Tokyo

S.Kokubun

Solar Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

A.Morioka

Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University

We have reported an initial result of the low-frequency electrostatic noises that were observed in the vicinity of the plasmapause by search-coil wave measurements on board Akebono(EXOS-D) satellite and detected specially in the down and dusk sectors of the local time. By further data analysing, we will show you that the observed noises exist at the high-latitude side of the plasmapause in which the plasma has density gradients. So, as an appropriate candidate, the noises can be treated as an electrostatic drift wave induced by density gradients. The dependence of noise phenomenon on local time will be examined in future.

「あけぼの」衛星のサーチコイル磁力計の観測によるプラズマポーズ近傍に現れた低周波数の静電的ノイズについて、去年の学会で最初のデータ解析結果を報告した。

現象は磁場の変動を伴わず、静電的なものであり、磁気緯度の約 60°よりやや低緯度側において、高さ 3000km から 10000km までの間に観測されるものである。特に、この現象は周波数が数 Hz から十数 Hz までしか伸びず、ローカル時間の朝方と夕方に集中的に現れ、プラズマポーズの位置や形状などの特徴を反映しているように見える独特なものである。

以上の結果に関して、今回は「あけぼの」衛星の同時観測に得られた PWS データと MGF データとの関連解析によって、現象の発生域を確定した。つまり、PWS データから自然の Upper Hybrid Resonance 周波数  $f_{UHR}$  を求め、そして、フラックスゲート磁力計に測定された MGF データから電子のサイクロトロン周波数  $f_c$  を求め、最後に  $f_p = (f_{UHR}^2 - f_c^2)^{1/2}$  ( $f_p$ : 電子のプラズマ周波数) によって、現象の発生域の電子密度についての情報が得られた。現象のある全ての観測例について電子密度の変化を調べた結果、この低周波数の静電的ノイズが密度勾配の存在するプラズマポーズ外側に現れていたことが分かった。更に、現象の発生機構について、プラズマの密度勾配による不安定性に励起された静電的ドリフト波として、この低周波数ノイズは、プラズマポーズの外側において、成長する可能性が十分にあることが計算の結果で分かった。

又、現象のローカル時間の依存性について、「あけぼの」衛星の観測特徴から、特に現象を静電的ドリフト波とした場合を考えて、現実的に合理的な物理解釈を行なった。



A会場

10月7日(土) 午前

# 磁気圏プラズマ波動—II

## Plasma Waves in the Magnetosphere—II

oral: A41-01~12

poster: A41-P67~P74

座長

橋本弘蔵 (京大・超高層)

小野高幸 (東北大・理学部)

## GEOTAIL プラズマ波動観測による長時間変動の解析

\* 松本 敏 小嶋浩明 並羽康正 村田健史 R. R. Anderson<sup>2</sup> 白井英之 大村啓治  
橋本弘敏 長野 勇<sup>3</sup> 筒井 登<sup>4</sup> 岡田敏英<sup>5</sup>

京都大学超高層電波研究センター

1. 愛媛大 2. アイオワ大 3. 金沢大 4. 京大 5. 富山県立大

## Long-term Variation of Plasma Wave Features Observed by GEOTAIL

\* H. Matsumoto, H. Kojima, Y. Kasaba, T. Murata<sup>1</sup>, R. R. Anderson<sup>2</sup> H. Usui, Y. Omura, K. Hashimoto, I. Nagano<sup>3</sup>, M. Tsutsui<sup>4</sup>, and T. Okada<sup>5</sup>

Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University 1. Ehime Univ., 2. Univ. of Iowa, 3. Kanazawa Univ.,

4. Kyoto Sangou Univ., 5. Toyama Prefectural Univ.

Since the launch of GEOTAIL, three years has passed. During the past three years, the GEOTAIL PWI collected various wave activities along the GEOTAIL orbits which cover the solar wind, the magnetosheath, and the geomagnetic tail (the tail lobe, the plasma sheet and other boundaries). The huge set of the plasma wave data is now being handled by and stored in the Kyoto University Data Archive System.

Fully utilization of the data archived in the system will enable us to analyze the dataset in a very flexible way. One idea is to re-examine the wave data with different time scales. Up to now, we have examined our wave data with time scales of milliseconds, seconds, minutes and hours. The most conventional display, for example, of the SFA is a plot over 2 or 12 hours. That for the MCA is the same plus with finer time scales such as minutes.

In this presentation, we will go to the other direction in time scale, i.e., to the longer time scale such as semi-diurnal, diurnal, weekly(?), monthly, quarterly, seasonal or annual time scales. A simple attempt of contracting the time scale has already made to see the daily variation of the AKR. A clear daily variation of the AKR frequency bands have been found by some of the current authors.

In the presentation we will describe our data archive system followed by the analysis of various plasma wave features on long time scales. Promising wave mode which will show a clear long time (or large spatial variation) are AKR, Type III bursts, Shocks, Continuum Radiation, and probably MNB. The nature of the Electrostatic Waves such as BEN, NEN and ECH will not be well dug out in such longer time scales. This is expected by the local nature of the ES waves but we will see the results by the time of our presentation.

## AMR (Auroral Myriametric Radiation) の励起機構

\* 橋本弘敏, 松本敏, 小嶋浩明  
京都大学超高層電波研究センター

## Generation mechanism of AMR (Auroral Myriametric Radiation)

\* K. Hashimoto, H. Matsumoto, and H. Kojima  
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

The GEOTAIL Plasma Wave Instrument (PWI) observed the Auroral Myriametric Radiation (AMR) whose frequency range is about 1 - 30 kHz and similar to the continuum radiation and which show a good correlation with AKR. This suggests the source location of AMR are similar to that of the AKR.

An example of DE 1 observations in such a source region is shown in Plate 1 of ref. 2. The O-mode waves are observed above the local plasma frequency in the cavity, which are reported as the guided O-mode waves within the cavity. Z mode is also observed in the region.

We can conclude from ray tracing studies that the AMR observed by GEOTAIL is generated in the plasma cavity by a mode conversion from the Z mode to the O mode which is similar to that for the continuum near the equatorial plasmopause.

GEOTAIL PWI プラズマ波動観測装置において TMR (Terrestrial Myriametric Radiation; Continuum radiation), 特に trapped continuum と同じ周波数帯である 1 から約 20 kHz で AKR と高い相関のある放射が受信されており, 強度も強い. 通常の continuum とは異なったものと考えられ AKR とも相関が高いことから AMR (Auroral Myriametric Radiation) と名付けた<sup>1)</sup>.

AMR の源としては, AKR と同じくサイクロトロン周波数近傍が考えられるが, 深の高度が非常に高くなり過ぎ, 強度も低くなるので考えにくい. そこで AKR と同じく不変緯度 70° を中心とする plasma cavity を考え ray tracing を行なった. この中心より少し偏側の cavity の壁から, その場所のプラズマ周波数 ( $f_p$ ) の少し上から出るものとして ray tracing を行い, O モードで放射されたかすると, 極方向に向かって出た波も cavity の  $f = f_p$  近傍で低緯度側に反射もしくは屈折し地球から遠方まで伝わることを示した. これ以降は通常の continuum と同様に magnetopause などでも反射しつつ GEOTAIL で受信される.

一方この波動は DE 1 衛星の波動観測装置で極域において観測されている. Whistler mode の funnel が  $f < f_p$  で受信されている極域において,  $f > f_p$  の周波数領域で O モードと判別される波動を受信している. Auroral plasma cavity に guide された O モード波として報告されているもの<sup>2)</sup> と同一であり, この波動が AMR のソースであると考えられる. cavity の極域では Z モードも受信されている.

この cavity 領域ではサイクロトロン周波数よりもプラズマ周波数の方が高く, また粒子の降り込みが多くあり, 様々な波動が励起されるものと考えられる. サイクロトロン周波数よりも高い周波数では, O, X の両モードが存在し良く知られた AKR の源となる. プラズマ周波数以下では funnel 型として良く知られた強力なホイッスラー波が観測されている.

コールドプラズマ中の分散関係を考えると, プラズマ周波数の上下では, さらに Z モードが存在し, プラズマ周波数より下の L-X モードと, これより上の R-X モードがあり, 分散関係は連続している. さらに, プラズマ周波数より上に O モードが存在する. これは, サイクロトロン周波数よりも高い周波数で AKR と同じ自由空間伝播につながるものである. cavity 領域では急激な電子密度勾配が存在し, 赤道域の plasmopause での continuum の発生と同様の機構<sup>3)</sup> で Z モードが問題の O モード波に変換されると考えられる. すなわち, ほぼ磁力線と直角方向に密度勾配が存在し, 電波の周波数がプラズマ周波数と等しいところを境に, 密度の低い側に存在している Z(R-X) モード波が, 密度の高い側に Z(L-X) モードで伝わり, 再び密度の高い側に伝わる際に, 一部が O モードに変換される.

文献 2) では, cavity 内の高緯度側で Z モードが観測され, さらに内側で O モードが観測されており, O モードの源になる Z モードの方が強力であること考慮すると, 矛盾はない. Beaming の方向はサイクロトロン周波数よりもプラズマ周波数がかなり低いため, 磁力線となす角は小さくなるが, これも ray tracing の結果を支持する. plasmopause における場合と同様の機構であっても, 高エネルギー粒子のより多く存在する極域の方が強力な波動が励起されることは, 十分に期待される. この Z モードの源は UHR 周波数は AMR の周波数に比べて高過ぎるので continuum の場合と同じではない. R-X モードのプラズマで直接励起されたか, ホイッスラーモードが変換された可能性はあるが, まだ明らかでない.

結論として, AMR は cavity の高緯度側の密度勾配の大ききところで, 赤道域の plasmopause で Z モード波が O モードの continuum に変換されると同様の機構で励起されるものと考えられる.

## 参考文献

- 1) K. Hashimoto et al., *GRL*, 22-12, 2927, 1994.
- 2) W. Calvert and K. Hashimoto, *JGR*, 95, 3943, 1990.
- 3) D. Jones, *Nature*, 288, 225, 1980.

Continuum Radiation の発生、伝播特性

長野 勇<sup>1</sup> 八木谷 聡<sup>1</sup> 掛橋 勇次<sup>1</sup> 松本 紘<sup>2</sup> 橋本 弘康<sup>2</sup>

<sup>1</sup>金沢大工 <sup>2</sup>京大超高度層

Generation and propagation of continuum radiation observed by GEOTAIL in the distant geomagnetic tail

<sup>1</sup>I. Nagano<sup>1</sup>, S. Yagita<sup>1</sup>, Y. Kakui<sup>1</sup>, H. Matsumoto<sup>2</sup>, K. Hashimoto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kanazawa University, <sup>2</sup>IASAC, Kyoto University

Continuum radiation (CR) has been frequently observed by GEOTAIL in the geomagnetic tail lobe region, with its lower cutoff frequencies as low as about 1 kHz, and sometimes with strong electron cyclotron harmonic (ECH) waves. In the plasma sheet boundary layer (PSBL), with a steep plasma density gradient perpendicular to the geomagnetic field line, we can expect that an O mode CR (CR) is considered as a mixture of O and X mode waves that are generated from an ECH wave through a "radio window". To confirm this mechanism, we calculate a coupling efficiency from a Z mode wave (which has been generated from the ECH wave at the UHR frequency) into an O mode wave through the radio window, using a full wave analysis with a plasma model of the PSBL. The efficiency becomes maximum (almost 100%) for an O mode wave to be radiated at about 20 degrees off the north/south directions. Assuming that the O mode CR observed in the tail region is generated in such a way and trapped in the lobe region, we classify detailed frequency-time structures of the CR, which have been acquired by the wave form capture onboard GEOTAIL, into several specific types depending upon distance from a CR source region.

GEOTAIL 衛星により、これまで地球磁気圏内部のほとんどの場所において、数 kHz~数 10 kHz に連続的な X モードを持つ Continuum Radiation (CR) が観測されている。特に磁気圏尾部 X モード領域において、CR の低域カットオフ周波数はしばしば 1 kHz 以下になり、同時に強い電子サイクロトロン高調波 (ECH 波) が観測されることがある。従来、比較的地球近傍で観測される CR の源は Plasmasheet (PP) 付近に存在する ECH 波であると言われているが、尾部において観測される CR も Plasma Sheet Boundary Layer (PSBL) 付近 (PP と同様に地球磁場に垂直な X モード密度勾配を持つ) の ECH 波から発生して、ロー領域に閉じ込められたものではないかと考えられる。そこで、尾部 PSBL における CR の発生メカニズムを検証するため、PSBL の X モード領域において Full Wave 計算を行ない、UHR 周波数において ECH から生じた Z モードと、そこから Radio Window を通して放射される O モードとの間の変換効率を計算した (CR は、O モードおよび X モードで伝播していると考えられているが、ここでは O モードのみを目的とした)。そ

A41-04 Remote Sensing of Magnetosphere : 1. The 2f<sub>p</sub> Emission from the Terrestrial Foreshock Region

Yasunasa Kamba<sup>1</sup>, Hiroshi Matsumoto<sup>1</sup>, R. Anderson<sup>2</sup>, J.-L. Bougeret<sup>3</sup>, M. L. Kaiser<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University <sup>2</sup>The Univ. of Iowa <sup>3</sup>Paris-Medison Observatory 4. NASA/Goddard Space Flight Center

Above the plasma frequency of the solar wind, electromagnetic emissions are not trapped in the magnetosphere. Therefore, we can use these emissions as the probe of remote sensing to investigate the magnetospheric structure, the location of the source region, and the physical conditions along the propagation path. Moreover, we can make simultaneous multi-satellite observation of these emissions. GEOTAIL PWI have observed electromagnetic emissions for a long time, and we already used Aurora Kilometric Radiation and Terrestrial Continuum Radiation data for these remote sensing analysis. In this report, we use new emission, the 2f<sub>p</sub> emission from the terrestrial foreshock, for investigation of terrestrial bow shock. The 2f<sub>p</sub> emission is excited by suprathermal electron beam. In the terrestrial foreshock, this is excited by energetic electron beam which is generated by Fermi acceleration at terrestrial bow shock. Therefore, this emission has a capability as a good indicator of the location and the physical condition of bow shock. We will investigate the correlation of bow shock parameters with solar wind physical conditions. We will also made simultaneous observation with WIND for determination of precise source location and propagation effect.

太陽風 X モード波 (約 20-30 kHz) より高周波では、電磁波は磁気圏内に拘束されずに遠方まで伝播する。このため、これらの電磁波観測は Remote Sensing と呼ばれる。また、これらの電磁波はプラズマ周波数以上の周波数を持つことが可能である。また、これら観測による同時観測を行うことも可能で、波源や伝播経路の位置状況を一の衛星によって得ることも可能である。GEOTAIL プラスマダイナミックスペクトル (PWI) は、これまで Aurora Kilometric Radiation (AKR) と地球近傍からの電磁波観測による地球磁気圏構造の remote sensing 解析を行なってきており、既にこれらの観測による地球磁気圏構造の remote sensing 解析を行な

ている。今学会では、新しい解析として、bow shock 上で放射される 2f<sub>p</sub> emission remote 観測の現時点における解析結果を報告する。2f<sub>p</sub> emission は、X モード周波数の 2 倍の周波数を持つ電磁波で、type III 太陽電波 X モードなどでも主要な役割を果たすものである。地球磁気圏近傍において、bow shock の上で放射される。この 2f<sub>p</sub> emission は、bow shock での反射と Fermi 加速により形成される磁気圏電子 X モードにより励起される。parallel shock を形成する磁気圏に沿って観測されるため、bow shock の位置、特に parallel shock の位置を示す良い指標である。bow shock の位置は太陽風速度および磁場強度の両方に共に敏感である。2f<sub>p</sub> emission の放射位置を観測することによりこの位置変動を常時観測する X モードとして使用できる可能性がある。また、太陽風の影響による foreshock 電子 X モードの密度・エネルギー変動は 2f<sub>p</sub> emission 強度にも影響するため、2f<sub>p</sub> emission の強度変動観測を bow shock の物理環境のプローブとして使用できる可能性がある。GEOTAIL は昨年 11 月より neartail orbit に投入されたため、Bow Shock 近傍に滞在する期間が大幅に延長された。2f<sub>p</sub> emission を観測している。また、昨年 11 月に打ち上げられた WIND 衛星による太陽風の X モードが使用可能となったため、太陽風 X モードとの相関を詳細に調べることが可能となった。さらに、GEOTAIL・WIND 両衛星の位置によって同一波源からの 2f<sub>p</sub> emission を同時観測可能であり、波源の位置や伝播特性をより特定できると思われる。本報告では、これらの特徴を生かした GEOTAIL と WIND による共同観測結果を元に、2f<sub>p</sub> emission を用いた bow shock 観測の feasibility、特に太陽風による bow shock コントロールの同時観測可能性を検証したい。

図: 磁気圏尾部で観測された CR の電界 X モード構造。左図が 8.7 秒間の X モード X モード構造、右図が周波数 8.7 秒間の平均 X モード強度を示す。衛星の X モード軸に垂直な電界成分が、矢印と矢印の間軸の上矢印のところで地球磁場に平行な電界成分が、矢印と矢印の間軸では垂直な成分が観測される。



## A41-05 プラズマシート境界層で観測される 静電孤立波の伝搬方向解析

○小嶋 浩嗣<sup>1</sup>, 松本 紘<sup>1</sup>, R. R. Anderson<sup>2</sup>, 長野 勇<sup>3</sup>, 大村 善治<sup>1</sup>,  
堀山 聡子<sup>1</sup>, 向井 利典<sup>4</sup>, 町田 忍<sup>5</sup>, 齋藤 長文<sup>4</sup>,  
山本 達人<sup>4</sup>, 園分 征<sup>6</sup>

1. 京大・超高層 2. アイオワ大学 3. 金沢大・工  
4. 宇宙研 5. 京大・理 6. 名大・STE研

### Propagation Direction of the Electrostatic Solitary Waves Observed in the Plasma Sheet Boundary Layer

H. Kojima<sup>1</sup>, H. Matsumoto<sup>1</sup>, R. R. Anderson<sup>2</sup>, I. Nagano<sup>3</sup>, Y. Omura<sup>1</sup>,  
S. Horiyama<sup>1</sup>, T. Mukai<sup>4</sup>, S. Machida<sup>5</sup>, Y. Saito<sup>4</sup>,  
T. Yamamoto<sup>4</sup>, and S. Kokubun<sup>6</sup>

1. RASC, Kyoto Univ. 2. Univ. of Iowa 3. Kanazawa Univ.  
4. ISAS 5. Kyoto Univ. 6. STE Lab., Nagoya Univ.

Plasma Wave Instrument (PWI) onboard GEOTAIL spacecraft successfully revealed the waveforms of the Broadband Electrostatic Noise. The observed waveforms consist of a series of the isolated bi-polar pulses and they were termed "Electrostatic Solitary Waves (ESW)." In general, it is very difficult to know the propagation direction of the purely electrostatic waves, however, concerning the ESW, we can easily identify the propagation direction using the relation between the phase of the observed ESW and the antenna polarity. In the present paper, we will show the results of the analyses on the propagation direction of the ESW and discuss its relation of the electron distribution, which are predicted to be closely related to the ESW generation by the computer experiments.

広帯域静電ノイズと呼ばれていたプラズマシート境界層で観測される波動が、実は、ノイズ的なものではなく孤立したスパイク状の波形から成り立っていることが GEOTAIL による波形観測により初めて明らかにされ、「静電孤立波(ESW)」と名付けられた[1]。更に、この観測をもとに行なった計算機実験によって、この ESW 波形が電子ビームによる不安定性の非線形発展によって形成されるうというモデルも提唱された[1, 2]。実際、観測でも ESW の波形の変化は数 10msec のオーダーで起こっており、その時間

スケールからイオンよりも電子のダイナミクスが重要であることを示唆している。計算機実験から、ESW の流れていく方向は励起源となった電子ビームの方向と一致する必要があり、そのため観測から ESW の伝搬方向を明らかにすることは大変重要である。

一般に静電波の伝搬方向を調べるのは困難であるが、ESW の特徴である「孤立性」と「山と谷の対になっているという特徴」を利用すれば、アンテナの極性と比較することによってその伝搬方向を求めることができる。もちろん、この時、ESW によるポテンシャルが電子によるものであるという仮定が必要である。

図は、PWI 波形観測受信器の 1 シーケンスの間に、この ESW の伝搬向きがどのように変化したかを示したダイアグラムである。これをみてわかるように、わずか数秒の間に伝搬方向が 180 度変化しているばかりでなく、Earthward, Tailward 両方の ESW が同時に観測されている瞬間も存在していることがわかる。

本講演では、このような観測例を LEP による電子分布関数との比較を行いながら、計算機実験から提唱されている ESW の発生メカニズムについての観測面からの評価を行う。

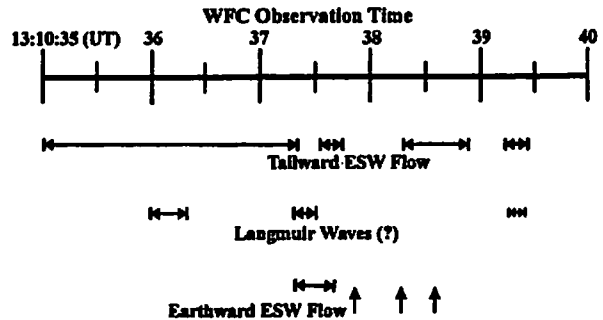


Figure: Variation of the propagation direction of the ESW.

[1] Matsumoto et al., *Geophys. Res. Lett.*, 21, 2915, 1994.

[2] Omura et al., *Geophys. Res. Lett.*, 21, 2923, 1994.

## A41-06 磁気圏尾部で観測される 狭帯域静電波

○堀山 聡子<sup>1</sup>, 小嶋 浩嗣<sup>1</sup>, 松本 紘<sup>1</sup>, R. R. Anderson<sup>2</sup>, 筒井 隆<sup>3</sup>,  
山本 達人<sup>4</sup>, 園分 征<sup>5</sup>, 向井 利典<sup>4</sup>, 町田 忍<sup>6</sup>, 斎藤 長文<sup>4</sup>

1. 京大・超高層 2. アイオワ大学 3. 京都産業大学  
4. 宇宙研 5. 名古屋大学 STE 研究所 6. 京大・理

### Narrowband Electrostatic Emissions observed in the distant magnetotail region

○ S. Horiyama<sup>1</sup>, H. Kojima<sup>1</sup>, H. Matsumoto<sup>1</sup>, R. R. Anderson<sup>2</sup>, M. Tsutsui<sup>3</sup>,  
T. Yamamoto<sup>4</sup>, S. Kokubun<sup>5</sup>, T. Mukai<sup>4</sup>, S. Machida<sup>6</sup>, Y. Saito<sup>4</sup>

1. RASC, Kyoto Univ. 2. Univ. of Iowa 3. Kyoto Sangyo Univ.  
4. ISAS 5. STE Laboratory, Nagoya Univ. 6. Kyoto Univ.

Narrowband Electrostatic Emissions are commonly observed in the Lobe and Magnetosheath regions. The GEOTAIL Plasma Wave Instrument showed that their waveforms are quasi-sinusoidal. We also found that they have the bursty feature that their amplitudes and frequencies quickly change. These common features of these waves suggest the possible each generation mechanism is the same with each other.

Another interesting point in the common features of these waves is their good correlation of the ion flows which propagate in parallel to the ambient magnetic field.

In the present paper, we will introduce the detailed features of the Narrowband Electrostatic Emissions observed in the Lobe and Magnetosheath regions. We will also discuss the correlation between the plasma measurement and these emissions.

1992年7月24日に打ち上げられた磁気圏尾部探査衛星 GEOTAIL は、その長楕円に近い軌道の性格上、磁気圏の内部だけでなく外部(マグネトシース)の観測を行う上でも非常によい条件にある。

これまでに GEOTAIL プラズマ波動観測では、マグネトシース領域、ローブ領域において観測された狭帯域静電波の解析を主に WFC (Wave Form Capture), MCA (Multi-Channel Analyzer), SFA (Sweep Frequency Analyzer) の観測データを用いて行ってきた。

ローブ領域とマグネトシース領域とはプラズマ環境が異なっている

にも関わらず、狭帯域静電波はどちらの領域においても共通の特徴、すなわち、波形が正弦波的で周波数帯域が狭帯域であり、SFA, MCA では高周波部分に localize して見え、外部磁場に対して平行伝搬であることが確認されている。

さらにこの狭帯域静電波は外部磁場や外部磁場に平行なイオンフローと相関があることもわかってきた。ローブ領域においては外部磁場に平行なコールドイオンフローが発生する時に観測され、マグネトシース領域では外部磁場の仰角とイオンフローの仰角との差が小さくなった時に観測されやすい。

本発表では、磁気圏尾部のローブ領域、マグネトシース領域で共通に観測されている狭帯域静電波について、外部磁場、粒子との相関解析結果についても触れながら、発生メカニズムを考える上で重要なプラズマ環境と波動観測との関係を議論する。

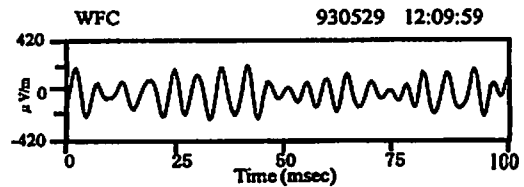


図1: Lobe領域で観測された狭帯域静電波の波形

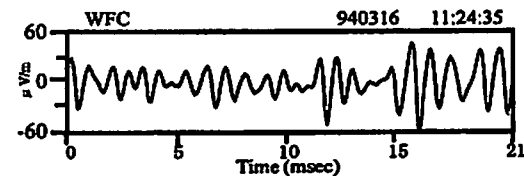


図2: Magnetosheathで観測される狭帯域静電波の波形

A41-07 **GEOTAIL 衛星による  
磁気圏尾部領域電子プラズマ波の研究**  
・古畑 裕規 小嶋 浩嗣 白井 英之 松本 敏  
京都大学超高度電波研究センター

**A study of the electron plasma wave in the magnetotail  
observed with GEOTAIL spacecraft**  
・ H. Furuya, H. Kojima, H. Usui, H. Matsumoto  
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

We focus on the electron plasma wave observed with GEOTAIL spacecraft in the magnetotail region. In the present study, the electron plasma wave is defined as an electrostatic wave associated with the electron dynamics in plasma.

In recent years, Voyager and Galileo spacecraft succeeded to capture modulated waveform of electron plasma wave in the solar wind. These waves were simply regarded as Langmuir wave modulated by nonlinear mechanisms, and several theories to explain the mechanisms have been proposed. But there are still some discrepancies between theories and observations.

Meanwhile, GEOTAIL spacecraft also succeeded to capture the modulated waveform in the magnetotail, which is very similar to the one observed with Voyager and Galileo. We have analyzed the GEOTAIL waveform data statistically in terms of waveform, spectrum, and propagation with respect to ambient magnetic field ( $B_0$ ). Contrary to the previous studies with Voyager and Galileo, We found that more than a half of the electron plasma waves observed with GEOTAIL is not Langmuir wave but electron cyclotron harmonic wave which propagates perpendicular to  $B_0$ .

In this study, we will report the detail of this new finding, which may be helpful to understand the modulated waveforms observed with Voyager and Galileo.

電子プラズマ波とは、プラズマ中の電子のダイナミクスに起因する静電波動である。1970年の Voyager、1991年の Galileo といった衛星は、電子プラズマ波の実波形観測に成功し、その波形が、振幅変調を受けた形を呈していることを明らかにした。

これらの観測波形は、電子プラズマ波の中で最も一般的であるラングミュア波が、非線形作用により振幅変調を受けたもの(非線形ラングミュア波)と解釈され、その振幅変調を生む非線形作用の解明に努力が払われてきた。しかし、理論と観測の間には、いくつかの矛盾が存在しており、未だ結論は得られていない。

一方、GEOTAIL プラズマ波動観測装置の波形捕捉受信器(WFC)においても、同様に振幅変調を受けた電子プラズマ波の波形が観測された。そこで我々は、この GEOTAIL

観測データを用いて、観測事実の取りまとめを行い、電子プラズマ波の変調機構の観測的側面からの検討を行っている。

これまでの解析の結果、GEOTAIL で観測された電子プラズマ波には、従来の解釈である磁場に平行伝搬のラングミュア波(図:タイプ II)だけではなく、磁場に垂直伝搬の電子サイクロトロン高調波らしきもの(図:タイプ I)が多く含まれていることが明らかとなっている。これまでの Voyager、Galileo の観測では伝搬方向の検討が報告されておらず、この事実は電子プラズマ波の変調の解釈に一助を担う可能性がある。

本講演では、このような解析結果の他、これまでに判明したいくつかの観測事実を報告し、被変調電子プラズマ波の変調機構を観測的側面から検討する。

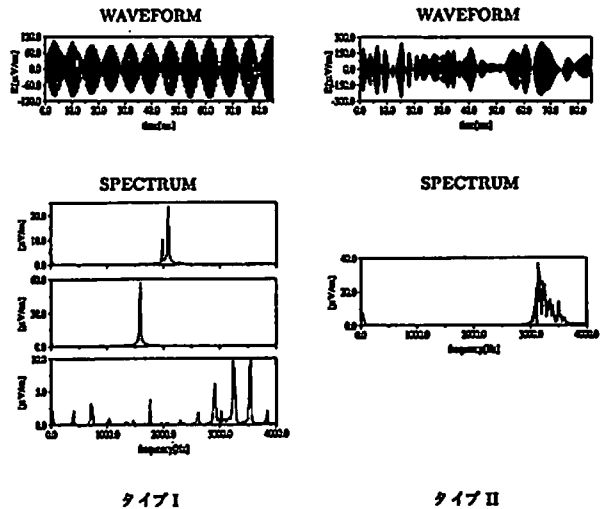


図: GEOTAIL で観測された電子プラズマ波の波形およびスペクトル

A41-08 **GEOTAIL 衛星観測による  
電子サイクロトロン高調波の解析**

・小泉 純子<sup>1</sup> 白井 英之<sup>1</sup> 松本 敏<sup>1</sup> 山本 達人<sup>2</sup> 園分 征<sup>2</sup>  
 楠田 浩一郎<sup>2</sup> 向井 利典<sup>2</sup> 町田 忍<sup>2</sup> 藤藤 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  
 3) 名古屋大学 STE 研究所 4) 京都大学理学部

**Analysis of Electron Cyclotron Harmonic Waves  
observed by the GEOTAIL Spacecraft**

・ J. Koizumi<sup>1</sup> H. Usui<sup>1</sup> H. Matsumoto<sup>1</sup> T. Yamamoto<sup>2</sup> S. Kokubun<sup>2</sup>  
 K. Tsuruda<sup>2</sup> T. Mukai<sup>2</sup> S. Machida<sup>4</sup> Y. Saito<sup>2</sup>  
 1) RASC, Kyoto University 2) ISAS  
 3) STE Laboratory, Nagoya University  
 4) Geophysical Institute, Kyoto University

The Electron Cyclotron Harmonic(ECH) Wave is one of the typical plasma waves observed with the GEOTAIL/PWI in the magnetosphere, particularly at the dayside magnetopause region.

As reported in the previous presentations, we have been focusing on a sporadic type of ECH called 'Totem pole emission' which has intense wave field and short time duration. In order to examine the detail of the wave feature and understand the plasma environment in which the ECH waves are intensively enhanced, we have been statistically analyzing the enormous amount of the GEOTAIL/PWI data. In this presentation, we mainly use the GEOTAIL data obtained along the recent near-tail orbits from November, 1994.

We have two objectives for the present study. One is to examine the wave propagation of the ECH's first harmonic by using the Wave Form Capture(WFC) data. This analysis will provide us one of the significant aspects of the wave nature of ECH. The other is the correlation study between the ECH enhancement and the local plasma parameters. According to our statistical analysis with the Sweep Frequency Analyzer(SFA) data, we found that Totem pole emissions are observed more often near the dawn side of the magnetopause than the dusk side. To account for this asymmetric distribution of the ECH emission, we will examine the correlation between plasma environment, especially, electron energy, beta value, distribution function and ECH emissions in the dayside magnetopause by using the Low Energy Particle Experiment(LEP) data. We will also analyze the correlation with the plasma  $E \times B$

drift flow calculated with the data of Electric Field Experiment(EFD) and Magnetic Field Measurement(MGF).

地球磁気圏で観測される現象の一つに、電子のサイクロトロン周波数とその整数倍の周波数、またはその間の周波数で観測される電子サイクロトロン高調波 (Electron Cyclotron Harmonic waves; ECH) がある。

科学衛星 GEOTAIL が地球の昼側のマグネトポーズに沿うような軌道をとる際 (Dayside Magnetopause Skimming)、地球磁気圏の内側の境界において、突発的で、狭いスペクトル幅を持つ ECH(Totem Pole Emission) が観測されている。この波動の特性については本学会においてこれまで報告を行ってきた [1,2,3,4]。昨年 11 月に GEOTAIL が Near-tail 軌道に投入されてからも強度の高い ECH が頻繁に観測されており、ECH についてのより定量的な解析が可能となった。本講演では、これまで得られた知見をもとに、主に GEOTAIL が near tail orbit に入って以降のデータを総合的に解析し、得られた結果をまとめ報告する。

観測対象は大きく 2 つに分けられる。一つ目は、前回の発表でも少し触れたが、PWI の波形捕捉受信器 (WFC) データを用いて電子サイクロトロン高調波の基本波成分の伝搬方向の解析を行ない、その結果を報告する。これにより、ECH の波動特性をより深く理解することができる。

もう一つは、ECH の発生領域についての考察を行なう。前回の発表において、Totem Pole Emission の観測領域、高調波の数、電界の強度によって統計解析を行なった結果について報告を行ったが、その際に、地球磁気圏前面において、Totem Pole Emission が地球の Dawn 側に多く観測されているという結果が得られた。この理由を知るためには ECH 観測時のプラズマ環境を理解することが必須であり、LEP から提供していただいた粒子データを用いて、地球磁気圏前面におけるプラズマ環境、特に電子のエネルギー、ベータ値、分布関数の変化との相関について解析を行い、その結果について報告する予定である。また、LEP データから得られる粒子のフローとの相関についても解析を行う予定である。

参考文献

- [1] 西村 他、第 04 回 SGPSS、講演予稿集
- [2] 白井 他、1994 年 合同大会、講演予稿集
- [3] 白井 他、1994 年 SGPSS、講演予稿集
- [4] 白井 他、小泉 他、1995 年 合同大会、講演予稿集

A41-09

### GEOTAIL プラズマ粒子データを用いた 電子サイクロトロン高調波観測時の プラズマ環境の検討

・日井 英之<sup>1</sup> 小泉 純子<sup>1</sup> 松本 敏<sup>1</sup> 向井 利典<sup>2</sup> 町田 忍<sup>3</sup>  
斎藤 義文<sup>2</sup> 山本 達人<sup>2</sup> 園分 征<sup>4</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  
3) 京都大学理学部 4) 名古屋大学 STE 研究所

#### Study on the Electron Cyclotron Harmonic Waves using Plasma Particle Data of GEOTAIL

・ H. USUI<sup>1</sup> J. Koizumi<sup>1</sup> H. Matsumoto<sup>1</sup> T. Mukai<sup>2</sup> S. Machida<sup>3</sup>  
Y. Saito<sup>2</sup> T. Yamamoto<sup>2</sup> S. Kokubun<sup>4</sup>  
1) RASC, Kyoto University 2) ISAS 3) Kyoto University  
4) STE Laboratory, Nagoya University

We had reported the observation of intense bursts of Electron Cyclotron Harmonic emission detected with the Plasma Wave Instrument (PWI) onboard GEOTAIL spacecraft in skimming the dayside magnetopause. The detail of the wave feature was also reported. Along the recent near-tail orbits, intense ECH waves are also often observed at the inner magnetopause region. In the present study, we will focus on the plasma environment in which the intense ECH was observed. To study the correlation between the intense ECH and the plasma parameters, we utilize the GEOTAIL/LEP plasma particle data as well as the CPI data. This analysis will provide us the information of the energy source for the ECH enhancement in terms of velocity distribution and density of electrons. By taking account of the plasma parameters obtained with the LEP data analysis, we will also perform computer simulations to examine the ECH excitation. The results obtained with the computer simulation will be also presented.

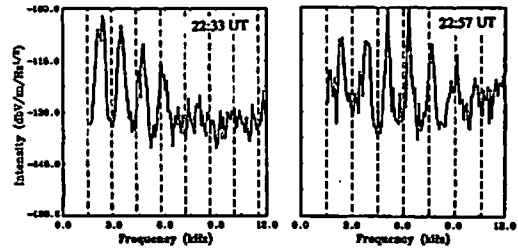
GEOTAIL 衛星は、最近の near tail の軌道を含めると昼間側マグネトポーズを頻りに横切っており、その際、強度の高い電子サイクロトロン高調波 (ECH) がプラズマ波動器 (PWI) によりたびたび観測されている。

イベントスタディとして、これまで、1992 年 10 月 17 日に観測された突発的 ECH エミッションの波動特性についてはすでに報告を行なった [1,2]。また、GEOTAIL/CPI のプラズマ粒子データを基に、ECH 観

測時のプラズマ環境についても解析を行なった [3]。その結果、プラズマ中の電子はホットとコールドの 2 成分からなることが明らかになり、それに基づいた線形理論を用いた ECH 励起についての議論を行なった [4]。

今回、最近の Near Tail の軌道で観測された ECH にも目をむけ、それらに対応する LEP のプラズマ粒子データの解析を行ない、ECH 観測時のプラズマ環境をより定量的に理解することを目的とする。これにより、ECH の励起に関するエネルギーソースの推定が可能になり、LEP から得られたプラズマパラメータを参考にし、これを初期値とした計算機シミュレーションにより強い ECH の励起がみられるかどうか検討を行なう予定である。

これまでの GEOTAIL 観測により、強い ECH がプラズマポーズのごく内側に集中して観測されていることから、プラズマポーズにおけるプラズマ環境を定量的に理解する上でもプラズマ粒子データと ECH との相関を見ることは意義があると思われる。



Filed intensity versus frequency obtained with SFA for 22:33 UT and 22:57 UT, Oct. 17, 1992. The dashed lines in each panel correspond to the harmonics of the electron gyrofrequency.

#### 参考文献

- [1] 日井 英, 1994 年 台日大会, 電子速度関数
- [2] 日井 英, 1994 年 SGEPS, 電子速度関数
- [3] 日井 英, 小泉 純, 1995 年 台日大会, 電子速度関数

### A41-10 プラズマシート境界層における静電孤立波の 周波数スペクトルと電子速度分布関数の解析

・大村 善治<sup>1</sup> 松本 敏<sup>1</sup> L. A. Frank<sup>2</sup> 小嶋 浩嗣<sup>3</sup> W. R. Paterson<sup>2</sup> M. Tsutsui<sup>3</sup>  
R. R. Anderson<sup>3</sup> 畑山 聡子<sup>1</sup> 園分 征<sup>4</sup> 山本 達人<sup>4</sup>  
1. 京大・超高度 2. アイオワ大学 3. 京大 4. 名大・STE 研 5. 宇宙研

#### Analyses of Frequency Spectra and Electron Velocity Distribution Functions Related to Electrostatic Solitary Waves in the Plasma Sheet Boundary Layer

・ Y. Omura<sup>1</sup>, H. Matsumoto<sup>1</sup>, L. A. Frank<sup>2</sup>, H. Kojima<sup>1</sup>, W. R. Paterson<sup>2</sup>, M. Tsutsui<sup>3</sup>, R. R. Anderson<sup>3</sup>, S. Horiyama<sup>1</sup>, S. Kokubun<sup>4</sup>, and T. Yamamoto<sup>1</sup>  
1. RASC, Kyoto Univ., 2. Univ. of Iowa, 3. Kyoto Sangou Univ.,  
4. STE, Nagoya Univ., 5. ISAS

Electrostatic solitary waves (ESW) are often observed in the plasma sheet boundary layers (PSBL). ESW are caused by the nonlinear evolution of electron beam instabilities [Matsumoto et al., 1994; Omura et al., 1994]. We study possible correlation between plasma waves and associated electron distribution functions observed on June 24 (14:00 - 17:00 UT), 1993.

Comparing the wave-form capture (WFC) data containing ESW and the frequency spectra obtained by the multi-channel analyzer (MCA), we identified the spectra corresponding to ESW. The ESW form broadband frequency spectra typically from 50Hz to 5kHz. Although the WFC data only cover time segments of 8 seconds for limited time period, we can obtain an occurrence rate of the ESW using the ESW signature in the MCA data which cover all of the time periods of the GEOTAIL observation with a time resolution of 250 msec. Although each event of the ESW is very bursty and only last for a few tens of milliseconds, the MCA data show the ESW are occurring frequently when the GEOTAIL spacecraft is located in the PSBL. This represents the common and persistent nature of ESW as a stable BGK solutions composed by high energy electron beams.

An electron velocity distribution function can be obtained from the particle measurement by the comprehensive plasma instrumentation (CPI) over a time period of 20 seconds. When we observe ESW, we find high energy tails in the electron velocity distribution functions.

When the GEOTAIL spacecraft observed Langmuir waves just before the entry to the PSBL, the electron velocity distribution does not show any substantial high energy

tail, suggesting that the Langmuir waves are excited by a weak-beam instability rather than a bump-on-tail instability with an enhanced high energy tail in the electron velocity distribution function.

These correlations between the plasma waves and electron velocity distribution function agree well with the generation mechanism that ESW are formed by nonlinear evolution of a bump-on-tail instability of electrons and that the ESW are formed by the trapped electrons moving with a large drift velocity against the ions. [Omura et al., 1995]

#### References

- 1) H. Matsumoto et al., *Geophys. Res. Lett.*, vol.21, No.25, 1994.
- 2) Y. Omura et al., *Geophys. Res. Lett.*, vol.21, No.25, 1994.
- 3) Y. Omura et al., Electron beam instabilities as generation mechanism of electrostatic solitary waves in the magnetotail, submitted to *J. Geophys. Res.*, 1995

**A41-11** あけぼの衛星と Freja 衛星で観測された VLF/ELF 波動とイオン コニックスとの関連

細田 智久, 笠原 禎也, 木村 肇根 (京都大学 工学部)  
向井 利典 (宇宙科学研究所) 渡辺重十 (東北大学 理学部)  
阿部 琢美 (青山学院大学)  
K. Stasiewicz (Swedish Inst. of Space Phys., Uppsala)  
L. Eliasson, M. Yamauchi (Swedish Inst. of Space Phys., Kiruna)

**VLF/ELF Waves and Ion Conics Observed by Akebono and Freja Satellites**

Tomohisa Hosoda, Yoshiya Kasahara, Iwane Kimura (Graduate School of Engineering, Kyoto Univ.)  
Toshinori Mukai (Institute of Space and Astronautical Science)  
Shigeto Watanabe (Dept. of Astro. and Geophys., Tohoku Univ.)  
Takumi Abe (Aoyama Gakuin Univ.)  
K. Stasiewicz (Swedish Inst. of Space Phys., Uppsala)  
L. Eliasson, M. Yamauchi (Swedish Inst. of Space Phys., Kiruna)

Interesting events located along a geomagnetic field line with wave and particle activities were observed when Akebono and Freja satellites were conjugated in the cusp region. According to the data from both satellites, broad band, low frequency (~several hundreds Hz) electromagnetic ion mode waves were closely correlated with transversely accelerated ions and ion conics. These heated/accelerated ions are composed of heavy ions (such as oxygen and helium ions) as the major species. Based on the satellite observations, we suggest that these waves are generated by the existence of ion conics and then propagate downward along the ambient magnetic field lines.

To examine this model, we have calculated linear dispersion relations and hot plasma ray tracing. In consequence, we have found that electromagnetic ion cyclotron waves can be excited. The growth rate is the largest when the wave normal angle  $\theta = 0$ . The result shows good agreement with the observations in which these waves propagate downward along the field lines.

地球磁気圏極域において、イオン コニックスと低周波の波動とが相関よく観測されている。これまではあけぼの衛星のデータのみを用いて解析を行ってきたが、最近になって Freja 衛星との共同観測が始まり、両衛星が同一磁力線

上に存在する時、高度の異なる 2 点の観測データを比較検討することができ、磁力線沿いの領域で起こっているイオン・コニックスと波動との関連性についてさらに詳しい解析が期待できる。

データ比較の結果、Freja 衛星でもあけぼの衛星と同様なイオンと波動の現象が観測されていることから、イオン・コニックスと波動との関連について次のようなモデル (Fig.1) を仮定している。比較的低い高度でイオンは何かのエネルギーを受けて磁力線に対し垂直に加熱され、それが磁力線沿いに上昇し、イオン コニックスを形成する。こうしたイオンとのサイクロトロン共鳴によってあらゆる高度で波動が励起されるが、高い高度では比較的サイクロトロン周波数が低いので波動の周波数も低い。一方、低い高度ではサイクロトロン周波数が比較的大きいので波動の周波数は高い。これは観測事実と一致する。また、このように発生した波動が磁力線に沿って地球近傍まで伝搬することを Hot Plasma Ray Tracing を用いて確認した。

今後は、イオン・コニックスを作るエネルギーソースは何かという未解決の問題点を追求し、上記のモデルの妥当性を検討する必要がある。そして極域における波動とイオンとの相互作用を解明する予定である。

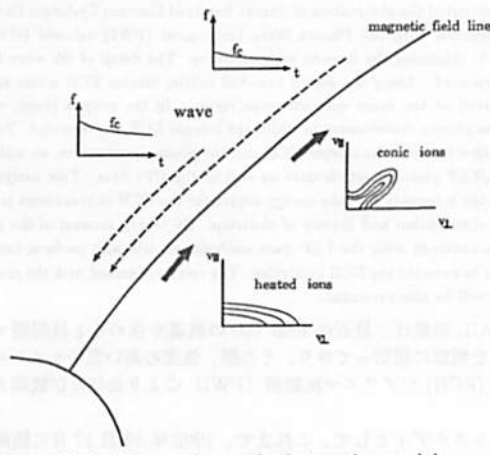


Fig.1: Waves - ion conics interaction model

**A41-12**

**EXOS-D(あけぼの) 衛星搭載 PWS により発見された 高域ハイブリッド波と能動的励起波動の 非線形波動粒子相互作用現象**

小林 香† 大家 寛††  
富山県立大学工学部† 東北大学理学部††

**Nonlinear Wave Particle Interactions between Upper-Hybrid Waves and Stimulated Plasma Waves Observed by PWS onboard the EXOS-D (Akebono) Satellite**

† Kaori KOBAYASHI † Hiroshi Oya ††  
Toyama Prefectural Univ. † Tohoku Univ. ††

A new type of plasma wave resonance phenomena, which have frequency relation of  $f_{UHR} + f_{RS} = f_{comst.}$ , have been detected through active experiments of the sounder-mode operation of PWS onboard the EXOS-D. The occurrence of the phenomena is characterized by conditions i)  $f_{UHR} + f_{RS} = 308$  kHz for the frequency range  $100 < f_{UHR} < 200$  kHz, ii) the phenomena take place in the region of high latitude ( $> 70^\circ$ ) particle precipitations. The potential stimulation of plasma waves at  $f_s = f_{comst.}/2$  make modulation in the velocity field of the precipitation particles through the resonance processes which result in  $\omega_p = \omega_{UHR} - \omega_s$  through the nonlinear wave interaction processes. By the nonlinear interaction of  $\omega_s$  waves at the moment of the transmission of the sounder pulses of PWS, then, the resonance takes place at frequency  $\omega_{RS}$  as  $\omega_{RS} = \omega_s - \omega_p$ .

**1. 序**

EXOS-D 衛星に搭載された PWS においてサウンダーモード実験の際、UHR 波と特定の周波数関係を示すプラズマ波共鳴現象があることがみだされた。この原因を解明した結果、154 kHz に特定のプラズマ波を励起することが強となりプラズマエコー現象を内在させた非線形波動粒子相互作用に関わっていることが判明した。

**2. 観測された共鳴波動現象**

図 1 に 1 例として 1989 年 4 月 12 日に行なわれたサウンダー実験により得られた 20 kHz から 800 kHz の周波数帯の疑似ダイナミックスペクトルを示す。スペクトル中に現れている resonance は低周波側から  $f_p, f_c, f_{UHR}, 2f_c, 2f_{UHR}, 3f_c, 3f_{UHR}$  と続くが、100 kHz 近傍から始まって UHR の減少と相補的に周波数が増加する共鳴波動現象 (周波数を  $f_{RS}$  とする) が示される。周波数解析より  $f_{RS}$  の共鳴波動は、

$$f_{UHR} + f_{RS} \approx f_{comst.} \quad (1)$$

なる関係をもっていることが明らかになっている。

現在、この波動共鳴現象を観測しうる周波数帯域で実施されたサウンダー実験が 514 例あり、問題とする現象はそのうち 135 例観測されている。(1) 式で示される関係は、 $f_{UHR}$  が 100 ~ 200 kHz の範囲に存在している問題のプラズマ波動共鳴現象には高度依存性がある。またこの現象が単に SPW において励起された能動的プラズマ波動に限られたものでなく、自然現象と強く結び付いていることを示すのは、 $f_{RS}$  共鳴の出現が常に高緯度 ( $> 70^\circ$ ) に集中していることで、precipitate してくる高エネルギープラズマビームまたは高エネルギー粒子群と明確に対応している。

**3.  $f_{RS}$  共鳴発生の機構**

この共鳴の発生機構の理解には PWS から常に  $f_{comst.}/2 = f_s$  (154 kHz) の信号が発射されていることを仮定する必要がある。この  $f_s$  波は降下粒子に共鳴し、粒子に速度 modulation  $\vec{V}_m$  をかけるが、この粒子流が衛星周辺を襲う時、

$$\frac{\partial n^*}{\partial t} = -\text{div}(n^* \vec{V}_m) \quad (2)$$

の条件を通じて  $\omega_s (= 2\pi f_s)$  を持つ密度揺らぎ  $n^*$  を生む。従って UHR 波動との間で beat wave を作り、

$$\omega_p - (\vec{k}_{UHR} - \vec{k}_s) \cdot \vec{V}_m = 0 \quad (3)$$

を満たす周波数  $f_p (= \omega_p/2\pi)$  の電子密度揺らぎをアンテナ周辺に生み出す。ここで再び  $f_s$  のパルスがアンテナに印加されるとアンテナ周辺で  $a \cos(\omega_s t) \cdot (1 + k \sin(\omega_p t))$  の非線形相互作用が起こり  $\omega_s$ ,  $(\omega_s + \omega_p)$ ,  $(\omega_s - \omega_p)$  の 3 周波数の波動を生み出すことになる。  $\omega_s$  の波も  $\omega_p$  の波も降下してくるビームに共鳴現象を通じて記憶されるので、これらの共鳴波動は十分長時間衛星の近傍に存在することになる。

従って、問題となる波動現象は  $f_s$  近傍の UHR 波動、機器から放射される  $f_s$  及び自然のエネルギー粒子の降り込みという条件がそろって初めて観測されるものと結論される。

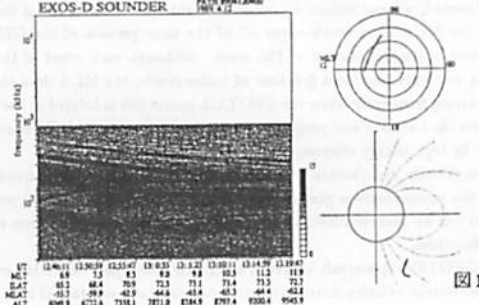


図 1

A41-P67 あけぼの衛星で観測されたオメガ電波の full wave 法による解析

宮村 和俊<sup>1</sup> 長野 勇<sup>1</sup> 八木谷 聡<sup>1</sup> 木村 磐根<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>金沢大学工学部 <sup>2</sup>京都大学工学部

Full wave Analysis of Omega Signals Observed by Akebono Satellite

<sup>1</sup>K. Miyamura <sup>1</sup>I. Nagano <sup>1</sup>S. Yagitani <sup>2</sup>I. Kimura  
<sup>1</sup>Department of Electr. Eng., Kanazawa Univ.  
<sup>2</sup>Department of Electr. Eng. II, Kyoto Univ.

Omega signals are observed by Akebono satellite which passes over the Omega station at altitudes lower than 2,000 km with a good SN ratio. The distribution of Poynting flux along the satellite orbit is obtained from the PFX data.

We have calculated theoretical values of Poynting flux by using a full wave method with the IRI electron density model taking account of geographical position and local time, and compared them with observation result. For the case of Tsushima Omega signals, theoretical values with IRI model are higher by 10dB than observed values. Calculation result with the electron density modified in only the D-region is in good agreement with observation result.

あけぼの衛星が高度 2000km 以下でオメガ送信局の上空を通過したとき、オメガ電波が最大 20dB の SN 比で受信される。PFX 装置による電磁界 5 成分の観測により、衛星軌道に沿ったオメガ電波のポインティングフラックス強度分布が得られる。一方、電離層を平面層状媒質、オメガ送信アンテナを放射電力 10kW の垂直ダイポールアンテナとし、電離層の電子密度の高度プロファイルに IRI モデルを適用して full wave 法を用いて衛星高度における電磁界強度分布を計算し [1]、観測値との比較を行なった。

1992 年 6 月 27 日 12:15~12:23UT(20:40~21:30LT) にあけぼの衛星が対馬オメガ局上空を高度約 1600km から約 700km へと高度を下げながら通過したときに PFX で観測されたオメガ電波 (10.2kHz) のポインティングフラックス強度を Fig. 1 に示す。観測されたオメガ信号強度には最大 10dB の幅をもち、周期が数 Hz の変調が見られた [2]。そこで信号の最大値を点で、強度変調の範囲を線で表した。

IRI モデルに対馬オメガ局の地理的パラメータと観測日時のパラメータを与えて得られた電子密度の高度プロファイル (Fig. 2 の破線) を用いて計算したポ

インティングフラックス強度を Fig. 1 に破線で示す。full wave 法による計算は定常的な値を求めるものなので、強度変調の成分は無視して観測値の最大値に着目する。図より計算値の方が観測値に比べて全体的におよそ 10dB 大きいと言える。

PFX データから求められるあけぼの衛星の高度における電子密度と IRI モデルによるその高度の電子密度は数倍異なることがあるが、この違いはポインティングフラックス強度にほとんど影響しない。また、解析範囲内での時刻や緯度の変移による電子密度の変化が理論計算値に与える影響も 2~3dB 以下であることが調べられた。これに対して、電離層 D 層の電子密度がポインティングフラックス強度分布をほとんど決めている。

D 層のみを時刻 (18LT) の IRI モデルに修正した電子密度 (Fig. 2 の実線) を用いて計算を行なった結果が Fig. 1 の実線であり、観測値とかなり一致している。これより、この観測時 (21LT 頃) の D 層電子密度は IRI モデルによるものよりも Fig. 2 に示されている程度に高かった可能性を考慮することができる。

参考文献

1. 長野, 北岸, 八木谷 他, 信学論 Vol.J74-B-II No.5 pp.285-293, 1991.
2. I. Nagano, P. A. Rosen, S. Yagitani et al, IEICE TRANS. COMMUN., Vol.E76-B, No.12, 1993.

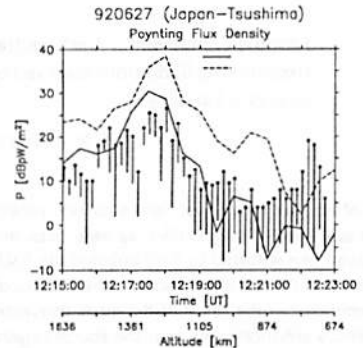


図 1: ポインティングフラックス強度の観測値と計算値

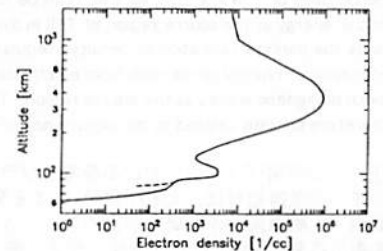


図 2: 計算に用いた電子密度プロファイル

A41-P68 内部磁気圏で観測される広帯域大振幅 HF 波動現象

森岡 昭, 中川 史丸, 三澤浩昭, 大家 寛 (東北大・理)  
 長井嗣信 (東工大・理)

HF waves with wide frequency band and large amplitude observed in the inner magnetosphere

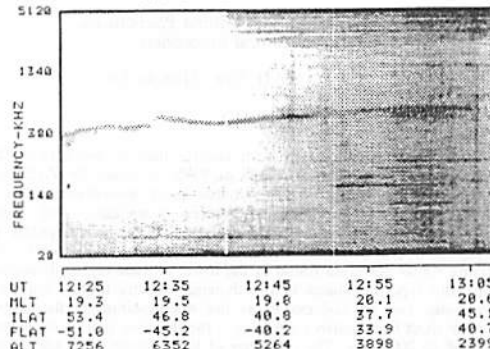
Akira Morioka(1), Fumimaru Nakagawa(1), Hiroaki Misawa(1),  
 Hiroshi Oya(1), and Tsugunobu Nagai(2)

(1) Tohoku University (2) Tokyo Inst. Tech.

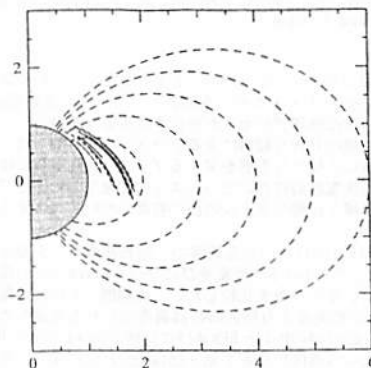
The PWS onboard Akebono satellite has detected the large amplitude HF wave phenomena with wide frequency band in the inner magnetosphere. The L value of the phenomena ranges from 2 to 3, and the altitude range is from 900 to 5000 km. The HF waves show the spin modulation indicating that they are detected or propagating from a fixed direction with respect to the satellite.

あけぼの衛星が、内部磁気圏の高度 900 km から 5000 km の領域を飛行するとき、しばしば大振幅で広い周波数帯域を持つ HF 帯波動現象を観測する。現象の周波数帯域は 5 MHz ~ 1 MHz であるが、強度が強いときには LF 帯 (~10 kHz) までひろがる。第 1 図に強度が強い現象の観測例をダイナミックスペクトルで示す。また、この現象が観測される L の範囲は L = 2 ~ 3 であることが統計的に示される (第 2 図参照)。またこの現象は明瞭なスピンの変調をもって受信され、波動が衛星に対して特定の方向から

到来しているか (伝搬の場合)、又は衛星の特定の方向で検出される (衛星の運動に係わる場合) ことを示している。講演では、この現象の詳細な出現特性、放射線帯粒子との関係および波動の励起機構の検討について報告する。



第 1 図 (上) 1995 年 1 月 23 日に観測された HF 広帯域大振幅 HF 波動 12:45~13:03



第 2 図 (左) 広帯域大振幅 HF 波動現象の発生領域



## A41-P69

### 地球ヘクトメートル波放射に含まれる 周期性変動成分について

○ 飯島雅英、大家 寛 (東北大理)

Periodic Component in the Spectra of Terrestrial  
Hectometric Radiation Observed by PWS onboard the  
Akebono Satellite

○ M. Iizima and H. Oya (Tohoku Univ.)

After the discovery of Terrestrial Hectometric Radiation (THR) by Oya et al. (1985) using EXOS-C satellite data, many clear evidences of THR's have been obtained by PWS onboard the EXOS-D satellite, including the multi-band discrete emissions in the spectra of THR's which are possibly generated as the result of the mode conversion by slab-like plasma density enhancements near the source region. Among these THR phenomena, periodically pulsating components have been discovered in the spectra of THR's with a period range from 8 sec to 30 sec. These periodicities of THR intensity variation can be caused by periodic injections of the energy in the source region of THR in the form of electron beams or by the periodic formation of density irregularities which control the efficiency of energy conversion from electrostatic plasma waves into electromagnetic waves at the source region. The phenomena are therefore possibly related to the occurrence of the pulsating auroras.

要 宇宙空間プラズマにおける静電的プラズマ波動から電磁波へのモード変換過程は、大家(1971)による発見以来、理論及び衛星観測・実験の両面から研究が進められてきている。中でも、あけぼの衛星搭載のPWSは、赤道域プラズマ圏、極域電離層トップサイ

ド、プラズマポーズ等でプラズマ密度分布の不均一性に伴って静電的プラズマ波動が効果的に電磁波に変換される過程を実証する観測結果を、数多く得ている(Oya et al., 1990)。

地球ヘクトメートル波の観測 これらモード変換に関わる観測の中で、地球ヘクトメートル電波(THR)は、おおぞら(EXOS-C)衛星によって発見(Oya et al., 1985)され、さらに、あけぼの衛星では、多数の観測事実をもとに、AKRとともに地球が宇宙空間に向かって放射している電磁波であることが確認された。また discrete multi-band emission 等、その詳細が判明しつつある。

周期性放射現象の観測 本研究の結果、このTHRのスペクトルの中に、周期8 sec から30 sec で周期的にその強度が変動する成分が含まれていることが見いだされた。観測例を図1に示す。THRソース域への周期的エネルギーの注入とともに、電磁波への変換効率を決定する密度構造の周期的変化等がその原因と考えられ、パルセーティングオーロラの出現と密接に関わっていることが判明しつつある。

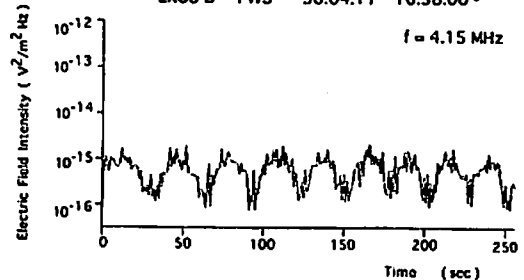


図1 地球ヘクトメートル波に含まれる周期性変動成分

Oya, H., Radio Sci., 6, 1131, 1971.

Oya, H. et al., J. Geomag. Geoelectr., 37, 237, 1985.

Oya, H. et al., J. Geomag. Geoelectr., 42, 411, 1990.

## A41-P70

### 極域電離層内プラズマ波動 バースト現象の発生領域並びに伝播特性について

○ 小野高幸、大家 寛 (東北大学理学部)

Characteristics of Plasma Wave Burst Phenomena  
Observed in the Auroral Ionosphere

T. Ono, and H. Oya (Tohoku Univ.)

#### ABSTRACT

Wave particle interactions associated with auroral particle precipitation have been studied by using the observation results of PWS on board the AKEBONO satellite for the case of passing the low altitude polar ionosphere. There are significant burst phenomena of plasma waves associated with auroral precipitations. i) Polar BEN has broad band character in frequency spectra with clear relationship with precipitation of keV auroral electrons. ii) Very short duration of plasma waves are often found in the lower altitude region displaying a group of intense dot type signatures in the dynamic spectra (dotted emissions). The dotted emissions can be understood as the manifestation in the dynamic spectra of the very short lived pulsive emission; the duration time is estimated in the range from 50 to 200 msec. The character of the occurrence altitude range of the short lived emission suggests that auroral electrons are accelerated in low altitude region between 300km and 2000km.

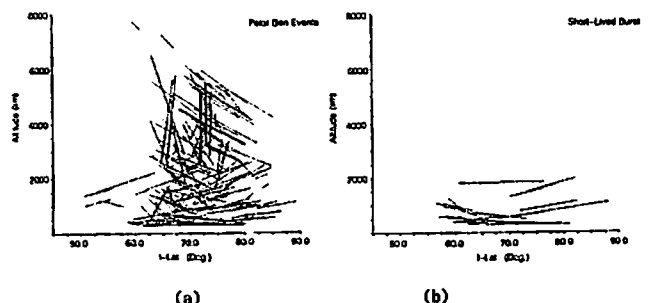
要 低高度オーロラ電離層領域は3000 - 20,000kmに出現するオーロラ粒子加速域とは対照的に、オーロラ粒子がそのエネルギーを解放し、プラズマ波動励起、オーロラ発光、電離層加熱といった物理プロセスが平行する重要な領域として位置づけられる。あけぼの衛星搭載のPWS観測によるプラズマ波動観測では、極域オーロラ帯の広範な電離層内にて様々な形態を呈するプラズマ波動現象が検出されている。ここでは特に低高度電離層においてバースト的に発生しているプラズマ波動現象について、発生領域と伝播ベクトルの持つ特徴について報告する。

データ解析 1990年3月5日より8月29日にかけての期間、昭和基地データ受信によるあけぼの衛星PWS観測結果よりPolar BEN現象並びにShort Lived Burst現象を選び出し、その発生領域についての特徴を比較した。この期間、あけぼの衛星観測は南極域上空にて約300kmの低高度より8000kmの高高度にいたる領域をカバーしている。PWS観測結果中には282例のPolar BEN並びに38例のShort Lived Burst現象が見出されており、これらの高度の分布を第1図(a)及び(b)に示す。また

スペクトル強度の解析よりこれらのバースト現象が衛星スピンの同期した強度変動を示すことが明らかになった。PWS観測では直交する2対のダイポールアンテナを用いており各々のスペクトル強度が同時に計測されているため、スペクトル強度比のスピンの依存性を解析することによりその伝播特性についての比較も進められた。

結果と考察 第1図(a)及び(b)よりPolar BENの出現はオーロラオーバル上に分布し、あけぼの衛星がオーロラの上空を通過する場合、高度に依存せず常に観測されている事を伺わせる。これに対し、Short Lived Burstは磁気緯度に対する分布はPolar BENの分布と大きな差異は無い。一方高度分布については大部分が高度2000km以下に分布している。

Polar BENが低高度より高高度にいたる広範な領域で出現しているのは3000-20000kmに存在する加速領域において沿磁力線加速を受けたオーロラ電子による逆ラングム型の静電的ホイッスラーモード波不安定がより広範な高度領域にて発生していると結論できる。一方Short Lived Burstはパルス的に加速を受けた電子が引き起こすプラズマ波不安定によるものであるが、観測高度分布に見られるように、このようなパルス的に起こる電子加速は高度2000km以下で発生している。高度2000km以下にパルス的に発生する加速現象は、その特性時間50 - 200msecを持っており、加速メカニズムの本質の解明は今後に残されている。



第1図 あけぼの観測によるPolar BEN(a)、及びShort Lived Burst(b)現象の発生高度ならびに磁気緯度依存性。

A41-P71 あげぼの衛星/PWSによる高域混成周波数(UHR)波動近傍スペクトルの特性

花岡 史, 大家 寛, 小野 高幸, 飯島 雅英  
(東北大学理学部)

Spectra Characteristic of Plasma Waves  
Near the Upper-Hybrid Resonance(UHR) Frequency  
Observed by EXOS-D/PWS

F.Hanaoka, H.Oya, T.Ono, M.Iizima  
(Graduate school of Science, Tohoku University)

The detailed analysis of the spectra of the upper hybrid waves observed by Akebono(EXOS-D) satellite have been made making comparison with theoretically calculated dispersion characteristic of plasma waves.

It has been concluded that the observed spectra of the plasma waves surrounding the upper hybrid resonance frequency are associated with the complex of electron cyclotron harmonic waves together with the Z-mode waves.

To obtain completely consistent upper hybrid frequency with extremely high accuracy, the detailed analysis of the spectra to make precise identification with the plasma wave dispersion curves are required rather than to find the upper cut off points of the spectra peaks.

1. 序: これまでの人工衛星によるHF帯プラズマ波動の観測により、高域混成周波数(UHR)波動がプラズマ圏・磁気圏に広範囲に渡って存在していることが知られている。特にあげぼの衛星では1500km以上の領域で常時UHR波動を観測し、ここから衛星周辺のプラズマ密度を得ている。今回あげぼの衛星のPWS装置によるプラズマ波動の観測データを、その高い周波数分解能を利用して詳細に検討した結果、従来報告されてきたようにUHR波動が単独で出現するだけではなく、ElectroStatic Cyclotron Harmonic(ESCH)波動やZ-Mode波動と共に出現する現象が存在することが確認された。

2. 解析: 1989年12月11日のパスについて、スペクトルの観測例を図1及び図2に示す。このパスは北半球中緯度から磁気赤道を横切る軌道であり、全パスにおいてUHR波動が存在している。UT17:31及びUT17:40付近において、UHR波動のスペクトルと交叉して強度の強いプラズマ波動が出現している。この波動のスペクトルはin-situの電子サイクロトロン周波数と平行して遷移している。

3. 結果: UHR波動がESCH波動を伴って出現する場合があるため、Continuous Emissionの上部周波数が即ちUHR周波数であると結論することは出来ない。プラズマ周波数及びUHR周波数を極度に高い精度で決定するためには、静電波動の理論及び分散関係式の数値解析の結果と結合して総合的に求める必要がある。

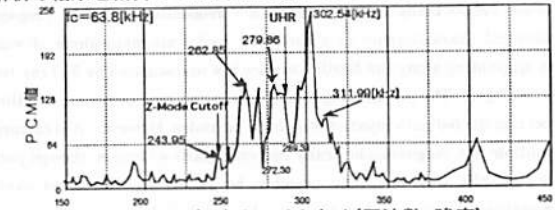


図1: UT17:33におけるスペクトル(周波数-強度)

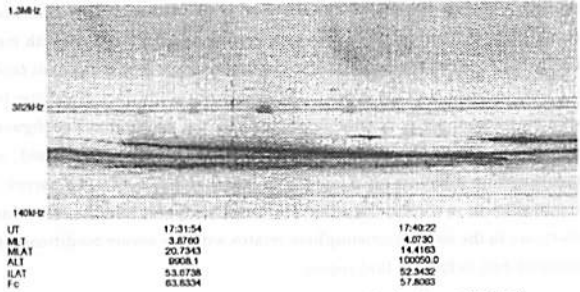


図2: PASS.89121105.KSC.Rのスペクトルの時間変化

A41-P72夜側aurora帯上空で観測される  
AKRのcoherencyについて

熊本篤志, 大家寛, 森岡昭 (東北大理) 金田榮祐

Coherency of AKR observed  
in the nightside auroral region

A. Kumamoto, H. Oya, A. Morioka (Tohoku Univ.) E.Kaneda

The coherency of AKR emissions has been investigated by the eigen-value analysis of spectral matrix based on the wave-form data observed by PWS-PY onboard the Akebono satellite. It has been clarified became clear that (1) AKR is emitted from a given coherent source for correspondary frequency in most cases showing that the ratio of intensity of secondary component to that of dominant component is a few %; (2) but there are few portions in which multiple components of AKR with incoherency increases locally showing that the ratio of intensity between the first and second components is over 10 %; (3) mapping points seem to have large deviation from other points in these cases of incoherency because of violation of the limitation for the Means method.

1. 序

これまで我々はAKRの「あげぼ」衛星搭載のPWSにおけるPoynting flux観測モードによって計測された磁場3成分の波形データを検討し、AKRの伝搬方向を導出、電波源の位置の決定、電離層高度へのmappingを行ってきた。この電離層高度へのmappingからは、AKR電波源とdiscrete auroral arcの対応関係が強く裏付けられる結果がえられている。しかしより厳密に検討すると、電離層へmappingされた結果には大きなばらつきがあり、その原因の解明が求められていた。

我々の解析では従来伝搬方向の導出に際してMeans法を用いている。Means法は単一平面波で近似可能な波動に対して波数ベクトル方向を決定するための有効な方法であるが複数の互いにincoherentな電波源からの合成波に対してはかならずしも正しい伝搬方向を与えず、このために得られた結果がばらつくことも十分考えられる。そこで今回はAKRの波形データより得たspectral matrixの固有値解析を行い、AKRのcoherencyを調べた。

2. Spectral matrixの固有値解析

spectral matrixは次式であらわされる。

$$S_f = (\vec{b}_i \vec{b}_i^T) \quad \vec{b}_i: \text{磁場成分のFourier変換}$$

spectral matrixはエルミート行列であるからユニタリー行列で対角化して固有値を求める。すなわちspectral matrixの固有値解析とはx,y,z成分で表現されたspectral matrixを第1,2,3モード成分で表現されたspectral matrixに変換し、その強度を求めることに他ならない。最大の固有値は波動の最もdominantな成分、第2固有値はそれに次ぐ成分の強度を示す。これ

らの比より波動のcoherencyを知ることができる。

3. 結果

90年1月31日のAKRに関する磁場成分の観測例を図に示す。上から3段目が今回おこなった固有値解析による波動各成分の強度比である。ほとんど全ての場所でAKRの第2成分はdominantな第1成分に対し数%程度であるが、10:21-10:22付近では第2成分が10%を超えている。この間のmappingはMLT20h, ILAT65°付近で他の点からはずれない場所にありMeans法の適用範囲を超えている可能性が大きい。このように局部的にincoherencyの増大する場所は「あげぼ」衛星の他のPathの場合でも数例みられるが、この部分ではrayの重なる位置関係、もしくは発生機構として複数の電波源の存在が示唆される。

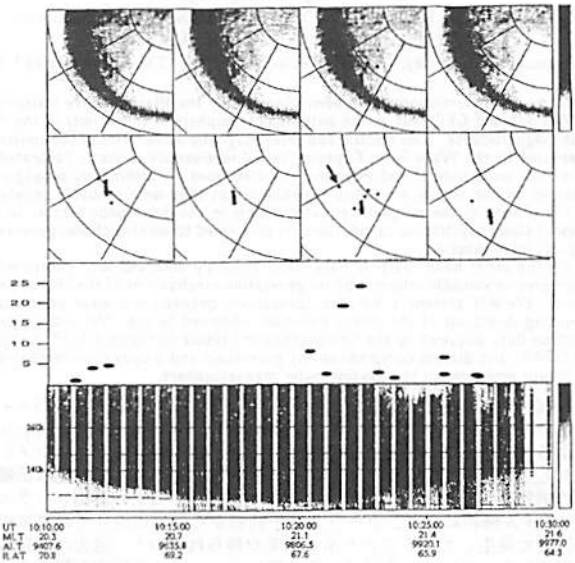


図: 上からATV-UVで撮像されたaurora arc、PWS PYによるAKR電波源のmapping、今回おこなった固有値解析による波動各成分の強度比、PWS DSによるAKR波動のdynamic spectrumを示す。矢印はincoherent AKRの時のmapping。

## A41-P73

### Echo whistler observed with Geotail near the magnetopause

X.Y. Wu, I. Nagano, S. Yagitani, H. Katayama, and H. Matsumoto\*  
 Dept. of Electrical and Computer Engineering, Kanazawa University  
 \* Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

Two whistler-like events were recorded with the WFC (Wave-Form Capture) aboard Geotail satellite during a dayside magnetopause skimming, around the geomagnetic equator at distances of 7.92 Re and 7.76 Re, with dispersion values being 112 s<sup>1/2</sup> and 850 s<sup>1/2</sup>, respectively (Fig. 1). Propagation and spectral characteristics in a distorted model magnetosphere of whistler waves originating along the Earth's surface are investigated by 3-D ray-tracing analysis (Fig. 2). The distant magnetosphere region may be penetrated through a direct non-ducted path injected from high latitudes. However, it is exclusive to the multiple-hop magnetospherically reflected (MR) whistlers, though paths of non-ducted MR whistlers may possibly be raised by and cross over the plasmopause. The non-ducted whistler also exhibits longer propagation time and less frequency dispersion. The observed large frequency dispersion may be accounted by the multiple-hop echo propagating along a flux tube with modest density enhancement exceeding 15%. The higher frequency component tends to leak from the duct, and the upper cut-off frequency of the ducted whistler in the outer magnetosphere is mainly determined by the geomagnetic configuration and duct parameters. It is also found that in the compressed outer magnetosphere whistlers are guided by the outer side of duct and a narrow duct is more efficient to trap the whistler. Our results support that the rare whistler occurrence in the outer magnetosphere relates with the severe conditions for the enhanced duct to form in that region.

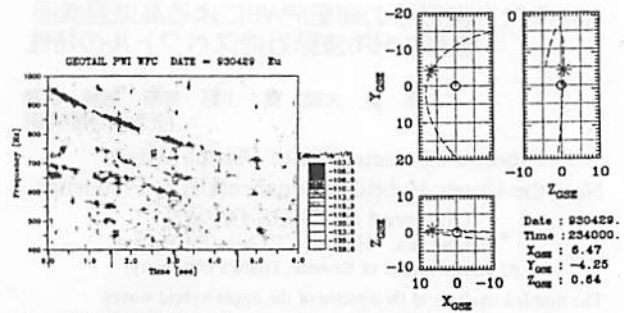


Figure 1. Sonogram (left) and location (right) of a whistler event observed with Geotail in the outer magnetosphere.

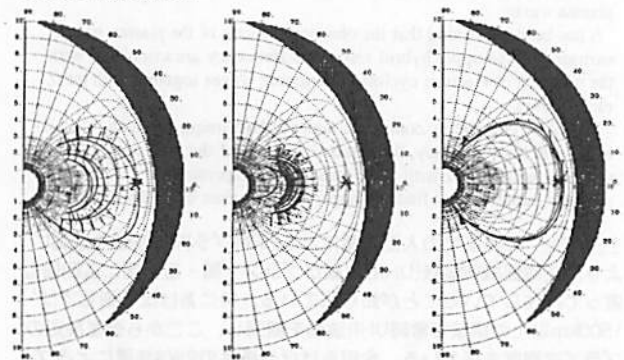


Figure 2. Ray paths of 800 Hz whistler waves starting from 60°S (left) and 37.5°S (middle) respectively in non-ducted mode, and from 65.2°S in a duct with width of 0.5° in latitude and density enhancement of 30% (right). The darkened areas show the boundary of the magnetosphere. The Geotail position is represented by the star mark.

## A41-P74

### GEOTAIL 衛星で観測された昼側マグネトポーズにおけるコーラスエミッションの発生、伝搬の解析

○八木谷 聡<sup>1</sup> 長野 勇<sup>1</sup> X. Y. Wu<sup>1</sup> 高瀬 秀一<sup>1</sup> 松本 紘<sup>2</sup>

W. R. Paterson<sup>3</sup> L. A. Frank<sup>3</sup> R. R. Anderson<sup>3</sup>

<sup>1</sup>金沢大工 <sup>2</sup>京大超高度 <sup>3</sup>アイオワ大

Generation and propagation of chorus emissions observed by GEOTAIL inside the dayside magnetopause

○S. Yagitani<sup>1</sup>, I. Nagano<sup>1</sup>, X. Y. Wu<sup>1</sup>, S. Takase<sup>1</sup>, H. Matsumoto<sup>2</sup>,  
 W. R. Paterson<sup>3</sup>, L. A. Frank<sup>3</sup>, R. R. Anderson<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kanazawa University, <sup>2</sup>RASC, Kyoto University, <sup>3</sup>The University of Iowa

Many chorus emissions have been observed by the Plasma Wave Instrument (PWI) onboard GEOTAIL in the outer magnetosphere in the vicinity of the dayside magnetopause. Two electric and three magnetic wave forms of the emissions measured by the Wave Form Capture (WFC) receiver are correctly calibrated to give their wave normal and Poynting flux directions. A preliminary propagation analysis for the chorus emissions has shown that they were probably generated in the vicinity of the magnetic equator mainly in the dawn-noon sector. In the present study, ray-tracing calculations are performed to identify chorus generation regions more precisely.

On the other hand, particle data simultaneously observed with chorus emissions give us valuable information on generation mechanisms of the chorus emissions. We will present a detailed comparison between the wave normal and Poynting directions of the chorus emissions observed by the PWI and < 30keV electron data acquired by the Comprehensive Plasma Instrument (CPI) onboard GEOTAIL, and discuss comprehensively generation and propagation mechanisms of chorus emissions in the dayside outer magnetosphere.

GEOTAIL 衛星は、これまで昼側マグネトポーズの内側で多数のコーラスエミッションを観測している。衛星搭載の WFC (Wave Form Capture) による電磁界 5 成分の波形観測を用いると、個々のコーラスエレメントに対して、k ベクトルやポインティングフラックスなどの波動の伝搬方向の情報を得ることができる。これまでに、いくつかの昼側コーラスの k ベクトル解析により、コーラスは午前側から昼側にかけての磁気赤道面付近で発生していることを示す結果が得られており、過去の衛星観測と同じになっている。今回は、更に詳しくコーラスの伝搬を解析するため、衛星位置で観測された個々のコーラスエミッションに対して逆 Ray Tracing を行ない、発生領域の特定を試みる。図に 1993/4/29/23:21:13 に観測された Rising Tone の 1 つに対して、周波数 (550Hz、850Hz、1150Hz) 成分毎に逆 Ray Tracing を行なった結果の一例を示す。磁気緯

度約 -15°以下では、周波数に依らず Ray Path はほぼ同じになっており、この領域内で発生したコーラスが GEOTAIL で観測され得ることを示している。

一方、コーラスの発生メカニズムを探るためには、波動のデータだけでなく、同時観測された粒子のデータとの比較が重要になる。そのため、コーラスが観測された時の PWI (Plasma Wave Instrument) による波動データと、CPI (Comprehensive Plasma Instrument) による粒子 (特に 30keV 以下の電子) データとを比較することにより、コーラスの発生と、電子のフラックスや分布関数などとの対応を解析することができ、電子によるコーラスの発生メカニズムを探ることができる。

発表では、GEOTAIL で観測された昼側のコーラスエミッションに対して、逆 Ray Tracing 解析と、PWI/CPI データの比較を通して、その発生、伝搬メカニズムを包括的に議論する予定である。

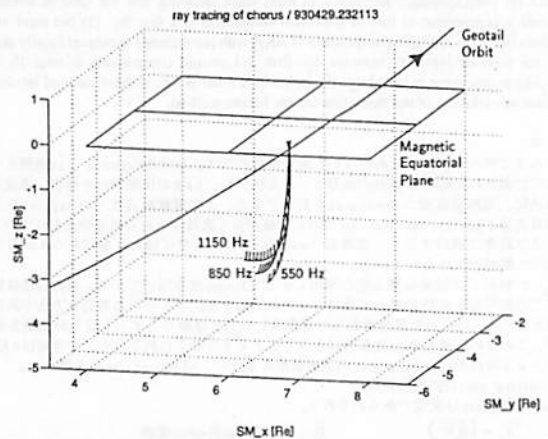


図: 93/4/29 に観測された Rising Tone に対する逆 Ray Tracing の一例。GEOTAIL の軌道から下に伸びているのが Ray Path であり、Ray Path 上からの各直線はそれぞれの場所における k ベクトルの方向を示す。

A 会場

10月7日(土) 午後

# 磁気圏構造—II

## Magnetosphere—II

oral: A42-01~18

poster: A42-P81~P86

座長

町田 忍 (京大・理学部)

星野真弘 (宇宙研)

\*家田章正、町田 忍 (京大理)、向井利貞、斎藤義文、  
山本達人、西田篤弘 (宇宙研)、平原聖文、  
寺沢敏夫 (京大理)、園分 征 (名大STE研)

## Energy Transport Associated with Plasmoid Events

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

We study the energetics of plasmoids through analysis of Low Energy Particles (LEP) and Magnetic Field (MGF) data from the GEOTAIL spacecraft. We report inferred characteristics of plasmoids, with special emphasis on energy flux plots as a function of plasma beta for ions ( $\beta_i$ ). We found that plasmoids have larger energy flux, and that the contribution of the energy flux associated with bulk flow becomes comparable to the thermal energy flux which is usually exceeding the others as the spacecraft moves deep into the tail, being different from previous studies. We will further discuss the difference of plasmoids at different positions of  $X_{CSM}$ .

磁気圏尾部領域において、磁力線再結合過程の結果、プラズモイドが発生することはよく知られている。しかし、プラズモイドの持つ全エネルギー量に関する精密な研究は行われていなかった。これは、エネルギーを定量的に議論できるに足る精度を備えた観測 (特にイオン) が、月軌道以遠で行われなかったことによる。

GEOTAIL 衛星は磁気圏中・遠尾部において低エネルギーイオンを測定した初の科学衛星であり、 $X_{CSM}$  の異なる複数の領域で観測を実施している。本研究では、GEOTAIL 衛星搭載の低エネルギー粒子観測器 (LEP) 及び磁場計測器 (MGF) が  $X_{CSM} \sim -60 R_E$  から  $X_{CSM} \sim -200 R_E$  において取得したデータを用いて、プラズモイドの運搬するエネルギーを調べる。最高速度が 400 km/s を超えるイベントについて、磁場の  $Z_{CSM}$  方向成分が bipolar の特徴を持つこと及び、プラズマ圧と磁場圧を加えた全圧が増加が見られることをプラズモイドの判定基準とし、最も特徴的なイベントを具なる  $X_{CSM}$  についてそれぞれ数例選んだ。それらを  $X_{CSM}$  ごとにまとめ、質量をイオンのベータ値で整理することにより、プラズモイドの中央部 (high  $\beta_i$ ) と境界部 (low  $\beta_i$ ) を区別して調べた。

その結果、エネルギーフラックスについて、中尾部 (図 a) では熱エネルギーが支配的であるのに対し、遠尾部 (図 b) では熱エネルギーと、並進運動に伴う運動エネルギーが同等であることが明らかになった。

また、遠尾部についての結果 (図 b) を、ISEE3 衛星による  $X_{CSM} \sim -110 R_E$  から  $X_{CSM} \sim -220 R_E$  でのプラズモイド的 burst event の観測 (Scholar et al. [1984]) と比較した。Scholar et al. [1984] からは、熱エネルギーは  $0.58 \times 10^{-5} (W/m^2)$ 、並進運動に伴う運動エネルギーは  $1.9 \times 10^{-5} (W/m^2)$ 、両者の比は 1:3 と算出されるのに対して、本研究の結果によると、両者とも  $3 \times 10^{-5} (W/m^2)$  であり、両者の比は 1:1 である。この相違は、彼らがイオンの温度を  $10^7$  K と仮定したのに対し、 $X_{CSM} \sim -199 R_E$  において GEOTAIL が観測したプラズモイドのイオンの温度は 2 keV ( $2.3 \times 10^7$ ) K であったこと、彼らがプラズモイドの平均速度 (600 km/s) をエネルギーを算出する際にもそのまま用いたのに対し、エネルギー輸送を支配的に相うイオンの速度は、平均速度よりも速く、750 km/s であった事によると推定される。

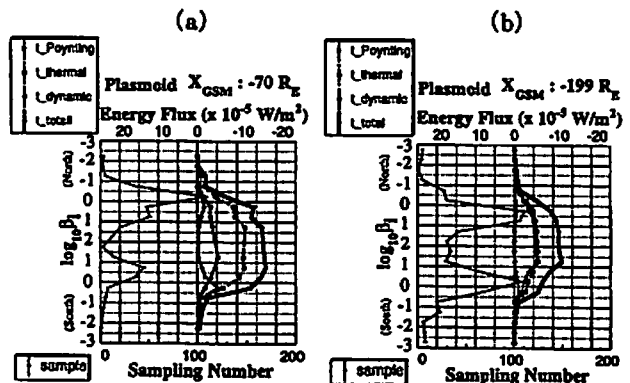


図: イオンのベータ値 ( $\beta_i$ ) で整理したエネルギーフラックス及びその3つの成分。  
(a)  $X_{CSM} \sim -70 R_E$  での5例のプラズモイドよりなる。  
(b)  $X_{CSM} \sim -199 R_E$  での4例のプラズモイドよりなる。  
データの sampling time は約 12 秒である。縦軸は  $\log \beta_i$  であり、 $B_z \geq 0$  の時は図の上半分に、 $B_z < 0$  の時は下半分に分けて示してある。

## Computer Simulations on Plasmoid Dynamics and Loop Heating by the Spontaneous Fast Reconnection Model

M. Ugai, T. Obayashi and M. Kikuchi  
(Ehime University)

Recent satellite observations have revealed that magnetic reconnection should play a crucial role on geomagnetic substorms. It is now evident by Geotail observations that large-scale plasmoids propagate in the distant tail in accordance with substorm onset. In this phenomenon, topological changes in magnetic field should take place, which could hardly be interpreted without magnetic reconnection. In this respect, two basic concepts on the fast (explosive) reconnection development have been proposed. One is the so-called externally driven reconnection model, where the basic fast reconnection mechanism is considered to be determined by external boundary conditions. In this model, the effective resistivity merely determines the maximum reconnection rate but has no significant role on the system dynamics, so that the reconnection rate is controlled by boundary conditions until it reaches the maximum rate. On the other hand, we have proposed the spontaneous fast reconnection model, where the fast reconnection mechanism is considered to develop by the self-consistent interaction between large-scale hydromagnetic effects and local diffusive effects near a magnetic neutral point. In this model, the

effective resistivity applicable in the system plays a crucial role on the system dynamics. An unusual (anomalous) resistivity such that grows locally near an X neutral point in accordance with the growth of global reconnection flows is required for this model to be applicable.

Obviously, it is very essential for applications to actual phenomena to identify which theoretical model is employed. In fact, for full understanding of the physical mechanism, we should clarify how (and under what physical conditions) the phenomenon develops with time. In this paper, it is demonstrated that powerful (explosive) magnetic energy release can be realized by the spontaneous fast reconnection mechanism. Both the plasmoid development and propagation and the strong heating of a large-scale magnetic loop are the direct outcome of this mechanism. In a long current sheet in initially static equilibrium, the fast reconnection suddenly develops in a local region where a current-driven anomalous resistivity builds up, and it spreads outwards on Alfvén time scales. Accordingly, in the tailward direction, a large-scale plasmoid propagates, whereas in the earthward direction it collides with the earth dipole field, giving rise to strong plasma heating at the loop top where a strong fast shock is formed. It is hence argued that the spontaneous fast reconnection model should, in principle, be quite applicable to the basic physics observed in a geomagnetic substorm.

A42-03

地球磁気圏尾部で観測された SLOW-MODE SHOCK の構造

齋藤義文 (宇宙研) 向井利典 (宇宙研) 町田忍 (京大理)  
 平原聖文 (東大理) 寺沢敏夫 (東大理) 西田篤弘 (宇宙研)  
 山本達人 (宇宙研) 国分征 (名大 STE 研)

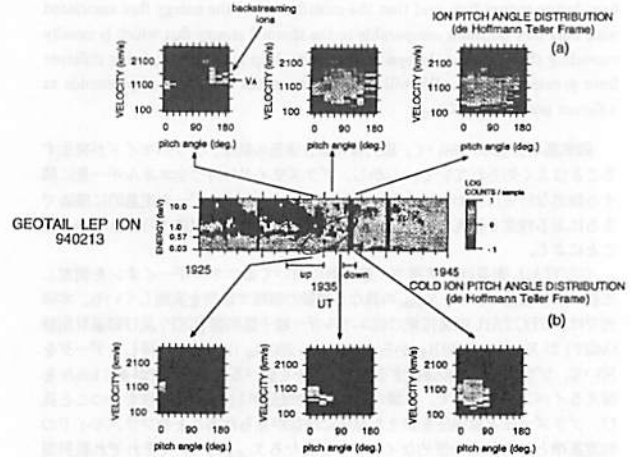
Structure of the Slow-Mode Shocks Observed in the Earth's Magnetotail

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

GEOTAIL Low Energy Particle observations have proved that the plasma sheet lobe boundaries in the Earth's distant magnetotail are sometimes identified as slow-mode shocks. The structure of these slow-mode shocks is summarized as follows. 1) the existence of the back streaming ions whose velocity on the de Hoffmann Teller frame is about the same as the upstream Alfvén velocity 2) electron heat flux leakage from the shock surface to the upstream region 3) flat top type electron distribution function in the downstream region 4) thermalization and deceleration of lobe cold ions (observed on the de Hoffmann Teller frame) between upstream and downstream regions.

これまでの GEOTAIL 衛星による地球磁気圏遠尾部の観測により、磁気圏尾部のプラズマシートとロープの境界は SLOW-MODE SHOCK となっている場合があることが確かめられた。(1994 SGPSS Fall Meeting: 齋藤 他) 地球磁気圏尾部において磁気リコネクションが起きる時、X-type neutral line を取り巻くプラズマシートとロープの境界が SLOW-MODE SHOCK となることは理論的に予測されていたが GEOTAIL 衛星の観測結果はこの理論的予想を裏付けたものといえる。これらの磁気圏尾部で観測される SLOW-MODE SHOCK は無衝突プラズマ中の SHOCK であり、その成因については観測データの不足からよくわかっていなかった。特に SHOCK の成因を調べる上で重要となる SHOCK 周辺のイオンの分布については GEOTAIL 衛星の観測以前には全く観測がなされていない。GEOTAIL 衛星の観測によって明らかとなった SLOW-SHOCK の構造は以下のとうりである。

- 1) SLOW-SHOCK 上流には SHOCK 面から SHOCK 上流に流れ出す back streaming ion が存在する。de Hoffmann Teller 系における back streaming ion の速度は上流の Alfvén 速度程度である。(図 a)
- 2) SLOW-SHOCK 上流には SHOCK 面から SHOCK 上流に向かって電子の heat flux が流れ出している。
- 3) SLOW-SHOCK 下流の電子の分布は、flat top 型をしており、SHOCK 構造中の電場で電子が加速されているものと考えられる。
- 4) SLOW-SHOCK 上流と下流の間には、衛星静止系でみるとロープの COLD ION が加速されるように見える領域が存在する。de Hoffmann Teller 系に変換して見るとこれらの COLD ION は加熱されると同時に減速されている。(図 b)



A42-04

磁気圏尾部での遅進衝撃波によるプラズマ加速加熱

星野真弘<sup>0</sup>、向井利典、西田篤弘、齋藤義文、山本達人 (宇宙研)、国分征 (名大STE研)

Plasma Heating and Acceleration due to Slow Shocks in Magnetotail

M. Hoshino, T. Mukai, A. Nishida, Y. Saito, T. Yamamoto (ISAS), S. Kokubun (STE).

We examine the origin of high speed and hot plasmas observed by Geotail in the earth's magnetotail from a point of view of slow shocks associated with magnetic reconnection. Using the plasma moments of the ion velocity functions, we find the ratio of thermal energy to bulk flow energy is bounded by about 0.3, i.e., the flow energy is greater than the thermal energy. We also find that the observed upper limit agrees well with the theoretical limit expected by slow shocks. Therefore, we conclude that the high speed, hot plasmas can be produced by slow shock heating and acceleration process.

磁気圏尾部のプラズマシートは、数keVの温度を持つイオンとその数分の1程度の電子のプラズマで満たされているが、その高温プラズマの起源は明確にされていない。それを説明する有力なモデルとして、磁気リコネクションに伴う遅進衝撃波による加速・加熱過程がある。この考え方に従って、ジオテイルによって観測されたプラズマのデータを遅進衝撃波理論によって期待されるプラズマ加速加熱率と比較し、衝撃波モデルの妥当性を議論する。

観測で得られた熱エネルギーと運動エネルギーの関係を図1に示す。1キロ電子ボルト程度以上のプラズマの

内高速プラズマのグループに注目すると、高速のプラズマほど高温で熱エネルギーと運動エネルギーの比が 0.3 程度のところに限界があることが解る。電子温度がイオン温度の数分の1程度あることを考えると、プラズマ全体との比は0.4程度になる。(温度が百電子ボルト程度以下のプラズマは尾部方向に毎秒数百km程度で流れておりロープ領域に対応する。)

図2に遅進衝撃波理論によって期待される衝撃波下流での熱エネルギーと運動エネルギーの比の等高線を示す。縦軸が衝撃波上流での磁場と衝撃波の放線方向がなす角度  $\theta_{NB}$ 、横軸が衝撃波上流での衝撃波面に対して流入する速度に対するアルフベン・マッハ数。トポロジーの観点から磁気圏で期待される衝撃波は  $\theta_{NB}$  が大きな角であるので、衝撃波によって加速されるプラズマは運動エネルギーへの配分が熱エネルギーよりも多くなる。また、強い衝撃波ではそのエネルギー比は最大0.4程度が限界となり、図1の観測結果を遅進衝撃波で説明できることが解る。

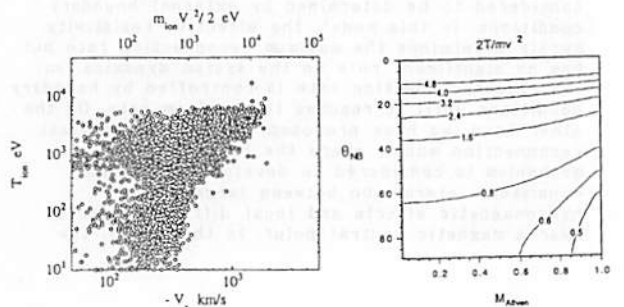


図1

図2

GEOTAIL衛星によるプラズマシート境界層を流れる沿磁力線電流

○前田 祐利、山本 達人、向井 利典、斎藤 義文 (宇宙研)、  
國分 征 (名大STE研)

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

M. MAEDA, T. YAMAMOTO, T. MUKAI, Y. SAITO (ISAS)  
AND  
S. KOKUBUN (STELAB.)

Using GEOTAIL data we are examining signatures of field-aligned currents in the plasma sheet boundary layer in the near-tail region. For  $Kp \geq 2$ -tailward currents are observed in the dusk side and earthward currents are observed in the dawn side. This result appears to be consistent with the Region 1 system. However, for  $Kp \leq 1$ , it is appeared that the polarity of the currents is reversed.

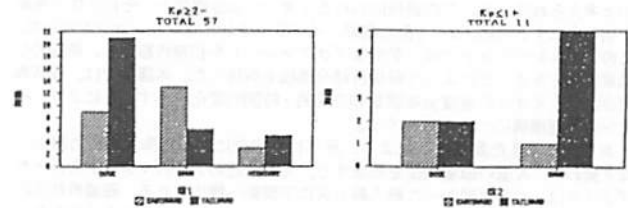
地球磁気圏夜側のプラズマシート境界層 (PSBL) を流れる沿磁力線電流は増幅側では Regional電流に相当し、Dawn側では地球へ入る向きで Dusk側では地球から出ていく向きであると指摘されている (Iijima and Potemra, 1978)。

Elphic et al. (1985) は ISEE-1, 2衛星の観測データを使い、それとは異なる結果を得た。その後、Oktani et al. (1988) のより詳細な解析の結果、Elphic et al.とは異なり Iijima and Potemra の Regional電流の方向と一致する結果が得られた。しかしな

がら, Oktani et al.の解析では磁場データしか使われていなかったため、PSBL中の Regional電流が研究されたとは言い難い。

そこで我々は、GEOTAIL衛星の磁場とプラズマのデータを使って、PSBL中の Regional電流を研究することにした。解析期間はGEOTAIL衛星の軌道が near-tail を通過する 1994年10月30日 から 1995年4月4日 までであり、範囲はGSM座標系で  $-50 R_E \leq X' \leq 0$ ,  $-20 R_E \leq Y' \leq 20 R_E$ で、PSBLを流れる電流として68例見つけることが出来た。この68例をKp指数によって分類した図が下図である。図1が  $Kp \geq 2$  の場合であり、図2が  $Kp \leq 1$  の場合である。

以上の結果から、 $Kp \geq 2$ では Regional電流の方向と一致する傾向があると言える。しかしながら、 $Kp \leq 1$ ではまだデータ数が少ないので予備的な結果ではあるが、Dawn側だけを見ると、Regional電流とは逆のセンスであると言える。これは Iijima and Potemra の地磁気の活動が静穏であると Regional電流が弱くなる、という説明と異なっている。



### A Magnetospheric Hot Spot, Consequence of Bursty Magnetotail Reconnection: GEOTAIL observation on 21 September 1993

○寺沢敏夫<sup>1</sup>, 篠原育<sup>1</sup>, 平原聖文<sup>1</sup>, 杉山徹<sup>1</sup>, 向井利典<sup>2</sup>,  
斎藤義文<sup>2</sup>, 町田忍<sup>3</sup>, 山本達人<sup>2</sup>, 國分征<sup>4</sup>, 長井嗣信<sup>5</sup>, 星野真弘<sup>2</sup>,  
西田篤弘<sup>2</sup>ほか, GEOTAIL LEP/MGFチーム  
<sup>1</sup>東大理, <sup>2</sup>宇宙研, <sup>3</sup>京大理, <sup>4</sup>名大STE研, <sup>5</sup>東工大理

○T. Terasawa<sup>1</sup>, I. Shinohara<sup>1</sup>, M. Hirahara<sup>1</sup>, T. Sugiyama<sup>1</sup>, T. Mukai<sup>2</sup>,  
Y. Saito<sup>2</sup>, S. Machida<sup>3</sup>, T. Yamamoto<sup>2</sup>, S. Kokubun<sup>4</sup>, T. Nagai<sup>5</sup>,  
M. Hoshino<sup>2</sup>, A. Nishida<sup>2</sup>, and the GEOTAIL LEP/MGF team  
<sup>1</sup>Dept. Earth Planet. Phys., U. Tokyo, <sup>2</sup>ISAS, <sup>3</sup>Dept. Phys. Kyoto U.,  
<sup>4</sup>STEL, Nagoya U., <sup>5</sup>Dept. Earth and Planet. Sci., Tokyo Inst. Tech.,

It is well known that the plasma sheet is rich in the varieties of particle energization phenomena. In this paper, we shall present a case study of an impulsive particle acceleration event observed at  $\sim 16:10$  UT on 21 September 1993, when the GEOTAIL spacecraft was in the middle-distant magnetotail at  $(X, Y, Z)_{GSM} \sim (-41, -7, +5)$  Re. Figure 1 gives an overview of the event. As seen, Bx showed an oscillatory behavior during the interval of 1609-1611. To interpret such a Bx oscillation, we usually invoke a flapping-type motion of the plasma sheet. However, this "common sense" is inconsistent with the observed Vz, which was positive throughout this interval. In this paper, we propose an alternative interpretation: What we saw was a field line bend produced by the collision of a fast tailward jet with a slowly moving plasma ahead (Fig. 2). To prove this picture, we shall present two different sets of evidence; (1) Doubly humped  $f(V)$  of ions at the center of the event (the epoch C-D in Fig. 1), and (2) Result of the Minimization of Faraday's Residue (MFR), a newly proposed method to obtain the gradient direction N and the co-moving velocity of an MHD structure along N.

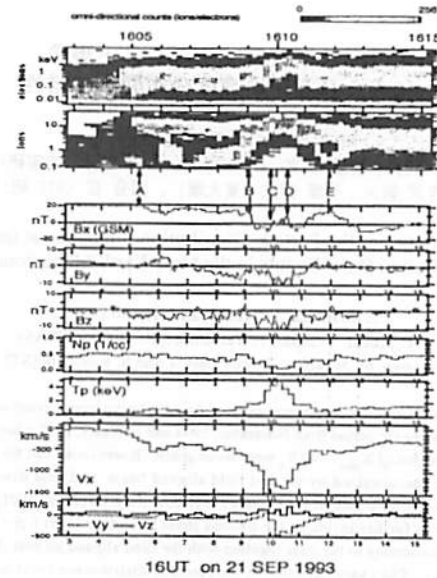


Fig. 1 Event Overview: Panels show from the top energy-versus-time diagram for omnidirectional counts of electrons and ions, Bx, By, Bz: three components of the magnetic field in the GSM coordinate, Np: ion density, Tp: ion temperature, and Vx, Vy, Vz: three components of the ion velocity in the GSM coordinate.



Fig. 2 A model for 21 Sept event (interval of 1609-1611 UT). We assume a bursty ejection of a tailward plasma jet from the reconnection region earthward of GEOTAIL.

磁気再結合 X 点近傍における粒子加速の数値実験

中林 潤哉 町田 忍 (京大・理)

A Numerical Simulation of the Particle Acceleration Near the X-point

J. Nakabayashi and S. Machida  
Faculty of Science, Kyoto Univ.

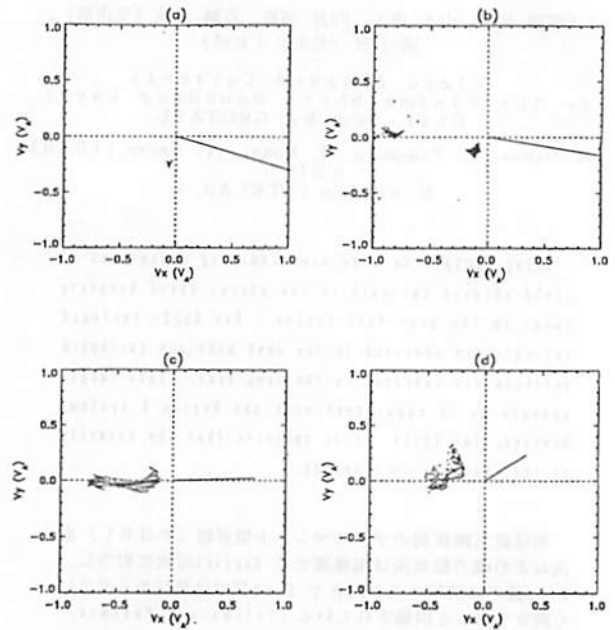
To understand the magnetic reconnection process, especially in terms of the temporal development of the ion distribution function which is directly compared with in-situ observations, a 2-1/2 dimensional electromagnetic hybrid particle simulation was conducted. We added localized anomalous resistivity to steady state plasma sheet solution to initiate and continue the process. Several distinct forms of the distribution functions were found in different regions of the system. We will discuss several mechanisms in responsible for accelerating particles.

磁気圏尾部においては、磁気再結合によってプラズマが加速・加熱されていると考えられている。この過程におけるイオンの加速機構と、それに伴う現象を明らかにするため、2-1/2次元電磁ハイブリッドシミュレーションを行った。このシミュレーションでは、定常なプラズマシートを初期状態とし、局所的な異常抵抗を与えることによって磁場再結合過程を再現した。本講演では、磁気再結合に伴うイオンの速度分布関数の空間的・時間的変化を示すことにより、イオンの加速機構について議論する。

局所的に与えた異常抵抗により、反平行な配位にあった南北の磁力線がなぎ変わり、X型の磁場配位を形成する。x点付近のプラズマシートにあったプラズマは、つなぎ変わった磁力線と共に下流側へ排出される。磁場再結合によって薄くなったx点付近のカレントシートでは、ロープから引き込まれたイオンがメアンダリング運動をしつつ夕方側へ加速された後、つなぎ変わった南北磁場に沿ってプラズマシートを離れる。これらのイオンは、ロープにおけるアルヴェン速度以上まで加速される。

一方x点からのプラズマが入射した領域では、プラズマ圧の増大によってプラズマシートが拡大する。この領域では、ロープのイオンは朝側にE x BドリフトしつつPSBLへと引き込まれた後、磁力線に平行方向に加速される。その速度は最大でアルヴェン速度程度である。

フトしつつPSBLへと引き込まれた後、磁力線に平行方向に加速される。その速度は最大でアルヴェン速度程度である。



ロープからプラズマシートにかけてのイオン速度分布の変遷。GSM-XY 平面上で、原点からの直線は磁場ベクトル  
(a) 朝側にドリフトしつつ引き込まれるロープのイオン  
(b) よりx点側で加速されたイオンと(a)のイオン  
(c) 磁力線方向に加速されているイオン  
(d) メアンダリングイオンと、jetイオン

近尾部プラズマ・バースト現象  
にみられる粒子速度分布関数の特性

町田 忍、中林 潤哉 (京大理)、  
向井 利典、斎藤 義文、山本 達人、西田 篤弘 (宇宙研)、  
寺沢 敏夫、平原 聖文 (東大理)、國分 征 (STE 研)

Characteristics of the Particle Distribution Functions at the Time of Plasma Burst Events in the Near-Earth Magnetotail

S. Machida, J. Nakabayashi (Kyoto Univ.),  
T. Mukai, Y. Saito, T. Yamamoto, A. Nishida (ISAS),  
T. Terasawa, M. Hirahara (Tokyo Univ.), and S. Kokubun (STE Lab.)

The plasma distribution functions associated with plasma bursts event at the near earth magnetotail during the period from November, 1994 and February, 1995 when the GEOTAIL traversed the region of  $X_{GSM} \sim -40 R_E$  were investigated. It was found that the ion distribution functions are characterized by the fast field aligned beam and cold downward drifting component in the lobe-side of the plasma sheet boundary layer ( $\beta \sim 0.01$ ), field aligned elongated jet in further inside of the plasma sheet boundary layer ( $\beta \sim 0.1$ ), and hot component meandering to the dusk together with the field aligned jet near the inner current sheet ( $\beta \sim 1$ ). The characteristics of the electron distribution functions will also be discussed.

GEOTAIL 衛星が 1994年11月から 1995年2月の期間で  $X_{GSM} \sim -40 R_E$  の磁気圏近尾部に位置している際の LEP および MGF のデータに関して解析を進めた。特に、磁気圏サブストーム発生時に現われるバースト現象に関して (即ち磁気再結合によって加速される粒子の示す) プラズマ粒子の速度分布関数について調べた。

解析の結果、Lobe側から高速被加速粒子群に突入する際は図 (a) の例にみられる様な磁力線に沿って走る高速のイオンビームと、朝側に向かってドリフトする Lobe 起源のエネルギーの低いイオンが同時にみられる分布関数が特徴的であることがわかった。この低エネルギーのイオンは Lobe からやってきたものが Plasma Sheet に向かう方向の電場によって ExBドリフトをし

ているものであると考えられる。[本講演予稿集 中林・町田の論文を参照] この分布はイオンのプラズマベータ値  $\beta \sim 0.01$  のPSBLにあたる所の速度分布関数と考えられる。

さらに、内側の  $\beta \sim 0.1$  の領域に入ると、加速されたイオンの分布が図 (b) の様に磁力線に沿って引き伸ばされた格好となる。ここでは、Lobe側からやって来て Slow Shock の領域で加速された成分と、中央部の Current Sheet で加速された両方の成分が混合して構成されていると考えられる。さらに、内側 ( $\beta \sim 1$ ) に入り込んだ領域においては、分布関数が図 (c) に示す様に、全体が熱化して多少、夕方側に張り出した構造から反地球側に繋がって伸びている。この夕方側に張り出した部分は、Current Sheet 内の Meandering 運動をしている粒子と考えられる。本講演においては、上記のイオンに加えて電子の分布関数も含めて報告を行う予定である。

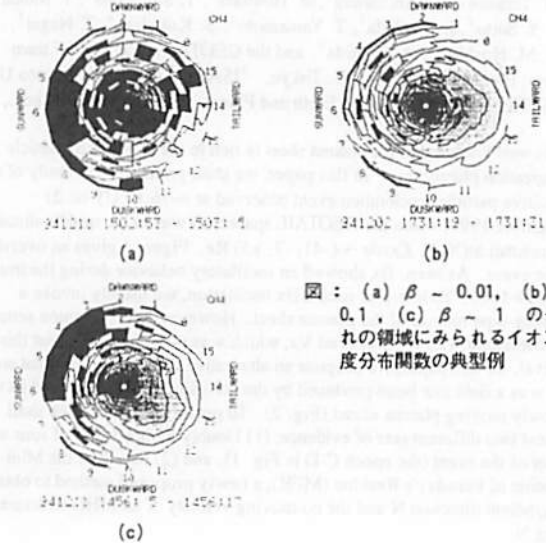


図: (a)  $\beta \sim 0.01$ , (b)  $\beta \sim 0.1$ , (c)  $\beta \sim 1$  のそれぞれの領域にみられるイオンの速度分布関数の典型例



The merging geometry and the effect of heavy ions in the hybrid simulation of resistive reconnection

M.Nakamura<sup>\*</sup> and M.Fujimoto (Department of Physics, Nagoya University)

One of the problems of geomagnetotail reconnection is the merging geometry near the diffusion region. While a lot of MHD simulations have demonstrated the fast Petschek type reconnections which have slow shocks and fast plasma flows, the actual merging geometry in a collisionless plasma reconnection has not been know well yet. Here, we study this structure of the merging region in a resistive reconnection process, using a two-dimensional hybrid simulation code (ion particle, charge neutralizing massless electron). For the initial condition, we use a double plasma sheet model, in which periodic boundary conditions are imposed in both x and y. The magnetic field is assumed to be anti-parallel across the current sheet. The field and plasma configuration satisfies the Harris equilibrium and the resistivity is set to non-zero only in a small region of each plasma sheet. The reconnection starts

within the diffusion region where the local resistivity is assumed and the reconnection with a small magnetic separatrix angle is formed finally. The result is not totally consistent with the fast Petschek type MHD reconnection and shows some features that do not appear in MHD results. We will discuss mainly the motion of ions and the features of boundary layer between the lobe region and the fast plasma flow region. We, furthermore, study the effects of heavy ions on this configuration. When Oxygen ions are included in the lobe population with the density fraction as small as 2% of the total, the magnetic separatrix angle becomes larger and the reconnection rate is increased about 20% as compared to the all proton case.

A42-10 The Coexistence of the Earth-originated O<sup>+</sup> and the Solar-wind-originated H<sup>+</sup>/He<sup>++</sup> in the Distant Magnetotail

<sup>\*</sup>K. Seki<sup>1</sup>, M. Hirahara<sup>1</sup>, T. Terasawa<sup>1</sup>, I. Shimohara<sup>1</sup>, T. Mukai<sup>2</sup>, Y. Saito<sup>2</sup>, S. Machida<sup>3</sup>, T. Yamamoto<sup>2</sup>, and S. Kokubun<sup>4</sup>  
 1: Univ. of Tokyo, 2: ISAS, 3: Kyoto Univ., 4: STE Lab.

In the lobe region of the distant magnetotail ( $X_{GSM} \sim -160 [R_E]$ ), we find the coexistence of three ion species, H<sup>+</sup>, He<sup>++</sup> and O<sup>+</sup>, streaming tailward. This observation sheds a new light upon the ion transport process in the magnetotail.

- (1) From the existence of He<sup>++</sup>, we conclude that some part of the protons, if not all, should come from the solar wind: In Figure 1 we have fitted the sum of two flowing Maxwellians to the phase space density data. In the energy-per-charge measurement, He<sup>++</sup> with the same velocity as protons will appear to have  $\sqrt{2}$  times as large velocity as the actual. The second component in Figure 1 is thus consistently interpreted as He<sup>++</sup>.
- (2) In Figure 2a, we see a positive correlation between the proton density  $N_{H^+}$  and their velocity component parallel to the local magnetic field  $V_{H^+ \parallel}$ . This correlation is explicable in terms of an expansion fan model [Siscoe et al., 1994] or a direct entry model [Matsuno et al., 1995], provided that these protons come from the solar wind. From the existence of O<sup>+</sup>, it is obvious that ions of the ionospheric origin have mixed with the ions of the solar wind origin.
- (3) In Figure 2b, we see no systematic relation between the density of O<sup>+</sup> and their parallel velocity  $V_{O^+ \parallel}$ . This observation is consistent with the idea that O<sup>+</sup> have some source mechanism different from protons. The cause of the O<sup>+</sup> density variation, however, has not yet been identified.
- (4) There is another interesting aspect of this event: As seen in Figure 3,  $V_{O^+ \parallel}$  is often faster than  $V_{H^+ \parallel}$  by  $\Delta V_{\parallel} = 20 \sim 30$  [km/s]. While this velocity difference is reminiscent of the solar wind observation, where heavier ions flow faster than protons by  $\sim V_A$  (Alfven velocity),

the observed  $\Delta V_{\parallel}$  is only several percents of the local  $V_A$ . We hope to use this curious observation as a key to identify the acceleration process of O<sup>+</sup> in the magnetotail.

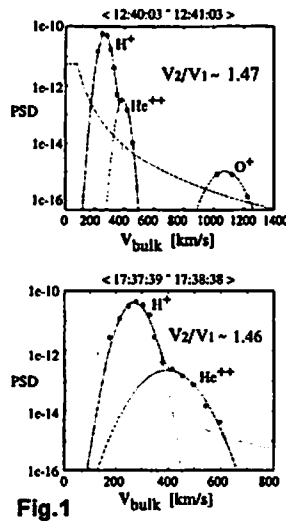


Fig.1

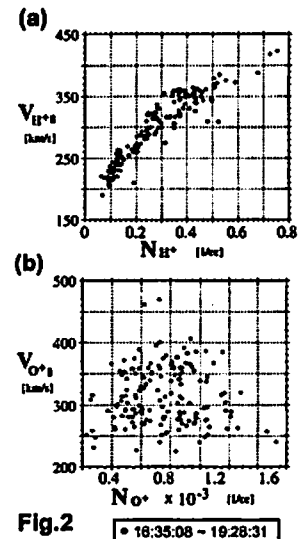


Fig.2

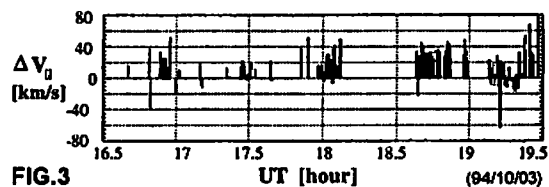


FIG.3

**Solar Wind Injection and Merging with Ions of Terrestrial Origin in the Distant Magnetosheath-Lobe Boundary**

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

1. Department of Earth and Planetary Physics, Faculty of Science, the University of Tokyo, Hongo 7-3-1, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan
2. Institute of Space and Astronautical Science
3. Institute of Geophysics, Faculty of Science, Kyoto University
4. Solar Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

One of the most distinctive findings by the GEOTAIL observations in the distant magnetotail is the existence of the cold dense ion flows (CDIFs) in the tail lobe regions. While most of the CDIF population is considered to be of the solar wind origin, some reports have proposed that multiple-component CDIFs have both the solar wind origin ( $H^+$ ,  $He^{2+}$ ) and the ionospheric origin ( $O^+$ ). It is necessary to reveal the processes of the solar wind injection into the lobe and its merging with the ions outflowing from the ionosphere, based on the realistic magnetic field configuration and the plasma transport mechanisms in the vicinity of the high-latitude magnetopause between the magnetosheath and the mantle/lobe.

An essential clue to clarify the interactions between the solar wind and the magnetospheric plasmas is three-dimensional velocity distributions of the plasmas near the boundary. Figure 1 shows two examples of the CDIFs in and near the distant magnetosheath-lobe boundary. All the ion components in these diagrams flow dominantly tailward. Two-branch proton streams consisting of the CDIF and a higher-energy stream are found in the boundary in Figure 1a (see a thick underline). They are merged each other in the magnetosheath. The  $O^+$  ions are also detected in the lobe. On the other hand, GEOTAIL observes only CDIFs in the second example of Figure 2b. In both of the examples, the CDIF energies and fluxes increase as the spacecraft approaches to the magnetosheath (thin underlines). It should be noticed that the lower energy cut-off levels of the CDIFs are smaller than those of the solar wind in the magnetosheath, which suggests that the energies of the solar wind components are changed when they are injected into the magnetosphere. Both of these cases are commonly observed in the magnetosheath-lobe boundary.

Figure 2 represents a possible open field line model based on the reconnections in the dayside and the distant magnetosheath-lobe boundary. It seems to be difficult to apply penetration processes by diffusion to the cases with the two-branch proton streams. Large amount of the solar wind fluxes will be injected into the cusp and the mantle/lobe during southward IMF. Their energies are significantly changed at a kink of the open field lines in the magnetopause, as shown in Figure 3. The tailward flowing magnetic field kinks will decelerate the ions injected in the mantle (see 'B' in Figure 2). Therefore, the velocity distribution of the CDIF of the mantle source should have lower-energy peak than that of the solar wind in the magnetosheath. On the other hand, the solar wind ions through the dayside ('A') or the distant tail downstream of the second reconnections ('C') are generally accelerated. The solar wind newly injected into the lobe by the second reconnection has the tailward bulk velocity larger than the CDIF in the lobe because of the acceleration and the velocity filter effect. The injected solar wind components can be observed with the

ions outflowing from the polar ionosphere (UFI or polar wind), because the plasmas of these two origins exist on the same field lines. The features expected from these solar wind injection processes are consistent with the observations in Figure 1.

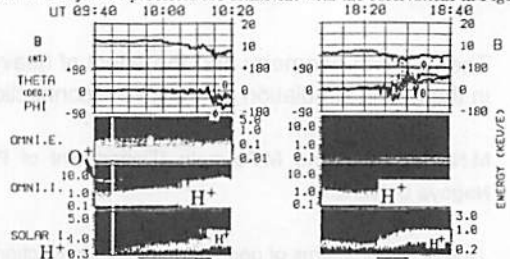


Figure 1 Two examples of different solar wind injections in the distant magnetopause between the magnetosheath and lobe. Each subset with multi-panels shows magnitude and directions ( $\theta$  and  $\phi$ ) of the magnetic field, and omni-directional energy-time diagrams of electrons and ions detected by the LEP-EA-ele, EA-ion, and SW sensors from the top, respectively. GEOTAIL moves from the northern lobe into the magnetosheath in both of the examples.

- (a)  $O^+$  can be found together with the CDIF in the lobe, as indicated by an arrow at a left-hand ordinate of the EA-ion panel. The lowest diagram shows that two-branch  $H^+$  streams exist in the boundary (thick underline).
- (b) The CDIF is coupled with the solar wind, while there are no two-branch proton streams.

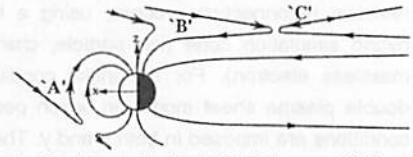


Figure 2 Solar wind injections in the dayside ('A'), the mantle ('B'), and distant tail lobe ('C').

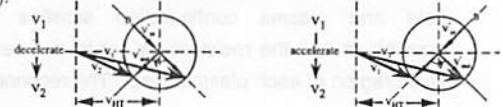


Figure 3 When the magnetic field line in the magnetopause has a kink, the solar wind is accelerated or decelerated.

**The antisymmetric ballooning instability in the Earth's magnetotail models**

Dae-Young Lee, Masahiro Hoshino

(The Institute of Space and Astronautical Science)

The antisymmetric, incompressible, ballooning mode analysis is performed for some specific magnetotail models. We employ both the eigenmode analysis and the energy principle to test the ballooning stability of two dimensional field models.

First, for the excessively stretched magnetotail models where the field curvature is significant only near the equatorial plane (decreasing "too rapidly" along the field line), we find that the antisymmetric ballooning mode is stabilized due to the strong field line tension. However, it is shown that, for magnetotail models where the field curvature decreases at a slower rate like  $1/B$  over some portion along the field line, an antisymmetric ballooning instability can be achieved in relatively nominal physical conditions.

It appears that the detailed magnetic structure near the neutral sheet is important in determining the action of antisymmetric ballooning instability. We suggest that both geometric roundness in the neutral-sheet field lines and a sufficient plasma pressure gradient seem to be necessary for ballooning action in the tail.

## Wave-Assisted Cusp Model

M. Yamauchi and R. Lundin  
(IRF-Kiruna, Sweden)

Due to the lack of in-situ observations of the high-altitude cusp, our observational knowledge of the cusp is much less than it is necessary to nail down to only one cusp model. Although the forthcoming big space project such as Cluster, Interball, The Polar Cap Radar may increase such knowledge, the above situation will not change. Therefore, it is always important to seek new cusp models in order to enlarge our ability to understand the present and future observations. The authors have recently proposed a new cusp model\*<sup>1</sup> in which the cusp boundary is essentially an MHD fast wave. This model is consistent with many cusp observations at low-altitudes and mid-altitudes. We will list and discuss these observations and compare to the other cusp models.

\*<sup>1</sup> in *Physical signatures of magnetospheric boundary process*, edited by Holtet and Egeland, 99-109, Kluwer, Dordrecht, 1994.

### 'Convection dynamo' theory of geomagnetic storms and substorms: Energy transfer processes involved in the magnetospheric convection (II)

Nakagawa Akinari

*Faculty of Science and Technology, Ryukoku University,  
Seta, Ôtu 520-21, Japan*

It is Birkeland [1908, 1913] who has first characterized properly the sequence of world-wide geomagnetic disturbances associated with auroral manifestations, with naming it 'polar elementary storm.' For the explanation of these disturbance fields, and accompanying aurorae as well, he has proposed, in addition to the existence of horizontal currents in the upper atmosphere, that of field-aligned currents (FAC's). Birkeland's account of FAC's was based on a single particle motion of solar corpuscular radiation under the geomagnetic field (and his 'terrella' experiment). However, the origin of FAC's should be examined in terms of plasma motion under a magnetic field, as Alfvén has done [1939, 1940]. His explanation was as follows: Solar particles streaming as a magnetized plasma encountered the Earth's dipole field, forming a forbidden region surrounding the Earth at some distance. The dependency of particle orbits on species caused charge accumulation on the boundary of the forbidden region, positive ions in the dayside and electrons in the nightside. Alfvén assumed that these accumulated charges neutralized each other by a discharge along magnetic lines of force via conductive upper atmosphere in the auroral zone. However, the correct adoption of the Alfvén's idea has had to await the discovery of the magnetosphere and the magnetospheric convection. Axford and Hines [1961] have established the concept of magnetospheric convection in

an attempt to put various high-latitude geophysical phenomena into perspective. They have thus revealed the relationship between ionospheric currents, which are caused by ionospheric electric fields, and the magnetospheric convection, which is accompanied by magnetospheric electric fields. Its mathematical formalism has been clearly demonstrated by Vasylunas [1970]. Since his formalism is based on the current continuity of magnetospheric and ionospheric currents via FAC's, the tacit assumption here is that the magnetospheric convection is necessarily accompanied by FAC's. More importantly, it follows from this that the magnetospheric convection is a process that involves energy transfer between the magnetosphere and the ionosphere by means of FAC's. Prior to the formalism by Vasylunas, Boström [1964] has presented two model current systems associated with the auroral electrojets. In his current models, FAC's are closed with magnetospheric and ionospheric currents, thus forming current circuits. He has thereby indicated the necessity of dynamo action in the magnetosphere to maintain FAC's.

The objective of this paper is to reveal how this dynamo action takes place and thus to establish the crucial role played by the magnetospheric convection in the large-scale energy transfer in the magnetospheric-ionospheric coupling system. In the magnetotail, current circuits maintained by *magnetopause dynamo* on the tail magnetopause feed energy into the magnetosphere; this and the compression by the Earthward convection as well give rise to the heating of the magnetospheric plasma. Then, *convection dynamo* plays the role to transform the resultant thermal energy of magnetospheric plasma further into electromagnetic energy in the outer magnetosphere in the form of transverse currents. Conveyed by FAC's, this electromagnetic energy is dissipated into Joule heating of the ionosphere as well as other processes. We shall demonstrate that both geomagnetic storms and substorms can be accounted for as the effects of these energy transfer processes. Based on the form of current circuits maintained by *convection dynamo*, geomagnetic disturbances may be classified into two *Categories*; this gives a unified viewpoint of the physical nature of these disturbances.

## Magnetotail Structures in a Simulated Earth's Magnetosphere

S. Minami<sup>1</sup>, G. Yur<sup>2</sup>, H. U. Rahman<sup>3</sup>,  
J. Birn<sup>3</sup>, F. J. Wessel<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Osaka City University, <sup>2</sup>University of California, <sup>3</sup>LANL

The structure of the magnetotail is investigated in a laboratory simulated magnetosphere. Particular emphasis is placed on the distant magnetotail where the closed field line region of the plasma sheet terminated and possibly the process of reconnection takes place. Our study builds upon the previous investigation of the magnetotail [Birn et al., 1992], which explored this region through models and magnetic field measurements in the simulated magnetosphere.

Plasma flow is measured by using a double sided Faraday cup that measured the ion flux of counter streaming plasma flow simultaneously in both direction. The overall magnetotail structure is explored by high-time-resolution imaging.

Electric field measurements are also carried out in this region and the existence of the earthward electric field was found. The presence of a trapped plasma with a significant level of increased temperature is also observed in the near earth region of the model magnetosphere.

To investigate the coupling function of the interplanetary magnetic field into the magnetotail, the polarity of  $B_z$  is changed and the response in the tail is observed. The result show the delay time of about 30 minutes according to the simulation scaling. This time is explained by the propagation of Alfvén waves.

### References:

- Birn, J, et al., JGR, 97, 14833, 1992.  
Minami, S. et al., GRL, 20, 9, 1993.  
Yur, G., et al., JGR, in press.

## 地上磁場データを用いて求めた auroral oval のサイズと Dst index との関連 (2)

渡辺 優子, 亀井 豊永 (京大理)

Size of auroral oval estimated from ground-based magnetic data and its relationship with Dst index

Y. Watanabe, T. Kamei

(Faculty of Science, Kyoto University)

Last time, we reported statistical relationship between Dst index and size of auroral oval estimated from ground-based magnetic data at stations in auroral zone or subauroral zone only in the morning sector. We derive size of the auroral oval by assumption of single line current electrojet which flows westward in the morning sector. The result clearly shows auroral electrojet tends to spread equatorward as Dst index goes minus. This time we devided data by local time and seasons. Seasonal dependence of the relationship isn't clear, but local time dependence of the relationship is clear. Both westward current and eastward current show the same tendency as the last result in auroral zone and near auroral zone. However, in lower latitude, unless Dst index is strong enough, effects of positive bay and Sq variation disturb the relationship. We also examined relationship between size of auroral oval and Dst index which is for the hour before the hour when substorm occurred.

前回我々は、auroral electrojet の位置と Dst index との間の関係を

morning sector のみで統計的に明らかにした。Dst index の値が、40nT から-250nT へと発達すると、auroral electrojet の位置は、地磁気緯度で 69° から 58° へと動き、ring current の発達につれて、auroral oval が equatorward へ下がるという関係がはっきりみられた。ring current による磁気圏の磁力線の形状の変化により、aurora 領域への precipitation particle の沿う磁力線の foot point が変化するために、この関係が出てくると考えている。

今回は、データを分割して、local time と季節による変動を見てみた。auroral electrojet の位置と Dst index との間の関係の、季節による変化は顕著ではない。local time での変化は顕著であり、auroral zone とその付近では、morning sector で westward electrojet によると思われる磁場変動が、afternoon sector で eastward electrojet によると思われる磁場変動が卓越してみられ、どちらも、Dst index の値が小さくなる (ring current が発達する) と、電流の位置が、低緯度側へ下がっていくという関係がはっきりみられる。もう少し低緯度では、Dst index が非常に強くない場合、positive bay によると思われる morning sector での eastward current の影響や、Sq と見られる電流系の影響が強くなるようである。

また、substorm の起きた 1 時間の Dst index と、起きる前の 1 時間の Dst index とそれぞれについて、auroral electrojet の位置との関係調べたところ、同じような傾向が見られたが、1 時間前の Dst index との方が、auroral oval と Dst index との関係が若干はっきりするようである。今回は、auroral electrojet の位置の変化と Dst index との時間関係を詳しく調べていく予定である。

# A E 指数 (1978-88年) の統計的特性

○亀井豊永、荒木徹 (京大理学部)、杉浦正久  
(東海大開発技研)

On Statistical Characteristics of the  
Auroral Electrojet Indices (1978-1988)

T. Kamei, T. Araki (Kyoto University),  
M. Sugiura (Tokai University)

It has been more than 10 years since we started derivation of Auroral Electrojet index. This paper gives general characteristics of the indices (AU, AL, AE and AO) by statistical studies by use of the one minute values from 1978 till 1988.

我々がA E指数算出を担当してから既に10年以上が経ち、各々の指数(AU、AL、AE、AO)についての統計的な特性について、一般的なまとめをしてみる。よく知られている季節変化や日変化、年変化、観測所分布による影響などであるが、時間が許せばAUとALを与える時刻の統計的性質とそれに関連するパラメータについて述べる。

## 極端紫外光834Åの磁気圏撮像望遠鏡の開発

○滝澤慶之、中村正人、平原聖文、吉川一朗、山崎敬、野田寛大  
東京大学理学部地球惑星物理学教室

Development of an 834 Å Imaging telescope for magnetosphere

○Yoshiyuki Takizawa, Masato Nakamura, Masafumi Hirahara  
Ichiro Yoshikawa, Atsushi Yamazaki, Hiroto Noda  
Faculty of Science Univ. of Tokyo

Upflowing Oxygen ions from the ionosphere and Oxygen ions in the plasmasphere scatter the 834 Å extreme ultra-violet light. Imaging of these flows can be done by taking pictures using this resonance scattering line. This imaging is, however, challenging because the 1024 Å and 1216 Å (Lyman  $\alpha$  lines) are close to the 834 Å lines and may contaminate the imaging. Our trial is on the multi-coating mirror which reflects lights at 834 Å but not 1024 Å nor 1216 Å lines.

世界的にHeII(304 Å)、OII(834 Å)による太陽光共鳴散乱線による磁気圏、プラズマ圏撮像観測の研究が進んできている。我々は1997年末にロシアのロケットで打ち上がる予定のスウェーデンのマイクロサテライト(40cm×40cm×26cm)に搭載されるプラズマ圏撮像装置の開発を通して、磁気圏撮像技術の獲得を目指している。これまで、このような撮像観測が行なわれなかった理由の大部分は極端紫外領域の光を反射、集光させることが非常に困難であったからである。極端紫外領域においても、臨界角より小角度側での全反射を利用した反射では高い反射率が得られる。しかし、極端紫外領域では屈折率が1より僅かに小さいために臨界角が小角度となって

しまい、高い反射率の得られる領域がほんの数度に限られてしまう。極端紫外光の物質へ侵入する深さ(ペネトレーション深さ)は、極端紫外光のもつエネルギー、入射角度、そして、物質の光学特性によって決まってしまう。このため、磁気圏、プラズマ圏撮像の様に光量が限られている場合は十分に集光、結像を行なう光学系を構成することが困難であった。しかし、最近になり成膜技術の発達によりオングストロームレベルの膜厚制御が可能になり、極端紫外領域でも十分な性能の反射鏡が製作可能になった。

そのような反射鏡が多層膜反射鏡(Multilayer Mirror)である。基本的な概念は、極端紫外光がペネトレーション深さに達するまでに、多数の重元素物質の膜の界面が存在すれば、各界面での反射を積分子下渉を利用して高い反射率が得ることができる事にある。極端紫外領域においては、多層膜反射鏡により、ほぼ直入射の入射角度で、高い反射率を得ることができる。多層膜反射鏡には、様々なパラメータが存在し、入射角度、入射波長、重元素及び軽元素の物質、1組の重元素及び軽元素の膜厚、層数(組数)などがある。

我々の目的は、これらのパラメータの最適値を探し、HeII(304 Å)、OII(834 Å)による太陽光共鳴散乱線に対して直入射型望遠鏡を可能にする多層膜反射鏡を見つけることにある。HeII(304 Å)に関しては、基本的には現在の技術で可能であるが、OII(834 Å)に関しては、世界的にもほとんど研究されておらず、ちょうど物質内での吸収が大きくなる場所でもあり多層膜反射鏡が有効であるかどうかさえ現在のところ解ってはいない。OII(834 Å)反射鏡の開発する上で最大の問題は、水素原子からの1025及び1216 Åの光(ジオコ罗纳)のバックグラウンド反射率を極力抑え、OII(834 Å)の反射率のみを如何に高めるかという点である。今回は、OII(834 Å)反射鏡の可能性及び途中経過について発表したい。

高速磁気再結合過程の MHD シミュレーション  
 におけるテスト粒子軌道計算  
 清水 徹\*, 鶴岡正行 愛媛大学工学部  
 Computer Studies of Test Particle Trajectories  
 on the basis of MHD Simulations of  
 Fast Magnetic Reconnection  
 Tohru Shimizu and Masayuki Ugai  
 Faculty of Engineering, Ehime University

Abstract.

Charged particle acceleration processes are studied in the time-developing electro-magnetic fields generated by MHD simulations of spontaneous fast reconnection. In our calculation kinetic energy and adiabatic invariance conservation laws of particles are satisfied for maintaining accuracy of calculated particle trajectories.

It is shown that all protons, which encounter a slow shock, are accelerated to high energy, which is consistent with Sato et al.(1982). But, in our result the trajectories are classified into two types. One of these types, which escape to upstream of the slow shocks with large field aligned velocity, can reach to a high magnetic field intensity region of the magnetic loop associated with the reconnection process. This may indicate that the global electro-magnetic field, generated by the fast reconnection, could cause effective field aligned acceleration responsible for auroral particles.

<はじめに>

我々は電磁流体力学(MHD)コードにより高速磁気再結合過程の計算機シミュレーションを行ってきた。MHDではプラズマを流体近似するため各々の荷電粒子の加速の様子については何ら情報を与えない。そこでMHDシミュレーションにより生成される電磁場データのもとでテスト粒子軌道を計算する。ただし我々は計算精度を保持するために粒子の運動エネルギーと断熱不変量保存則を同時に満たしつつ計算した。この内、後者は磁場のソレノイダル性に起因するため、MHDシミュレーションで生成される離散的な磁場データが厳密にソレノイダルとなるように補間すればよい(文献)。その補間方法は一般的なプラズマ粒子コードへも適用できる(投稿中)。当然これら保存則が満たされないと粒子は本来許されない軌道をとる。

<計算結果>

テスト粒子の軌道は高速磁気再結合過程のMHDシミュレーション中に逐次生成される電磁場データをもとに計算された。なお電場データはオーム則  $\vec{E} = \eta \vec{J} - \vec{v} \times \vec{B}$  ( $\vec{v}$ : 流体流速,  $\eta$ : 電気抵抗,  $\vec{J}$ : 電流 ( $= \text{rot} \vec{B}$ ) より求めた。

二次元の場合を考え、初期状態として  $y = 0$  を境に反平行な磁場を設定し、原点付近で局所的に強い電気抵抗を加える。境界条件は  $y$  方向の上下両端で自由境界とし、他の境界端はすべて対称境界条件とした。また地球磁気圏尾部に対応させて距離  $10^4 \text{ km}$ 、磁場強

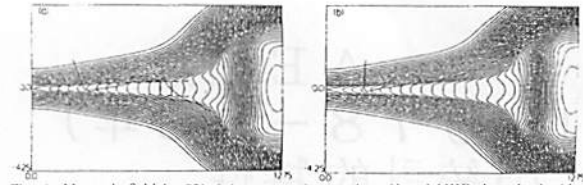


Fig. 1: Magnetic field ( $t=35$ ), (a) proton trajectory (type1) and MHD slow shocks (dash lines), (b) proton trajectory (type2).

度  $2 \times 10^{-4} T$ 、アルフェン速度  $5 \times 10^3 \text{ km/s}$ 、時間  $20 \text{ sec}$  で正規化した。図 1(a)では破線部分に一对の MHD 衝撃波が発生している。また右側の対称境界端ではプラズマの流れがせき止められているため磁気ループが発生している。プロトンの典型的な二つの軌道を図 1(a)(b)に示した。サイクロトロン周期は  $\sim 1 \text{ sec}$  程度、ここに示した二つのプロトンは同じ初期位置で初期運動エネルギーは  $10 \text{ eV}$  程度である。

図 1(a)のプロトンは衝撃波に遭遇すると初期エネルギーの約 400 倍 ( $4.0 \text{ keV}$ ) まで加速されるが、その際磁気モーメントが著しく上昇したため、二つの衝撃波間でミラー反射を繰り返している。そして磁場の強い磁気ループの奥に達する前に粒子は  $-y$  方向に戻り始める。これは Sato(1982) で既に指摘されたものと同じであり、磁気ループに沿った効果的な粒子加速とならない。一方、図 1(b)は(a)に比べて衝撃波通過時の磁気モーメントの上昇が比較的小さい場合である。プロトンは図 1(a)の場合とはほぼ同じ程度に高エネルギー化するが、衝撃波の上流に逃げる事ができる。そして磁気ループに沿った軌道に放出される。これは(a)よりも早く磁気ループに到達し、ループの奥まで入り込むことができる。

<まとめ>

従来のテスト粒子計算による反平行磁場中の粒子加速の研究では Speiser 軌道を基本として議論が行われてきた。このタイプの軌道は我々の計算でも磁気中性点近傍の拡散領域内で現れた。しかしこの領域は異常電気抵抗を仮定しており、サイクロトロン周期よりはるかに長時間そこに滞在するこのタイプの軌道はテスト粒子計算では考慮されない運動論的效果が大きく変化し得るであろう。ただし衝撃波が強くなるとこの領域は小さく局在化するため、磁気再結合過程で加速される粒子全体としてみればこの軌道で加速する粒子は少ないことも分かった。むしろ、そのより下流領域の広い範囲では、磁場の  $x$  成分が殆んどなくなるため Speiser 軌道は現れない。この領域では衝撃波を通過したり反射することで瞬間的に粒子加熱が起こり、それら粒子は加熱時の磁気モーメントの変化の大きさで、上に示した二種類の軌道のいずれかをとることが分かった。

参考文献 清水 徹、鶴岡正行、情報処理学会論文誌、Vol.36, No.6, pp.1396-1406(1995).

Tail Lobe 中で観測される高速沿磁力線電子ビーム

福原 育、寺沢敏夫 (東大理)、重藤義文、向井利典、山本達人 (宇宙研)、町田 忍 (京大理)、園分 征 (STE 研)

High Speed Field-Aligned Electron Beams Observed in the Tail Lobe

O. Shinohara, T. Terasawa (U. Tokyo), Y. Saito, T. Mukai, T. Yamamoto (ISAS), S. Machida (U. Kyoto) and S. Kokubun (STE Lab.)

The GEOTAIL satellite often observes electron bursts in the tail lobe. Their distribution function clearly shows a high speed ( $\sim 10,000 \text{ km/s}$ ) field-aligned beam. Although ion distribution functions and magnetic field observed simultaneously with the electron beams indicate that they are embedded in the lobe region, the electron beams often seem to appear with high energy field-aligned ion beams. It is likely that the high speed electron beam is a counter part of the PSBL ion flow.

過去、ISEE-3 の distant tail mission の観測結果によると、高エネルギー粒子で観測される Plasma Sheet (PS) は低エネルギー電子の観測から同定された PS よりも広いといわれている [Bame et al., 1983; Cowley et al., 1984]。高エネルギー粒子において沿磁力線ビームで特徴付けられる Plasma Sheet Boundary Layer (PSBL) 領域で、低エネルギー電子観測は lobe 的な粒子を観測することが多いために、ISEE-3 の低エネルギー電子観測では tail のプラズマ領域を PS と lobe の 2 つにしか分けていない [Zwickl et al., 1984]。GEOTAIL 衛星では、同じエネルギー帯でイオンと電子の観測を行っている為、ISEE-3 では明らかにできなかった PSBL 領域の構造が明らかにできると思われる。

図(a)に PS と lobe の境界領域の E-T 図の例を示す。この例で示されているように GEOTAIL 衛星は PS に近い lobe 領域においてしばしば電子の burst を観測する。図(b)にその分布関数を示すが、これらの電子の正体は沿磁力線方向に約  $10,000 \text{ km/s}$  の速さで流れるビームであった。一方、この例で同時に得られたイオンの分布関数には lobe 領域で特徴的な Cold Dense Ion Flow が観測されており、磁場の様子からみても、電子の burst が観測される領域は通常の意味での lobe である。しかし、イオンの分布関数の最も高エネルギーの磁力線方向の観測に有意な count を数えることもしばしばあるので、これらの高速沿磁力線電子ビームはおそらく高エネルギー粒子で観測される PSBL 中のイオンビームに対応するものと思われる。

これらの電子ビームの性質を解析中であるが、現在までに以下のことがわかって

いる。

- 電子ビームの energy spectrum は reconnection 領域と思われる PS 中や plasmoid 中で観測される高速の counter stream の片割れと似ている。
- reconnection 領域の観測例でも PS 近傍の lobe 中で対応すると思われる電子ビームが観測されている。(reconnection 起源?)
- 電子ビームの flow direction は必ずしもイオンビームのものと一致しない。(沿磁力線電流の存在の可能性)

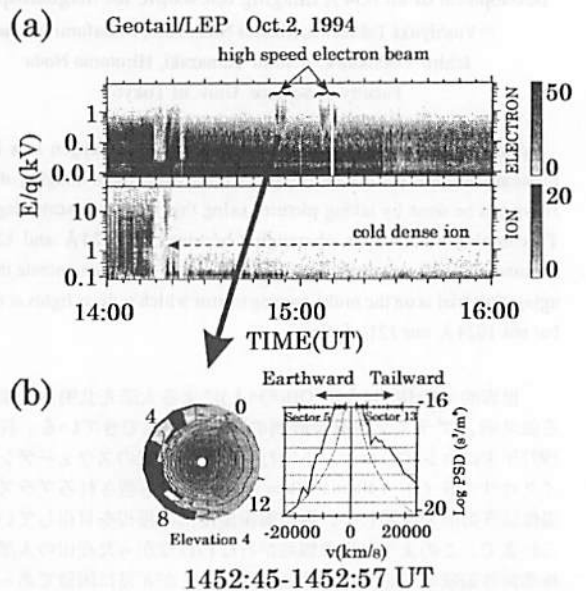


図 (a) 1994 年 10 月 2 日に観測された PS-lobe 領域の ET 図  
 (b) 電子ビームの分布関数

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, 齋藤 義文 (宇宙科学研究所)

Development of energetic neutrals detector for magnetospheric imaging

Y. Kazama, T. Mukai and Y. Saito (ISAS)

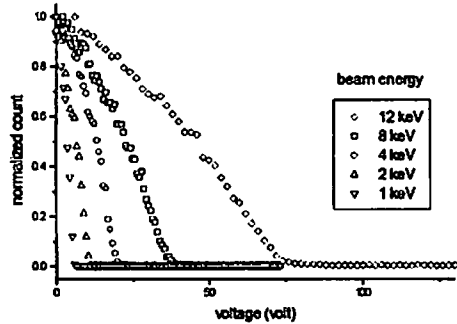
We have started developing a new instrument for global imaging of planetary magnetosphere with neutral atoms. In order to measure the neutral particles with good statistical significance, incident charged particles have to be rejected as completely as possible, since the expected neutral flux is several orders of magnitude lower than the ambient charged particle flux. We present a preliminary result of the rejection ratio of the charged particles.

高速中性粒子測定を用いた磁気圏撮像を行なう目的で測定器の基礎開発を始めた。高速中性粒子測定器の開発においては次のような試験・開発項目をクリアする必要がある。

- 静電偏向板の荷電粒子除去特性
- 超薄膜カーボンの粒子電離特性
- エネルギー・粒子種別の分析手法
- TOF 技術の確立

こうした試験・開発項目の中で今回は静電偏向板の荷電粒子除去特性の予備的な実験を行った。正確な中性粒子測定のためには荷電粒子除去率は高い程よいが、静電偏向板の電極表面の性質や粒子の活

性に依存するため、単純に決定されるものではない。予備実験の結果、簡単な偏向板を用いても  $10^4 \sim 10^5$  程度の除去率は容易に達成することが可能であることが判明した。偏向板の表面加工により除去率を更に向上させることができると思われる。本学会ではこの実験の結果と除去率向上のための改良方法について議論する。また、4項目の中の超薄膜カーボンの電離特性についても実験を始める予定であるので何らかの結果を発表できるであろう。



He<sup>+</sup> ビーム入射時の偏向板を通過する粒子数。横軸は偏向板に印加する電圧を表す。

磁気圏境界に於けるケルビン・ヘルムホルツ不安定のマグネトシース中の磁場の向きに対する依存性 3: 速度境界層内の Slow Rarefaction Region

三浦 彰 (東大理)

Dependence of the Magnetopause Kelvin-Helmholtz Instability on the Orientation of the Magnetosheath Magnetic Field 3: Slow Rarefaction Region in the Velocity Boundary Layer

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

It is shown by means of a two-dimensional MHD simulation that the observed rotation of the unperturbed magnetic field within the magnetopause, which is assumed to be a tangential discontinuity, leads to a significant dependence of the magnetopause K-H instability on the orientation of the sheath magnetic field. That is, northward sheath Bz is more favorable to the K-H instability at the magnetopause than southward Bz. When the sheath magnetic field does not point due north, a slow rarefaction region is formed in the velocity boundary layer inside the magnetopause, wherein there are minima of the plasma pressure and temperature accompanied by a maxima of the magnetic pressure. Such a slow rarefaction region develops more remarkably in the simulation, when the magnetopause is less unstable owing to a stabilizing effect of the tension force of bent field lines and the magnetopause undulation by the growth of the K-H instability is less clear.

前回及び前々回の講演で昼間側マグネトポーズでの K-H 不安定はマグネトシースの磁場が北向きの時の方がより起こりやすい事を示し、更にシースの磁場が真北を向く時以外には速度境界層中に Slow Rarefaction (SR) 領域が形成されることを明らかにした。今回はこの SR 領域の構造をより詳しく明らかにし、衛星観測によって報告されてきた LLBL 内の磁場の極大と圧力の極小が正に K-H 不安定によって発生する SR 領域の存在によって説明できる可能性について議論する。図 1 の二つのパネルはシースの磁場がテイル向き (左) と真南向き (右) の場合について K-H 不安定が十分に発達した状態でのマグネトポーズを横切る面内の MHD 諸量のプロファイルを示す。点線は初期状態でのプロファイルを示す。MP は磁場の回転が始まる最も外側の境界、つまりマグネトポーズを表す。テイル向きの速度と密度の勾配で特徴づけられる速度境界層と密度境界層 (LLBL) を水平な矢印で示す。縦の点線

で囲まれた部分が SR 領域である。P1 は全圧力 (磁場とプラズマの圧力の和) を示す。右のパネルでは MP 近傍で全圧力は下がり、これは MP の磁力線が外向きに凸となって曲がり、この磁力線の曲率による張力が境界層内の外向きの全圧力の勾配による力とつりあっている事がわかる。換言すれば MP の磁力線の曲がりによる張力が境界層内の磁力管を圧縮し磁場の圧力を増大させ、中のプラズマを磁力線方向に押し出しプラズマの圧力を減少させている。左のパネルではシースの磁場がテイル向きのため更に磁力線の張力は強く、より顕著な SR 領域内での圧力の減少が見られる。つまり磁力線の張力によって K-H 不安定の発達がより抑えられる場合の方がより顕著な SR 領域が速度境界層中に発生する事が明らかとなった。また両方のパネルに見られるように SR 領域中ではプラズマの加速が起こっている事も明らかとなった。講演では観測結果との対応についても議論する。

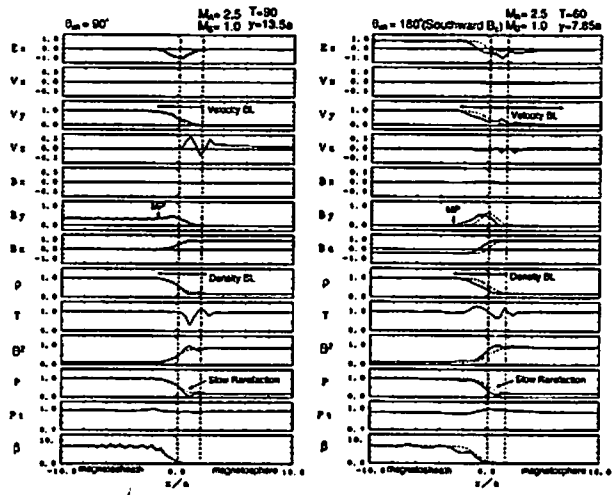


図 1. シースの磁場がテイル向き (左) と真南向き (右) の場合のマグネトポーズを横切る断面での MHD 諸量のプロファイルを示す。点線のプロファイルは初期状態を表す。MP はマグネトポーズを示す。縦の点線で囲まれた部分は SR 領域を示す。P1 は全圧力を表す。

Studies of Plasma Flow Within the Magnetosheath Near the Magnetopause

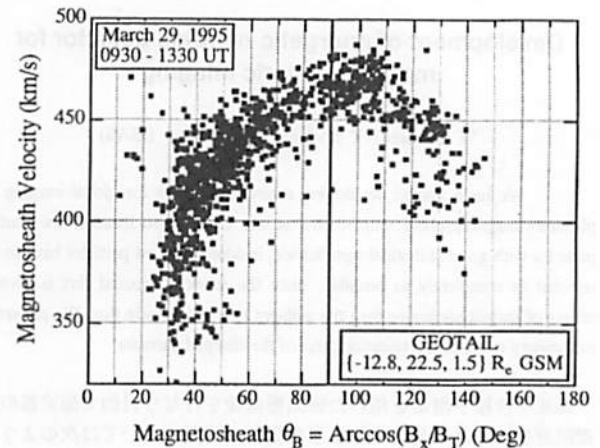
S. M. Petrinec<sup>1</sup>, T. Mukai<sup>1</sup>, A. Nishida<sup>1</sup>, T. Yamamoto<sup>1</sup>, and S. Kokubun<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Space and Aeronautical Science, 3-1-1 Yoshinodai, Sagamihara, Kanagawa 229, Japan

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

Plasma moments and magnetic field measurements from the GEOTAIL spacecraft are used to examine the flow of plasma within the magnetosheath, close to the magnetopause surface. Estimates of the convection time of the solar wind are made using the WIND and IMP-8 spacecraft as solar wind monitors. These times are used to compare with the time it takes for the plasma to flow along the surface of the magnetosphere, by comparing the magnetic field of the solar wind with that observed by GEOTAIL in the magnetosheath. We have also examined the draping of the magnetic field around the magnetosphere. It is found that when the solar wind magnetic field is normal to the flow direction, the magnetosheath velocity is largest, and the velocity decreases as the solar wind magnetic field becomes parallel (or anti-parallel) to the solar wind flow. This indicates that when the magnetic field is perpendicular to the solar wind flow, there is little resistance by the magnetic field as the plasma flows around the magnetosphere. However, when the magnetic field is aligned with the solar wind flow, there is increased resistance as the magnetic field and associated plasma has more difficulty flow-

ing past the magnetosphere. Some notable exceptions to this scenario are also noted. In addition, the effects of IMF B<sub>z</sub> on the magnetosheath flow are also examined.



A42-P86 IMFの南転・北転にともなう AKR index の変化

○村田 健史<sup>1</sup> 松本 敏<sup>2</sup> 小嶋 浩嗣<sup>3</sup>  
大塚 恒平<sup>2</sup> 山本 達人<sup>3</sup> 家森 俊彦<sup>4</sup>  
1 愛媛大学工学部情報工学科  
2 京都大学超高度電波研究センター  
3 宇宙科学研究所  
4 京都大学理学部地磁気解析センター

The AKR index and the IMF orientation

\* Takeshi MURATA<sup>1</sup> Hiroshi MATSUMOTO<sup>2</sup> Hirotsugu KOJIMA<sup>2</sup>  
Ko-hei OTSUKA<sup>2</sup> Tatsundo Yamamoto<sup>3</sup> Toshihiko IYEMORI<sup>4</sup>  
1 Dept. of Computer Science, Ehime Univ.  
2 Radio Atmospheric Science Center, Kyoto Univ.  
3 Institute of Space and Astronautical Science  
4 Faculty of Science, Kyoto Univ.

In the previous talk, we have proposed the AKR index, which is a quantitative measure of substorms. Our attempt in the present talk is to apply this new index for substorm study. The close relation between IMF southward turnings and occurrence of substorms is well known. The time delay of substorm onsets after southward turning in the solar wind is gradually stored inside the magnetopause. We discuss the association of the AKR index with the IMF orientation. Substorms often take place at northward turning of the IMF. We have found several events in which the AKR index enhances at the northward turning of the IMF (Figure.1), then gradually decrease. Substorm onsets at the northward turning will be discussed from a viewpoint of the AKR index.

Auroral Kilometric Radiation(AKR)は、比較的古くから知られた磁気圏波動であり、磁気圏サブストームと良い相関を示す事が知られている。しかし、サブストームの発生や、スケールを表す指標として AKR が研究に用いられることはこれまでほとんどなかった。これは、AKR が地上では観測されないため定常観測が不可能であり、したがって index 化ができなかったためであると思われる。GEOTAIL 衛星の打ち上げによって可能となった定常的な AKR の観測データを基に、前回の発表では、GEOTAIL プラズマ波動班 (PWI) が提唱している AKR index を紹介した(参考文献1)。ここでは、この新しい指標がサブストーム研究に有用であることを AKR とオーロラ緯度の地磁気データを比較して述べた。

今回の発表では、AKR index の振る舞いと惑星間空間磁場(IMF)の南北成分の関係について調べる。古くより、IMFの南転にともないサブストームが発生すると考えられてきた。すなわち、IMFの南転により磁気圏前面で地球磁場につなぎかえられた

太陽風磁場は、尾部に吹き流された結果磁気圏磁場に重畳されていく。これによって、太陽風磁場エネルギーはしだいに磁気圏内に蓄積され、一定時間後に一種のカスタロフィーとしてサブストームが起こる。この磁気エネルギーの蓄積時間は30分から1時間程度であると一般に考えられている(参考文献2)。本研究では、AKR index と尾部のロープ磁場強度、および太陽風中の磁力線方向を比較して、AKR index が磁気圏エネルギーの蓄積・放出をどのように反映するかについて論ずる。

しかし、サブストームは IMF の北転によって発生することがある(参考文献3)。実際、AKR index と IMF を比較しても、IMF の北転直後に AKR の全エネルギーが上昇するイベントが見つかっている(図1)。このような、IMF 北転によるサブストーム発生についても、今回の発表において議論する予定である。

参考文献

- (1) 村田 他, 第97回SGEPSS予稿集. (2) Iyemori, J.G.G., p.267, 1980. (3) Rostoker, J.G.R., p.6981, 1983.

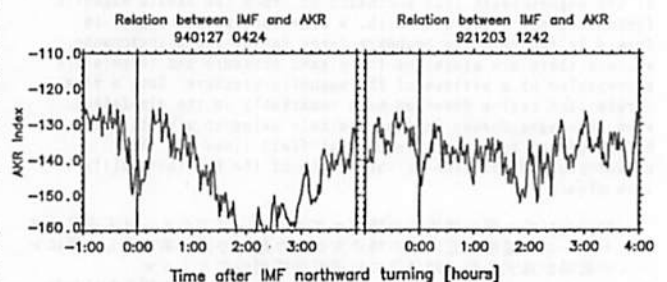


Fig.1 AKR index behavior at the northward turning of the IMF



B会場

10月4日(水) 午後

# 太陽風・惑星電磁圏・ 惑星大気圏

## Solar Wind・Planetary Magnetosphere & Atmosphere

oral: B12-01~08

poster: B12-P87~P98

座長 山本達人 (宇宙研)  
三澤浩昭 (東北大・理学部)

## B12-01 Consequences of the interplanetary shock wave interaction with the earth's bow shock.

坪内 健、寺沢敏夫 (東大理)  
 向井利典、斎藤義文、山本道人、西田篤弘 (宇宙研)  
 関分征 (名大太陽地球環境研)  
 A.J.Lazarus, J.T.Steinberg (MIT, CESR)  
 R.P.Lepping, K.W.Ogilvie (NASA, GSFC)

K. Tsubouchi, T.Terasawa (Univ. of Tokyo)  
 T.Mukai, Y.Saito, T.Yamamoto, A.Nishida (ISAS)  
 S.Kokubun (STE lab.)  
 A.J.Lazarus, J.T.Steinberg (MIT, CESR)  
 R.P.Lepping, K.W.Ogilvie (NASA, GSFC)

Recent GEOTAIL observation (95/3/23, 10:40 - 45 UT) indicated the feature of the Earth's bow shock interacting with a traveling interplanetary shock wave, which was consistently found in the solar wind survey from WIND spacecraft. Their observational results directly show the consequence of the shock-shock interacting process: after the collision of the interplanetary shock (IPS) and the Earth's bow shock (BS) takes place the generation of the penetrating IPS, the compressed new BS and the resultant discontinuity, which agrees well with the MHD model investigated by several researchers (e.g., Grib et al.[79]; Zhuang et al.[81]; etc).

GEOTAIL衛星は1995年3月23日に地球のバウショックを横切る様子を数例観測したが、その中で一つ太陽風中を伝わってきた惑星間空間衝撃波との相互作用を起こしているものと思われる現象が発見された。右図はそのときのプラズマ密度、磁場強度、バルク速度の大きさをプロットしたものであるが、10:40から45の間に3つの不連続面の存在を見出すことができる。結論から述べると、最初に現われた(10:40)不連続面は地球のバウショックに衝突後、磁気シース内に浸透してきた惑星間空間衝撃波であり、最後の(10:45)はこの衝撃波によって地球側に押戻されたバウショックの運動を示している。また2番目に見られる(10:42)不連続面は、2つの衝撃波が衝突した結果生じる(複雑、または接触)不連続面であると考えられる。特に最初の衝撃波について、その速度を計算すると約350km/sで、これを

GEOTAILから219Re太陽側にいたWINDにおける観測に逆算すると、ちょうど9:40頃に見られた衝撃波と一致していることが確認され、上記の観測結果を裏付ける証拠となった。GEOTAILとWINDの観測結果の比較によって、今後も太陽風-地球磁気圏相互作用の詳細な構造に関する理解の進むことが大いに期待できる。

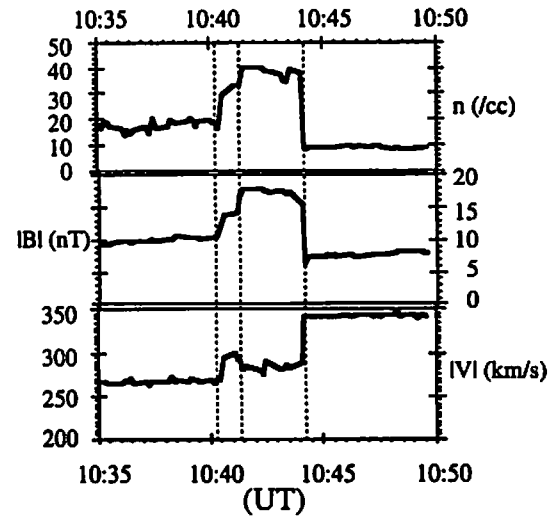


Figure: Plasma density, magnitude of magnetic field, and bulk velocity during the shock-shock interaction event on March 23, 1995.

## B12-02 太陽風とKpの時間変化の比較

恩原 忠典 (宇宙地球環境研究所)

Comparison of Solar Wind Parameters and Kp Time Variations  
 Tadanori Ondoh (Space Environment Laboratory, Tokorozawa)

Time variations of solar wind parameters and Kp are discussed by using 3-hour average values of solar wind parameters defined by  $B_{sw}(0-3) = (B_0 + B_1 + B_2 + B_3)/4$ . In the solar wind velocity increasing phase, a rapid increase of the southward IMF-Bz is a main cause of a large Kp. However, in the solar wind velocity decreasing phase, large negative V·Bz values correspond to Kp values less than 3. The magnetospheric plasma is in a positive acceleration field in the solar wind velocity increasing phase, and also in a negative acceleration field in the velocity decreasing phase. In the velocity increasing phase, an effect of a large southward IMF-Bz on Kp is dominant. But, in the velocity decreasing phase, an effect of integrated negative acceleration on the magnetosphere should be introduced to explain small Kp values for considerably high V·Bz values.

1971年5月4日から12日の間の太陽風パラメータとKpの時間変化を比較した。太陽風速度は5月4日~5日はV=400km/sだったが、5月6日から増大し、7日に680km/sの極大に達し、11日には400km/s以下へ減少した。これに対応してΣKpは4日の12+、5日の14+から急増して6日の極大値38+、7日の35に達し、8日には早くも22+に減少し、11日の8へと静穏時に回

復した。この極大はVの増加期の中間日に起こり、Vの極大日にはKpは既に減少に転じている。3時間値のKpと比較する為に、0-3 UT間の太陽風磁場の平均値を各時間値のB0, B1, B2, B3の平均値(B0+B1+B2+B3)/4で表し、この平均値とKpとを比較した。太陽風のIMF-Bzは5月5日から南向きになり、その3時間平均値は6日の6-9 UTに-5.1 nTの極大減少を示し、7日は-1.5 nTより大きい負値が続いた。これに対応してV·Bzは6日の6-9時に-2749km·nT/sの負の極大になり、7日は-1000より大きい負値が続いている。これに対応してKpは7日は4以上である。然し8-9日は、V·Bzは-1000以上にも拘らず、Kpは2-3へ素早く回復している。太陽風ダイナモ説では、Bz南向きの時は-V·Bzによる西向き電場が、IMFと連結した地球磁力線に沿って磁気圏尾部に入り、地磁気擾乱を起こすとされている。然し5月8-9日はV·Bzが可成り大きいにも拘らず、Kpは既に3以下へ回復しており、太陽風速度増加時のV·BzとKpとの関係から予測されるKpよりずっと小さい。増大時の南向きIMF-Bzは、磁気圏磁場構造を大きく変え、太陽風プラズマが磁気圏内部へ入り、赤道環電流を作る。然しこれは太陽風速度減少期のKpを上げる方に効く。従って風速減少期のKpの早い回復の原因として、磁気圏に弱く緩やかな動圧減少効果、即ち磁気圏膨張積分効果を考慮する必要がある。換言すれば、太陽風速度増大期には、磁気圏プラズマを押し込む正の加速度場が作用しているが、南向きIMF効果が顕著におこるため、この積分圧力効果は見えない。然し太陽風速度減少期には、この積分効果が効いて、V·Bzの時間的変化から予測されるより時間的に早く磁気圏が回復し、観測された様に早い時期に小さいKpが起こるものと思われる。

B12-03

木星磁気圏のグローバル MHD シミュレーション

三好隆博、草野完也、西川恭治  
(広島大学理学部物性学科)

A Global Magnetohydrodynamic Simulation of the Jovian Magnetosphere. I

Takahiro Miyoshi, Kanya Kusano and Kyoji Nishikawa  
(Department of Materials Science, Faculty of Science, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima 739, Japan)

We perform a three-dimensional magnetohydrodynamic (MHD) simulation on the interaction between the solar wind and a rapidly rotating magnetosphere in order to investigate the global structure and dynamics of the Jovian magnetosphere. In our simulation, a whole region above the equatorial plane is included into the simulation box such that we can observe the dawn-dusk asymmetric dynamics induced by the rotation. The results of the simulation clearly indicate that various dawn-dusk asymmetries are generated. The co-rotational flow can be also observed at the near planet, whereas the outward flow is occurred in distant from the planet. This result seems to be consistent with *in situ* observations by Voyager 2.

これまでに地球磁気圏に関しては理論的また観測的研究が数多く報告されており、地球磁気圏のグローバルな構造やダイナミクスが明らかになりつつある。一方、木星やパルサー等の高速回転する天体の磁気圏については未だ未解明の部分が多い。特に、木星磁気圏では自転運動により誘導されたプラズマの回転速度と太陽風の速度が同程度であると予想されるので、磁気圏は非常に複雑な非線形相互作用に支配されていると考えられる。そのため木星磁気圏の定性的な構造さえほとんどわかって

いない。本研究の目的は木星磁気圏のグローバルな構造とダイナミクスを3次元磁気流体(MHD)シミュレーションを通して明らかにすることにある。

本研究では基礎方程式として独立変数に直接ポテンシャル磁場が現れないように修正されたMHD方程式(Tanaka, 1994)を、数値解法としてTVD粘性項を付加したtwo-step Lax-Wendroff法(Davis, 1984)を採用した。計算領域は天体の北半球領域全体を含む直方体である。それ故、朝側、夕方側の子午面非対称解を得ることができる。ただし、赤道面には鏡像対称境界条件が課されている。実際の木星磁気圏では磁気圏内部に衛星イオが高密度のプラズマ供給源として存在しているが、本研究では簡単化のため初期の密度分布を計算領域全体にわたって一定とする。

シミュレーション結果より、圧力分布等に朝夕の非対称性が観測された(図1)。さらに、天体付近でプラズマは天体と共に回転しているが、磁気圏尾部では木星に対して外向きのフローが現れることがわかった(図2)。この結果は探査機ボイジャー2号による観測結果(Krimigis et al., 1979)を説明することができると思われる。

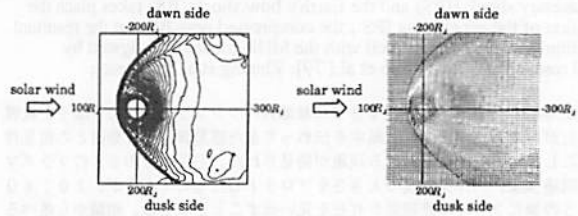


図1. 赤道面における圧力の等高線。図2. 赤道面における速度ベクトル。

B12-04

An MHD Simulation of Jovian Magnetosphere

Tatsuki Ogino

Solar-Terrestrial Environment Laboratory,  
Nagoya University

Jupiter is a conspicuous giant planet in our solar system. It has interesting characters such as the large mass (large gravitational force of  $g = 25.9m/s^2$ ), large angular velocity (short spin period of 9.9 hours), large amount of plasma sources from moon Io as well as the ionosphere and large intrinsic magnetic field ( $4.4 \times 10^{-4}T$  at the equator). The conspicuous parameters may determine the characteristic features of Jovian magnetosphere, which might greatly differ from the earth's magnetosphere.

We have studied interaction between the solar wind and the Jovian magnetosphere by using a 3-dimensional global magnetohydrodynamic (MHD) model when two types of rotation models are introduced. The magnetosphere rigidly rotates inside the Alfvén layer and the rotation velocity is assumed to tend to decrease inversely proportion to the distance or to be constant at the initial state.

In the simulation, we solved MHD and Maxwell's equa-

tions as an initial value problem by the modified leap-frog method. In Figures 1 and 2 are shown the velocity and plasma pressure distribution on the equator for no rotation and rotation. When the rotation exists, the magnetosphere expands, a transverse flow appears in the plasma sheet, the plasma pressure is enhanced in the plasma sheet and the peak position shifts towards the dusk.

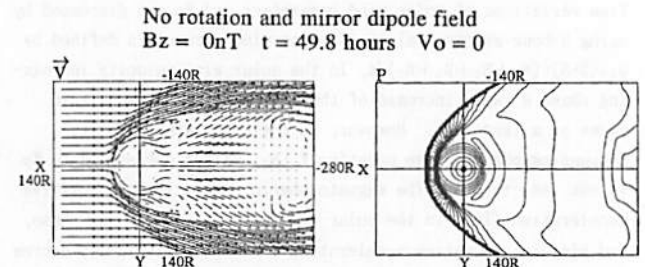


Fig.1. Velocity and plasma pressure distribution on the equator for no rotation and mirror dipole field.

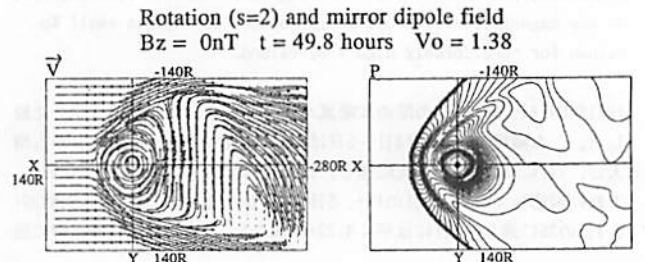


Fig.2. Velocity and plasma pressure distribution on the

太陽風-木星磁気圏相互作用による  
木星磁気圏起源電子放出のコントロール  
土屋 史紀<sup>○</sup> 森岡 昭  
(東北大学 理学部 超高度物理学研究施設)

Control of Jovian Electron Burst (JEB)  
by the Solar Wind-Magnetosphere Interaction

F. Tsuchiya<sup>○</sup> and A. Morioka  
(Upper Atmosphere and Space Research Laboratory,  
Department of Science, Tohoku Univ.)

Pioneer 10 discovered that Jupiter is an important source of relativistic electrons in the interplanetary space. In the observations, it has been reported that the flux of Jovian electron is strongly modulated with a period of about 24-day, and this modulation is attributed to propagation effect in the interplanetary space.

In this study, we analysed the flux variation of 7-17MeV electrons measured by Pioneer10 and 11 and obtained the clear evidence that the total amount of relativistic electrons released from Jovian magnetosphere is strongly related to the change of the solar wind dynamic pressure at the Jovian magnetosphere.

Pioneer10等の木星探査機により木星磁気圏からの高エネルギー電子放出現象が知られている。今回我々はNASAのデータベースNODISよりPioneer10,11による惑星間空間中の高エネルギー電子、太陽風データ取得し解析を行った。観測された高エネルギー電子 flux には、~24日周期変動があり、太陽風の変動と逆相関の関係をもつて対応している (Fig.1)。これは太陽風の何らかの作用が電子 flux に影響している事を意味している。Fig.2(a)はPioneer11による7~17MeV電子 flux と太陽風動圧の50日間のデータの相互相関係数を時間をずらしながら1974年について計算し、ダイナミック表示したものの、(b)は軌道データ、太陽風速データから計算した、太陽風がPioneer11を通過してから木星を通過するまでの時間 (delay time) を(a)と同じformatで表示したもので、(a)の負の相関のトレンドと(b)の太陽風の伝達時間はよく一致している。これらの解析結果は木星電子 flux と太陽風動圧は逆相関的対応関係を持ち、CIR (高速度太陽風により生ずる惑星間空間中の不連続な境界 (shock) を持つ圧縮領域) が木星磁気圏に作用した時に電子の放出量が減少し、作用しない時に増加する事を示している。これまで、木星電子 flux の変動は、CIRの shock 面が木星と探査機の間に存在する時に電子を遮断する事により生ずる (barrier 効果) と説明されてきたが、本研究の結果は木星磁気圏近傍における太陽風動圧の変動が木星電子バーストをコントロールしていることを示したものである。

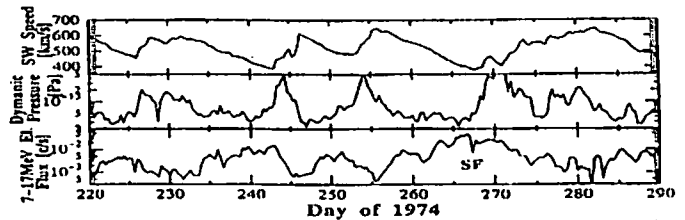


Fig.1 Comparison of 8-hour averaged solar wind speed (top), solar wind dynamic pressure (middle), and 7-17MeV electron flux (bottom) measured by Pioneer11. "SF" indicates solar flare particle event.

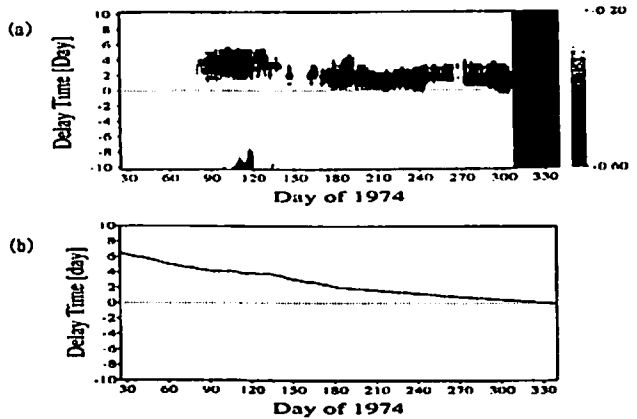


Fig.2 (A): A dynamic cross-correlation between electron flux and solar wind dynamic pressure. The analysed data set is same as Fig.1. Data points are selected by criterion that coefficient is less than -0.4. The blank portion indicates the period when Pioneer11 is in Jovian magnetosphere, and irregularity around day270 is caused by solar flare effect. (B): The solar wind propagation time from Pioneer11 to Jupiter estimated by the in-situ solar wind speed and position of Pioneer11 and Jupiter.

B12-06 木星シンクロトロン放射観測による  
木星放射線帯ダイナミクスの研究

森岡 昭<sup>○</sup> 三海浩昭 (東北大・理), 小島正立 (名大・STE研)  
近藤哲朗, 小山泰弘, 中島潤一 (通信総研・鹿島)  
福岡順洋 (国土地理院)

Study on the dynamics of the Jovian radiation belt by the  
observation of synchrotron radiation from Jupiter

Akira Morioka<sup>(1)</sup>, Hiroaki Misawa<sup>(1)</sup>, Masayoshi Kojima<sup>(1)</sup>  
Tetsuro Kondo<sup>(2)</sup>, Yasuhiro Koyama<sup>(2)</sup>, Junichi Nakajima<sup>(3)</sup>  
and Yoshihiro Fukuzaki<sup>(4)</sup>

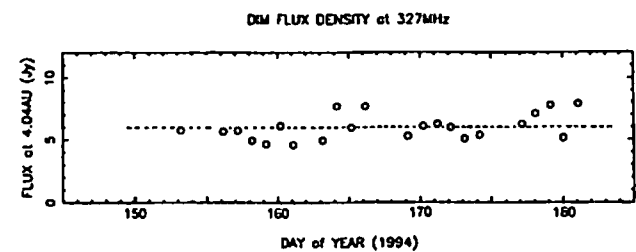
- (1) Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University
- (2) Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University
- (3) Communications Research Laboratory
- (4) Geographical Survey Institute

The synchrotron radiations from relativistic particles trapped in the Jovian radiation belt have the information on the particle acceleration process and the dynamics of the Jovian inner magnetosphere related to the electromagnetic disturbances and solar wind activities. On this view point, the long-term observations of the Jovian metric and decimetric waves have been started using the large radio telescopes: offset parabola (2000m<sup>2</sup>) at Kiso Observatory (STE Lab.), 34m dish at Kashima Space Research Center (CRL), and 26m dish at Geographical Survey Institute.

木星は、その巨大な放射線帯からメートル波帯~デシメートル波帯のシンクロトロン放射電波を放射している。したがってこの電波の強度や分布の変動は、

木星放射線帯のダイナミクスや粒子加速のプロセスに関する情報を持っていることになる。しかしこの電波の発見は極めて古い(1950年代)にもかかわらず、系統的にその時間変動の様相を明かにし、放射線帯のダイナミクスを論じる研究は極めて少ない。この理由は、木星シンクロトロン放射は安定な電波であろうと考えられてきたことと、大型電波望遠鏡を木星観測に向けるマシンの少なさによるものと考えられる。近年、地球の放射線帯粒子の変動の様相が再注目されてきているが、木星においてもこれまで見過ごしていた、木星内部磁気圏のダイナミクスに係わる放射線帯の粒子の加速・消散過程の研究は重要である。本研究では、こうした観点から木星シンクロトロン放射の長期観測を実施し、木星内部磁気圏を探測しようとするものである。

観測は、メートル波帯(32.7MHz)については、名古屋大学太陽地球環境研究所本館観測所の開口面積2000m<sup>2</sup>の電波望遠鏡、デシメートル波帯(2及び8GHz)については、通信総合研究所鹿島宇宙通信センターの34mパラボラ、及び国土地理院の26mパラボラアンテナを用いて行われる。メートル波木星シンクロトロン電波の観測は、1994年より開始されデータの処理が進められている。第1図に観測例を示す。デシメートル波帯については、1995年夏より観測が開始されている。講演では初期観測結果及び絶対値観測の手法について観測結果及び絶対値観測の手法について報告する。



第1図 木星メートル波(32.7MHz)の強度変動観測例

**B12-07 PLANET-B 搭載紫外撮像分光計 (UVS) の開発**

\*田口 真、福西 浩、渡部重十、高橋幸弘(東北大学理学研究科)、  
岡野章一(国立極地研究所)、川原琢也(信州大学工学部)

**Development of Ultraviolet Imaging Spectrometer (UVS) on board PLANET-B**

\* M. Taguchi, H. Fukunishi, S. Watanabe, Y. Takahashi (Faculty of Science, Tohoku University), S. Okano (National Institute of Polar Research), T. Kawahara (Faculty of Engineering, Shinshu University)

**ABSTRACT**

Ultraviolet Imaging Spectrometer (UVS) on board the first Japanese spacecraft to Mars, PLANET-B, is a flat-field type spectrometer with a D/H absorption cell photometer. UVS will measure vacuum ultraviolet (110-300 nm) radiation from the Martian upper atmosphere to study interaction between the upper atmosphere and the solar wind, the escape process of the atmosphere, dynamics of the ionosphere and the thermosphere, etc. The proto-model of UVS has been developed and is now under performance testing.

PLANET-B 搭載紫外撮像分光計 (Ultraviolet Imaging Spectrometer, UVS) は波長 115nm から 300nm までの真空紫外領域の分光計 (UVS-G) と水素・重水素吸収セル付ライマンαフォトメータ (UVS-P) からなる。UVS の観測対象と目的は、1) 火星水素コロナおよび酸素コロナの観測から火星超高温大気と太陽風との相互作用の研究、2) 重水素・水素比観測から大気の散逸過程の研究、3) CO, CO<sub>2</sub>, OI 等の昼側大気光の観測から電離圏および熱圏の力学過程の研究、4) 夜側ディスクの観測から火星オーロラ現象の研究、5) ダストストーム、極冠、オゾン分布の観測から下層大気力学および物質輸送過程の研究等である。本講演では UVS の概要および現在進行中のプロトモデルの性能評価試験の結果について報告する。

UVS-G の光学系は口径 50mm 焦点距離 100mm の軸外し放物面鏡を対物鏡とし、入射スリット、球面グレーティングで構成される。対物鏡の焦点位置に置かれるスリットは分光器の瞬間的な視野 0.09° × 1.43° を定める。球面グレーティングで分光された 1 次光のうち 115-200nm の波長領域はマイクロ・チャンネル・プレート (MCP) 付光電子増倍管で、また 2 次光のうち 200-300nm の波長領域は MOS リニア・イメージ・センサー (LS) で同時に検出される。MCP はウェッジ・ストリップ・アノードで 1

次元の位置検出を行う。波長分解能は 2-3nm である。

UVS-P は吸収セル法を用いて水素ライマンα (HLy α, λ = 121.566nm) と重水素ライマンα (DLy α, λ = 121.533nm) を分離して検出するフォトメータである。吸収セルには水素ガスまたは重水素ガスが封入されており、光路中に置いた吸収セル内のフィラメントの点灯によって熱解離した水素原子または重水素原子が HLy α または DLy α 線を選択的に吸収することを利用してそれらの光の強度を分離して測定する。

電気系 (UVS-E) は MPM-E として MGF, PET, MST の電気系と同じ筐体に入っている。また電力および重量削減のため Si-CPU は MGF, PET, MST と共有する。BOS (Bright Object Sensor) は主光学系に先がけて明るい火星昼側ディスクを検出し MCP の高圧電源を落とすことによって、強い紫外光線による MCP の劣化を防ぐ。

UVS-G および UVS-P はある瞬間には衛星スピン軸方向と垂直な一方向しか見えないが、衛星のスピンと軌道運動を利用して 2 次元の画像を得る。UVS は 1 スピン中に 1 波長につき最大 256 データを取得することが可能である。一方、軌道運動による走査速度は衛星の速度と火星からの距離によって大きく異なる。衛星が遠火点付近にある場合には UVS-G の視野が火星面上で完全に違う位置を走査するまでに 500 スピンを要するのに対して、衛星が近火点付近にある場合には 1 スピン後には UVS-G の視野の約 5 倍離れたところを走査する。また火星面上での空間分解能も衛星高度に依存し、7.5km から 1200km まで変化する。

観測モードは衛星運用モードによって大きく 3 種類に分かれる。標準観測モードでは HLy α や OI130.4nm などの最小限の基本的なデータを取得する。近火点モードでは水素・酸素コロナのほかに電離圏大気光やダストストーム、オゾンなどのデータを取得する。UVS-XUV モードでは UVS の持つ最大限の能力でデータを取得する。UVS-P の観測モードは UVS-G の観測モードとは独立して選択可能である。UVS-P の観測では衛星軌道運動によるドップラーシフトや吸収セルの光学的厚さの変化を利用して HLy α のプロファイルおよび強度分布を測定する。また水素吸収セルと重水素吸収セルを交互に点灯して D/H 比を測定するモードも用意される。

UVS-G の MCP および UVS-P の感度はそれぞれおよそ 500cps/kR および 700cps/kR であるので、数十スピン分のデータ積算で火星水素コロナおよび酸素コロナの全体像をとらえることが可能である。しかし、DLy α や酸素コロナは HLy α や酸素コロナの 1/1000 程度の明るさしかないと考えられているので、さらに数百から数千スピン分のデータ積算が必要である。これについては時間・空間分解能を落とすことで対処する。

**B12-08 惑星大気観測用**

**半導体レーザーヘテロダイン分光計の開発**

\*林 真智<sup>1</sup>、田口 真<sup>1</sup>、福西 浩<sup>1</sup>、小川英夫<sup>2</sup>

1. 東北大学 理学研究科、 2. 名古屋大学 理学研究科

**Development of a Diode Laser Heterodyne Spectrometer for Observation of Planetary Atmospheres**

\*M.Hayashi<sup>1</sup>, M.Taguchi<sup>1</sup>, H.Fukunishi<sup>1</sup>, H.Ogawa<sup>1</sup>

1. Faculty of Science, Tohoku University  
2. School of Science, Nagoya University

We have been developing a diode laser heterodyne spectrometer for monitoring of the Martian and Venusian atmospheres from the ground. This spectrometer is equipped with an acousto-optic spectrometer (A.O.S.) as the back-end to obtain a whole spectrum simultaneously. A frequency stabilized diode laser is used as the light source of A.O.S.. The acousto-optic medium is gallium phosphide which realizes instrumental bandwidth of 1000MHz with 1MHz frequency resolution.

地球とは異なる条件下での惑星大気の振る舞いを知ることは気象学の発展にとって不可欠であり、それゆえ火星や金星といった地球型惑星の大気の大気構造や循環パターンのモニタリングは重要である。超高周波数分解能 (≥10<sup>6</sup>) を有する赤外分光計であるレーザーヘテロダイン分光計は、地球上からの惑星大気の定常的な観測に最も適した観測器である。

東北大学では既に地球大気中の微量成分の観測を目的としたレーザーヘテロダイン分光計を開発している。このシステムは局発として半導体レーザーを用いているため、観測可能な波数範囲が広い (850-1200cm<sup>-1</sup>) という特長を持つ。しかし局発周波数を抑引することによりスペクトルを取得する方式を採用しているため、効率の点で惑星大気からの微弱な赤外放射光の分光観測には適さない。そ

こで全帯域のスペクトルを同時に取得することができる音響光学型分光計 (A.O.S.) の開発を行っている。A.O.S.では、分光すべきRF信号はトランスデューサにより音響光学媒体中を伝播する超音波に変換される。音響光学媒体にレーザー光を照射すると、超音波によってRF信号のスペクトルに応じたレーザー光の回折角が得られる。A.O.S.は従来のフィルターバンク型分光計に比べて小型であり、高い周波数分解能が容易に達成できるという特徴を持つ。現在開発中のA.O.S.の諸元を表1に示す。音響光学媒体としてGaP結晶を用い、帯域幅1000MHzを分解能1MHzで分光が可能となる。光源は、温度制御によって発振周波数の安定化を行った半導体レーザー (λ=633nm) を用い、ビームを複数のレンズによって最も回折効率が高くなる形状に変形し音響光学媒体に導く。回折光は3枚のレンズによって検出器上に結像される。検出器はフォトダイオードアレイである512チャンネルのリニアイメージセンサを用いている。半導体レーザーの使用によってA.O.S.全体は小型化されて、800mm×300mm程度の光学ベンチ上に配置される。将来的には可搬型となる。

レーザーヘテロダイン分光計を惑星大気観測に応用していくためには、A.O.S.の開発に加え、

1. 局発の半導体レーザーの発振周波数安定化、
  2. フォトミキサの広帯域化 (～1GHz、現状は250MHz)、
- が必要となり、今後これらの開発を進めていく予定である。

表1. 音響光学型分光計 (A.O.S.) の諸元

音響光学媒体	Gallium Phosphide (GaP)
回折効率	15%
光源	周波数安定化半導体レーザー (λ=633nm)
中心周波数	1500 MHz
帯域幅	1000 MHz
周波数分解能	1 MHz
検出器	512ch リニアイメージセンサ

B12-P87

平行衝撃波における電子加熱

○高津浩哲, 町田忍 (京都大・理), 田中基彦 (核融合研)

Electron Heating in Parallel Shocks

H. Shimazu<sup>1</sup>, S. Machida<sup>1</sup>, and M. Tanaka<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Geophysics, Kyoto University, Japan

<sup>2</sup> National Institute for Fusion Science, Japan

Results of the particle simulation of planetary shocks show electron heating in the shock. We discuss the results and mechanism of the electron heating. Adiabatic heating and scattering by ion acoustic waves are considered to be the heating mechanisms.

これまで本学会・講演会において、金星・火星型惑星の平行衝撃波についての粒子シミュレーションの結果を報告してきた。再形成過程やイオンダイナミクスを中心に議論してきた。今回は、電子に注目した結果を報告したい。

我々のシミュレーション結果では、右図に示すとおり、衝撃波において電子の温度上昇（上流の約4倍）がみられた。衝撃波（主に垂直衝撃波）における電子の加熱メカニズムは、いくつか提唱されている。(1) 平行電場、(2) 断熱加熱、(3) イオン音波による散乱、などである。このうち、我々の結果では平行電場が小さく、電子を十分加熱できないことがわかった。電子が磁場方向に動きやすいので、平行電場は発達しないものと思われる。断熱加熱は、電子の磁気モーメントが保存されるとき、磁場が強くなった分、垂直方向に運動エネルギーを得るといものである。シミュレーション結果から、電子温度を2倍程度に加熱できる。残りの2倍の加熱は、イオン音波からくるものと思われるが、現在その可能性を調べている。 $T_e/T_i \gg 1$  のとき、ランダウ減衰に抗してイオン音波を生起できる。実際、イオン音波のような静電波動がみられた。イオン音波の共鳴幅から、電子の温度を見積もることができ、シミュレーション結果とよい一致を示した。

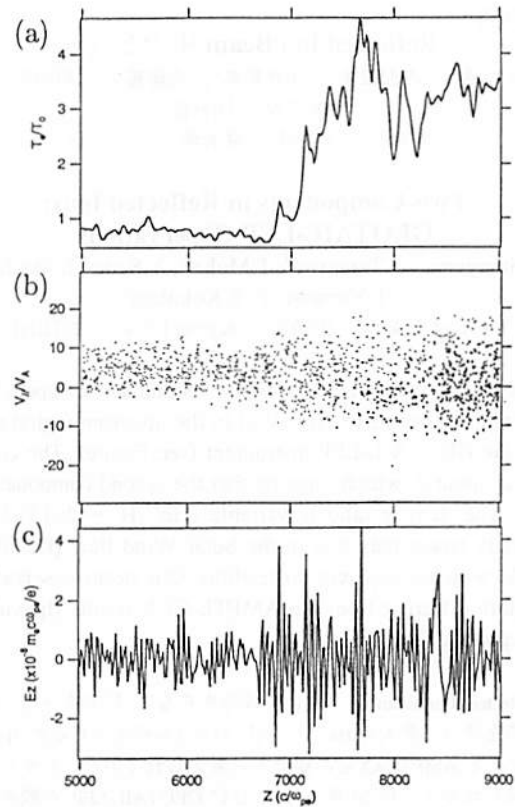


Figure: (a) Electron temperature. (b) Phase space density plot of the parallel velocity to the magnetic field for the electron. (c) The z-component of the electric field.

B12-P88

太陽活動と地磁気擾乱

○横山信博, 上出洋介 (名古屋大学太陽地球環境研究所)

Solar Activity and Geomagnetic Disturbances

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

In this study, we compare variations in the sunspot number with those in various geomagnetic activity indices. Fig. 1 shows two histograms for the occurrence of magnetic storms with the minimum *Dst* value as a measure of the strength of magnetic storms. The top panel is for solar minimum, 1986 and the bottom for solar maximum, 1989. They show that intense magnetic storms tend to occur during solar maximum.

Different geomagnetic indices were originally designed to monitor different current systems in different regions of the coupled ionosphere-magnetosphere system. It is important to understand how these indices are different qualitatively and quantitatively in terms of their response to solar activity. This study is one of the approaches to attempt to unveil the energy budget in the solar-terrestrial system.

本研究では、太陽地球系のエネルギー収支を探る一つのアプローチとして、太陽活動度の指標となる黒点数と地上磁場から得られる様々な地磁気活動指数とを比較する。

右の図は太陽活動の極小期である1986年と、極大期である1989年の磁気嵐の発生頻度を示すヒストグラムである。横軸はそれぞれの磁気嵐の *Dst* 指数ピーク値、縦軸はその値をピークに持つ磁気嵐の発生回数を示している。この図より、太陽活動の極大期において大規模な磁気嵐が発生する傾向があることがわかる。また、最近 Coffey and Erwin より、磁気嵐の発生回数は太陽活動のピークから2年ほど遅れてピークが現れることが示されている。太陽活動が極大から極小へ移るにつれて、コロナホールが発達し、そこから吹き出す高速太陽風に関係する衝撃波

や CME (Coronal Mass Ejection) が磁気嵐を頻繁に発生させる原因となっていると考えられる。

*Kp*, *aa*, *Dst*, *AE* など、様々な地磁気活動指数を比較することで、太陽風から磁気圏に流入したエネルギーが赤道環電流や沿磁力線電流、オーロラジェット電流などにどのように分配されるかについても議論をおこなう。

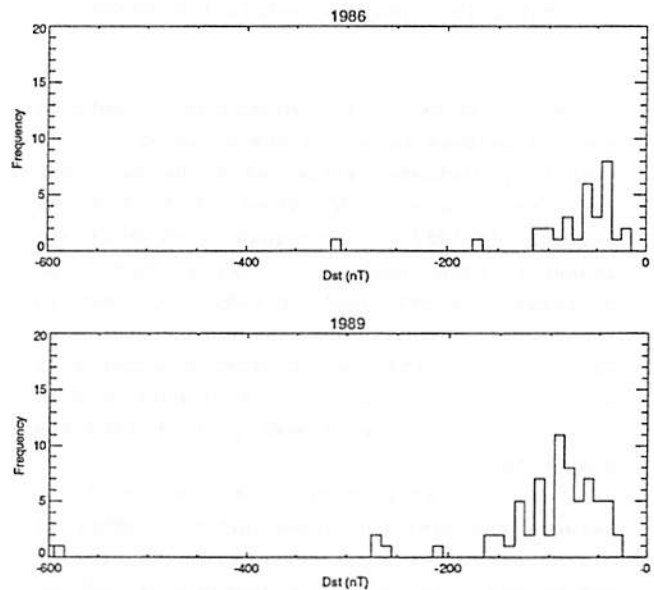


Fig. 1 磁気嵐の大きさと発生頻度 (上が極小期、下が極大期)

B12-P89

**Reflected Ion Beam 中の 2 成分イオン流**

○杉山徹<sup>1</sup>、寺沢敏夫<sup>1</sup>、向井利典<sup>2</sup>、斎藤義文<sup>2</sup>、町田忍<sup>3</sup>、  
山本達人<sup>3</sup>、国分征<sup>4</sup>

<sup>1</sup>東大理、<sup>2</sup>宇宙研、<sup>3</sup>京大理、<sup>4</sup>STE研

**Two-Components in Reflected Ions:  
GEOTAIL-LEP Observations**

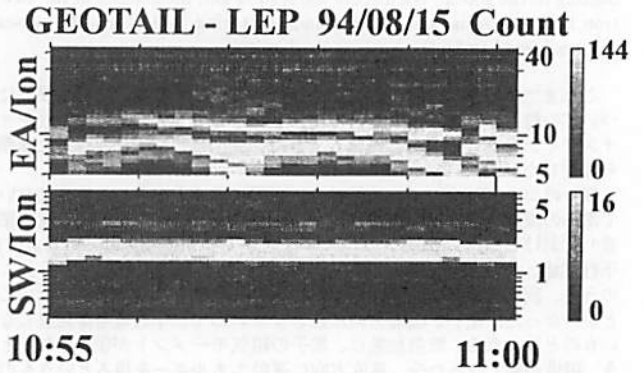
○T. Sugiyama<sup>1</sup>, T. Terasawa<sup>1</sup>, T. Mukai<sup>2</sup>, Y. Saito<sup>2</sup>, S. Machida<sup>3</sup>,  
T. Yamamoto<sup>2</sup>, S. Kokubun<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Univ. of Tokyo, <sup>2</sup>ISAS, <sup>3</sup>Kyoto Univ., <sup>4</sup>STELab.

We report measurements of the second ion component in field-aligned beams (~ 10 keV/q) in the upstream region made with the GEOTAIL-LEP instrument (see Figure). The energy ratio is about 2, which suggests that the second component is He<sup>++</sup>. The density ratio is variable (He<sup>++</sup>/H<sup>+</sup> ~ 2~13%) and generally larger than that in the Solar Wind flow (He<sup>++</sup>/H<sup>+</sup> ~ 1~5%) with no apparent correlation. Our beam observations are quite different from the AMPTE-CCE results [Ipavich et al.] reporting (He<sup>++</sup>/H<sup>+</sup> ~ 0.1%).

Reflected Ion Beam は、主に 1 成分からなる H<sup>+</sup> であって、重イオンの密度は、最大の He<sup>++</sup> でも H<sup>+</sup> の 0.1% 程度であると Ipavich et al. による AMPTE-CCE の観測から考えられていた。しかし、右図に見られるように 94 年 8 月 15 日に GEOTAIL-LEP が観測した Beam Ions の中に高密度の第 2 の成分が観測された。この 2 成分の

エネルギー比は約 2 倍で、H<sup>+</sup> と He<sup>++</sup> であると示唆される。H<sup>+</sup> と He<sup>++</sup> であるとした密度比は、太陽風中の H<sup>+</sup> と He<sup>++</sup> の密度比と相関が無く、また数倍大きかった。Reflected Ion 生成過程では、He<sup>++</sup> の方が衝撃波面でのポテンシャルによる反射が起こりにくいいため密度が小さくなると考えられているが、本報告では観測結果と合わせて、He<sup>++</sup> の濃縮を説明するモデルについて検討する。また別の日にも、これほど高密度ではないが同じように観測されている。



図：94 年 8 月 15 日のイオンのカウント数の E-t ダイアグラム。エネルギーは keV/q 単位、時間は世界時。上側のパネルに 2 成分見られる。下側のパネルは太陽風中の H<sup>+</sup> と He<sup>++</sup>。

B12-P90

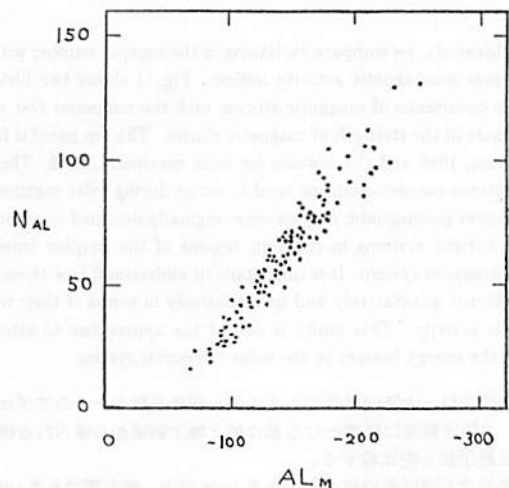
**Relationship between occurrence  
frequency and intensity of substorms**

Takao Itoh (Nagano Technical High School)

We examine the relationship between monthly average values of the AL index and the number of disturbed values of AL below -200nT in a month using 3-h values of AL for the period 1978-1987. Those quantities correlate linearly with each other with very high correlation coefficient of 0.92, as shown in the Figure. This fact can be interpreted by the assumption that the occurrence probability of substorms per unit time is proportional to the rate of solar wind energy input into the magnetosphere.

Similar very high linear correlations between the average values and the number of disturbed values in a certain length of time are obtained for a lot of geomagnetic indices such as aa, Ap, am and Dst. These facts also indicate that there exists a close relationship between the occurrence frequency

of disturbance and the averaged level of geomagnetic activity.



N<sub>AL</sub>: Number of 3-h values of AL below -200nT  
AL<sub>M</sub>: Monthly average of AL

B12-P91

327MHz 電波受信システム構築による  
木星デシメートル電波の定常観測計画

三澤 浩昭, 森岡 昭, 阿部 利弘 (東北大学)

The plan of a stational observation of Jovian decimetric radiations using a new system at a frequency of 327MHz

H. Misawa, A. Morioka, and T. Abe  
(Upper Atmos. Space Lab., Tohoku Univ.)

We plan to made a stational observation of Jovian decimetric radiations (DIM). The observation frequency will be set at 327MHz which is principally protected by law for radio astronomy. DIM at 327MHz is generated mainly with a non-thermal radiation process; i.e., the synchrotron radiation process of relativistic electrons at Jovian inner magnetosphere. The system is to be composed with stacked multi-element cross Yagi antennas, low noise GaAs receivers, a hybrid circuit for measuring polarized components, and a back-end(Figure 1). The newly developed system is to be made at the Zao observation site by the end of this fiscal year. This plan is expected to reveal poorly known dynamic process of Jovian inner magnetosphere in cooperation with the DIM observations at the other frequencies(Morioka et al., this issue).

[序] デシメートル波帯の木星電波(DIM)は、主に木星内部磁気圏の高エネルギー電子のシンクロトロン放射により発生し、その flux の時間変動は、内部磁気圏における高エネルギー電子の生成・消散のダイナミクスを反映するものと考えられる。内部磁気圏の in situ 観測が Pioneer 11 の木星フライバイ時の 1 例のみである現在、地上からの DIM 観測が内部磁気圏のダイナミクスを探る有力な手段となっている。しかし、flux が微弱であるため (5 ~ 6 Jy 程度 ( $1 \text{ Jy} = 1 \times 10^{-26} \text{ W/m}^2/\text{Hz}$ )), これまでの観測は大型電波受信設備に限られた観測時間を用いた一時的な観測や、断片的なモニター観測が多く、ダイナミクスの解明は十分には行われていない。そこで、東北大学では、DIM の定常的な連続観測を行う事を目的とし、蔵王観測所に大型電波受信システムの構築を計画している。本講演では、現在実現に向け進行中の DIM 定常観測計画の全容を紹介する。

[電波受信システム] 計画中の電波受信システムのブロック・ダイアグラムを Figure 1 に示す。観測周波数は電波天文用保護バンドに割当てられている 327MHz(波長 91.7cm)であり、アンテナは経緯台式の 8 スタック 27 素子クロスハムアンテナ(開口面積  $50\text{m}^2/1$  基、ビーム幅  $4.5^\circ/1$  基)を用いる。フロント・エンドは、GaAs FET を用いた常温低雑音前置増幅部(NF=0.7dB)、偏波成分を含む DIM flux を計測するために偏波分離部及び合成部を備える。バック・エンドは、自乗検波部、信号処理部からなる。また、flux 測定を安定且つ確実に行うためのシステム校正計測部、システム制御部を備える。期待される最小検出感度  $\Delta S$  は、アンテナが 1 基の場合、 $\Delta S \approx 1(\text{Jy})$  ( $\text{BW}_{IF} = 10\text{MHz}$ )、同型のアンテナが n 基の場合には、 $\Delta S \approx 1/n(\text{Jy})$  である。

[スケジュール] 第一期計画として、一基のアンテナとフロント及びバック・エンドの構築が、96年3月の完成を目指し進行中である。次年度以降、同型のアンテナを増設し、ビームを絞り、検出感度を高めたアンテナ・アレイを構築してゆく予定である。

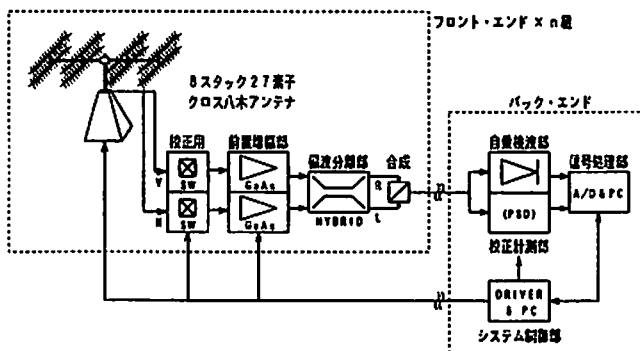


Figure 1. Block-diagram of the newly developed DIM observation system (plan).

B12-P92

狭帯域放射と相互作用する  
木星電波 S パーストの解析

村上 利率, 大家 寛, 飯島 雅英  
(東北大学理学部)

Analyses of the Jovian S-bursts Interacting with Narrowband Continuous Emissions

T. Murakami, H. Oya, and M. Iizima  
(Graduate school of Science, Tohoku University)

S-burst emissions of Jovian decametric radiation are characterized by their fast change of the emission frequency being reflected the fast movement of the electrons along the Jovian polar regions. Sometimes the phenomena of the merging of the spectra of the S-bursts and the narrowband L-burst have been observed. The detailed analyses of the S-L bursts merging phenomena have indicated that the spectra of the merging points are characterized by the nonlinear wave particle interaction showing the frequency shift at the merging point.

1. 序: 木星デカメータ電波の中には、S パーストと呼ばれる数 10msec の間に数 MHz の周波数ドリフトをする現象がある。この現象は、 $10$  flux Tube に沿って放出される電子に伴うデカメータ放射と考えられているが、その電子の加速機構を含めて具体的な放射メカニズムは未だ解明されていない。この S パーストでは、しばしば 500kHz 程度のバンド幅をもつ狭帯域 L パーストと相互作用を起こしている現象が観測されている。S パーストと狭帯域放射を発生させる源がどのような相互作用を起こしているかを調べることは S パーストそのものの放射機構を解明する手がかりにもなるものと考え

られる。本研究では、このような現象について、その特徴を示す諸量に注目して統計的な解析を行った。

2. 観測システム: 観測は、20~40MHz の帯域内に 2MHz 幅の帯域を選択して行われる。直交するログペリディックダイポールアンテナより得られた電波は右旋偏波と左旋偏波に分離され、これらは 60Hz で切り替えながら交互に記録する。記録された信号はスペクトルアナライザを用いて、2msec という高時間分解能でスペクトルを得ることができる。

3. 解析結果: これまでの解析で、狭帯域放射と相互作用している S パースト現象を 4 例確認した。その一例として、1989年12月11日に観測された現象を図 1 に示す。狭帯域をもつ持続する L パースト放射に S パーストが交叉し、狭帯域放射スペクトルは  $g a p$  を伴った V 字型のパターンをなしていることが分かる。この  $g a p$  は、S パーストを発生させる電子ビームの侵入による非線形相互作用で狭帯域放射の周波数が遷移して trailing edge を形成していると結論される。

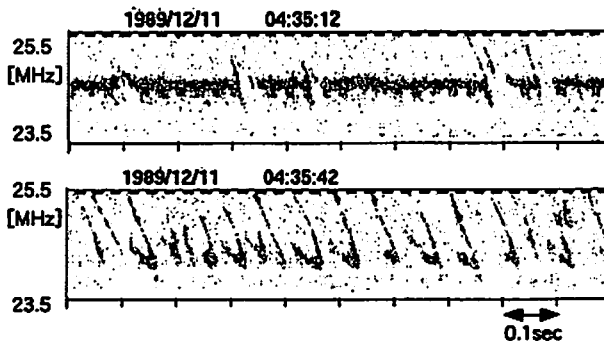


図 1 : 1989年12月11日に観測された S パースト (上部の黒いマークは右旋偏波を示す)



二周波数干渉計網による  
木星デカメータ電波発生源の研究  
— CLOSURE PHASEの解析

村尾 一、大家 寛、飯島雅英 (東北大理)  
studies on the Jovian Decametric Radiation by double frequency  
interferometer Networks - Analyses of CLOSURE PHASE  
H. Muroo, H. Oya and M. Iizima (Tohoku Univ.)

For studying the effects of the Jovian magnetosphere - ionosphere coupling system through the Jovian decameter wave to identify the source positions of the decameter wave are essentially important. For mapping the decameter wave sources on the Jovian disc, two frequency long baseline interferometer network with four observation stations has been established in Tohoku University. Three sets of the closure phases of the present interferometer network have been analysed to identify the distribution of the coherent sources. As a result it is clarified that the closure phase values can provide informations to separate existing multiple coherent sources by using three sets of the closure phase data.

1. 序

木星デカメータ電波は木星の電磁気的環境を探るプローブの役割を果たし、この電波の究明により、木星プラズマ圏、磁気圏と電離圏結合系で生じる現象の物理を解明することができると考えられている。このためには、電波源の構造や位置について、正確に把握する必要がある。東北大学では4観測所からなる二周波数電波干渉計網を構成し、電波源位置決定の問題に取り組んでいて、現在、電離層効果を分離することが重要課題となっている。今回、電波源が単独か複数かを同定するため、観測データに CLOSURE PHASE法という名で知られている手法を適用して解析をおこなった。

2. 観測と解析手法

各観測所では、220kHz帯の2つの周波数の電波を同期して切替、正しく位相を保ったまま、1kHzに周波数変換したものを受信記録している。このデータはデジタル化され、計算機処理によって、強度、位相、コヒーレンスを計算し、解析を行っている。

4観測点の場合は3個の独立な情報をもつCLOSURE PHASEが存在している。互いにインコヒーレントな2つのコヒーレントで、強さE1、E2の電波源

が存在し、それらが干渉計の基線ijにつくる位相差をφijとすると、干渉計の3個のCLOSURE PHASEは

$$C_{ABC} = \tan^{-1} R_{CB} + \tan^{-1} R_{AC} + \tan^{-1} R_{CA}$$

$$C_{ABD} = \tan^{-1} R_{DB} + \tan^{-1} R_{AD} + \tan^{-1} R_{DA}$$

$$C_{ACD} = \tan^{-1} R_{DC} + \tan^{-1} R_{CD} + \tan^{-1} R_{CD}$$

ただし、

$$R_{ij} = (E_i^2 \sin \phi_{ij} + E_j^2 \sin \psi_{ij}) / (E_i^2 \cos \phi_{ij} + E_j^2 \cos \psi_{ij})$$

となる。

CLOSURE PHASEは、電離層の影響や機器の位相誤差などが相殺されて、電波源の広がりに関する情報を持っている。このCLOSURE PHASEの値から一意に電波源を決定することはできないが、モデルと仮説をおくことにより、単独電波源か複数電波源か等、電波源の様相を絞り込むことができる。

3. 結果

1995年4月27日に観測された10-B現象のデータより、CLOSURE PHASEを計算し、すべての基線のコヒーレンスが一定以上のものをプロットした例を図1に示す。位相計算の際の誤差のため、0度を中心に広がって分布しているが、この場合単一電波源の存在を示している。

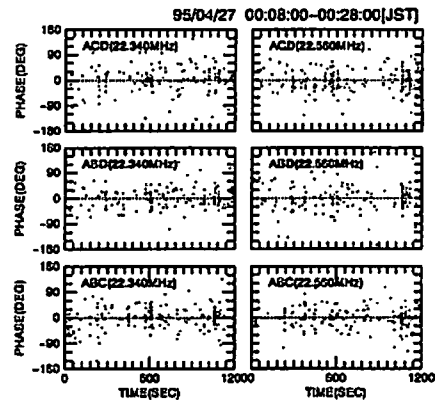


図1：東北大学の干渉計観測で得られた、CLOSURE PHASEの例。観測所をA, B, C, Dで表し、ACD, ABD, ABCについて、二周波数のデータを示してある。

鹿島での低周波数帯

木星および

太陽電波観測装置の整備計画

近藤哲朗 (通信総研鹿島)、磯辺 武 (通信総研平磯)

Kashiza Radio Spectrograph at Decameter Wave Length

T. Kondo and T. Isobe  
(Communications Research Laboratory)

Radio spectrograph receiving 25-70 MHz is planned to be installed at Kashiza Space Research Center. The spectrograph will observe decametric radio wave radiation from Jupiter and Sun.

1. はじめに

1993年から通信総研平磯宇宙環境センターではHIRASと呼ばれる装置を整備し25-2500MHzで太陽電波観測を行っている。この装置の内、25-70MHz受信システムと同等のシステムを鹿島宇宙通信センターにも整備し、木星デカメータ波放射や太陽電波のダイナミックスペクトル観測を計画している。将来的には、鹿島-平磯基線(約40km)の広帯域干渉計へと発展させたい。

2. 計画中のシステム

現在計画中のシステムの概略を図1に示す。25~70MHz受信用広帯域アンテナ(ログペリアンテナ)でそれぞれ直交する直線偏波を受信し、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。右旋および左旋円偏波成分は低雑音前置増幅器(LNA)で増幅される。LNA前段のバンドパスフィルターは帯域外の強大な雑音(特に25MHz以下)によって、LNAが飽和するのを防ぐためである。LNAからの出力は直接スペクトル解析器に入力される。スペクトル解析器からの出力は解析用計算機で収集されたのち、ダイナミックスペクトル解析が行われる。アンテナはAZ-E方式の架台に搭載され、計算機制御で木星や太陽を追跡する。

将来的には、LNA以降にビデオ変換器を整備し、右旋成分と左旋成分をビデオで直接相互相関演算を行う事によるストークスパラメータの計測(偏波計)、さらには平磯宇宙環境センターに既に整備されているシステムとの四の干渉計観測を行えるように整備していく予定である。

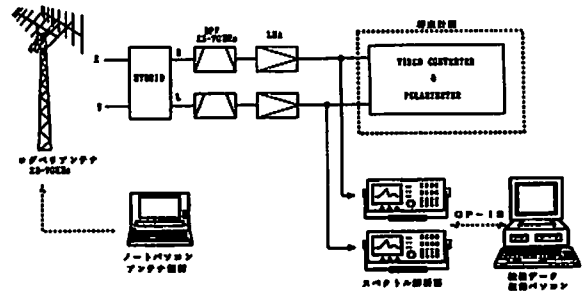


図1. システムブロック図

3. 観測対象

第1観測対象は木星デカメータ波放射である。今年12月にガリレオ探査機が木星に到達し、数年間にわたって木星磁気圏の測定を行う。この時期に合わせて木星からのシンクロトロン放射観測を、鹿島宇宙通信センターの9.4mアンテナを使って2GHz帯で行う事を計画している(東北大との共同研究)。デカメータ帯でも観測を行い、総合的に木星をモニターする。第2観測対象は太陽である。とりあえずは平磯のHIRASシステムの低周波部と合成し、感度向上を目指す。

こうした観測は、優先度に応じて観測対象を選択できる自動観測ソフトウェア(木星が可視の時は木星を観測し、木星が見えなくなった場合は、太陽が可視であれば太陽観測を行う)を使用して毎日で実行される。

4. おわりに

本システムは、年内の完成を目指しているが、遅くとも今年度末(1996年3月)には完成させたい。当面はダイナミックスペクトル観測のみとなるが、出来るだけ早期にビデオ変換器以降のバックエンド部の整備をはかり、ストークスパラメータの計測、さらには平磯との間での干渉計システムへと展開していきたい。

山本達人、松岡彩子、中村匡、鶴田浩一郎 (宇宙研)

## Electric Current System in the Martian Ionosphere

T. Yamamoto, A. Matsuoka, T. Nakamura  
and K. Tsuruda (ISAS)

We propose an electric current system in the Martian ionosphere. There could be three possible drive-forces to induce an electric current in the Martian 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. We evaluate current system patterns from those three models.

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、金星の電離層は十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、フラックスロープ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。

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、3つの候補が考えられる。

### 1. 中性大気ドラッグ

火星電離層中の主要成分である中性大気は太陽からの熱により大規模な循環運動を行っていると考えられ、真昼の赤道付近での上昇流は上層部でターミネータに向かう水平運動となり、日陰の部分で下降流となり下層の水平運動につながっていく。電離層イオンと電子の中性大気との運動量交換の効率が異なるとこの中性大気によるドラッグにより電離層内に電流が流れる。この電流により発生した磁場によりさらに2次的な分極電場が発生する。この効果は中性大気の運動がエネルギー源となるダイナモ電流で、この効果の少ない電離層領域で消費されるか、沿磁力線電流として惑星間空間にポインティングフラックスとして逃げ出す。一般にイオンの方が衝突が卓越すると考えられるので、電流系としては中性大気の運動と同じ向きと想像される。

### 2. 速度シア

電離層の上には太陽風が流れているので、何らかの電磁的擾乱を通して太陽風の運動量が電離層に選ばれ、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も昼間赤道付近からターミネータに向かう形状と考えられる。

### 3. 沿磁力線電流による電離層-太陽風結合

前述したように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、この効果により太陽風を減速させ、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流系もやはり昼間赤道付近からターミネータに向かう形状と考えられる。

以上、3つの過程のどれが卓越するかは電離層の状態に大きく依存すると考えられる。電離層面内の水平方向の電流系のパターンとしては、詳細なモデル計算は必要であるが、ほぼ同じと想定される。電離層内の電場の向きは異なるりうるが、観測的にそれを立証する事は困難と思える。今回は、先ず簡単な近似として、電離層を無限に薄い球殻とした時に考えられる電流系から開始し、有限の厚さを持つ電離層への拡張を試みる。

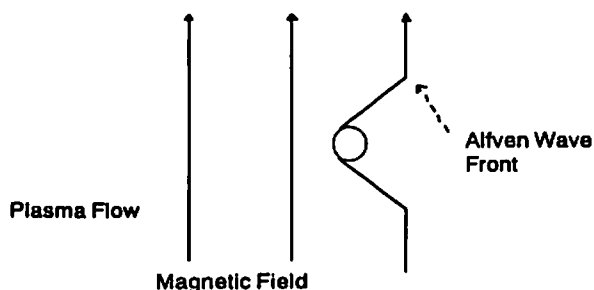
## B12-P96 Small Scale Momentum Transport in Magnetized Plasmas

Tadas K. Nakamura and Tatsundo Yamamoto (ISAS)

中村 匡、山本達人 (ISAS)

MHD description for the momentum transport mechanism is no more valid when the scale size is comparable to, or smaller than the ion Larmor radius. We have examined the momentum transport by whistler waves in conjunction with the cross field current propagation for such small scale phenomena. Application to the solar wind-Mars interaction will be discussed.

地球磁気圏と太陽風の相互作用のような理想MHD流体とその中の導電体等の運動量交換メカニズムは素過程としてはよく理解され



ている。運動量輸送は磁気流体波を介しておこなわれ、そこではいわゆる磁場凍結近似が成り立つために直感的にも理解しやすい。たとえば左下の図のように磁場に垂直なプラズマ流が導電体を横切るときはアルフベン波により磁場にキックが生じ、プラズマ中を伝搬する。

ここで磁場のキックを作っているのはイオンの分極ドリフトによって磁場に垂直に流れる電流であり、これによる  $\mathbf{j} \times \mathbf{B}$  力が運動量を輸送する。ところが、導電体のサイズがイオンのラーマー半径と同程度以下になるとイオンの分極ドリフトでは磁場に垂直な電流は流れなくなる。別の言い方をするとアルフベン波が運動量の運び手とはなり得ないということである。

たとえばテザー実験などのプラズマ中の人工飛翔体によって生じる沿磁力線電流の伝搬問題では、飛翔体のサイズがイオンのラーマー半径に比べて小さいのでアルフベン波で電流を閉じさせることができない。そこでホイスラー波がアルフベン波に代わるものとして考えられているが [eg. Urrutia et al., 1994] このホイスラー波が運ぶ電流、及び運動量を理論的に解析するのが本研究の目的である。

アルフベン波と違ってホイスラー波は分散性を持ち、また電場と垂直な方向の電流成分もあるので、その伝搬の様子は左の図のように単純にはならず、3次元的に複雑なものになる。ポスターでは火星と太陽風の相互作用への応用等についても論じる。

Reference: Urrutia et. al., J. Geophys. Lett., 21, 413 (1994)

火星熱圏・電離圏結合GCMの開発 (I)

金子雅彦、渡部重十、福西 浩  
東北大学理学部

Development of a Mars coupled thermosphere-ionosphere GCM(I)

M. Kaneko, S. Watanabe, H. Fukunishi

Department of Astrophysics and Geophysics, Tohoku University

We are developing a general circulation model of the Martian thermosphere and ionosphere. The model includes  $CO_2, O, N_2$  for neutral species and  $CO_2^+, O_2^+, O^+$  for ion species. Eastward and northward momentum equations and continuity equation were solved at 13 pressure levels covering the altitude range from ~100 to 300 km. As the first step, the gross features of the thermosphere-ionosphere coupling have been investigated by assuming the global temperature distribution.

惑星固有の磁場が小さい火星大気では、熱圏と電離圏の結合により地球とは異なる風系とプラズマのドリフトが存在していると考えられる。我々はそのダイナミクスを理解し、さらに Planet-B の結果と比較するために、火星の熱圏と電離圏を結合させたモデルの開発に取り組んでいる。

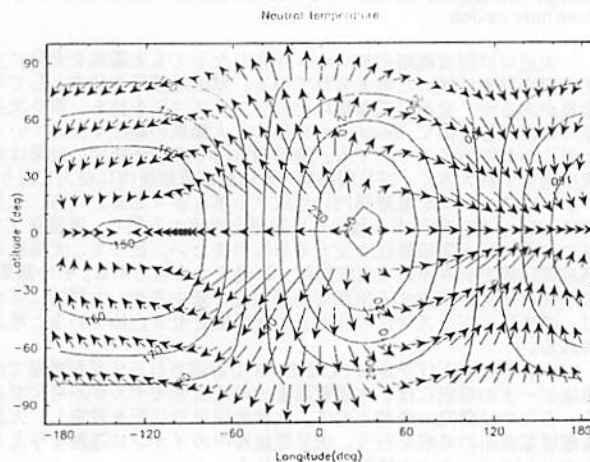
コンピュータシミュレーションの第一段階として、電離大気との結合がない場合について3次元温度場を与えてシミュレーションを行った。中性大気の組成は  $CO_2, O, N_2$  とし、それらの数密度は、経度、緯度によらず等しい値を用いている (Stewart, 1987)。連続の式と東西方向・南北方向の運動方程式を解くことにより、風速の時間発展を計算し、 $CO_2^+, O_2^+, O^+$  からなる電離大気では風速、組成の時間発展を計算している。

モデルの分解能は、経度方向に20度、緯度方向に10度で、鉛直方向に、1スケールハイトごとに13層となっている。その高度範囲は、~100 km から300 km である。

図は、高度~200 km における中性大気の温度と風速を示している。風は、高温の領域から、低温の領域に向けて流れ、LT=11時の赤道上で、~100 m/s、最も弱いところはLT=3時の赤道上で、~0 m/sの風が吹いていることが分かる。

本講演では、熱圏と電離圏を結合させた場合、図に示した中性大気の風速および構造がどのように変化するかについても報告する。

参考文献 Stewart, A.I., Revised time dependent model of the Martian atmosphere for use in orbit lifetime and sustenance studies, *JPL PO NQ-802429*, 1987.



金星・水星電磁圏相互作用の  
3次元MHDシミュレーション

飯島 哲也 荻野 竜樹 (名古屋大学 太陽地球環境研究所)

Three-Dimensional MHD Simulation of Venus and Mercury Ionosphere-Magnetosphere

T. Iijima T. Ogino

(Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University)

We have studied interaction between the solar wind and the earth-type planets which have non or a little intrinsic magnetic field by using a 3-dimensional global MHD model, when the IMF 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、PVO (Venus) や Mariner 10 (Mercury) などの衛星観測がおこなわれてきたが、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謎が残されている。そこで、固有磁場が零または小さい場合、惑星電磁圏構造を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  $\Delta = 0.05R$  ( $R$ は惑星半径)、 $320 \times 160 \times 160$ 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を、圧力と重力の釣り合う静水圧平衡から決定し、外部解と連続的に接続している。IMFは、z成分のみを持ち太陽風と伴に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、タイム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決定した。

3. シミュレーション結果

固有磁場を持たない惑星(金星)と小さな固有磁場を持つ惑星(水星)の場合

の、電磁圏構造を図に示す。図1では、金星電磁圏を包み込むIMFのドレーピングの様子、スリッピング効果による電離圏プラズマ流出の様子がみられる。図2では、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。講演では、IMFの大きさとして向きを変化させた場合、金星型、水星型惑星についての電磁圏構造の時間的経過を詳細に報告する。

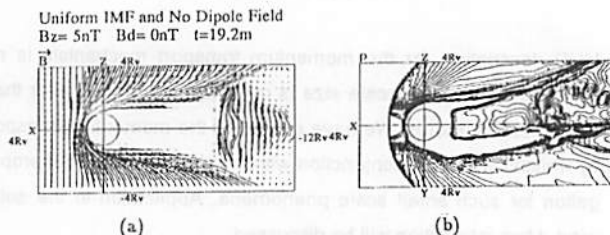


図1 IMFが存在する場合の(a)金星電磁圏の磁場構造(xz平面)、(b)プラズマ密度分布(上半面xz平面、下半面xy平面)

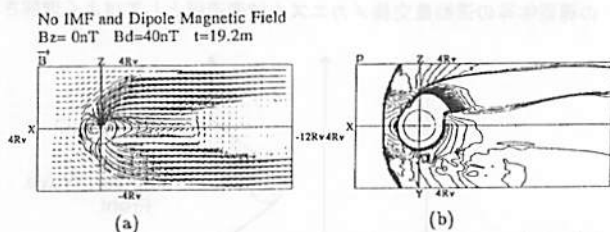


図2 IMFが存在しない場合の(a)水星電磁圏の磁場構造(xz平面)、(b)プラズマ密度分布(上半面xz平面、下半面xy平面)

B会場

10月4日(水) 午後

# 大気圏化学・エアロゾル

Atmospheric Chemistry (Aerosol)

oral: B12-09~18

poster: B12-P10~P13

座長

北 和之 (東大・理学系研究科)

柴田 隆 (名大・STE研)

**B12-09 ラマンライダーによる対流圏界面付近の大気観測**

○酒井 哲、岩坂泰信、柴田 隆、榎 成顔、足立 宏、金 潤興  
(名大・太陽地球環境研究所)

Observation vicinity of tropopause with Raman lidar

○T. Sakai, Y. Iwasaka, T. Shibata, S.A. Kwon, H. Adachi, S.Y. Kim  
(STEL, Nagoya University)

Atmospheric aerosols, water vapor and temperature profiles were taken by Raman lidar. Seasonal variation of the aerosols near the tropopause are discussed.

名古屋大学太陽地球環境研究所では、ラマンライダーによるエアロゾル、大気密度(温度)、水蒸気分布の定常観測をおこなっている。名古屋(35.2°N, 137.0°E)上空における対流圏から下部成層圏の大気構造は、夏期には高度16km付近に低湿度の熱帯圏界面が存在し、冬期にはその下方の高度10km付近に極圏界面が出現するという中緯度地域に特徴的な季節変動を示す(図1)。成層圏エアロゾルは1年を通して高度20km付近にその最大のピークを持ち、1994年にはピナツボ火山噴火の影響が若干残っていたと思われる。成層圏高度領域(第一圏界面~高度30km)でのエアロゾル後方散乱係数積算値は夏期に極小、冬期から春期にかけて極大となる季節変化がえられた(図2)。この原因は、冬期から春期に定義される第一圏界面が夏期に比べてより低高度の極圏界面となり、この第一圏界面と熱帯型の第二圏界面との間に高緯度側のものと思われる成層圏エアロゾルが存在するためであると考えられる。この結果は従来の観測結果(例えば Hofmann et al.(1975)、内野(1995)など)と一致する。また夏期に第一圏界面高度が高くなるのに伴い成層圏エアロゾルが圏界面下方の上部対流圏にまで存在する観測結果が得られた(図3)。このことから夏期に成層圏エアロゾルが上部対流圏のエアロゾル組成に何らかの影響を及ぼしていることが予想される。今回は圏界面付近におけるエアロゾルと大気温度、水蒸気鉛直分布との対応関係について述べる。

参考文献:

- Hofmann et al., Stratospheric aerosol measurements I: Time variations at northern midlatitude, *J. Atmos. Sci.*, 32, 1446-1456, 1975  
Uchino et al., Extensive Lidar observations of the Pinatubo aerosol layers at Tsukuba(36.1° N), Naha(26.2° N), Japan and Lauder(45.0° S), New Zealand, *Geophys. Res. Lett.*, 22, 57-60, 1995

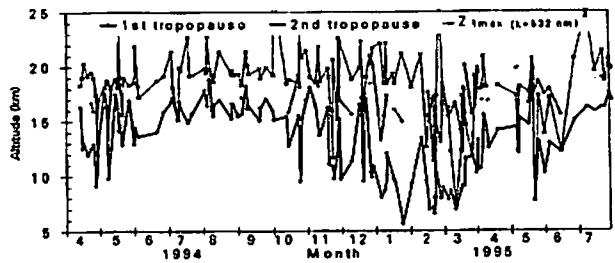


図1: ラマンライダーで観測された圏界面高度と成層圏エアロゾル散乱比の最大値高度

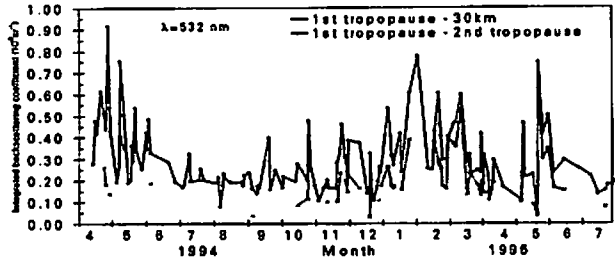


図2: 第一圏界面~高度30kmと第一圏界面~第二圏界面の後方散乱係数積算値

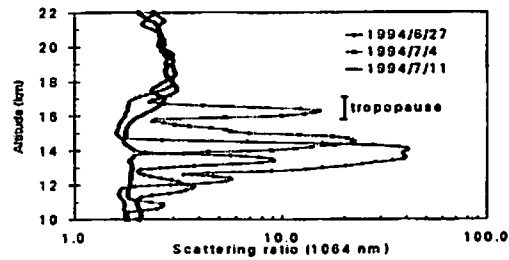


図3: 1994年夏期に観測された圏界面付近のエアロゾル分布

**B12-10**

ライダー観測による対流圏  
エアロゾルの特性の抽出 (1)

○榎 成顔、岩坂泰信、柴田 隆、酒井 哲、  
(名大・太陽地球環境研)

The Properties of Tropospheric Aerosol  
with a Raman Lidar(1)

S.A. Kwon, Y. Iwasaka, T. Shibata, T. Sakai

We tried to apply a discriminant analysis to lidar measurements including scattering ratio, depolarization ratio and relative humidity and classified all data obtained at Nagoya in Spring 1994 to 6 groups.

日本上空で春期に見られる対流圏エアロゾル層はアジア大陸起源の物質の長距離輸送の結果と考えられる場合が多い。最近、輸送途中の物質が、経路と大気状態によってどのようにエアロゾル層の変動および粒子の変質するのか、関心が高まってきている。前回の報告では94年名古屋のラマンライダーによって観測された対流圏のエアロゾルの偏光解消度の季節変化について考察した。今回は94年春期に観測された対流圏のエアロゾル層の特性によるタイプ分類について調査した結果を報告する。解析は1994年4月の一ヶ月間ライダーによって観測されたデータ(散乱比、偏光解消度、相対湿度)を基に対流圏のエアロゾル層について Discriminant Analysisを行い、エアロゾルの高度分布特性を考察した。Discriminant Analysisは統計できない手法を利用して多種類のパラメタによるタイプ分類方法であり、この方法で対流圏エアロゾルの分類を試みた。この解析の結果

は表1のように六つのタイプのエアロゾルが存在することを示している。このタイプを散乱比、偏光解消度、相対湿度の値の大きさに対応させて考えてみるとタイプ1は自由対流圏に広く観測されるもの、タイプ2は雲等、タイプ3から6は黄砂のようなものをあてる事が出来る。大変興味もたれる点はこれらの黄砂が明確に四つの種類にわけられる点である。この結果を使って1994年4月11日のライダーで観測された結果をタイプ別に見ると高度2~10kmの範囲では自由エアロゾルと雲、黄砂 I、黄砂 IIの四種類のエアロゾル粒子が図のように分布していることがわかる。特に雲と予想される高度8kmくらいのエアロゾル層とし、黄砂 Iと予想される高度6.5kmくらいのエアロゾル層は名古屋の流跡線解析結果によれば東経120° 北緯34° 近くでひとつの層になったと考えられ、この際に高度7kmくらいにみられる黄砂 IIのエアロゾル層に変質した可能性があると思われる。

表1. Discriminant Analysisによる対流圏のエアロゾルのタイプ

	散乱比	偏光解消度	相対湿度
自由対流圏エアロゾル	0.57±8.58	0.014±0.0038	6.59±7.3
雲等	265.29±81.96	0.067±0.0083	34.39±8.02
黄砂等I	51.45±23.55	0.064±0.0165	11.49±10.66
黄砂等II	23.85±14.83	0.031±0.007	11.67±9.39
ぬれた黄砂等III	87.52±27.37	0.019±0.011	31.96±7.63
ぬれた黄砂等IV	7.40±7.24	0.029±0.019	50.74±24.75

## B12-11

### 中国における気球によるエアロゾルの直接採集；形状と種類

林 政彦\*, 奥原靖彦\*, 岩坂泰信\*, 石 広玉#, 渡辺征春\*, 原 圭一郎\$, 菊池 正\$  
\*名古屋大学太陽地球環境研究所, #中国科学院大気物理研究所, \$東京理科大学理学部

### Direct Sampling of Aerosols with a Balloon Borne Impactor in China

M. Hayashi\*, Y. Okuhara\*, Y. Iwasaka\*, G. Shi#, M. Watanabe\*, K. Hara\$, T. Kikuchi\$

\*STEL/NU, #IAP/Academia Sinica, \$Tokyo Science University of Tokyo

Here, we present observational results, although they are preliminary, on the basis of balloon measurements of tropospheric and stratospheric aerosols near Beijing which was made as cooperative work with STEL/Nagoya University and IAP/Academia Sinica. Particle collection was made with a balloon borne impactor. The surprising result was a existence of crystal particles from ground to tropopause. This is a first report of such results.

#### 1. はじめに

日本上空には、春期に限らず年間を通じてアジア大陸内陸の乾燥地帯から“黄砂”が飛来していると言われ、それは日本の大気に大きな影響を及ぼす。この黄砂の輸送機構やその間における変質過程を知る上で、大陸上空でのエアロゾルの存在状態（数密度、粒径分布、化学組成、形態など）を知ることは重要である。我々名古屋大STE研は、中国科学院大気物理研究所などと協力して1993年夏2回、1994年夏ごろに3回、北京より東に100 kmの香河（40°N, 116°W）で大気球を上げ、インパクト（サンプリング間隔：約1 km）により上空のエアロゾルを直接採集した。（同時にOPC、レーウィンゾンデ、オゾンゾンデも搭載。）エアロゾルは電子顕微鏡用メッシュの上に採集し、走査型電子顕微鏡（SEM）により観察した後、そのうちいくつかをエネルギー分散型X線分析器（EDX）によりその元素組成を分析した。中国上空でのこのような大規模な気球観測は初めてであり、この観測から得られる結果は大変重要なものとなり得る。

#### 2. 解析

SEMとEDXによる分析結果を元に、特にエアロゾルの種類について高度による変化を報告する。1994年の3回の放球に共通な性質として、

- 形状が大きく5種類に分類（液滴、丸型、完全球、fine、非球形）された。
- 海塩起源らしい粒子は認められなかった。
- 土壌粒子の表面が“ぬれ”ているものもあった。
- かなり高々度（圏界面付近）にまで土壌粒子の存在が認められた。（Fig）3回それぞれで注目する点として、  
A. 8/14/94；高度により形状の種類、湿度、オゾン分布に大きな変動がある。  
B. 8/25/94；高度による種類、オゾン分布の変動はそれほど認められなかった。  
C. 9/15/94；圏界面付近でも硫酸液滴のサテライトは、はっきりしない。と考えられる。

#### 3. 考察

今回の観測において特に注目すべき点は、2. - dにあるように対流圏においては圏界面付近まで土壌起源とみられる粒子が存在していたということである。（8/14/94；7-18km, 8/25/94；0-14km, 9/15/94；0-17km）しかも、その粒子の直径は1ミクロン前後であり、こうした粒子がこの高度まで到達するメカニズムは今のところ不明であり、こうした事実は過去に行われた観測では例がない。しかし、今回の3回の観測ではいずれでも認められており、この大気構造がこの時期中国では一般的である可能性が高い。そこで我々は、現在のところ、どのようにしてこうした状態になり得たのか天気図、トラジェクトリー解析などを進めている。

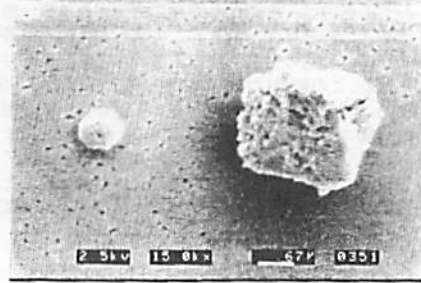


Fig. 圏界面付近(8/25/94; 12.7-11.5km)における、液滴粒子(左)と非球形粒子(右)。この付近では、こうした外部混合状態(それぞれ別々に、非球形粒子の表面は乾いて)でいることが多い。

## B12-12

### SAGEII による成層圏エアロゾルおよび微量成分データの解析(1)

林田佐智子・西村亜紀・馬場明子・山本裕子・嶋村真美  
(奈良女子大理学部)

### SAGEII data analysis for the stratospheric minor species and aerosols (1)

Sachiko Hayashida, Aki Nishimura, Akiko Baba, Hiroko Yamamoto and Manami Shimamura (Nara women's University, Faculty of Science)

Multi wavelengths' extinction data for stratospheric aerosols observed by Stratospheric Aerosol and Gas Experiments II were analyzed. The ratio of extinction coefficients for different wavelength will provide good information on particles size which determine their optical properties and surface area. Seasonal variation and global climatology of aerosol extinction coefficients will be discussed and compared with other minor species such as water vapor etc.

近年、エアロゾル表面における不均一反応への理解が深まり、これまで培われてきた成層圏光化学反応過程の枠組みに対する理解は大きな転換を迎えている。中緯度成層圏エアロゾル上での不均一反応の中では $N_2O_5$ の加水分解がもっとも効果が大きく、 $NO_2$ を減少させ、間接的に塩素によるオゾン破壊を促進すると考えられている。実際エアロゾルの増加した火山噴火直後には $NO_2$ の減少が各地で観測されている。

また、成層圏エアロゾルは太陽光や赤外線を散乱・吸収するため、大気熱収支やリモートセンシングの観測手法に対して影響を持ち、これを評価するためにはエアロゾルの光学的性質を知ることが重要である。

NIMBUS7に搭載されたSAGEII(Stratospheric Aerosol and Gas Experiment II)はエアロゾル(4波長)とオゾン・水蒸気・二酸化窒素の同時観測を行っている。本研究ではSAGEIIで観測された多波長のエアロゾル消光係数の解析を行い、光学的性質のグローバル分布を把握する。さらに水蒸気他のデータとこれを比較する。中緯度エアロゾルの主成分は硫酸であるが、水蒸気分圧と気温で硫酸濃度が決定されるという理論的予測があるため、水蒸気とエアロゾルの間には密接な関連がある。また多波長データから粒径情報を抽出し、不均一反応速度を決定する表面積

の評価を行うことが可能である。不均一反応の結果として予測される $NO_2$ やオゾンの減少を検証することができる可能性もある。

今回の講演では多波長のエアロゾル消光係数の比を中心に解析した結果を報告する。図1は一例として1989年6,7,8月の1ミクロンおよび0.5ミクロンの消光係数の高度分布を緯度ごとに示した。また、図2では1ミクロンと0.5ミクロンの消光係数の比の高度分布を示した。

謝辞 SAGEIIデータはNASA/LangleyのDr.M.P.McCormick, Dr.L.Thomasonから提供を受けました。また富山高専・川平教授、環境研究所・笹野泰弘氏のご協力に感謝します。

図1 1989年6-8月の消光係数プロファイル

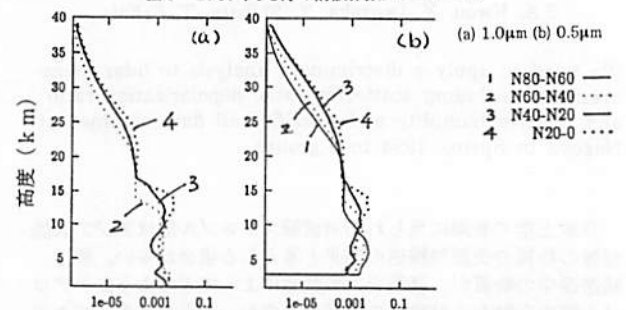
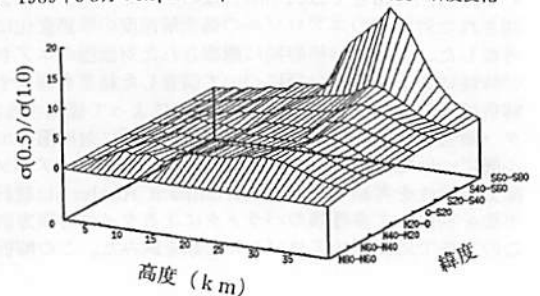


図2 1989年6-8月の0.5μmと1.0μmの消光係数の比の高度・緯度変化



A Climatology of Stratospheric Aerosol<sup>1</sup>

Matthew H. Hitchman<sup>2</sup>, Megan McKay, and Charles R. Trepte

Department of Atmospheric and Oceanic Sciences,  
University of Wisconsin - Madison, USA

A global climatology of stratospheric aerosol is created by combining nearly a decade (1979-1981 and 1984-1990) of contemporaneous observations from the Stratospheric Aerosol and Gas Experiment (SAGE I and II) and Stratospheric Aerosol Measurement (SAM II) instruments. One goal of this work is to provide a representative distribution of the aerosol layer for use in radiative and chemical modeling. We find that the aerosol layer is distinctly volcanic in nature and suggest that the decadal average is a more useful estimate of future aerosol loading than a "background" loading, which is never clearly achieved during the data record.

This climatology lends insight into the general circulation of the stratosphere. Latitude - altitude sections of extinction ratio at 1 micron are shown, averaged by decade (see Figure 1), season, and phase of the quasi-biennial oscillation (QBO). A tropical reservoir region is diagnosed, with an "upper" and a "lower" transport regime. In the tropics above 22 km (upper regime), enhanced lofting occurs in the summer, with suppressed lofting or eddy dilution in the winter. In the extratropics within two scale heights of the tropopause (lower regime), poleward and downward transport is most robust during winter, especially in the northern hemisphere. The transport patterns persist into the subsequent equinoctial season. Ascent associated with QBO easterly shear

<sup>1</sup>Submitted in communication with M. D. Yamanaka, member of SGEPS.

<sup>2</sup>Visiting Scientist of Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University (October 1995-January 1996).

favors detrainment in the upper regime, while relative descent and poleward spreading during QBO westerly shear favors detrainment in the lower regime. Extinction ratio differences between the winter-spring and summer-fall hemispheres, and differences between the two phases of the QBO, are typically 20-50%.

The interplay between the QBO and annual cycle helps explain major features in a 2-year time series of lidar backscatter profiles over Colorado following the eruption of Mt. Pinatubo (Langford, O'Leary, Proffitt, and Hitchman, 1995). Implications of the strong subtropical gradients are also discussed.

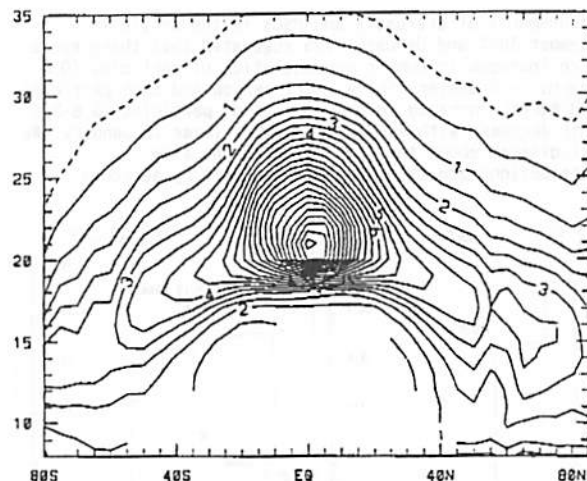


Fig. 1 Latitude-altitude section of extinction ratio at 1 micron averaged for 9.1 years of contemporaneous SAGE and SAM II data, with contour interval 0.5 and dashed line at 0.25.

B12-14 ヤクーツク(62°N, 130°E)で観測された  
冬季成層圏エアロゾル層の構造

林政彦, 渡辺征春, 岩坂泰信 (名大STE研), 中根英昭 (環境研),  
V. Yushkov, V. Khattatov (中央高層気象観測所, ロシア)

Structure of Stratospheric Aerosol Layer  
Observed at Yakutsk (62°N, 130°E) in Winter

M. Hayashi, M. Watanabe, Y. Iwasaka(STEL.), H. Nakane (NIES),  
V. Yushkov, and V. Khattatov (CAO, Russia)

Balloon observations of aerosol, ozone, and water vapor were carried out at Yakutsk (62°N, 130°E). Ozone losses in the northern hemisphere and the role of air-mass traveling will be studied in this campaign. Complicated vertical structure and high concentration of giant particle ( $d > 3.6 \mu\text{m}$ ) were found by Optical Particle Counter sonde, which measures particle concentrations with 5 size classes. We will discuss about the construction mechanism of this aerosol layer considering the polar vortex meandering with transport and particle modifications.

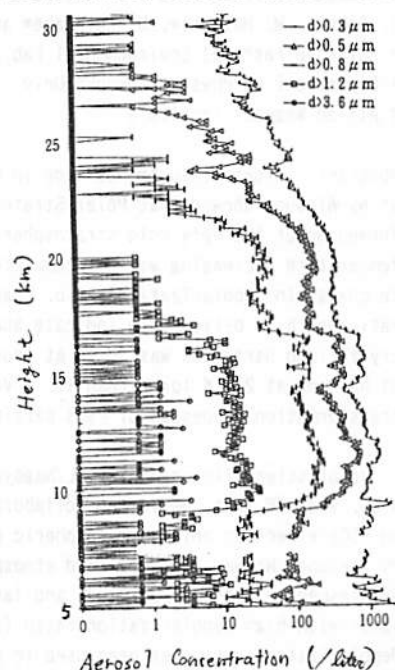
北極域の成層圏オゾン層は、冬季から春季にかけて、極域の低温不均一反応を経験した気塊が極渦の蛇行に伴い、低緯度の日射領域に輸送され、光化学反応によるオゾン消失を起こしているものと考えられている。極渦内におけるPSCs形成と輸送過程におけるオゾン消失機構の解明のために、STE研、環境研、ロシア科学アカデミー中央高層気象(CAO)の共同気球観測を東部シベリア、ヤクーツク(62°N, 130°E)において実施した。Optical Particle Counter sonde(OPC sonde)、オゾンゾンデ、Backscatter sonde, Lyman- $\alpha$  水蒸気ゾンデによる観測が1995年1月から3月まで実施された。ここでは、1995年3月1日にOPC sondeによって得られたエアロゾルの鉛直分布と粒径分布の特徴について報告する。

OPC sondeによって得られたエアロゾルの鉛直分布をFigureに示す。OPC sondeは、レーザーダイオードを光源とする光散乱式粒子計数装置

である。同じ日に、オゾンゾンデ、Back-scatter sondeによる観測も実施された。

特徴は、(1)鉛直方向に変動が激しいこと、および、(2)Junge層において3.6 $\mu\text{m}$ 以上の粒子が非常に多く存在することである。(1)については、Yakutsk上空に、極渦の内部的な層と外部的な層が入り組んでいたエアロゾル層が形成されていたことを示唆する。また、(2)が観測された高度は、通常極成層圏雲が形成するとは考えられない温度(-60°C以上)であり、過去に気塊が低温を経験しているなどの履歴を考慮する必要があることを示している。

このように、観測された成層圏エアロゾル層は極渦内外の気塊の活発な運動が作り出していると考えられる。当日は、極渦の蛇行に伴う輸送やエアロゾルの変質過程という視点から、このエアロゾル層の形成機構について、トラジェクトリー解析の結果を用いながら検討を行う。



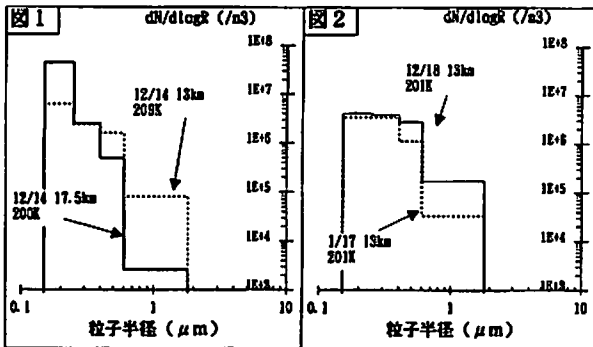
冬季北極域における成層圏エアロゾル  
：粒径分布の変化と輸送過程

○渡辺 征春、林 政彦、岩板 泰信、柴田 照、長田 和雄、足立 宏 (名大STE研)  
藤原 玄夫 (福岡大理学部)

Balloon-borne measurements of Stratospheric Aerosols  
in Arctic winter, 1994/95

M. Watanabe, M. Hayashi, Y. Iwasaka, T. Shibata, K. Osada, H. Adachi  
(STEL, Nagoya University)  
M. Fujiwara (Fukuoka University)

Measurements of aerosols and PSCs in the Arctic in December 1994 and January 1995 suggested that there was a large increase in number concentration of particles (0.3-0.5 μm in diameter) for a short period and then particles (d>0.8 μm) increase in December, and particles (0.8-3.6 μm) decrease with subsiding aerosol layer in January. We will discuss about the transition of the size distributions and the material transport by aerosols.



1. はじめに

PSCs (極域成層圏雲) は、その表面における反応でオゾン破壊に対して活性な塩素化合物を作り出すことや、重力沈降により成層圏物質を下方に輸送するなど物理的、化学的側面から注目されている。しかし特にその形成初期の観測例は少なく、全体像は明らかでない。

今回我々は、OPC (Optical Particle Counter) ソンデを用いて冬季北極域のエアロゾル及びPSCsを観測することに成功した。

2. 観測の概要

Ny-Aalesund (79N, 12E) においてOPCを合計3機、94年12月14日、18日、及び95年1月17日に放球した。このOPCは波長810nmのレーザーダイオードを光源とし、粒子からの前方散乱光をフォトダイオードで検出し、エアロゾルを直径0.3~3.6 μm以上の5段階に区分して粒子数濃度を観測することが可能である。

3. 観測結果

12月14日の観測結果では直径0.3-0.5 μmの粒子のみが高度16km以上 (気温: 200K) で高度と共に増加しており、Mono-Modalでは説明がつかない粒径分布となっている (図1)。このような粒径分布は新粒子の生成あるいは既存の微小粒子モードの膨張による成長がなければ説明がつかない。ただしこの領域の気温は200K程度であり予想されるNAT飽和温度より数度高い状態である。

一方、12月18日には0.8 μm以上の粒子の増加が顕著となっている (図2実線)。

1月の観測ではエアロゾル層全体が沈降し、特に0.8-3.6 μmの大きさの粒子数濃度が小さくなっている (図2点線)。発表当日はエアロゾルの粒径分布変化と輸送過程について検討する。

B12-16 Temporal Changes in Optical Properties  
of  
Polar Stratospheric Clouds observed  
in Winter of 1994/95 at Ny-Alesund

Y. Iwasaka<sup>○</sup>, T. Shibata\*, M. Fujiwara†, H. Adachi\*,  
T. Sakai\*, M. Hayashi\*, M. Watanabe\* and R. Neuber<sup>‡</sup>  
\* Solar Terrestrial Environmental Lab./Nagoya Univ.  
† Department of Physics/Fukuoka Univ.  
‡ Alfred Wegener Institute

Abstract: Lidar measurements made in winter of 1994/95 at Ny-Alesund showed that Polar Stratospheric Clouds was formed under the very cold stratospheric conditions but temperature decreasing was not completely corresponding to change in depolarization ratio. Large depolarization ratio which is believed to indicate appearance of crystallized particles was found at frost point temperature of NAT and at 2~4°K lower than it. Very complicated transformation processes of PSCs particles are suggested.

Joint scientific team of STEL/Nagoya Univ., Fukuoka Univ., NIES, and A/W Inst. performed collaborated lidar measurement on PSCs effect on polar stratospheric ozone in 1994/95 at Ny-Alesund, Norway. Very cold atmosphere appeared over Ny-Alesund in mid-December 1994 and largely enhanced aerosol layer with high depolarization ratio (certainly PSCs) formed. Depolarization ratio has been used to detect nonsphericity

of particulate matter. As shown in Fig. 1, the aerosol layer found under very cold stratospheric conditions has large depolarization ratio. However, relation between scattering ratio and depolarization ratio, or temperature and depolarization ratio is not steady but shows large variability.

Figure 2 summarizes  $\nabla T$  (Atmospheric temperature - Frost Point Temperature) and  $\delta$  (depolarization ratio) on the basis of lidar and meteorological sonde measurements made at Ny-Alesund in winter of 1994/95 suggesting meaningful peak of  $\delta$ . The nucleation processes proposed previously could not give perfect explanation on PSCs formation.

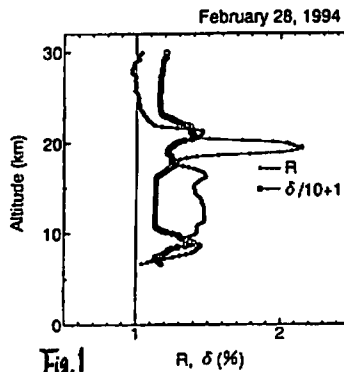


Fig. 1

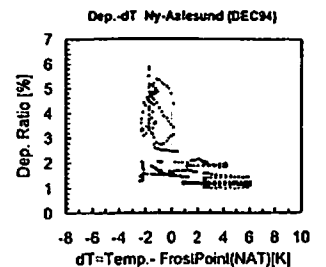


Fig. 2



**Characteristics of Polar Stratospheric Clouds over Ny-Ålesund observed by a Lidar**

T. Shibata, H. Adachi, T. Sakai, M. Nagatani, M. Hayashi, K. Osada, M. Watanabe, Y. Iwasaka (STEL, Nagoya University)  
K. Susumu, Y. Nakura, M. Fujiwara (Fukuoka University)

The composition, the formation processes and the physical state of PSCs are still not known well. It once seemed that a rather simple mechanism by NAT (nitric acid tri-hydrate) and ice can describe almost all the aspects of PSCs microphysics. But, re-estimation of observed infrared spectrum over Antarctic strongly suggests that NAT was not included in Antarctic PSCs. Recently, many microphysical models of PSCs are proposed. These models are mainly based on the laboratory works and theoretical calculations, but not directly on observations of PSCs.

There are many kind of observational works on PSCs from by space-remote sensing to by direct sampling. However, comparing with the observations at middle and at low latitudes, it is much difficult to perform the observations of stratospheric aerosols in both polar region. Because of this reason, the observational results are far from enough for full understanding of PSCs. This is especially so when we thinking about the complicated physical and chemical conditions of polar stratosphere.

Stratospheric temperature of Arctic winter is higher than of Antarctic. The frequency of PSCs appearance is much smaller in Arctic. Therefore, the observational data to know the PSCs characteristics over Arctic region are limited, and therefore, further observations are still needed.

Polar stratospheric clouds (PSCs) are observed by a lidar at Ny-Ålesund, Spitsbergen in December 1994 and January 1995. The lidar observes backscattering at 1064 nm and 532 nm (Nd:YAG laser

fundamental and second harmonics wavelengths), and depolarization at 532 nm. The stratospheric temperature was very low in December and January in this winter. PSCs were very frequently observed comparing with the former winters of 1991/1992, 1992/1993 and 1993/1994 in this low temperature period. The characteristics of the lidar observed PSCs in this winter were very variable, and there were some cases in which the characteristics of PSCs were different from the former defined categories of types I and II. Figure 1 shows the typical example of the PSCs whose characteristics are not fit the former categories. At the scattering ratio peak at 20 km in altitude, depolarization ratio ( $\delta_a$ ) takes minimum value, and Angstrom coefficient ( $\alpha$ ) takes also minimum value. This means the existence of liquid large particles. It is the first time that this kind of particles were observed.

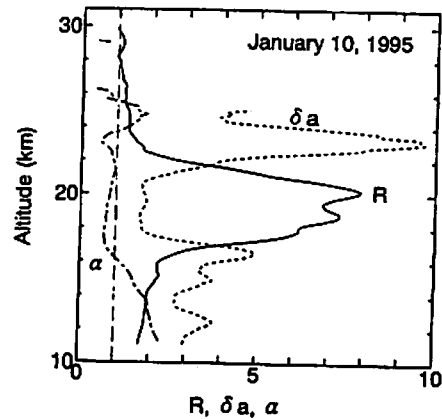


Figure 1 PSCs profile observed on January 10, 1995.

**ライダー観測による極域成層圏雲の解析 (1994/1995年冬季: Ny-Ålesund)**

○足立 宏<sup>1</sup>, 柴田 隆<sup>1</sup>, 林 政彦<sup>1</sup>, 酒井 留<sup>1</sup>, 長谷正博<sup>1</sup>, 進 和典<sup>2</sup>, 名倉義信<sup>2</sup>, R. Neuber<sup>3</sup>, 藤原玄夫<sup>3</sup>, 岩坂泰信<sup>3</sup>

1: 名大STE研究所 2: 福大理学部 3: AWI, Germany

**Polar Stratospheric Clouds at Ny-Ålesund in 1994/1995 Winter: Lidar Observation and Analysis**

○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. Susumu<sup>2</sup>, Y. Nakura<sup>2</sup>, R. Neuber<sup>3</sup>, M. Fujiwara<sup>2</sup>, Y. Iwasaka<sup>2</sup>  
1: STEL, Nagoya Univ. 2: Fukuoka Univ. 3: AWI, Germany

Polar stratospheric clouds (PSCs) are observed by a lidar at Ny-Ålesund in Dec. 1994 and Jan. 1995. These lidar data suggested that PSC particles are consist of some kinds of particles.

**1. はじめに**

名大STE研と福大理学部は、1994年から冬季に、Ny-Ålesund (Svalbard, Norway: 78.5°N, 12°E) にて、ライダーによるエアロゾル観測を実施している。前回 (1993/1994年冬季) には、極域成層圏雲 (PSC) からの信号が数回検出された。

今冬季 (1994/1995年) は12月中旬から3月中旬にかけて観測を実施した。観測中、12月上旬から1月下旬まで、下部成層圏の温度が-80°C以下になる期間があり、その間にPSCが断続的に出現した。

**2. 観測装置及び分析方法**

我々のライダーシステムは、Nd:YAGレーザを用いて、以下のデータの高度分布を同時観測している。

- ①第2高調波 (532nm) での散乱比 (R) : エアロゾルの混合比に対応
- ② " (532nm) での全偏光消滅度 ( $\delta$ ) : 非球形性に関係
- ③基本波 (1064nm) での散乱比 (R<sub>p</sub>) : エアロゾルの混合比に対応

④後方散乱係数の波長依存性 ( $\alpha$ ) : エアロゾルの粒径分布に関係  
これらのデータは、PSCの微物理やPSC上での不均一反応を理解する上で貴重な情報を与えるであろうことを期待している。

ここでは、①と②を用いてPSCの粒子構成の変化について考える。 $\delta$ は式変形により次のようになる。

$$\delta = (1-R^{-1})\{\bar{\delta}_a - \delta_a\} + \delta_a$$

( $\bar{\delta}_a$ : エアロゾルの平均偏光消滅度,  $\delta_a$ : 大気中の偏光消滅度)

よって、 $\delta - (1-R^{-1})$  グラフの傾きを見ることで、粒子構成を考察することができる。右上のグラフは2粒子の混合と考えられる例であり、右下は3粒子の混合と考えられる例である。

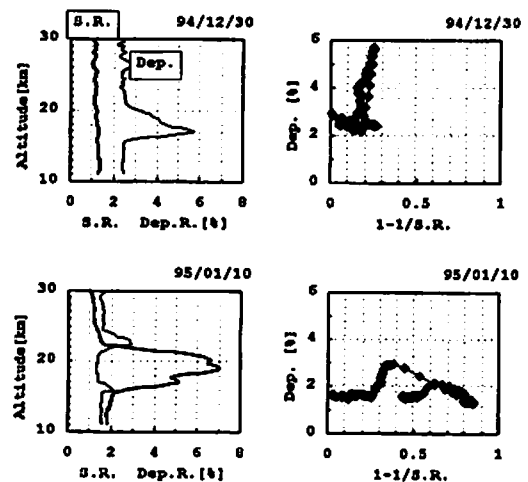


Fig1: (左) 散乱比[532nm]と偏光消滅度のプロファイル (右)  $\delta$  と  $(1-R^{-1})$  の散布図 [上: 1994/12/30 下: 1995/01/10]

## Ozone Depletion in 1992 and 1993 Observed at Syowa Station

\*Yongjing Zhao and Yutaka Kondo

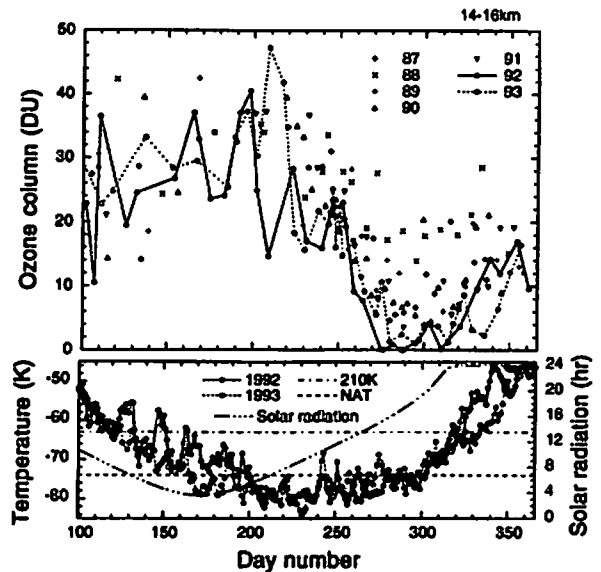
Solar-Terrestrial Environment Laboratory  
Nagoya University

Ozone (O<sub>3</sub>) sonde data obtained at Syowa station (69°S) from 1987 to 1993 has been analyzed. O<sub>3</sub> columns integrated from O<sub>3</sub> profiles within each 2km interval indicated that O<sub>3</sub> depletion in 1992 and 1993 mainly occurred in the altitude below 18km. Specially, (1) O<sub>3</sub> column in 12-18km sometimes approached to zero in October of 1992 and 1993; (2) O<sub>3</sub> losses also occurred in July and August of 1992 and August of 1993, which are not observed in previous years.

Changes in O<sub>3</sub> column between 14 and 16km from 1987 to 1993 are shown in the figure (upper part). Daily temperature measured by rawin sonde is averaged in 14-16km and given in the same figure (lower part). In the lower part of the figure, 210K temperature level is indicated which is the threshold for the occurring of volcanic aerosol (VA) related heterogeneous reaction:  
 $\text{ClONO}_2 + \text{H}_2\text{O}(\text{aerosol}) \rightarrow \text{HOCl} + \text{HNO}_3$

and NAT condensation temperature is also indicated with the assumption of 8ppb HNO<sub>3</sub> and 4.5ppm H<sub>2</sub>O concentration in this altitude, which represents the threshold of Polar Stratospheric Cloud (PSC) related heterogeneous reactions. The factors that (1) VA presented in this altitude in 1992 and 1993; (2) averaged temperature was lower than 210K from June (day 150) to November (day 320); (3) solar radiation is available at high Solar-Zenith Angle in July and August; suggested that O<sub>3</sub> losses in July (about day 200) of 1992 and August (about day 230) of 1992 and 1993 could be caused by VA. In contrast, O<sub>3</sub> decrease was not observed at South Pole in July and August because solar radiation are not available there at that time. In addition, O<sub>3</sub> level in October

(day 270-300) was lower in 1992 and 1993 than ever before, which would be due to the combined effect of VA and PSC. Dynamic effect should be also considered. Temperature in November-December 1993 (about day 320-350) was about 20°C lower than in 1992 revealed that low O<sub>3</sub> during this period in 1993 would be transported from high latitude.



## 南極オゾンホール の 発 達 ・ 消 滅 過 程

小玉正弘 (理化学研究所)

### Formation and Dissipation of Antarctic Ozone Hole

Masahiro KODAMA (RIKEN)

Formation and dissipation of the Antarctic ozone hole are thought to be controlled by quantitative balance between the atmospheric chemical reaction and transportation procedures in the stratosphere. For examples, we can see from Fig. 1 such a fashion of balance. Dots show monthly variations of total ozone concentration observed at Syowa Station, Antarctic in 1966-1992. It is of interest that spiky peaks (shaded)

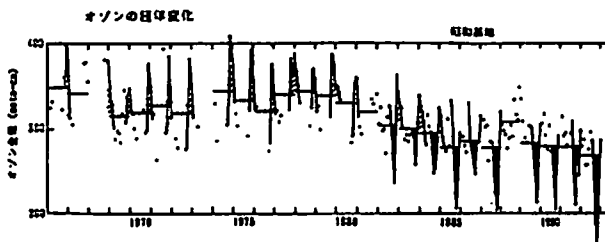


Fig. 1

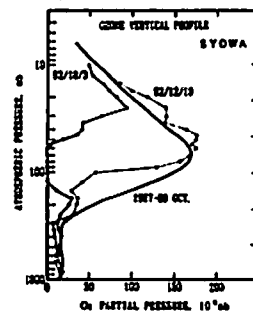


Fig. 2

beyond the yearly means (short horizontal lines) are dominant every November before 1981 and sharp valleys (dark) below the yearly means every October after 1981, as well as progressive lowering of the averaged level after 1981. November peaks and October valleys are possibly due to the dynamical and chemical procedures, respectively. We note that both up and down spikes appear simultaneously in the transition period of 1982-1984.

In order to explore mutual contributions of the above two procedures, vertical profiles of the partial ozone concentration have been examined by Syowa ozone-zonde data. Figure 2 shows an example of October 1992 when the deepest valley was found. After a week from October 3rd when the minimum ozone concentration was recorded, the concentration observed in the upper stratospheric layer almost recovered up to the average level of 1967-80, but not yet enough in the lower stratosphere. In other words, a quantitative competition between the both procedures is strongly concerned with ups and downs of the ozone hole. Vertical profile investigations of the other valleys are presented and discussed, taking into account a particular situation of Syowa Station located in near the outer edge of the ozone hole.

## B12-P12

航空機搭載用オゾン、  
一酸化炭素、メタン・炭化水素直接測定器の開発

○北 和之, 小川利結 (東京大 理学系研究科)  
遠嶋康徳, 井上 元 (国立環境研)

The Development of Instruments to Measure Ozone, Carbon Monoxide,  
Methane and Hydrocarbons for Airborne Observations

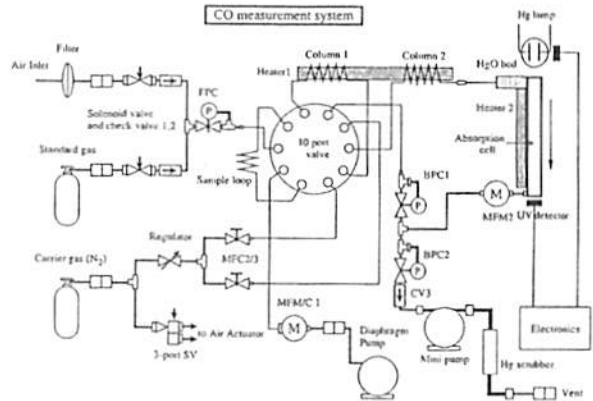
KITA, Kazuyuki, OGAWA, T. (Univ. Tokyo)  
TOHJIMA, Y., and INOUE, G. (NIES)

We are developing a fast response instruments for measuring ozone, carbon monoxide, methane and other hydrocarbons. These instruments will be used for airborne observation to study tropospheric ozone. Ozone is measured with dual cell UV absorption technique. Carbon monoxide is measured by utilizing reduction of mercury oxide with carbon monoxide. Methane and other hydrocarbons are measured by using FID (Flame Ionization Detector) system. In the carbon monoxide and hydrocarbons instruments, gas chromatograph technique is adopted to separate from other contaminating species. The performance of the system will be presented.

対流圏オゾンにまつわる各種プロセスを解明していくために、オゾンとその他関連の深い成分の航空機からの同時直接観測は重要であるが、日本にはこれまで航空機観測に適した良い測定器が不足していた。そこで、航空機観測で使用できる速いレスポンスを持ち気圧変化に対し安定な測定器を開発しており、実用段階に至ったので報告したい。オゾンは水銀ランプの254nm輝線を用いた紫外吸光法により定量される。セルを2つ交互に一方を吸光セル他方を参照セルに用い、また流路をガ

ス交換を速くするよう工夫することで応答を向上させている。また、安定性を増すためセル全体を恒温化している。一酸化炭素の測定には、これまでも観測例を報告してきた酸化水銀還元法を採用し、さらに全体を小型化し使いやすくすると共に時間分解能をさらに向上させた。またこの前の講演時にも報告したように、FIDを用いたメタン及び炭化水素を測定する装置を開発している。現在はまだメタンのみを対象にしてはいるが、実際にこの7月にシベリアでの航空機観測に使用した。現在、オゾン計と一酸化炭素計については試験中であり、今年度中に航空宇宙技術研究所のクインエアー機に搭載して航空機環境での試験・改良を行うとともに、とりあえず境界層から自由対流圏への物質輸送と光化学変化についての観測を開始したいと思っている。メタン・炭化水素測定器についてはガスクロ部などを改良して、安定化と、いくつかの炭化水素を分離して測定するようにしたいと考えている。

図. 一酸化炭素測定器の概念図



## B12-P13

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

○久世鏡彦 (NEC), 小川利結 (東大)

Conceptual study of ozone UV spectrometer  
using one dimensional array detector

Akihiko Kuze\*, Toshihiro Ogawa\*\*

\*NEC Corporation, Yokohama, Kanagawa, Japan  
\*\*University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan

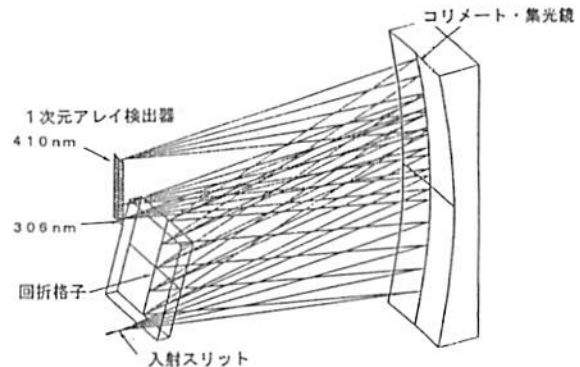
### Abstract

TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer) has measured global total ozone data for more than 10 years. The UV spectrometer discussed here is an advanced TOMS type instrument which has a capability of 306 nm - 410 nm continuous measurement with 0.5 nm spectral resolution and 10 km spatial resolution by using one dimensional silicon array detector. This satellite-borne instrument is expected to provide information about total O<sub>3</sub>, troposphere O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, surface albedo, cloud height, and aerosol.

オゾン全量観測分光計TOMSは人工衛星搭載用として計5機が開発され、オゾンホール発見等貴重なデータを10年以上の長期にわたり提供している。今後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。観測要求としてはオゾン全量に加え、成層圏の力学的挙動、火山性および都市部のSO<sub>2</sub>、都市部のNO<sub>2</sub>、エアロゾルが挙げられている。

ここで議論する分光計の概念図を右図に示す。従来のTOMSの光学系に比べ明るい光学系を採用し、分光分解能および空間分解能を上げてもS/N比が低下しないよう工夫されている。波長範囲は306-410nmであり、連続スペクトルの同時観測が可能である。長波長側は主にNO<sub>2</sub>の観測に使われる。検出器部は220素子を分光方向に並べたSiアレイセンサと素子毎に増幅率が設定可能な読み出し回路から構成されている。入射輝度レベルの波長依存性が大きい紫外波長域では、素子毎に増幅率を設定し、暗電流レベルの校正も素子毎に一定間隔で行う。分光光学系は分光方向の結像特性

に優れるFastie-Ebert型を前提としている。軌道上の校正に関してはTOMSで行われた拡散板による太陽光校正、水銀ランプによる光量モニタ及び波長校正に加え、太陽のFraunhofer線を使った波長校正が可能となる。



1次元アレイセンサを利用した紫外分光計の概念図

本分光計で得られる地心方向空間分解能は10 km、分光分解能は0.5 nm、S/N比に関しては306 nmで50以上、330 nm以上では500以上(太陽天頂角30 deg、直下視、アルベド0.2、US標準大気を仮定)である。偏光感度は3%以下を目標とする。空間分解能が10 kmであることにより雲の妨害が軽減され、分光分解能が0.5 nmであることによりSO<sub>2</sub>の観測精度が向上すると考えられる。

データ解析においては、従来のペア法に加え複数の波長を使ったオゾン全量導出、またリング効果を利用した雲頂高度補正、オゾン吸収断面積の温度依存性を利用した対流圏オゾンの導出に関するアルゴリズム開発が必要となる。本分光計は大気観測用に設計されているが、長波長側を利用した海洋観測への応用も期待されている。

本検討にあたってはNASAゴダード宇宙センターのKrueger, Bhartia両博士、及びRoeder氏の助言をいただいた。

B会場

10月5日(木) 午前

# 大気圏力学

## Atmospheric Dynamics

oral: B21-01~12

poster: B21-P24~P25

座長 津田敏隆 (京大・超高層)  
山本 衛 (京大・超高層)

アクティブ・フェーズド・アレイ・アンテナを用いた境界層レーダーの開発

橋口 浩之<sup>1</sup>・深尾 昌一郎<sup>1</sup>・山本 衛<sup>1</sup>・磯村 昭彦<sup>2</sup>・芝野 儀三<sup>2</sup>  
(1: 京大超高層 2: 住友電気工業)

Development of a Boundary Layer Radar (BLR) with an Active Phased Array Antenna

H. Hashiguchi<sup>1</sup>, S. Fukao<sup>1</sup>, M. Yamamoto<sup>1</sup>, A. Isomura<sup>2</sup>, and Y. Shibano<sup>2</sup>

(1: RASC, Kyoto Univ. 2: Sumitomo Electric Industries, LTD.)

We have been developing a new 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 system consists of an active phased array antenna, a transmitter/receiver unit, a data acquisition unit, and a data processing unit.

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た。その後、国内の信楽において1992年5月から約4ヶ月間連続観測を行い、さらに赤道域インドネシアにおいて1992年11月から現在まで3年近くに渡って連続観測を実施し、多くの観測的成果を納めてきた。しかし、このレーダーは直径2mのパラボラ・アンテナ3台を使用し、重量が大きいため、可搬性に乏しいという欠点を持っている。そこで、我々は住友電気工業(株)と共同で、より軽量のフェーズド・アレイ・アンテナを使用した可搬性に優れた境界層レーダーの開発を行っている。

レーダーの構成 本レーダーは、2.8m×2.8mの平面アンテナ部とデータ処理装置から成る(主要諸元を表1に示す)。アンテナ部にはアクティブ・フェーズド・アレイ・アンテナの他、送受信装置、データ収集装置などがコンパクトにまとめられており、送受信機からアンテナまでの距離をできるだけ短くケーブルによる損失を抑えている。アンテナ部とデータ処理装置との間はEthernet同軸ケーブルによって結ばれ、最大185m離して設置することが可能である。また、アンテナは小さく分割して移動することができ、可搬性に優れた構成としている。

レーダーの特徴 本レーダーの最大の特徴は、従来のパラボラ・アンテナ方式と異なるフェーズド・アレイ・アンテナ方式を採用したことである。フェーズド・アレイ・アンテナを用いることにより次のような利点がある。

- ビーム走査を電氣的に制御可能であるため、天頂と東西南北の5方向の観測をパルス毎に高速に切り替えることができる。
- 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測定が可能である。
- アンテナ高が低くなるため、グラウンドクラッターの影響を小さくできる。
- 構造的に分割可能であり、容易に移動することができる。

また、信号処理は最近の高速なパソコンとDSPカードとの組合せで行っており、安価に実現している。

まとめ 本レーダーは8月現在、信楽MU観測所に設置し、最終調整を行っている。今後、クラッター防止用のフェンスをアンテナの周囲に建設し、MUレーダーとの同時観測を実施する計画である。講演ではその比較観測結果についても述べる予定である。

表1. 主要諸元

送受信周波数	1357.5 MHz	
占有周波数帯域幅	8 MHz	
送信電力	1 kW (ピーク)	
送受信ビーム幅	4.1°	
空中線利得	27 dBi 以上	
送信パルス幅	0.33, 0.67, 1.0, 2.0, 4.0 μs	切替 切替 最大
パルス繰り返し周期	50, 100, 200 μs	
A/D 変換	10 MHz (12 bits)	最小
測定高度範囲	100~5000 m	
距離分解能	50 m	

境界層レーダー観測結果の数値シミュレーション

上松 啓<sup>1</sup>・山中 大学<sup>1</sup>・橋口 浩之<sup>1</sup>・坂本 光輝<sup>2</sup>・深尾 昌一郎<sup>1</sup>  
(1: 京大超高層 2: 京大人間環境)

Numerical simulation of observational evidence obtained with a boundary layer radar

A. Uematsu<sup>1</sup>, M. D. Yamanaka<sup>1</sup>, H. Hashiguchi<sup>1</sup>, M. Sakamoto<sup>2</sup>, S. Fukao<sup>1</sup>  
(1: RASC, Kyoto Univ. 2: HES, Kyoto Univ.)

The high-resolution BLR observations have been numerically simulated by using 'Level 2 model' of Yamada and Mellor. Based on numerical experiments, thickness of planetary boundary layer (or mixed layer) has been obtained as a function of the mean and amplitude of the diurnal surface temperature variation.

はじめに 京都大学超高層電波研究センターでは、1991年にL帯(1357.5MHz)を用いた下層大気観測専用の「境界層レーダー」(BLR)を独自に開発し、滋賀県信楽町での試験観測を経て、現在 Jakarta 市郊外の Serpong 地区で連続観測を続けている。しかし、1基のBLRでは直接観測できない量の推定や観測結果に含まれる局所性と普遍性の分離のためには、数値シミュレーションの並行が必要である。今回は Yamada-Mellor の Level 2 モデル(1974,1975)に基づいた惑星境界層の、特にその厚さに注目した研究の現状について報告する。

惑星境界層に関する観測事実 信楽での試験観測では、山がちな地形の上にも、晴天日には平地と同様の大気の日周変動が存在し得ることを確認した。この事実は、惑星境界層が従来のような地域性の強いものではなく、むしろ普遍的特性に支配されていることを示唆するものである。また、BLR 観測で得られた惑星境界層の厚さは信楽(34.9°N)で1.4km程度、Serpong(6.4°S)では3km以上であった。この観測結果は惑星境界層の厚さが Coriolis 因子  $f$  の  $-1/2$  乗に比例するとした Ekman の理論(ただし拡散係数は一定)と大差ないようであるが、これに従えば赤道上で厚さが発散するという問題を生じることになる。

BLR 観測結果の数値シミュレーションと計算機実験 数値モデルには比較的簡単な Yamada-Mellor の Level 2 モデルを用い、まず典型的な日

周変動が観測された1992年6月1~3日(晴天日)の信楽の下層大気の数値シミュレーションを行い、ほぼ同様の大気変動を再現した(図1)。続いて、信楽と Serpong とで惑星境界層の厚さが大きく異なることから、外的条件の影響を考察するための計算機実験を行い、その結果、Coriolis 因子よりもむしろ地表面気温の変化が惑星境界層の厚さに大きく影響することがわかった。そこで、様々な気温条件の下で計算機実験を行い(図2)、地表面気温が惑星境界層の厚さを規定すると考えた実験式を導出した。また、信楽のデータから得られたこの実験式が Serpong においてもほぼ適用できることを確認した。これらの実験から、惑星境界層において地表面気温は最も本質的なパラメータとなり得ると考えられる。

まとめ 比較的簡単な数値モデルにより、晴天日の信楽における下層大気の日変動をほぼ再現した。また、数値実験から、惑星境界層の厚さを規定する主要因として地表面気温の変化を取り上げ、これらに関係付ける実験式を得た。

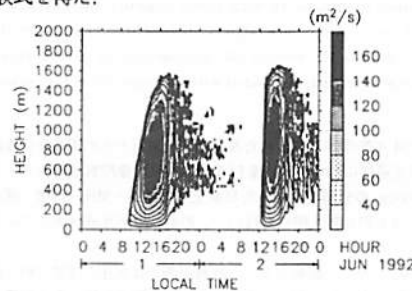


図1 1992年6月1~2日の信楽における拡散係数  $K_M$  の時間高度変化の数値シミュレーション結果。惑星境界層の厚さは1.5km程度であり、観測結果とほぼ一致する。

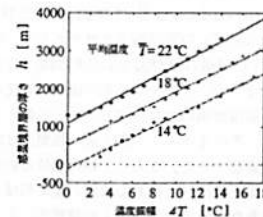


図2 平均気温  $\bar{T}$  および気温振幅  $\Delta T$  と惑星境界層の厚さ  $h$  との関係。これより、実験式として

$$h = 125\bar{T} + 145\Delta T - 1760$$

を得る。

**B21-03 MU レーダー・航空機協同観測による対流圏風速の時間・空間変化の相関**

川端 宏司<sup>1</sup>・山中 大学<sup>1</sup>・橋口 浩之<sup>1</sup>・山本 衛<sup>1</sup>・深尾 昌一郎<sup>1</sup>  
佐藤 亨<sup>2</sup>・真野 裕三<sup>3</sup>・村上 正隆<sup>3</sup>  
(<sup>1</sup>京大超高層 <sup>2</sup>京大工 <sup>3</sup>気象研)

**Time - Space Correlation of Tropospheric Wind Velocity Observed by MU Radar - Aircraft Cooperation**

°H.Kawabata<sup>1</sup>, M.D.Yamanaka<sup>1</sup>, H.Hashiguchi<sup>1</sup>, M.Yamamoto<sup>1</sup>, S.Fukao<sup>1</sup>  
T.Sato<sup>2</sup>, Y.Mano<sup>3</sup>, M.Murakami<sup>3</sup>  
(<sup>1</sup>RASC, Kyoto Univ. <sup>2</sup>Dept. Electr. Eng, Kyoto Univ. <sup>3</sup>MRU)

Cooperative experiments with the MU Radar and an aircraft were carried out on 16 December 1994 and on 3 February 1995. We have calculated cross correlations between time and space variations of wind velocity. The results are discussed in view of both atmospheric dynamics and observation technology.

**1 はじめに**

1994年12月と1995年2月にMUレーダーと航空機の同時観測が実施された。この観測の概要は前回紹介し、風速変動のスペクトル解析結果などを報告した。この同時観測の最大のメリットは風速の時間高度分布と水平分布が互いに独立に測定できることであり、時間と空間の4次元構造の解明に多くの可能性を秘めている。今回は風速の時間変化と空間変化の間にどのような対応関係があるかを定量的に調べるために両者の相互相関の計算を試みた。

**2 風速の時間・空間変化の相関**

MUレーダーと航空機は、それぞれ時間と空間という異なる次元における風速変化を観測する。このため、両者のデータの相互相関を計算するにはどちらか一方の次元に統一する必要がある。ここではテイラーの凍結乱流仮説に従い、MUレーダーデータを位相速度をパラメータとして空間変化データに変換し、航空機データとの相互相関を計算した。計算結果の一例を図1に示す。この例は、位相速度を-8.0m/sとし、航空機データ列として東から西に飛行時のデータを用いており、南北風成分についての計算結果である。(注: 1994年12月の観測時には航空機はMUレーダー上空を中心として東西南北の十文字を描くように飛行した。)

位相速度は-10.0m/s ~ 10.0m/s程度まで変えてみたが、0ラグにおける相互相関関数の値が最も高かったのは図1の例である。しかし、この場合の東西風成分についてはそれほど高くはなかった。また、位相速度を8.0m/sとし南から北に飛行時の航空機データを用いた場合において、東西風成分についての0ラグの相関が比較的高かったが、同じ場合の南北風成分については低かった。このように航空機の飛行方向に直角方向の風速成分で相関が高くなるのは、重力波によるものとするならば飛行方向と重力波の波面とのなす角が小さいということである。しかし上に挙げた2例は時間がほぼ連続しており(南→北→旋回→東→西)、2例とも進行方向の風速成分の相関が悪いというのは説明がつかない。この原因としては航空機の飛行方向の風速成分に対する搭載風速計の測定精度が悪いという可能性も考えられる。

**3 まとめ**

MUレーダー・航空機同時観測で得られた風速の時間・空間変化の相互相関の計算を試みた。現在までの解析では、両者の相関は必ずしも完全ではなく、凍結乱流仮説がそのままでは成り立たないことを示唆する。また航空機の飛行方向の風速成分の相関が悪いことから、測定上の問題点(搭載風速計とGPS測位の両方)も検討の余地がある。今後より多くの観測を通して統計解析を行うことが期待される。

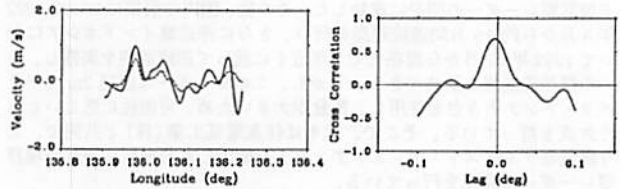


図1: (左) 相互相関の計算に用いたMUレーダーデータ(実線)と航空機データ(破線)。データ間隔は0.001°。前者は位相速度-8.0m/sとして空間データ列への変換を行った。後者はMUレーダー上空を東から西へ飛行した場合のデータである。また、各々約10分~1時間、約2~20kmのフィルタをかけてある。(右) 左図に示したMUレーダーデータと航空機データから計算した相互相関関数。横軸のラグは経度(deg)に相当する。

**B21-04 MUレーダー観測による1994年梅雨季の中小規模擾乱: 前線構造の時間的発達過程(2)**

°柴垣佳明<sup>1</sup>・山中大学<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)

**Mesoscale Disturbances Observed by the MU Radar during Baiu Season in 1994: Developing Processes of the Frontal Structures (2)**

°Y. Shibagaki<sup>1</sup>, M. D. Yamanaka<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 observed a remarkable change from southerly to northerly winds at 500 hPa in June 1994, which was accompanied with the descent of strong northerly wind. This phenomenon is explained by comparing with global objective analysis data of the Japan Meteorological Agency. A pressure ridge existed between a cyclone in the eastern side and another cyclone in the western side approaching to the MU radar, and it rotated to the clockwise direction, associated with development of the cyclone in the eastern side.

序論 前回に引き続き、1994年梅雨季にみられた高度10km付近からの顕著な北西風の降下に伴った前線面の発達過程について報告を行う。今回は気象庁客観解析データを用いて、水平方向に約200kmの分解能を持った日本上空の風速・気圧・温度・湿度の情報とMUレーダーデータとの比較・結合を行い、この前線面の生成メカニズムを解明する。

気圧の尾根の軸の回転 MUレーダー観測から、下層対流圏では気圧の尾根の軸の通過に伴って中規模の南北風逆転が、その上側では強い北西風の降下に伴った小規模の南北風逆転が観測された(参照図1)。図2(a)、(b)は図1の6月22日21時と23日9時の時間帯に対応した気象庁客観解析データの500hPaの等高線をそれぞれ示す。図1でみられる高度5.8km付近の南北風逆転は気圧の尾根の軸が図2(a)の時間帯では西側に、図2(b)の時間帯では東側に倒れていたことから、オホーツク海方面の低気圧の発達によってブロッキング状態になった気圧の尾根が南側では西進したことに伴うものと考えられる。また、等高線の鉛直分布より、そのオホーツク海方面の低気圧は時間の経過に伴い西側にかなり傾いていく様子が確認できた。さらに、相当温位の鉛直分布より、この南北風逆転高度は朝鮮半島の低気圧に伴った顕著な南風の暖気領域とオホーツク海方面の発達した低気圧に伴った顕著な北風の寒気領域との境界面によく一致していた。

まとめ このようなジェット気流の南下に伴った1994年梅雨季の前線面の降下は、オホーツク海方面で停滞し発達している低気圧が時間的に西側に傾き、また同時に朝鮮半島付近の低気圧がMUレーダー付近に接近することで気圧の尾根の軸が時計回りに回転し生じたものと考えられる。また、この時間的に発達した前線面はその後高度4km付近で地上から延びる梅雨前線と結合していた。

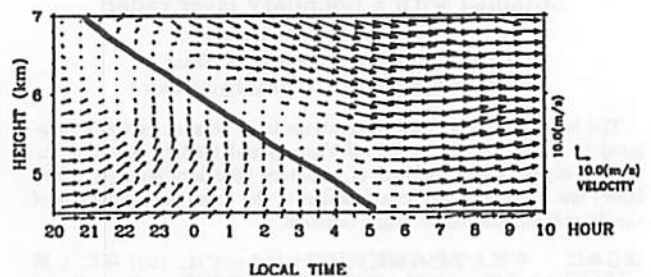


図1 1994年6月22日20~23日10時のMUレーダーによる水平風の時間・高度変化。実線は推定した前線面を示す。

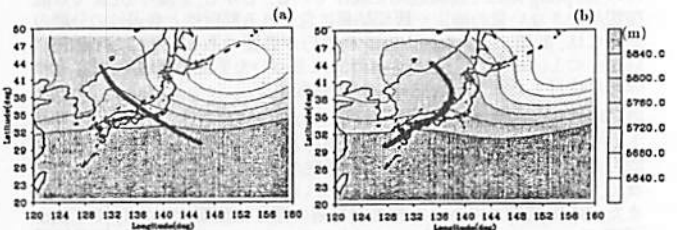


図2 気象庁客観解析の6月22日21時(a)と23日9時(b)の500hPaの等高線図をそれぞれ示す。実線は気圧の尾根の軸を示す。文末に当り客観解析データ入手に便宜をはかって頂いた気象庁数値予報課岩崎俊樹博士に対し深く謝意を表します。

### MU レーダー/RASS による 対流圏界面付近の温度・風速の 高時間分解能観測

°足立 樹泰<sup>1</sup>・津田 敏隆<sup>1</sup>・増田 悦久<sup>2</sup>・山本 喜昭<sup>1</sup>  
(1: 京大超高層 2: 通総研)

#### High Time Resolution Observations of Tropopause Temperature and Wind Velocity with the MU Radar-RASS

°T. Adachi<sup>1</sup>, T. Tsuda<sup>1</sup>, Y. Masuda<sup>2</sup>, 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. 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して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、水平風速の小さい(約 $20\text{ms}^{-1}$ 以下)夏季において、高度1.7km~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に成功した。本講演では、MUレーダー/RASS開発の経緯と現状を説明し、最近の観測結果を紹介する。

**MUレーダー/RASSの開発** 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、1. 音波面とアンテナビームが直交すること(直交条件)、2. 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、音波のレイトレイシング法を用いて音波面の形状を推定し、適切なビーム方向と音源の配置を選択することで、様々な背景場に対応してRASSエコーが取得できる可能性が理論的に示された。MUレーダー実時間データ処理システムの導入後、オンライン処理した温度・風速プロファイルを用いて音波のレイトレイシングを実行

し、その結果を次の観測にフィードバックさせるプロセスを迅速に行うとともに音源をレーダーのまわりに多数配置することで、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は大きく損なわれないようになってきている。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広い高度範囲にわたって観測を可能にしている。

**観測結果** 図1に1994年7月31日0800LT~1200LTにMUレーダー/RASS観測で得られた仮温度の高度プロファイルを示す。本観測では高度1.7km~19.8kmを3領域に分割し、それぞれで温度・風速3成分の同時観測を行い、全体として時間・高度分解能はそれぞれ193秒・300mとなっている。但し高度方向のデータ間隔はオーバーサンプリングにより150mである。高度約16.5kmの対流圏界面付近で、温度プロファイルは0930LT前後に顕著な極小を示していたが、1130LTにはなだらかなプロファイルに変化するといった短時間の温度変化が観測されている。高度14km付近で欠測が多いのは、この領域での乱流エコー強度が弱いことが影響しており、風速観測をRASS観測と独立して行い、SN比を向上させることで欠測は減少させることができると考えられる。

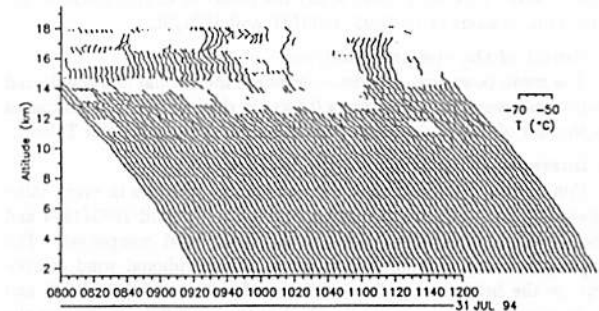


図1: 1994年7月31日0800LT~1200LTにMUレーダー/RASSにより193秒間隔で観測された仮温度の高度プロファイル。

### インドネシアにおける降水量変動のフラクタル解析

°浜田純一・山中大学・橋口浩之・深尾昌一郎(京大・超高層)  
松本淳(東大・理)・Alex Sudibyo (LAPAN)・Kanjoto Sontokusumo (BMG)

#### Fractal analysis of rainfall variations in the Indonesia region

°J. Hamada<sup>1</sup>, M.D. Yamanaka<sup>1</sup>, H. Hashiguchi<sup>1</sup>, S. Fukao<sup>1</sup>  
(1: RASC, Kyoto Univ.)

J. Matsumoto<sup>2</sup>, A. Sudibyo<sup>3</sup>, K. Sontokusumo<sup>4</sup>

(2: Univ. of Tokyo, 3: LAPAN, Indonesia, 4: BMG, Indonesia)

The hierarchical structures of the tropical atmosphere have been studied mainly by the meteorological satellite data. Here we analyze them from reliable and high time-resolution rainfall data at Bukittinggi and Serpong, and daily operational data at several points over Indonesia. We discuss various "hierarchies" of rainfall fluctuations from about ten minutes to a few years by utilizing the fractal geometry theory.

**はじめに** 前回の講演('95年・春)では、インドネシアの2地点で得られた、時間分解能と信頼性の高い降水量データの周期性について解析し、それぞれ半年・年周期が卓越するほかENSOなど経年変動とも関連すること、雨季の降水時間帯が午後集中していることなど、赤道域の降水量変動の階層構造の存在を示した。このような赤道域の時間・空間的階層構造が、どの程度普遍的に残っているのかを客観的・定量的に示すために、Yano and Takeuchi (1987), Yano and Nishi (1989) は衛星長波放射観測データを用いて、フラクタル解析を応用している。そこで今回は、このフラクタル解析を降水量時系列データに応用し、降雨の特徴的な時間スケールの推定・降水雲の特性について客観的に示すことを試みた結果を報告する。

**解析方法・結果** 降水量時系列の解析方法として、川上・吉田(1988)、川上ら(1990)に従い、降水量変動幅・降水休止期間の分布関数、降水量の単位計測時間と総降水時間の関係および周波数スペクトルなどを求めた。図1に西ジャワ州Serpongの自記雨量計データ(感度0.5mm, 時間分解能1分)から求めた降水休止期間 $\tau$ の分布関数を示す。降水量変動が自己相似性を持つ場合 $\tau^{-n}$ に比例し、このとき降水量の時間変化曲線のフラクタル次元は $n+1$ になる。ここで分布関数の折れ曲がりか1000分弱、100~10分付近に見られる。降水休止期間が100分以下のグラフのべき

指数より、フラクタル次元は1.4~1.5と求められ、日本で得られている値の下限に近い。また単位計測時間と総降水時間との関係からも、1分から10分付近まで自己相似性が成り立つことが示された。

**降水過程に関する考察・まとめ** 図1に見られる1000分弱の顕著な折れ曲がりか、前回報告した午後への集中と対応している。一方10分~100分弱の折れ曲がりか、個々の積雲の寿命に関連したものであると考えられる。また、フラクタル次元が日本国内での8月頃の値と類似していることは、両者の降水過程が基本的に同様であることを示唆している。

今後、同地点にある境界層レーダーの鉛直変動データを用いて、今回得られた10分という時間スケールの物理的意味や、個々の積雲の空間スケールについて、またすでに得られている日降水量データや、新たに入手する予定であるインドネシア気象庁(BMG)の降水量データを基に、解析地点をインドネシア全域に拡大し、同様な解析を行った結果を合わせて報告するつもりである。

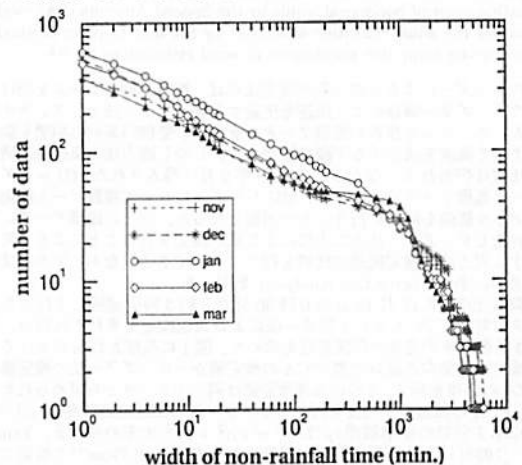


図1. Serpong(06°S, 107°E)の2年間の11月~3月の1分間降水量時系列から求めた、各月の降水休止期間の分布関数。

## Interannual Variations of the Quasi 4 Day Mode Observed by the Boundary Layer Radar at Serpong (6°S, 107°E), Indonesia

\*Ipuk Widiyatmi<sup>1,2</sup>, H. Hashiguchi<sup>1</sup>, M.D. Yamanaka<sup>1</sup>, S. Fukao<sup>1</sup>, T. Tsuda<sup>1</sup>, Harsono Wiryo Sumarto<sup>2</sup> and Sri Woro B. Harijono<sup>3</sup>  
(<sup>1</sup>RASC, Kyoto U., Japan; <sup>2</sup>LAPAN, Indonesia; <sup>3</sup>BPPT, Indonesia)

### 1. Introduction

Since November 1992 we have been continuing high-resolution observations in altitude and in time of three-dimensional wind in the lower troposphere at Serpong, near Jakarta, Indonesia (6.4°S, 106.7°E) using a 1357.5 MHz Boundary Layer Radar (BLR) [Hashiguchi et al., 1995]. In the previous study we showed a clear spectral peak at around 4 day which appear in the meridional wind data during the period of 1992/93 rainy season, and made tentative interpretations as a mixed-Rossby gravity wave. Here we present study the behavior of this mode on the three rainy seasons of 1992/93, 1993/94, and 1994/95.

### 2. Result of the spectral analyses

The mean power spectral densities of the meridional and zonal wind components were calculated every 0.5 km in thicknesses. The estimated amplitudes of the quasi 4 day mode obtained are as shown in Table 1.

### 3. Interannual variations of the quasi 4 day mode

From Table 1 we find that the quasi 4 day appears in every rainy season but not in all the height range. For the period 1993/1994 and 1994/1995 the peak also appear in the zonal wind component. The largest amplitude (4.0 m/s) is found in the meridional wind component on the height range 2.2 - 2.7 km of the period 1992/1993 and in the zonal wind component on the height range 2.2 - 2.7 km of the period 1993/1994, and on the height range 1.6 - 2.1 km of the period 1994/1995. Unfortunately for the period of 1994/1995 the power spectra

for the height range 2.2 - 2.7 km can not be yielded, since the number of data was not sufficient.

### 4. Discussion

It is difficult to determine the horizontal structure from this single station observation. However, the quasi 4 day period may be categorized as a mixed-Rossby gravity wave type, since this period is too long for the inertio gravity wave type. The appearance of the predominance peak on the meridional wind component does not agree with the structure of the Kelvin wave type.

In order to study the origin of year-to-year variations of the quasi 4 day mode, we have analysed differences of the background wind field, by using low-passed data ( $\geq 6$  day). Easterly (Pacific trade wind) is changed to westerly (Indian-Ocean monsoon) in the beginning of rainy season (November - December), and the westerly is again changed to easterly in the end of rainy season (March - April). These features are in general common every year during 1992 - 1995. At present we have not yet find out any striking differences in the background wind field for the three rainy seasons.

### 5. Conclusion

The quasi 4 day mode appeared every rainy seasons during 1992-1995. For the time being, we concluded that the quasi 4 day mode observed is a mixed-Rossby gravity wave type. It will be interesting if we could study the horizontal structure of this mode with the same altitude and time resolution data in the future.

Table 1. Estimated amplitude of the quasi 4 day mode

	meridional wind			zonal wind		
	1992/1993	1993/1994	1994/1995	1992/1993	1993/1994	1994/1995
2.2 - 2.7 km	4.0 m/s	3.0 m/s	—	no	4.0 m/s	—
1.6 - 2.1 km	3.0 m/s	2.0 m/s	3.0 m/s	no	3.0 m/s	4.0 m/s
1.0 - 1.5 km	no	no	3.0 m/s	no	3.0 m/s	no
0.4 - 0.9 km	no	no	2.0 m/s	no	no	no

no = no spectral peak, — = sufficient number of data were not obtained.

## MU レーダー実時間データ処理システムを用いた水平風速推定法に関する研究

\*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 Methods to Estimate Horizontal Wind Velocities by using the MU Radar Real Time Data Processing System

\*Y. Tahara, M. Yamamoto, and S. Fukao  
(Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University)

A simultaneous multibeam-interferometry observations were conducted by using the MU radar real time data processing system. We have studied the estimation error of horizontal winds by the Spaced Antenna (SA) method by comparing the wind velocities estimated by SA and Doppler methods, and by conducting computer simulations of wind estimations for SA.

MU レーダーによる 3 次元風速推定法には、複数方向にビームを向け、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、アンテナ面を分割することによって複数の受信アンテナを設け、受信時系列の相関を調べることによって風速を決定する干渉計法がある。しかし両方法の風速推定精度の詳細な比較は行われてこなかった。1993 年 3 月に導入された MU レーダー実時間データ処理システムによって、MU レーダーにおいて複数ビーム観測と複数チャンネル観測を同時に行うことが可能となった。同一の観測データに対して干渉計法とドップラー法の二方法による風速推定を行うことにより、同一時間における両方法の推定風速の比較を行うことができる。なお、干渉計法については FCA (Full Correlation Analysis) を用いた。

観測は 1994 年 12 月 18 日の 0 時 30 分から約 3 時間連続して行った。観測データに対して FCA とドップラー法による風速推定をそれぞれ行い、高度別に約 3 分毎の平均風速の時間変化を求めた。図 1 に高度 5.7 km における 2 つの風速推定値の東向き成分の差 (FCA の推定値からドップラー法の推定値を引いたもの) の分布を示す。2 つの風速推定値は同一のデータから求められたものなので、FCA の風速推定精度を  $\epsilon_F$ 、ドップラー法の風速推定精度を  $\epsilon_D$  とすると、図 1 に示す分布の標準偏差  $\sigma_E$  は  $\sigma_E^2 = \epsilon_D^2 + \epsilon_F^2$  で求められる。Yamamoto et al. [1988] による結果から、本観測において  $\epsilon_D = 0.79 \text{ms}^{-1}$  と推定でき、図

1 より  $\sigma_E = 1.16 \text{ms}^{-1}$  であるので、結果として  $\epsilon_F = 0.85 \text{ms}^{-1}$  が求められる。FCA によってドップラー法とほぼ同等の精度が得られていることがわかる。一方この観測データに基づいて 1 次元計算機シミュレーションを行い、FCA による風速推定値の分布を求めたところ、風速推定精度は  $\epsilon_F = 0.82 \text{ms}^{-1}$  と求められ、観測結果とかなり近い値が得られた。この点からも図 1 の解析から得られた FCA の風速推定精度が妥当な値であることがわかる。今回の比較では、FCA はドップラー法とほぼ同等の風速推定精度が得られることがわかり、またその精度は計算機シミュレーションによって妥当な値であることが確認できた。計算機シミュレーションについてはパラメータとして離散的な値しか設定できないという制約があるため、観測値との比較で要求される任意のパラメータの組合せに対する推定精度は補間によって定めることが今後の課題である。

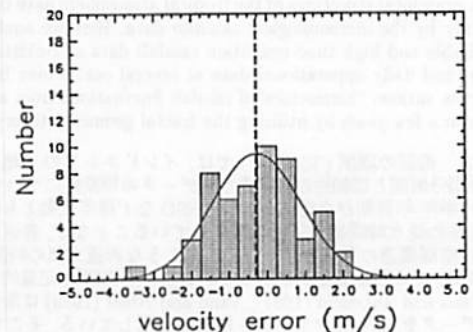


図 1 : 高度 5.7 km における風速推定値の東西成分の差の分布 ( FCA - ドップラー法 )。実線は全データに対する平均値、標準偏差をもつような正規分布曲線を表し、破線はその平均値を示す。

### 参考文献

- 1) Yamamoto M., T. Sato, P. T. May, T. Tsuda, S. Fukao, and S. Kato, Estimation error of spectral parameters of mesosphere-stratosphere-troposphere radars obtained by least squares fitting method and its lower bound, *Radio Sci.*, **23**, 1013-1021, 1988.



## B21-09 下部成層圏における重力波活動度の緯度分布

—極地研「しらせ」オゾンゾンデデータの解析—

・荻野 慎也<sup>1</sup>・山中 大学<sup>1</sup>・金戸 進<sup>2</sup>・山内 恭<sup>3</sup>・深尾 昌一郎<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>京大超高度<sup>2</sup>気象庁南極観測事務室<sup>3</sup>国立極地研究所

### Meridional Variation of Gravity Wave Activity in the Lower Stratosphere —Analysis of “Shirase” Ozonesonde Data—

°S. Ogino<sup>1</sup>, M. D. Yamanaka<sup>1</sup>,

S. Kaneto<sup>2</sup>, T. Yamanouchi<sup>3</sup> and S. Fukao<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

<sup>2</sup>Antarctic Observations Office, Japan Meteorological Agency

<sup>3</sup>National Institute of Polar Research

Meridional variation of the lower stratospheric gravity wave activity is investigated on the basis of vertical wavenumber spectra analyzed from temperature data observed by ozonesondes launched from a research vessel “Shirase” cruised from Tokyo to Antarctica every year during 1987–1990. The power spectral densities of the 4.0 km, 2.7 km and 2.0 km wavelength components in an altitude range of 19–27 km are plotted as functions of latitude. They have symmetrical distributions as the first component with maxima near the equator. There are also seen asymmetrical distributions as the second component that have larger value in the Northern hemisphere.

前回の講演(’95年・春)では、J-COARE「白鳳丸」航海のレーウィンゾンデ観測(1992年11月1日~12月4日)より得られた温度・風速データのスペクトル解析に基づき、低緯度域(13.78°S~24.50°N)の下部成層圏(14~22 km)における重力波活動度の緯度分布について報告した。活動度は温度・風速成分ともに赤道付近に極大を持つ。このことは活発な積雲対流が重力波の励起と密接に関わっていることを示唆している。ただし、この結果は一地点につき一観測のデータから得られたものであり、信頼度に欠ける点の問題であった。そこで今回は、極地研観測船「しらせ」による過去4年間のデータを用いて同様の解析を行ったので報告する。

観測船「しらせ」は1987-90年の4年間、東京-南極間のオゾンゾン

デ観測を行った。観測期間は毎年11月中旬~12月中旬の約1ヵ月間(往路のみの観測)である。緯度分解能は約5°で、地上~高度約30 kmまでの温度・オゾン分圧プロファイルが約100本得られている。

高度19~27 kmの温度データを用いて鉛直波数スペクトルを求め、鉛直波長4 km・2.7 km・2.0 kmの成分のパワースペクトル密度を重力波活動度の指標として、その緯度分布を調べた(図1)。まず、活動度緯度分布の主成分として前回報告した赤道極大の南北対称分布が確認できる。さらに、第二成分として北(又は冬)半球を極大とする非対称分布が認められる。この分布の原因は現在検討中であるが、季節の違いや地形の違いなどが考えられる。

謝辞 本研究で使った南極観測船「しらせ」で得られたオゾンゾンデデータは、気象庁と国立極地研究所の共同研究観測プロジェクトによって得られたものである。気象庁南極観測事務室より、フロッピーディスク上に観測記録されたデータの提供を受けた。同じデータはJapan Meteorological Agency, Antarctic Meteorological Data Vols. 29-32に公表されている。

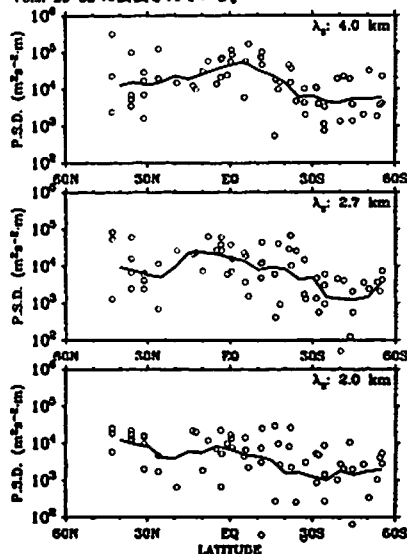


図1: 高度19-27 kmの温度データを用いて求めたパワースペクトル密度の緯度分布(上: 鉛直波長4.0 km, 中: 2.7 km, 下: 2.0 kmの成分)。実線は4観測の平均値を示す。ただし緯度方向に20°の移動平均を施した。

## B21-10

### 臨界高度近傍の重力波のウェーブレット解析(2)

・下野 聖志<sup>1</sup>・山中 大学<sup>1</sup>・深尾 昌一郎<sup>1</sup>

(京大・超高度)

#### Wavelet Analysis of Gravity Waves near Critical Levels (2)

°T. Shimomai, M. D. Yamanaka and S. Fukao

(Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University)

Orthonormal wavelet analysis of observational results in the tropopause region (altitude: 12–18 km) shows that shorter wavelength components have their maximum amplitudes at higher altitudes. Numerical calculations suggest that (i) a superposition of monochromatic inertio-gravity waves near critical levels or (ii) single wave near a critical level with a transience of the background field may explain observational results.

前回までは、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を客観的に裏付けるため、臨界高度近傍における重力波のモデル計算およびそのウェーブレット解析を行った。今回は平均風の時間的変化まで考慮し、観測事実をより完全に再現する。

前回と同様、重力波に伴う水平風速擾動  $u$  を WKB 近似解と局所分散関係式を用いて計算した。また、局所シヤ不安定により砕波が生じる過程を  $u$  の絶対値に飽和振幅の上限を与えて計算した。一般に、1組の周波数  $\omega$ 、水平波数  $k$ 、波源での振幅  $u_0$ 、波源での位相  $\delta$  で決まる単色波は、圏界面のすぐ上側でのみ約1サイクル分だけ振幅が顕著となり、これをウェーブレット解析すると鉛直波長~2.4 kmの成分が卓越するが、観測事実のみなられた高度依存性とは異なっている。

現実の重力波は斜め方向にいくつも伝播していると考えたほうが自然であり、単色の重力波が複数重ね合わせられた結果として、観測された高度依存性が説明されると考えられる。そこで、(i)異なるパラメータをもつ複数の重力波が次々と現われる場合、(ii)重力波のパラメータが変わらず平均風が変化する場合を計算した。いずれの場合も短波長ウェーブレット成分ほどピークが弱く、かつ上に現われることや、各成分の存在範囲も鉛直方向に広い成分となる、等の特徴を再現できることが分かった。特に(ii)の場合の方が、各成分の存在範

囲を広げるには効果的である。講演時には実際の背景風速の変化との関連について述べる予定である。

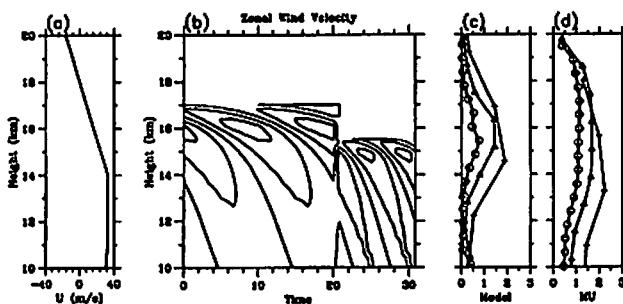


図1. (a) モデル計算で与えた背景東西風速、(b) 東西風速の計算結果、(c)(d)の鉛直ウェーブレット解析結果の平均、および(d)3週間連続観測結果の東西風速のウェーブレット解析結果の平均 ( $\lambda_z$ : ○; ~1 km, △; ~2 km, +; ~4 km)。ただし、 $c = \omega/k = 4.1$  から 13.9 m/s へ変化、波長 ( $\lambda_0 = 5$  km) での振幅  $u_0 = 5$  m/s。

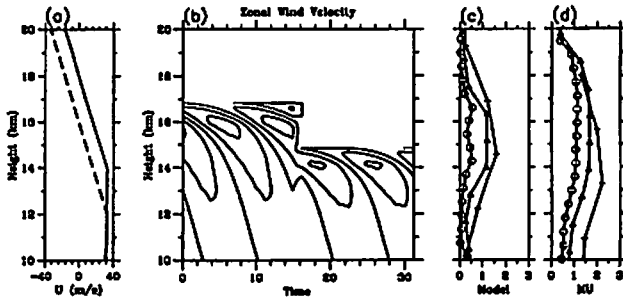


図2. 図1と同様。ただし背景東西風速は実線から破線へ変化、 $c = \omega/k = 5.5$  m/s での一定の場合。

**B21-11 流星レーダー/MFレーダーで観測される  
中間圏・下部熱圏の大気潮汐波の短期変動**

○中村 卓司、津田 敏隆 (京都大学・超高層電波研究センター)  
D. C. Fritts, J. R. Isler (コロラド大学・電子情報工学科)  
R. A. Vincent (アデレード大学・物理数学科)

Short period variations of tides in the mesosphere and lower  
thermosphere observed with MF/Meteor radars.

Takuji Nakamura, Toshitaka Tsuda, (RASC, Kyoto  
University) D. C. Fritts, J. R. Isler, (University of Colorado)  
and R. A. Vincent (University of Adelaide)

The recent observations of atmospheric tides in the mesosphere and lower thermosphere by continuous MF radars have shown that the amplitude and phase of tides are fluctuating with period of 15-6 days [Fritts and Isler, 1994], and tidal-planetary wave interaction is thought to be one of the possible causes of it. In this study, we utilized four radars at Hawaii, Christmas Is., Jakarta and Adelaide, which have been operated in the low/mid latitudes continuously for several years, and analysed 4-day fitted tidal parameters of the horizontal wind velocities. Some cases show a clear evidence of interaction of tides with westward propagating 16-day's wave. On the other hand, local interactions such as gravity wave and tidal interactions are suggested in other cases.

中間圏界面、下部熱圏の大気潮汐波については、これまで流星レーダーやMFレーダーにより多くの観測が成されて来た。とくに、半日周期潮汐波については早くから潮汐モデルが確立し、Forbes and Hagan [1988] など各地の観測データによく一致する月平均潮汐モデルを得ていた。一日周期潮汐波についてはモデル確立が遅れていたが、近年、中層大気中の渦特性や対流圏の水蒸気などの観測データが改良され、また低緯度域での潮汐の観測点も増加し、突如大気に近い月平均潮汐モデルが構築されつつある。ところで、これらの大気潮汐波は季節変化の他に数日から数十日の時間スケールで変化することが知られているが、とくに Fritts and Isler [1994] は、ハワイ (22°N) の

MFレーダー連続観測で、一日周期潮汐波の大変強い16日周期変動がほぼ1年を通じて観測されることを示し、16日周期のプロペナリ波との相互作用の可能性を示した。

本研究では、赤道域を中心に中低緯度に分布するハワイ (22°N)、クリスマス島 (2°N)、ジャカルタ (6°S)、アデレード (35°S) の流星/MFレーダーの1994年末までの2-4年間の連続観測のデータから大気潮汐波の短期間変動成分がグローバルにどのような相関があるかを調べ、このような変動の原因を考察した。それぞれの観測データの80km-100km高度での東西風、南北風から12時間、24時間の周期の大気潮汐波と思われる成分を4km毎に、4日間の観測データから求め、ウィンドウを1日ずつシフトして、潮汐の振幅、位相、鉛直構造の変化を調べた。

その結果、とくに1日周期潮汐波について10日から30日の周期の変動が4観測地点で見られた。これらの地点間の相関は、高低さまざまだが、1993年10月には16日周期の変動が西進する波数1のプロペナリ波に関連すると思われる位相関係を示した。一方、変動が局所的でありグローバルではないような局面もしばしばあり、ローカルな重力波との相互作用ではないかという観点で詳細を解析中である。

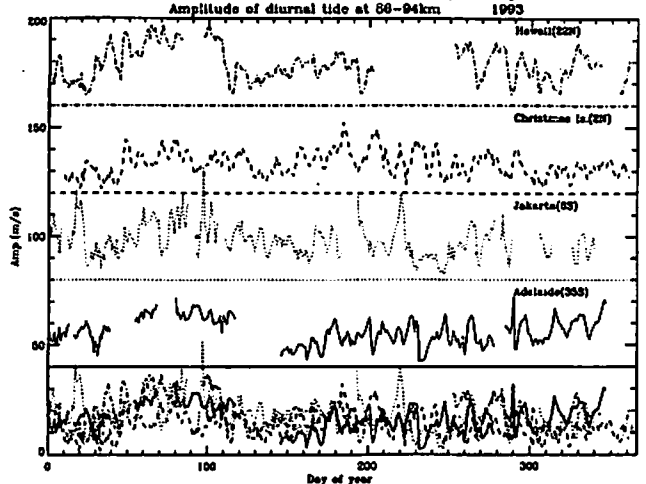


Fig. 1 Variation of diurnal tide amplitude in meridional wind velocity determined by 4-day data at 86-94km altitudes in 1993, at Hawaii (top), Christmas Is. (second), Jakarta (third), Adelaide (forth), and all the 4 stations (bottom).

**B21-12 流星エコーを利用した中間圏界面領域の  
半日周期潮汐波の風速・温度変動同時観測**

○梶 雅基<sup>1</sup>、津田 敏隆<sup>2</sup>、中村 卓司<sup>2</sup>、深尾 昌一郎<sup>2</sup>  
(国立極地研<sup>1</sup>、京大超高度研<sup>2</sup>)

Atmospheric Semidiurnal Tides near the Mesopause  
Simultaneously Observed in the Wind and Temperature  
Fields Using Radio Meteor Echoes

○Masaki Taniyama<sup>1</sup>, Toshitaka Tsuda<sup>2</sup>, Takuji Nakamura<sup>2</sup>, Shoichiro Fukuo<sup>2</sup>  
(NIPR<sup>1</sup>, RASC, Kyoto Univ.<sup>2</sup>)

We studied characteristics of semidiurnal oscillations of simultaneously observed horizontal wind velocity and temperature fluctuations ( $T^v$ ) near the mesopause by means of meteor echo measurements with the MU radar in Shigaraki, Japan (35°N, 136°E) and a meteor wind radar near Jakarta, Indonesia (6°S, 107°E). In Shigaraki, semidiurnal components of wind and  $T^v$  in winter months showed similar phase structures, suggesting that the same semidiurnal tidal mode affected both of the wind and  $T^v$  fields. However, phase structure of  $T^v$  in summer months was not very clear, probably due to small amplitudes. In Jakarta, phase of  $T^v$  was fixed throughout the year in contrast to that of wind fields which showed clear seasonal variations.

我々は京大超高度電波研究センターの運用する滋賀県信楽町のMUレーダー (35°N, 136°E) およびインドネシア国ジャカルタ郊外の流星レーダー (6°S, 107°E) を用いて、流星エコーを利用した中緯度および赤道域の中間圏界面領域の観測を行なっている。MUレーダーでは1回あたり2-10日間程度のキャンペーン観測を1989年より年数回のペースで実施しており、流星レーダーは1992年11月以来連続観測を行っている。本研究の特徴は従来より流星観測で広く行われてきた風速観測に加え、流星エコー強度の減衰時定数より求まる両極性振幅係数をもとに大気温度変動観測を開発した点にある。大気潮汐波はこれまでほぼ水平風速場でのみ観測され研究されてきたが、本観測法により温度変動も含めたより詳しい潮汐波の構造が明らかになると期待される。今回は半日周期潮汐波の観測結果を報告する。

大気潮汐波によると考えられる24時間および12時間周期の変動は、信楽・ジャカルタともに風速場と温度場の双方で顕著な活動を示した。信楽のMUレーダー観測は観測期間のキャンペーン観測であるが、過去の信楽における流星レーダーの連続観測 (1983-1986年、ただし風速場のみ) により得られた半日潮

汐波の結果 [Tsuda et al., 1988] との良好一致を示し、再現性良く半日潮汐波が観測されている。別に信楽のMUレーダーで観測された1991-1993年における冬期の半日周期変動のプロファイルを示す。冬期には鉛直波長が約10kmの構造が風速場・温度場

ともに見られるのが特徴であり、同じ半日周期潮汐波のモードの影響を受けていることが示唆される。一方、夏期の風速場は大変鉛直波長の長い構造が見られる。また夏期の温度場は冬期にくらば振幅が小さくあまり明確な位相構造は示さない。

ジャカルタでの温度場に見られる半日変動は高度方向に位相変化の少ない構造を示し、しかも一年を通じて位相の絶対値 (約10LT) もほとんど変化しないのが特徴である。これは風速場では季節変動と思われる位相構造の変化が観測されるのと対照的であり、同じ潮汐波のモードが風速場・温度場で卓越しているのではないことが伺える。

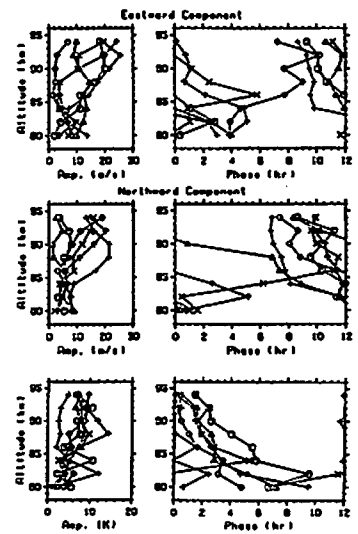


図 MUレーダーを用いた流星観測により冬期に信楽で観測された半日周期大気潮汐波。上から東西、南北風速および温度変動成分。位相は振幅最大となった地方時を表す。観測される温度変動は時間平均値に対する割合であるのでCIRA1986より背景温度180Kを仮定して絶対値に換算してある。

B21-P24 3次元中間圏-熱圏大循環モデル  
～ 微量成分のモデリング ～

○ 藤原 均\*, 前田佐和子\*\*, 渡部重十\*, 福西 浩\*  
\* 東北大学理学部 \*\* 京都造形芸術大学

3D General Circulation Model for the Mesosphere-Thermosphere  
- Modeling of Minor Constituents -

○ H. Fujiwara, \* S. Maeda, \*\* S. Watanabe, \* H. Fukunishi\*  
\* Department of Astrophysics and Geophysics, Tohoku University  
\*\* Kyoto University of Art and Design

We are developing a 3-dimensional general circulation model in the mesosphere-thermosphere region. In order to calculate the energy budget in this region, we have considered the chemistry of minor constituents, NO and O<sub>3</sub>. The global distributions of NO and its 5.3 μm infrared radiation have been obtained by considering the simple production and loss mechanisms and the transport processes.

地球の熱圏領域においては、大気微量成分は化学的な生成や輸送のメカニズムが興味深いというだけでなく、中間圏や熱圏領域全体にわたってのエネルギー収支を考える際にも極めて重要な役割を果たすことが知られている (e.g. Roble et al., 1987; Maeda et al., 1989)。しかしながら、これら微量成分の時間・空間分布や放射の特性等を正確に計算することは極めて困難であり、大循環モデルでは、その特性を損なうことなく簡潔に取り扱っていくことが必要とされる。

中間圏-熱圏領域では、特に NO や O<sub>3</sub> が重要である。NO の生成は N<sub>2</sub> の解離が出发点となるが、太陽の紫外線とオーロラ粒子によって N<sub>2</sub> の解離が起こるため、太陽活動やオーロラ活動によって

NO の分布や数密度が大きく変化する (Barth, 1991)。図 1 に 1 次元モデルによって計算された NO のプロファイルを示す。NO の分布の変化に伴って、NO-5.3 μm の赤外放射の割合も変化する。熱圏全体でのエネルギーバランスや過渡的なエネルギー擾乱の緩和時間等も影響を受けることが予想される。

我々は、3次元中間圏-熱圏大循環モデルの作成に取り組んでいるが、中間圏、熱圏領域での風速や温度場の導出と同時に、簡単な化学過程と全球的な輸送効果を考慮した NO の全球分布の導出を試みている。化学・輸送を考慮した微量成分のモデリングは O<sub>3</sub> 等に対しても有効である一方で、中間圏-熱圏領域での様々な化学過程をテストすることも可能である。

本講演では、NO の分布とともに 3次元モデルの初期結果についても報告する予定である。

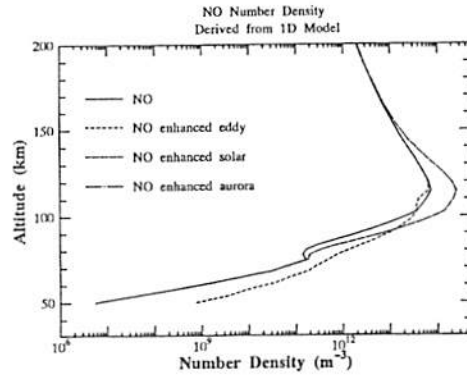


図 1. 1次元モデルによって計算された NO の高度分布。渦拡散、太陽放射、オーロラ粒子の降り込みによって、高度分布は変化する。

B21-P25 MU レーダー・境界層レーダーによって観測された低気圧構造

\*土本順久<sup>1</sup>・柴垣佳明<sup>1</sup>・橋口浩之<sup>2</sup>・  
山中大学<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)

Cyclone Structure Observed by the MU Radar and a Boundary Layer Radar.

○N.Tsuchimoto<sup>1</sup>, Y.Shibagaki<sup>1</sup>, H.Hashiguchi<sup>2</sup>,  
M.D.Yamanaka<sup>2</sup>, Y.Maekawa<sup>1</sup>, S.Fukao<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>Osaka Electro-Commun. Univ., <sup>2</sup>RASC Kyoto Univ)

We have observed a medium-scale cyclone that passed on the southern side of the MU Radar and a Boundary Layer Radar (BLR). We have analyzed the cyclone structure based on these radar data and the rawinsonde and objective analysis data of the Japan Meteorological Agency.

**序論** MU レーダーと境界層レーダー (BLR) の同時観測期間のうち、1992 年 6 月に信楽観測所の南側を通過していった低気圧について、気象庁レーウィンゾンデおよび客観解析データと対応させながら解析していく。

**解析方法** MUR・BLR によるデータは最大時間分解能約 3 分、高度分解能約 150 m であり、3次元風速を観測できるが、信楽上空しか観測できない。また、レーウィンゾンデデータは水平風以外に温度、気圧、湿度が観測できるが、12 時間毎のデータしかない。客観解析データはレーウィンゾンデ観測をもとに大規模な大気構造を限られた高度毎に水平面で解析したものである。これらのデータを比較しながら、それぞれの特徴を活かして、低気圧の構造を解析していく。

**解析結果** 図 1 では、図 2(左)の信楽の南側を東へ通過していく低気圧に対応した水平風の変動が見られた。また、低気圧通過前の上空では強い上昇流が見られた。そして、図 2(右)より紀伊半島付近、つまり低気圧の北側では東部で低温、西部で高温といった一般の低気圧とは逆の温度構造になっている。また、レーウィンゾンデデータとの対応により、この低気圧の北側では、上空の大規模な低気圧との間に気圧の高い部分があることが解った。地表付近では紀伊半島沖の他に日本南東方と日本海に存在している 3つの低気圧中心が解析されており、これらの低気圧中心の間に気圧の高い部分が存在するという複雑な構造になっている。

**結論** 地表付近では 3つの低気圧中心が存在するような場合の、最も勢力の強い低気圧を解析したところ、一般の低気圧とは違った温度構造であることがわかった。このような中間規模低気圧の構造は極めて小規模 (局所的) な変動を伴うため、上空の低

気圧との関係は現時点ではまだ明らかではない。MUR・BLR による小規模変動を含んだデータと客観解析による大規模構造のみを反映したデータとの比較により信楽における局所の変化は分離できるが、水平構造や時間的変動の実態については、多地点レーダー観測等を行う必要性が強く示唆される。

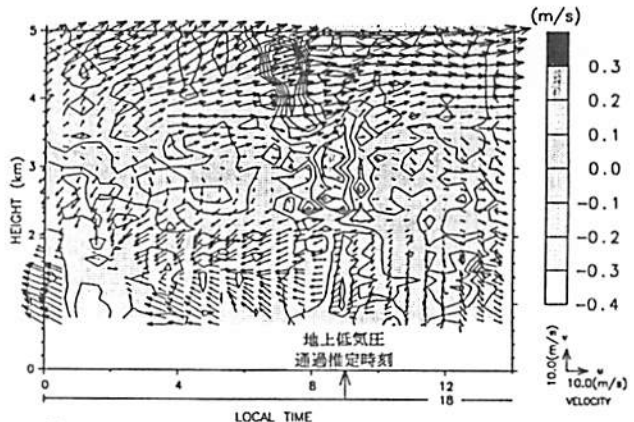


図 1: 1992 年 6 月 18 日の水平風変動 (矢印) と鉛直流変動 (コンター)。

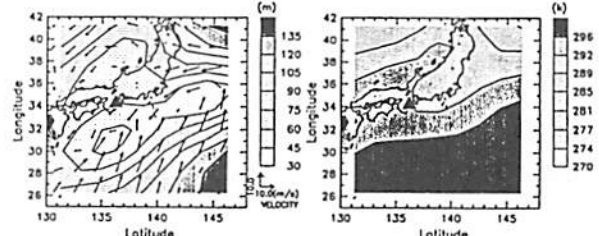


図 2: 6 月 18 日 9 時の 1000 hPa の気圧 (左) と温度 (右)。(▲ は観測地点の信楽)

B会場

10月5日(木) 午後

# 大気圏化学・放射

**Atmospheric Chemistry (Radiation)**

oral: B22-01~18

poster: B22-P14~P23

座長 岡野章一 (極地研)  
岩上直幹 (東大・理学部)

### 流跡線解析への化学反応の取り込み

・大谷 天志・小川 利紘 (東京大学)

#### Chemical Reactions along the Backward Trajectory

・T. Ootani, T. Ogawa

Department of Earth and Planetary Physics, University of Tokyo

The concentration of atmospheric constituents varies due to dynamical transport as well as chemical reactions. It is important to identify the origin of the observed air parcel by means of backward trajectory analysis. In this method, the vertical displacement of the parcel is treated in such a way that the parcel moves on the isentropic surface under the adiabatic assumption and so on. Moreover, I assume that the transient box would move along the trajectory and then calculate the chemical reactions in the box. The initial value of the chemical species is given the observed value and for not observed species the values are assumed that in the standard atmosphere. Finally, I calculate many trajectories and patterns of chemical reactions along that and these calculated data can lead to the horizontal distributions of each chemical species, combined with cluster analysis using the trajectory analysis.

ある場所である大気成分の濃度変動には、その場での化学変化と、別の濃度を持つ空気塊の輸送の二つの要因がある。そこで、観測した空気塊の起源を流跡線解析により調べることは、データ解釈上重要である。流跡線解析において風の水平成分のデータは気象庁の客観解析データなどを使うことができるが、風の鉛直成分の情報も必要である。この鉛直方向の運動を表現するのに種々の物理条件を仮定するが現在は、乾燥断熱条件(温位面)、湿潤断熱条件(等「相当温位」面)、温位一定な

どを考えている。この際、流跡線解析が観測の解釈として意味をなすのは、観測された空気塊の起源としてどの地域の大気を最も多く含んでいるかを知ることである。逆に流跡線上を動く box を仮定したとき、それがまわりの大気と混合をしない閉じた系である地点までの流跡線のみが有効な流跡線といえる。そのため、その box がほぼ閉じているであろう地点までを水蒸気の混合比や温位などを用いて評価し、最も信頼性の高い流跡線を抽出し、その流跡線上のその box 内で化学反応を計算する。この際、上空のオゾンと酸素分子の量を仮定し、光化学も考慮した化学反応を計算する。化学種の初期値は観測で知られているものについてはその値を用い、知られていないものは標準大気の量を仮定する。これにより、流跡線上での各化学種の量を計算できることになる。さらに、多数の流跡線上での計算をすることにより、その結果を用いて、観測地点の周りの化学種の分布を mapping できるようになる。発表では実際の地上観測、航空機観測のデータを用いて上記の計算を行なった結果を示す。

### B22-02 夏極中間圏エコーの 5.5 日周期形成と速度場擾動との非相関

杉山卓也<sup>1</sup>、村岡良和<sup>2</sup>、寒川尚人<sup>3</sup>、深尾昌一郎<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>京大・超高層、<sup>2</sup>兵庫医大、<sup>3</sup>京大・理)

#### 5.5 Days Periodicity in PMSE and its independence on velocity field fluctuations

T. Sugiyama<sup>1</sup>, Y. Muraoka<sup>2</sup>, H. Sogawa<sup>3</sup> and S. Fukao<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University,

<sup>2</sup>Hyogo College of Medicine, <sup>3</sup>Faculty of Science, Kyoto University)

We analyzed both Polar Mesospheric Summer Echoes (PMSE) and velocity fields observed with Pokar Flat radar from 1980 to 1984. PMSE shows dominant periodic occurrence with a period of 5.5 days (Fig.1) whereas the velocity fields does not (Fig.2). This fact supports that the periodic formation of the echoes is caused not by atmospheric perturbations but by self-organized non-linear oscillations. The periodicity must indicate that Noctilucent Clouds (NLCs) are formed mainly through in situ production of condensation nuclei, i.e. proton hydrates H<sup>+</sup>(H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>.

夏極中間圏に特有に見られる強いエコーがある。ポーカフラット・レーダー(アラスカ)による80年から84年の5年間分のエコー強度の周期解析を行い、雲の水粒子が存在する高度84-87kmで5.5日の周期性をみいだした(Fig.1、97回学会)。今回はこれに加えて、速度場データの同様の解析を示す。

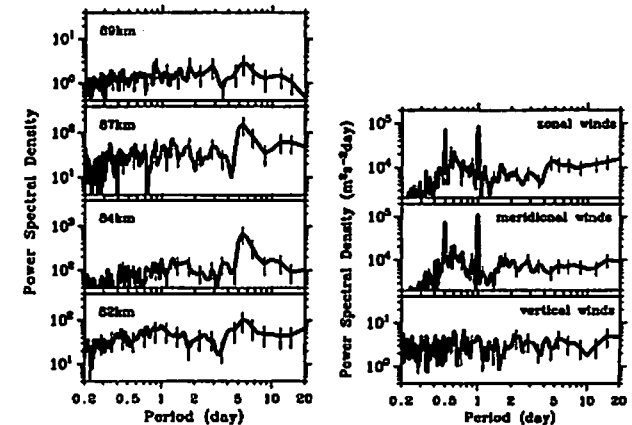
我々は、PMSEの5.5日周期形成を示し、以下を指摘してきた。

- 1) PMSEは、夜光雲が5.5日周期で形成されているときの氷粒子の帯電が関与するレーダー散乱である。
- 2) 夜光雲は、現場形成の水素クラスターイオンH<sup>+</sup>(H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>を凝結核とするとき、自律安定な周期形成をする(杉山、深尾、「科学」95年1月号(岩波書店))。

夜光雲の起源(=氷粒子の凝結核)は、常識的には、流星痕の煙であると考えられている。このため、雲形成の周期的形成を指摘しても、大気運動のせいであるとする考え方が根強い。実際、Rüster (GRL, 22, p65, '95), Cho and Morley (GRL, 22, p1197, '95)等はエコーと鉛直速度場との周期38時間の振動相関を論じている。また、中間圏上部には、6-7日周期のplanetary waveがあることも指摘されている(Tsutsui, M., Doctor thesis, 1995)。そこで、われわれは、PMSEと同一観測の速度場データの周期解析を行った(Fig.2)。その結果、速度場には該当する卓越周期がないこと、特に雲形成に直接関与する温度のゆらぎをとまなう鉛直場との非相関が明白であることが分かった。

雲の自律振動と重力波を含む振動の関係は、時間空間のスケールの違いによって、矛盾なく理解できるのではないかと思われる。すなわち、自律振動は長時間大規模な雲形成を意味しており、その雲内での振動は、ある程度可能であろう。このことは、2次元拡散モデルを作成して確かめる必要がある。

左 Fig.1. Power Spectrum density of PMSE: 145-240 days (1980-1984).  
右 Fig.2. Same as Fig.1 except for velocity fields at 84 km.



B22-03 NO<sub>y</sub>の分布-雷放電による生成-(PEM West-B)  
 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)

Influence of lightning on the distribution of NO<sub>y</sub> during PEM West-B  
 S. Kawakami, Y. Kondo, M. Koike, H. Nakajima  
 (Solar Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University)

Total reactive nitrogen (NO<sub>y</sub>) and Nitric oxide (NO) were measured over the western Pacific ocean on board NASA DC-8 aircraft in February and March, 1994. High NO and NO/NO<sub>y</sub> were observed at the altitude of 9.5 km in the tropical region between the equator and 10°S. It is likely that the high NO was due to the production by lightning. In addition, the meteorological condition and other trace species will be presented.

NASAの航空機観測キャンペーンであるPEM-West Bは、1994年2,3月に太平洋上で行われた。この観測では、オゾンの対流圏光化学にかかわる窒素酸化物、炭化水素などが同時に測定された。我々は一酸化窒素(NO)と総窒素酸化物(NO<sub>y</sub>)の測定をケミルミネッセンス法で行った。PEM West-Bで得られたデータを用い、上部対流圏のNO<sub>y</sub>の発生源に注目して解析を行った。

本講演では、グアムからの航空機観測で得られたデータに関して報告する。この観測は、1994年2月11日(UT)から2月19日(UT)の間に4フライト行われた。その4フライトから、NO, NO<sub>y</sub>やその他の化学種の高度9.0-9.5kmにおける、北緯30度から南緯10度の緯度分布(経度144-152度)が得られた。

10日間のバックワードトラジェクトリーから判断すると、北緯4度から北は、大陸から3日以内で観測地点に到着していた。また、北緯4度から南は、海洋上に10日間以上いてから観測されていた。また、Newell et al.による気象データの解析から、10°S, 140°Eを中心を持つ強い上昇流が存在していたと報告されている。この観測における高度9.5kmの南半球部分では、水蒸気の混合比が高く、0.1%を越えていた。北緯30度から北緯4度を大陸性、北緯4度から赤

道までを海洋性、南半球部分を対流性の空気塊と呼ぶ。大陸性の空気塊では、NOの濃度は約70pptvであった。南緯2度付近で、約10pptvの低濃度のNOと約60pptvの低NO<sub>y</sub>が観測された。しかし、南緯4度から10度までの対流性の空気塊では、NOの濃度は、60-80 pptvでありNO<sub>y</sub>は200-300 pptvと高濃度であった。このとき、NO<sub>y</sub>に占めるNOの割合は、0.4と高く大陸性の空気塊中の0.2より高かった。(図1 NO/NO<sub>y</sub>の緯度分布)。また、南緯5度には、900pptvに達する高濃度のNOが観測された。水蒸気の濃度から判断すると、南半球で得られたNO<sub>y</sub>は、対流活動の影響を受けていたと考えられる。対流活動にともないNO<sub>y</sub>がウォッシュアウトまたはレインアウトされていれば、南緯2度付近の低濃度NO<sub>y</sub>が赤道から南緯10度まで期待できる。しかし、そうでないことからNOの発生源が有ると考えられ、対流活動にともない雷放電によるNOの生成が、高濃度のNOと高NO/NO<sub>y</sub>比を説明できる。本講演では、その他の化学種の分布もまじえて発表する予定である。

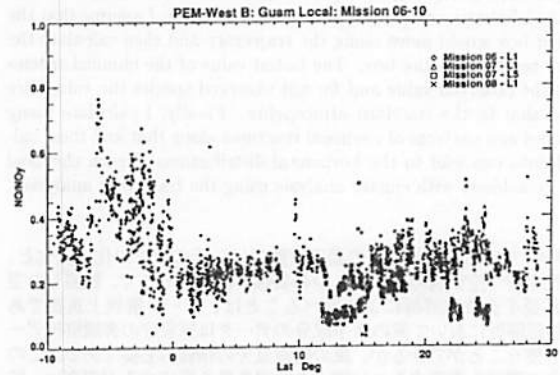


Fig. 1 Latitudinal distribution of NO/NO<sub>y</sub> at the altitude of 9.5 km

B22-04

西太平洋域航空機観測PEM-West(B)  
 で得られた  
 NO<sub>y</sub>とO<sub>3</sub>およびCOの相関

小池真、近藤豊、中島英彰、川上修司  
 (名古屋大学太陽地球環境研究所)

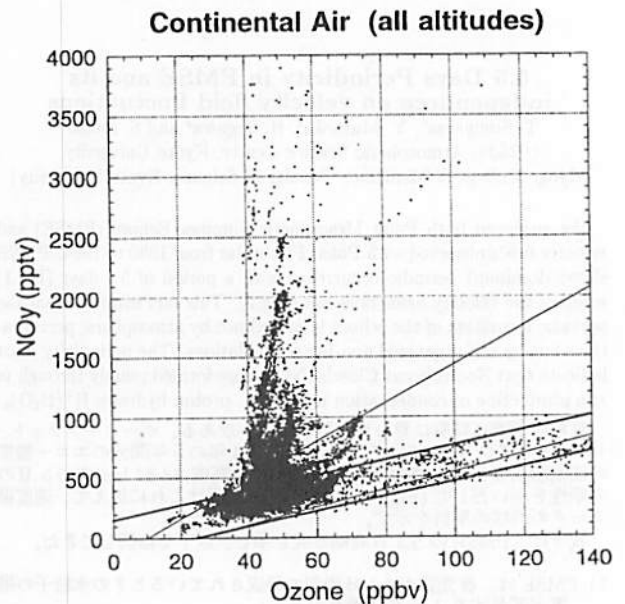
M. Koike, Y. Kondo, H. Nakajima, S. Kawakami  
 (Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University)

NASA PEM-West(B) aircraft measurements were carried out over the western Pacific Ocean in February and March 1995. Correlations between NO<sub>y</sub> and O<sub>3</sub> and between NO<sub>y</sub> and CO were examined on these measurements.

NASAによって1994年2~3月に実施された西太平洋大気化学観測(PEM-West(B))において、我々は総反応性窒素酸化物(NO<sub>y</sub>)の測定を行った。本研究では、NO<sub>y</sub>と、同時に観測されたO<sub>3</sub>およびCOとの相関を解析した結果について報告する。

NO<sub>y</sub>/O<sub>3</sub>の平均的な値を各高度毎にとると、大陸性空気塊中ではその値は高度4 km以上においては、約8 pptv/ppbvで高度に関わらずほぼ一定であった。一方、高度4 km以下においては、1.5~2.0 pptv/ppbvであった。高度4 km以下においてはNO<sub>y</sub>はCOと明確に正の相関を持っており、これらの高濃度のNO<sub>y</sub>が大陸上の人工起源によるものであることを強く示唆している。

高度4~9 kmにおいては、多くの場合においてNO<sub>y</sub>とO<sub>3</sub>に相関が見られた。これらの中には、成層圏で観測されたNO<sub>y</sub>/O<sub>3</sub>の値である、5.6 pptv/ppbvに近い値をとるものも見られた。NO<sub>y</sub>/O<sub>3</sub>が大きいケースを調べてみると、これらの高いNO<sub>y</sub>は多くの場合COと相関しており、やはり地表起源のものであることが分かった。高度9 km以上においては、地表からの強い影響はあまり見られず、代わりに民間航空機の排気ガスと思われるNO<sub>y</sub>の増加が見られた。



PEM-WEST Aにおける上部対流圏での窒素酸化物の挙動

伊藤 邦文、近藤 豊、小池 真、中島 英彰、川上 修司 (名古屋大学太陽地球環境研究所)

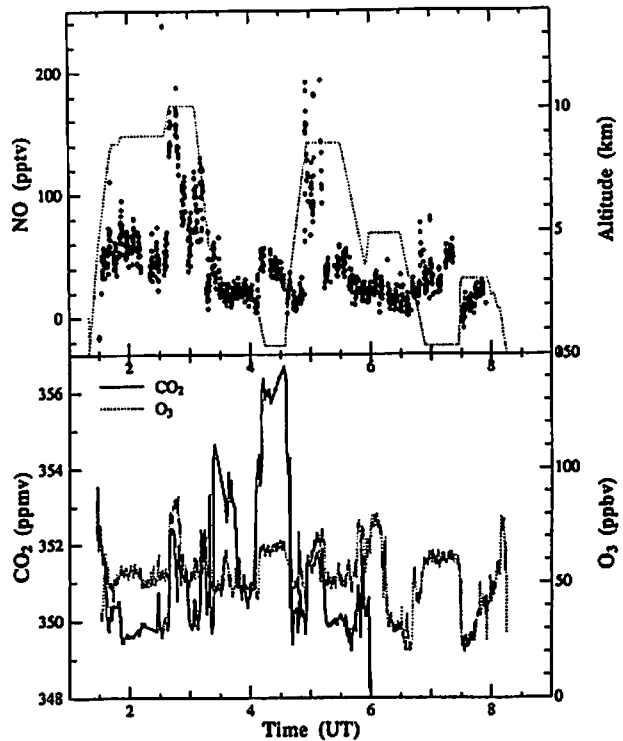
Process of nitric oxide in the upper troposphere

H. Itoh, Y. Kondo, M. Koike, H. Nakajima and S. Kawasaki (Solar Terrestrial Environment Lab, Nagoya University)

The NASA Pacific Exploratory Mission A was conducted from September to October 1991. We discussed the source of nitric oxide in the upper troposphere, i.e. Aircraft exhaust, lightning, transport from boundary layer using high resolution data (10 sec. data). The 10 sec. data include rapid variations of nitric oxide that have not found in 1 min. data.

窒素酸化物は、対流圏において一酸化窒素の形で対流圏に生成される。上部対流圏におけるその起源は主に雷放電、航空機の排気、境界層からの輸送などが考えられる。今回は、1991年9月から10月にわたって行われたNASA DC-8を用いた航空機観測PEM-WEST Aで得られた西太平洋上における一酸化窒素の濃度を用いて、上部対流圏における窒素酸化物の挙動とその起源について検討した。その際、今まで解像度が1分のデータを用いていたところを、10秒としたデータを用いることにより、1分値では見られなかった濃度の急激な変化が見られた。特に、濃度が急激に増加しているところは局所的な一酸化窒素の生成があった直後である可能性が高い。

図は、沖縄から台湾上空での観測で得られたデータである。上部対流圏での高度8kmより上空で観測されたデータを中心に考える。特徴としては、2時40分前後と5時過ぎにNO濃度のスパイク状の変化(〜200pptv)が見られた。このNO濃度の変化と、同時に観測されたCO2、O3濃度を比較したところ、NOのスパイクの位置に一致してCO2濃度が約2ppmvほど増加しており、また、O3濃度も30〜50ppbvほど増加している。NOとO3との相関が見られる場合、NOは境界層から輸送されてきた可能性がある。また、NOとこれらのガスとの間に特に相関が見られない場合は、NOの起源としては雷放電による可能性が高い。今回は、台湾近辺でのいくつかのフライトについて、NOと他のガスとの相関を見ながらNOの起源について検討する。



上部 台湾近海で観測されたNOの濃度比(点丸)と観測機の飛行高度(点線)  
下部 同時に観測されたCO2(実線)とO3(破線)の濃度比

SESAME における北極成層圏での NO, NO2, O3, N2O, エアロゾルの同時気球観測

杉田孝史・近藤 豊・小池 真・中島英彰 (名大太陽地球環境研究所)

P. Aimeidieu (CNRS, フランス) U. Schmidt・A. Engel (KFA, ドイツ)

Balloon-borne measurements of NO, NO2, O3, N2O, and Aerosols in the Arctic stratosphere during SESAME

T. Sugita・Y. Kondo・M. Koike・H. Nakajima (Nagoya Univ., STEL)  
P. Aimeidieu (CNRS, France) U. Schmidt・A. Engel (KFA, Germany)

Stratospheric NO, NO2, O3, N2O, and aerosols were measured on board balloons launched from Kiruna, Sweden (68N) in February, 1995 during SESAME (Second European Stratospheric Arctic and Mid-latitude Experiment). During 1994/95 winter temperatures in the Arctic lower stratosphere were often the lowest for the 29 years for which records exist. From the observed profile of total reactive nitrogen (NOx), it can be seen that there is some considerably decreased layers where denitrification had been probably occurred. At the altitude around 18 km the mixing ratio of NOx was factor of 3 or more smaller than NOx\* deduced from the mixing ratio of N2O measured simultaneously.

ヨーロッパの研究者を中心として展開された SESAME 期間中の 1995年2月にスウェーデン、キルナ(68N)において、NO, NO2, O3, N2O, エアロゾルの濃度が気球を用いて成層圏の30kmの高度まで測定された。北極においてNOとNO2の測定が同時に行われたのは気球観測としては世界で初めてのことである。1994/95年の北極成層圏の最低気温は過去29年間で最も低下した期間がしばしば見られた。また観測日のキルナ上空は極渦の丁度中心に位置していたことがポテンシャル渦度の解析結果から示されている。

NO, NO2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によって各々測定された。またN2Oの測定はドイツのKFAのグループによって下降中になされた。図1にはNOx,

N2O, O3の混合比の高度分布を示す。図中の白丸はパラシュート下降時のNOxを示すが、上昇時のNOxと非常によく一致していることが分かる。今回のN2Oの高度分布は1992年の同時期の極渦外で観測された分布に比べて、200ppbvの混合比が見られる高度は約5kmも低くなっている。このことは極渦内における長寿命な化学種の分布が冬期の大気下降運動によって強く影響を受けていることが分かる。AASEとAASEIIの航空機観測で得られた、

[NOx](ppbv) = 20.7 - 0.0644[N2O](ppbv) (N2O > 100ppbv)

という関係式から、観測値のN2Oを用いて脱窒の影響を受けていないNOxの値をNOx\*と定義して、そのNOx\*と観測値のNOxを比較した[Fahey et al., 1989; Nature]。その結果は約100ppbvのN2Oに対して[NOx\*]/[NOx] = 3.2という値になった。このことから今回観測されたNOxの混合比は、相当な割合で脱窒過程が進行していたものと考えられる。

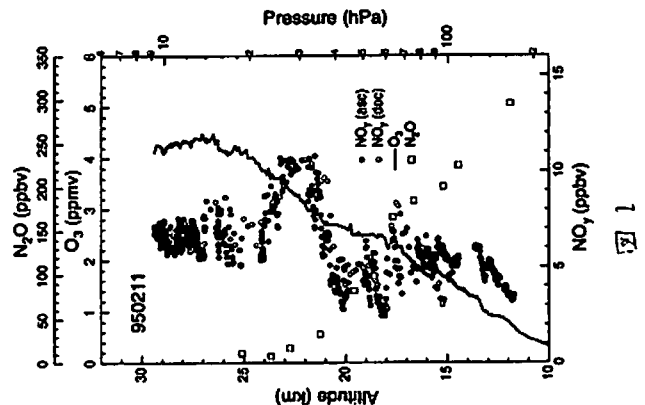


図1

インドネシアにおけるオゾン集中観測キャンペーン  
1995年5・6月

藤原正智、北和之、三木縁、小川利雄 (東大理)  
津田敏隆 (京大超高度)  
Ninong Komala, Slamet Saraspriya (インドネシア航空宇宙局)

Ozonesonde and rawinsonde observation campaign  
in May and June 1995 in Indonesia

Masatomo Fujiwara, Kazuyuki Kita,  
Midori Miki, Toshihiro Ogawa (U. Tokyo),  
Toshitaka Tsuda (RASC, Kyoto U.),  
Ninong Komala and Slamet Saraspriya (LAPAN, Indonesia)

Two and a half years' ozonesonde observation at Watukosek (7.5S, 112.6E), Indonesia has revealed an evident seasonal variation in tropospheric ozone [Figure 1]. Ozone enhancements are seen in the lower troposphere between September and November and in the upper troposphere between April and July. The lower tropospheric enhancement is thought to have two causes. One is active production of ozone precursors by biomass burning in Indonesia and Australia where is in the latter half of the dry season and the other is the downward transport of ozone in the middle latitude. This lower tropospheric enhancement has affected the total ozone measured with TOMS and the Brewer. On the other hand, the enhancement in the upper troposphere between April and July might be due to some dynamical effects but the process is not clear.

We conducted an observation campaign in May and June 1995 in Indonesia with an ozonesonde launching per two or three days at Watukosek and two rawinsondes a day at Bandung (6.9S, 107.5E). The purpose was to investigate the upper tropospheric ozone enhancement in connection with the mean wind and the atmospheric waves. Figure 2 shows the preliminary result of the data analysis. The tropopause height was about 17 km where the temperature had a minimum value. Large enhancement are seen on May 22 and 26. The relationship between the enhancement and wind and temperature fields will be discussed in the meeting.

Figure 1. Seasonal Variation of Tropospheric Ozone Mixing Ratio

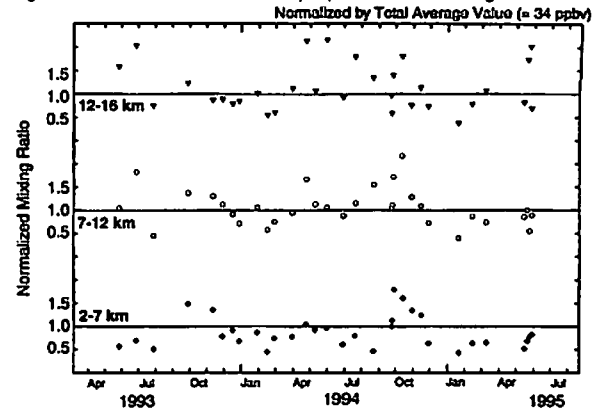
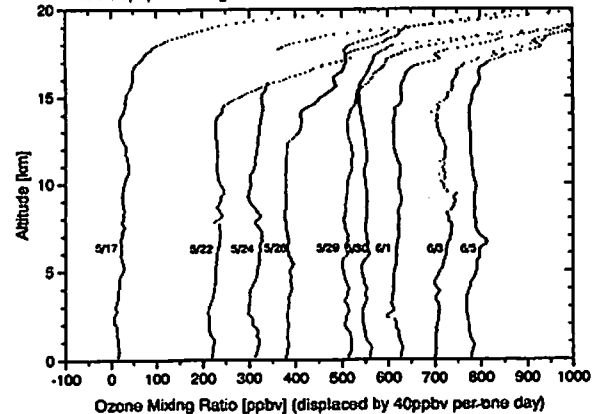


Figure 2. Tropospheric Ozone Profiles in May and June 1995  
The tropopause height was about 17km.



B22-08

南極昭和基地におけるレーザーヘテロダイン分光計を用いたオゾン・メタン・一酸化二窒素・硝酸の観測

小出理史・田口 真・福西 浩 (東北大・理)  
岡野章一 (国立極地研究所)

Ground-based remote sensing of ozone, methane, nitrous oxide and nitric acid with a tunable diode laser heterodyne spectrometer at Syowa station.

M.Koide, M.Taguchi and H.Fukunishi  
Faculty of Science, Tohoku University

S.Okano  
National Institute of Polar Research

High resolution infrared absorption spectra of atmospheric ozone, methane, nitrous oxide, and nitric acid were taken with a tunable diode laser heterodyne spectrometer (TDLHS) at Syowa station (69.0° S, 39.6° E). The observation began in September 1994, and it continued till January 1995. Ozone absorption spectra obtained on September 26, 1994 have been analyzed, and the height profiles of ozone were retrieved at intervals of every ten minutes. These profiles showed extremely low ozone concentration in the altitude range of 15-20km, which is a typical feature of the ozone hole.

1. はじめに

第35次日本南極地域観測隊では、オゾンホールや地球温暖化現象に関連する気体の赤外分光観測を計画し、このために新規開発した赤外レーザーヘテロダイン分光計を昭和基地に設置して観測を行った。以下に観測の経過と得られた結果を示す。

2. 観測経過

観測は昭和基地で実施した。1994年3月8日に初めてオゾンの吸収スペクトルを確認し、その後ノイズ対策を進めて実用レベルの信号を得た

が、3月の天候不良のため本格的な観測は冬明け後の9月以降となった。観測は1995年1月の機器撤収まで続いた。

観測の方針として、冬明け後早い時期はオゾンホールの発達を調べるためにオゾンの観測を最優先とし、オゾン化学に重要な一酸化二窒素の観測も適宜行った。11月以降はメタンの観測を重点的に行い、一酸化二窒素の観測も続けた。PSCの形成に重要な硝酸は、9月以降継続的に観測した。観測日数はオゾンが13日、一酸化二窒素が9日、メタンが6日、硝酸が13日であった。

3. 観測結果

図1に得られた分光データの例を示す。この図はオゾンによる吸収線の例である。図2には、解析したオゾン高度分布の時間変化の例を示す。この例は1994年9月26日のものである。この結果によれば、高度15-20 kmの領域でオゾン濃度が極端に低くなっており、この高度領域の上では、1時間以下の時間スケールで大きなオゾン濃度の変動が起こっている。さらに、15 km以下の下部成層圏でもオゾン濃度の変化が見られる。現在までに解析が終了したデータはこの日1日分だけであるが、今後さらに解析例を増やして詳しく調べる予定である。また、硝酸データの解析方法についても今後検討する。

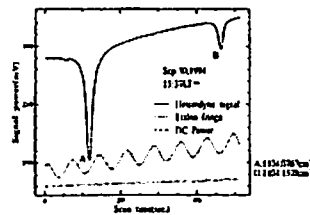


図1. 1994年9月30日に観測されたオゾンによる吸収スペクトルの例。

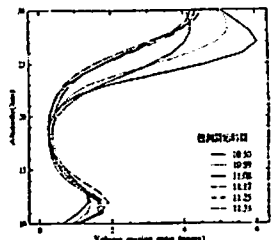


図2. 得られたスペクトルから導出された1994年9月26日のオゾン高度分布。



## B22-09 Observations of ozone in the arctic upper stratosphere by optical sensors on board BT-5 balloons

M. Okabayashi<sup>1</sup>, H. Germandt<sup>2</sup>, S. Okano<sup>3</sup>,  
M. Taguchi<sup>1</sup>, and H. Fukunishi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Science, Tohoku University, Sendai, Japan

<sup>2</sup> Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Potsdam, Germany

<sup>3</sup> National Institute of Polar Research, Tokyo, Japan

Lightweight optical ozone sensors have been developed for high altitude balloon soundings up to 45 km. The ozone profiles are retrieved from the ratio between a UV channel (302 nm) and a visible channel (420 nm). The reliability of the retrieved ozone distributions is sufficient when solar elevation is higher than 20°. However, when solar elevation becomes less than 20° as in the case of the springtime and falltime arctic stratosphere, absorption at the UV channel becomes too large. For this case, we have developed optical ozone sensors with a visible channel which measures a weak Chappuis absorption band at 600 nm. The calibration of the sensors was performed before launching. Particularly, the temperature dependence of the filter transmission and the temperature drift of the sensor sensitivity were measured precisely.

A campaign was carried out at Ny-Alesund, Svalbard in the period from July 26 to August 14, 1995. Four BT-5 balloons were launched, two with UV ozone sensors and two with visible ozone sensors. The data from these ozone sensors have been telemetered using the PCM transmitter of the radiosonde DFM 90. The preliminary flight data are as follows:

1 st launch at 21:00:20 UTC on July 30, 1995  
up to 41.7 km altitude with an ozone VIS channel

2 nd launch at 09:52:35 UTC on July 31, 1995  
up to 43.5 km altitude with an ozone UV channel

3 rd launch at 15:19:08 UTC on July 31, 1995  
up to 39.8 km altitude with an ozone UV channel

4 th launch at 21:20:49 UTC on August 3, 1995  
up to 36.5 km altitude with an ozone VIS channel

For comparison, ozone vertical profiles were simultaneously observed with electrochemical ECC sensors. Owing to the use of the highly reliable PCM transmitters, altitude dependent scattering seen in the data was identified as flash reflection of solar light at the balloon surface. The degree of reflection depends on the sonde-balloon configuration, the shape of the balloon and solar elevation. Considering these conditions, a BT-5 balloon with improved configuration was launched on August 3, 1995. The obtained data showed significantly reduced scattering in the raw data that never had been seen before. In the August 3, 1995 experiment, the intensity of the visible channel (600 nm) was found to change with altitude, which demonstrates that ozone concentration can be retrieved.

Further data analysis will be performed to retrieve ozone profiles and their variations in the arctic middle and upper stratosphere.

Acknowledgements : The abstract was prepared and afterwards transmitted by e-mail to Japan during the stay at the German Koldewey-Station in Ny-Alesund. The authors are deeply grateful for the cooperation of Juergen Graesser, Ute Schwartz and Hauke Schuett of the AWI in the launching operations and primary data evaluation. That includes thanks to the Company Dr. Graw Messgeraete Ltd. in Nuernberg, Germany, for supporting the campaign with the ground receiving station for radiosonde operations. The authors, furthermore, are thankful to Dr. T. Yamagami, ISAS, for his promotion for the Japanese-German campaign BOS-95 (ARCTIC).

## B22-10 北海道における成層圏大気組成の赤外及び可視分光観測 (初期結果と今後の計画)

・ 近藤 豊・小池 真・中島英彰・趙 永浄・村田 功  
(名古屋大学太陽地球環境研究所)

鈴木勝久 (横浜国立大学)

中根英昭・笹野泰弘 (国立環境研究所)

W.A. Matthews (NIWA)

### Spectroscopic Observations of Stratospheric Trace gases in Hokkaido

Y. Kondo, M. Koike, H. Nakajima, Y. Zhao, I. Murata  
(STEL., Nagoya Univ.)

K. Suzuki (Yokohama National Univ.)

H. Nakane, Y. Sasano (NIES)

W.A. Matthews (NIWA)

Measurements of stratospheric NO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> have been made since 1991 and 1994 at Moshiri (44°N) and Rikubetsu (44°N), respectively. In addition, FTIR measurements at Rikubetsu started in July 1995. High quality infrared spectra have been

obtained since then. Column amounts of HCl, HF, HNO<sub>3</sub>, O<sub>3</sub>, and other trace gases were derived reliably. We also plan to start FTIR measurements at Moshiri in early 1996. These measurements will enable detailed studies on the chemistry and transport of these trace gases which play important roles in the ozone destroying catalytic cycles. The initial results of FTIR measurements are to be presented in addition to the NO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> data obtained thus far.

成層圏オゾンはグローバルに長期的な減少が続いている。日本国内ではオゾンの破壊が北海道 (45°N) 上空で最も著しい。その原因としてフロンが分解してできる活性な塩素酸化物がオゾンを破壊している可能性が高い。全球的に分布しているエアロゾル粒子の表面上での不均一反応により塩素酸化物によるオゾンの破壊反応を増幅させる可能性がある。さらに北海道付近では、北極における高速のオゾン破壊過程と輸送過程がカップルした効果も大きい可能性がある。中緯度でのオゾンの破壊に極めて重要な役割を果たす塩素化合物、窒素化合物、等を長期に分光測定することがオゾン減少の化学過程の解明に重要である。

可視分光器による二酸化窒素及びオゾンの観測は母子里及び陸別において1991年より連続的に行われている。更に高精度のフーリエ変換型の赤外分光器システムを整備し1995年7月北海道足寄郡陸別町で赤外分光観測を開始した。これまでに高精度の太陽スペクトルが得られており、HCl, HF, HNO<sub>3</sub>, O<sub>3</sub>, 等の全量が求められている。1996年1月から3月にかけてオゾンゾンデ観測を含め、北海道集中観測を実施する予定である。これまでに得られたいくつかの種類の気組成の全量を報告する

B22-11 陸別における FTIR 観測による成層圏  
微量成分の高度プロファイル観測

中島英彰、近藤 豊、小池 真、趙 永浄、村田 功  
(名古屋大学太陽地球環境研究所)  
F.J. Murcray, and X. Liu  
(デンバー大学)

Observations of Height Profiles of  
Stratospheric Minor Constituents with  
FTIR Observations at Rikubetu, Hokkaido

H. Nakajima, Y. Kondo, M. Koike, Y. Zhao, I. Murata  
(STE Laboratory, Nagoya University)  
F.J. Murcray, and X. Liu  
(Univ. of Denver)

We installed the Bruker Fourier transform infrared spectrometer (FTIR) type IFS-120M at Rikubetu (44.468°N, 143.753°E), Hokkaido in May, 1995. After fine adjustment of the optics and the sun-tracker was completed, we started observations of solar infrared spectra which contains absorption of stratospheric and tropospheric minor constituents such as O<sub>3</sub>, HCl, HNO<sub>3</sub>, HF from May 19, 1995. For daily observations, we usually observe 5 spectral regions, i.e., 1) 3900-4400 cm<sup>-1</sup>, 2) 2400-3200 cm<sup>-1</sup>, 3) 2000-2600 cm<sup>-1</sup>, 4) 500-1380 cm<sup>-1</sup>, and 5) 2700-3600 cm<sup>-1</sup>, with highest spectral resolution of 0.0035 cm<sup>-1</sup> or less. In most cases, 2 or more scans are superposed to improve signal-to-noise ratio. It takes about 5 minutes for 2 scans of each spectral region with highest resolution.

Black dots in lower panel of Figure 1 show an example of a solar spectrum of 1146.0-1146.5 cm<sup>-1</sup> in region 4) which was taken on July 19, 1995 at Rikubetu. In this figure, atmospheric absorption by N<sub>2</sub>O at 1146.1234 cm<sup>-1</sup> and absorption by O<sub>3</sub> at 1146.2613 and 1146.4715 are apparently seen. The solar zenith angle was 38.5° at the center time of the observation. This spectrum was analyzed by line-by-line least square fitting method called 'SFIT', and calculated spectrum was displayed on the same figure by a solid line. The residual of the calculation compared with the observation is shown on

the upper panel of the figure, which was less than 1 % in all the spectrum region which was used for the fitting.

Recently, Liu et al.[1995] developed a method to retrieve height profiles of atmospheric species such as O<sub>3</sub>, HCl, HF, and HNO<sub>3</sub> from solar spectra obtained on the ground. We are going to apply this method to our observed spectra, as well. Retrieved profiles of O<sub>3</sub>, HCl, HF and HNO<sub>3</sub> are going to be presented at the meeting.

95/ 7/19 SZA=38.5 AM (200D1140.BNR)

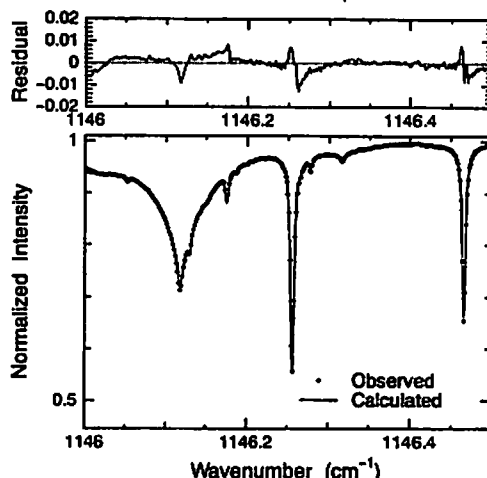


Figure 1. Lower panel shows observed solar spectrum taken at Rikubetu at 16:00-16:05 JST on July 19, 1995, at spectral region of 1146.0-1146.5 cm<sup>-1</sup> (black dots) with resolution of 0.0035 cm<sup>-1</sup>, while the calculated spectrum (solid line) by SFIT program is overlaid. Upper panel shows the residual of the calculation compared with the observation.

Reference: X. Liu and F.J. Murcray, "Comparison Between the HALOE Measured HF and HCl VMR Profiles and the Profiles Obtained From Ground-based Very High Resolution FTIR Solar Spectra", J. Geophys. Res., 1995.

B22-12

陸別における FT-IR を用いた大気微量成分観測  
— CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, ClONO<sub>2</sub> 他 —

村田 功、趙 永浄、中島 英彰、小池 真、近藤 豊  
(名古屋大学太陽地球環境研究所)

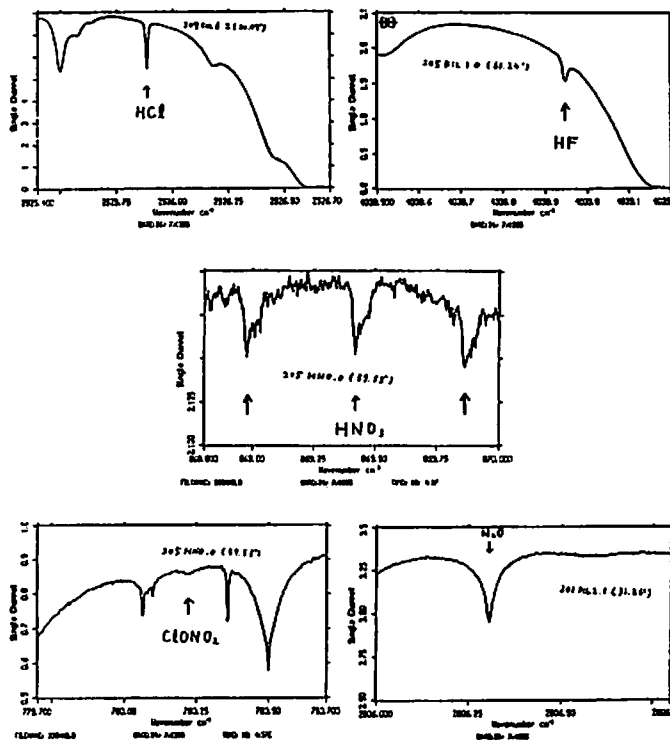
Ground-based measurements of trace gases with FT-IR spectrometer  
at Rikubetu, Hokkaido — CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, ClONO<sub>2</sub>, etc. —

I. Murata, Y. Zhao, H. Nakajima, M. Koike, and Y. Kondo  
(STE Laboratory, Nagoya University)

Vertical column densities of some trace gases have been observed using Fourier transform spectrometer at Rikubetu(44.5°N, 143.8°E), Hokkaido since May, 1995. The highest wavenumber resolution of this instrument is 0.0035cm<sup>-1</sup> and the observed spectral regions are 3900 - 4400cm<sup>-1</sup>, 2400 - 3200cm<sup>-1</sup>, 2000 - 2600cm<sup>-1</sup>, 500 - 1380cm<sup>-1</sup>, and 2800 - 3700cm<sup>-1</sup>. We will report the vertical column densities of CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, ClONO<sub>2</sub>, etc.at the meeting.

今年 5 月より北海道陸別町においてフーリエ変換型分光器 (FT-IR) を用いた大気微量成分の地上観測を開始した。観測システムの最高分解能は 0.0035cm<sup>-1</sup> で、5枚のフィルターを用いて 3900 - 4400cm<sup>-1</sup>, 2400 - 3200cm<sup>-1</sup>, 2000 - 2600cm<sup>-1</sup>, 500 - 1380cm<sup>-1</sup>, 2800 - 3700cm<sup>-1</sup> の各領域で観測を行っている。陸別町は比較的高緯度のため、特に冬期に極域からの大気の流入が期待されるうえ、晴天率が高い、透明度がよいなど観測条件もよく、すでにかなり質のよいデータが得られている。

観測される成分は、HCl, HF, HNO<sub>3</sub>, O<sub>3</sub> の他、CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, ClONO<sub>2</sub>, CO, OCS, NO, NO<sub>2</sub> などであるが、ここでは CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, ClONO<sub>2</sub> 等について報告する予定である。



観測されたスペクトル例

**B22-13** 超伝導ミキサを使用した  
ミリ波分光法による大気オゾンの測定

\*前川昇司、小川英夫、河崎公昭、福井康雄  
名古屋大学理学研究科  
中根英昭  
国立環境研究所

**Ground-based millimeterwave observation of  
atmospheric ozone employing a SIS mixer receiver**

\*S. Maekawa, H. Ogawa, K. Kawabata, Y. Fukui  
School of Science, Nagoya University  
H. Nakane  
National Institute for Environmental Studies

We have developed for millimeter-wave atmospheric ozone employing a superconductive (SIS) mixer receiver. In order to wider range in altitude, we developed a new acousto-optical spectrometer and made measurement of ozone at lower altitude than previous measurement did. This spectrometer covers 250 MHz bandwidth with 370 kHz frequency resolution. Using this spectrometer, ozone profile from 25km to 65km altitude were retrieved from these measurements.

ミリ波分光観測では、他の手法では行なうことのできない成層圏上部から中間圏にかけてのオゾンの観測を行なうことができる。また、このほかにも時間分解能が極めて高いこと、常時観測が行なえること、天候条件が多少悪くても観測が可能なこと等、他の手法に無い優れた特徴を持っている。

名古屋大学では超伝導 (SIS) ミキサを使用したミリ波オゾンスペクトル観測装置を開発し、オゾンのミリ波分光観測を行なっている。現在のところ高度約35~75kmにあるオゾンが観測対象となっているが、今後、この観測高度領域の拡張を行なうため、まず

従来よりも低い高度領域のオゾンの観測を試みた。

ミリ波分光法ではオゾン分子の発するミリ波帯のスペクトルを観測する。観測されるスペクトルは大気の圧力によって、幅の広がったものとなる(圧力幅)。そして、この圧力(高度)とスペクトルの幅(圧力幅)の関係からオゾンの高度分布を求めることができる。大気の圧力が大きいほどスペクトルの幅が広がることから低い高度領域のオゾンの観測を行なうためには観測周波数帯域の幅を広げる必要がある。そこで、初めに従来よりも広い周波数帯域幅をもつ分光計の製作を行った。

この観測装置では分光計に音響光学型分光計(AOS)を使用している。この分光計の原理は次の通り。オゾンからの信号を周波数変換、増幅した後、光偏向素子に入力する。ここにレーザー光を照射してレーザー光に回折を生じさせ、この回折光を一次元配列の受光素子で受光する。このときの回折光の回折角が信号の周波数に、回折光の強度が信号の強度にそれぞれ対応することを利用して分光を行なうというものである。ここでは光源としてHe-Neレーザー(波長632.8nm)、受光素子として2048チャンネルのCCDを使用している。

今回製作した分光計(以後、広帯域型と記す)で使用した光偏向素子は偏向帯域幅250MHz、分解点数800点のものであり、分光計の分解能は357kHzであった。ちなみに従来の分光計(以後、高分解能型と記す)では偏向帯域幅60MHz、分解点数1900点の光偏向素子を使用、分光計の分解能は37kHzである。また、光偏向素子の材質はどちらも二酸化テラル単結晶である。

この広帯域型分光計を使用して観測を行った結果、高度約25~65kmのオゾン高度分布を得ることができた。また、高分解能分光計を用いた観測と重なる高度領域(高度約35~60km)では非常に良く一致した結果が得られた。この結果はこれら2つの分光計による同時分光システムの開発に向けて非常に有利な結果であると考えられる。

**B22-14** S-310-24による窒素分子振動温度観測計画

\*川島高弘(東大理) 小山孝一郎(宇宙研) 鈴木勝久(横浜国大)  
岩上直幹(東大理) 小川利敏(東大理) 梶井留力(武蔵工大)

A plan to measure vibrational temperature of molecular nitrogen 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>, T. Ogawa<sup>1</sup>, S. Teiji<sup>4</sup>  
(1, Tokyo Univ. 2, ISAS 3, Yokohama Univ. 4, Musashi Institute of Technology)

We plan to launch sounding rocket in order to measure vibrational temperature of molecular nitrogen at the height of ~100km over Uchinoura, Kagoshima, Japan, on Feb. 10, 1996. At present, we develop prototype electron gun which emits 7mA beam current under  $2 \times 10^{-4}$  Torr pressure, equivalent to pressure of 100km altitude, and spectrophotometer which can scan from 370nm to 440nm in 0.5s.

1996年2月にS-310-24号機により船高層大気、E層下部~100km付近における窒素分子の振動回転温度の観測を予定している。同機には窒素振動回転温度測定器(MTV)の他、電子温度測定器(TED)、電子エネルギー分布測定器(NEL)も搭載しE層下部での振動励起窒素分子による電子加熱や電子密度を左右する大気化学反応の解明に寄与することが期待される。基礎開発段階で大気圧が $2 \times 10^{-4}$ Torrの環境で使用できる電子銃、および高出力0.5秒以内に分光スペクトルを得られる分光器を開発し、さらに実験スペクトルを解析するために理論的分光スペクトルシミュレーション用のソフトを開発した。その結果を踏まえて現在フライトモデルの開発を進めている。室内実験に加えてロケット特有の問題として以下の点を考慮して設計した。

<電子銃について>  
高度100km付近での真空度は $2 \times 10^{-4}$  [Torr]と電子銃の通常での動作真空度( $\sim 10^{-6}$  [Torr])よりかなり低い。また打ち上げ後、1分弱で観測を始めるためロケット本体および搭載機器からのガス放出も盛んである。従って電子銃のカソード(電子放出源)には低真空度で使用可能なタングステンフィラメントを用いガス放出を減らすため電子銃全体を真空封じするよう設計した。

<電子ビームエネルギーについて>  
窒素分子を電離・励起を行う際、電子ビームエネルギーをある閾値( $\sim 70$ eV)以上

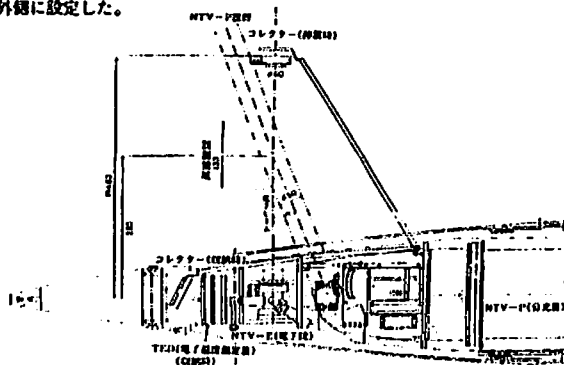
にしないとFranck-Condon的励起が行われず振動温度が測定できない。また低エネルギーの電子ビームは地球磁場の影響を強く受けて曲がらぬためある程度以上のエネルギーのビームであることが必要である。しかし、エネルギーが大きすぎると窒素分子の衝突断面積が小さくなるため発光強度が小さくなる。以上の要請からビーム電子エネルギーは1keVに決定された。

<コレクターについて>

ロケットのチャージアップ、及び他のプラズマ観測器(NEL, TED)への影響を防ぐため電子ビームを捕集するコレクターを設けて回路を閉じる必要がある。しかしコレクターから放出される二次電子により振動温度が高く見積もられる可能性があるためメッシュを貼ったFaraday Cupタイプのコレクターにして二次電子の放出を抑え、かつ分光器の視野中にコレクターが入らないようにしないと行けない。また電子ビームエネルギーが1keVの際40cmのビームパスで地球磁場により最大2.3cm曲がる。従ってコレクターの大きさはその倍の直径5~6cmでないといけな。

<衝撃波について>

振動緩和時間が高度100km付近では $\sim 6600$  [s]と並進緩和時間( $\sim 5 \times 10^5$  [s])にくらべ非常に長い。衝撃波の外側の窒素分子の振動分布をほぼ反映した測定が得られるものと思われる。一方緩和時間は並進緩和時間の10倍程度であるため衝撃波の影響を強く受ける。Bird(1988)によればロケット上部では中心軸より20cm程度外側は衝撃波を被らないため今回は観測点をロケット最上部、中心軸より28.5cm外側に設定した。



S-310-24号機 搭載機器部見取り図

天底観測による熱放射スペクトルからの  
温室効果気体濃度・地表面射出率の同時導出法

○今村剛 小川利紘 (東大理)

Simultaneous Retrieval of Surface Emissivity and  
Trace Gases from Radiance Spectra Measured  
with a Satellite Nadir View

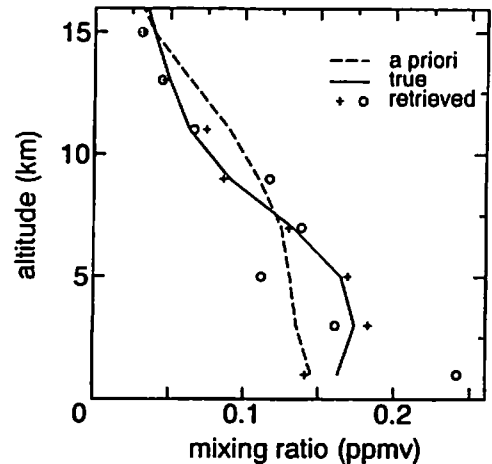
○Takeshi Imamura and Toshihiro Ogawa (Univ. Tokyo)

Since the emissivity of the terrestrial surface varies with wavenumber, any retrieval algorithm which ignores the wavenumber dependence of emissivity will cause systematic errors in the retrieval of atmospheric trace gas concentration profiles. We present a method to cope with the wavenumber dependence of emissivity based on the fact that the emissivity spectrum is much smoother than the absorption cross sections of gaseous molecules. A feasibility study for IMG (Interferometric Monitor for Greenhouse Gases) showed that concentration and temperature profiles can be obtained even when the emissivity spectrum is also an unknown parameter.

地表面の射出率 (emissivity... 黒体からのずれを表す指標) には波数依存性があり、天底観測による熱放射スペクトルから温室効果気体濃度を導出する際にはこの波数依存性を無視することができない。実際、波数依存性を考慮しないと温室効果気体濃度に大きな誤差が生じることが数値シミュ

レーションによって示唆されている。ふつう射出率スペクトルは温室効果気体分子の吸収線に比べて遥かに滑らかなので、射出率スペクトルが前もってわかっていなくても熱放射スペクトルから温室効果気体濃度を導出することは原理的には可能である。

本講演では、温室効果気体濃度だけでなく射出率スペクトルをも未知パラメータとして扱う温室効果気体濃度導出アルゴリズムを提案する。また、ADEOS衛星に搭載される干渉分光計IMGのデータに本アルゴリズムが適用可能であることも数値シミュレーションによって示す。



数値シミュレーションによる一酸化炭素の解析結果。+は射出率の波数依存性を考慮して解析した場合、○は考慮しなかった場合。

中層大気OHのドップラー分光測定：3年間の観測  
若上直幹 (東京大)、菅原 敏 (国境研)

Doppler Detection of OH in the Middle Atmosphere:  
Observation for 3 years  
Iwagami H (U Tokyo) and Inonata S (NIES)

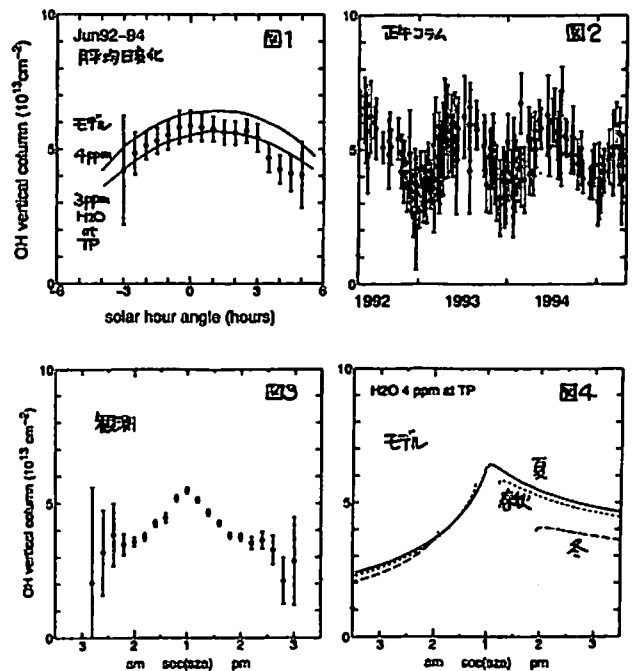
The OH column abundance in the middle atmosphere measured in Tokyo in May 1992 - Apr 1993 is summarized and compared with a model. The calculated diurnal and seasonal variations of the column agree well with the measurement indicating the reality of our current understanding of the HOx chemistry in the middle atmosphere. However, the measured diurnal variation is found to be slightly more asymmetrical with respect to the noon than the calculated.

1992年5月より東京圏心において、中層大気OHの測定を3年間継続した。方法は1.5 μmドップル分光格子型色計を用いた古典的な紫外分光だが、圧倒的に強い太陽大気OH吸収線の間から微弱な地球大気OH吸収線を検出するため、太陽自転によるドップラーシフトを利用している点に特徴がある。つまり太陽ディスクの東西両端で測定したスペクトルを比較することにより、太陽大気OH吸収成分を除去し、ドップラーシフトを受けない地球大気OH吸収を定量的成分として抽出している。この方法は零吸収レベルの不確実性をも同時に除去するという利点も持っている。

図1に月平均日変化の例を示す。モデルはShenazaki and Ogawa (1994)の成層圏モデルを中間圏にまで拡張し、反応係数を更新したもので、夏の日変化を定量的にもよく再現しているといえる。ただし、観測のほうがモデルに比べて正午に対する対称性が高い。この傾向は他の季節でもみえており、モデルに欠陥があることを示している。モデルは対流圏界面における水蒸気密度3 ppmおよび4 ppmのものを用いた。図2に日毎平均正午コラムの季節変化を示す。少数の例外を除き日変化は小さく、主に太陽天頂角つまり光解離の斜度下にあることがわかる。図3は観測値を午前と午後に分け、sec(太陽天頂角)に対してプロットしたものの平均値で、それに対応するモデル結果を図4に示す。日変化の対称性の違いが目立つが、観測値ではすべての季節のものが見られてい

ることを考えると、みかけほどには著しくはない。違いの原因はOHの生成に関わるHO2の日変化位相がモデルで遅れすぎていることにあるらしい。

文献：Iwagami H, J. Atm. Chem. 20, 1-15, 1995.



**B22-17 雷放電によって励起された下部電離圏発光現象：スプライト'95キャンペーン速報**

福西 浩、高橋幸弘、久保田 実 (東北大学理学部)  
U. S. Inan (スタンフォード大学)、W. A. Lyons (ASTeR Inc.)

**Lower Ionospheric Flashes Excited by Lightning Discharge: Sprites '95 Campaign**

H. Fukunishi, Y. Takahashi, M. Kubota (Tohoku University)  
U. S. Inan (Stanford University) and W. A. Lyons (ASTeR Inc.)

In order to detect the rapid temporal changes and spatial motions of mesospheric lightning-generated optical emissions, we have simultaneously operated a high-speed photometer and image intensified CCD cameras. It has been found that lightning-generated flashes first occur in the lower ionosphere at 80 - 100 km altitude, and then sprites occur at 50 - 90 km altitude. The duration of the lower ionospheric flashes is only 1 msec, while the duration of sprites ranges between several msec and several tens of msec. It is strongly suggested that the lower ionospheric flash events are excited by an upward propagating electromagnetic pulse emitted from positive lightning discharge.

雷放電に伴って成層圏、中間圏で発光現象が起こることが、最近、地上観測 (Franz et al., 1990; Lyons, 1994)、航空機観測 (Sentman and Vescott, 1993)、スペースシャトル観測 (Boeck et al., 1992, 1995) で発見され、大きな話題になっている。これらの発光現象の中で、高度 50 - 90 km で発光するものは「スプライト」、高度 50 km 以下で発光するものは「ブルージェット」と呼ばれている。スプライトの発光機構に関しては、いくつかのモデルが提案されているが、どれもまだ推測の域を越えず、多様な観測が必要な段階にある。そこで、W. A. Lyons が呼びかけ人となり、1995 年 6 月 1 日 - 7 月 31 日の間、約 20 の研究機関が集まり、コロラド州の Yucca Ridge において大規模な「Sprites '95 Campaign」が実施された。

このキャンペーンに東北大学は新たに高速フォトメーターを開発して参加した (フォトメーターの詳細については本学会の坂野井他の発表を参照)。その

結果、これまでに低照度 TV カメラ観測から明らかになっていたスプライト現象の他に、高度 80 - 100 km の下部電離圏高度に雷放電の直後、スプライトの出現に先行して瞬時的な発光現象 (Lower Ionospheric Flash, LIF) が起こることが見いだされた。その特徴は以下のとおりである。

1. LIF は雷放電の直後 (約 300  $\mu$ sec 後)、80 - 100 km 高度で発光し、発光の継続時間は約 1 msec である。また、LIF に伴って大振幅の空電が観測される。一方、スプライトは雷放電の開始から数 msec から数 10 msec の時間遅れをもって発生し、継続時間も数 msec から数 10 msec と長い (図 2 参照)。
2. スプライトは縦縞の構造をもち、水平方向の広がり方が 50 km 程度であるのに対し、LIF はディフューズな発光で、水平方向の広がり方は 100 - 300 km 程度と大きい (図 1 参照)。
3. 先行する LIF がなく、スプライトだけが出現する例がよく見られるが、この場合は空電の振幅が小さい。

これらの特徴から、雷放電直後の下部電離圏の瞬時的な発光現象は、雷放電によってつくられた電磁パルスと電場が上方に伝搬し、下部電離圏を加熱し発光させたものと考えられる。

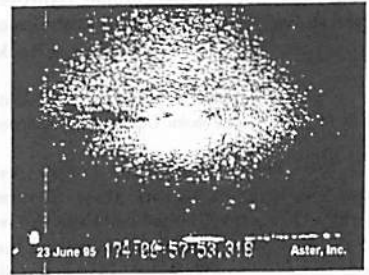


図 1. CCDカメラでとらえた下部電離圏発光現象

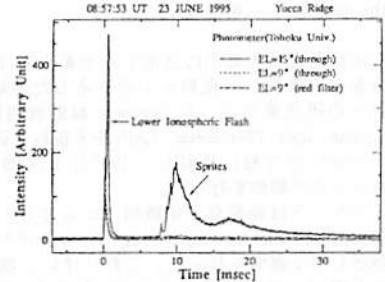


図 2. フォトメータ強度記録

**B22-18 雷放電に伴う中間圏・下部電離圏発光現象の空間・時間構造：スプライト'95キャンペーン速報**

\*高橋幸弘、久保田実、坂野井和代、福西 浩 (東北大学 宇宙地球物理学科)

W. A. Lyons (アスター社)、U. S. Inan (スタンフォード大学)

**Spatial and Temporal Structures of Lightning-induced generated Luminous Events in the Mesosphere and Lower Ionosphere: Sprites '95 Campaign**

Y. Takahashi, M. Kubota, K. Sakanoi, H. Fukunishi (Tohoku Univ.),  
M. A. Lyons (ASTeR Inc.), U. S. Inan (Stanford Univ.)

We have examined the spatial and temporal variations of the two types of optical emissions in the upper atmosphere induced by lightning discharges, that is, Lower Ionospheric Flash (LIF) and sprite. LIF propagates downward from 100 km to 80 km MSL with a velocity of  $\sim 50,000$  km/sec, while sprites show rather complicated features in regards to propagation. Further study using the CCD image data and photometer data is necessary in order to determine the direction of their propagation.

我々は 1995 年 6 月から 7 月にかけての 5 週間、雷放電に伴う中間圏-熱圏発光現象の観測キャンペーンをコロラド州ユッカリッジで実施した (本学会の坂野井他の発表を参照)。今回は特に、発光現象の鉛直方向の伝搬の様子を捕えるために特別に設計されたフォトメーターを持ち込み観測を行った。計 6 晩に得られた 41 の観測例から、中間圏-熱圏領域では、Lower Ionospheric Flash とスプライトの少なくとも 2 種類の発光現象があり (本学会の福西他の発表を参照)、それらが異なる空間時間構造を持つことが明らかになった。

Lower Ionospheric Flash (LIF) は雷放電直後に高度 80-100 km の中間圏界面から下部熱圏にかけて約 1 msec 発光する現象で、

水平方向の微細構造は持たない。最も明るい領域の中心は全ての例で下向きに伝搬し (図 1 左参照)、その速度はおおよそ光速の 6 分 1 ( $\sim 50,000$  km/sec) と見積もられる。これはスタンフォード大学の提唱する準静電的電場による発光メカニズムと良く一致する。

Sprite は雷放電に伴う VLF 電波 (sferics) の開始から  $\sim 1$  msec から数 msec 以上遅れてピークを示し (表 1)、LIF を伴う場合はその遅れが小さい傾向がある。継続時間は数 msec から数 10 msec である。発光高度は  $\sim 50$  km から  $\sim 95$  km で、上部は LIF 領域と重なっている。水平方向には  $\sim 50$  km ほどの広がりを持つ場合もあるが、鉛直方向に延びた筋状の構造があり、1 つの筋の直径は 10 km 以下と考えられる。フォトメーターが捕えた発光領域の伝搬の様子は複雑で (図 1 右参照)、今後、低照度カメラ画像と詳細な比較検討を行う予定である。

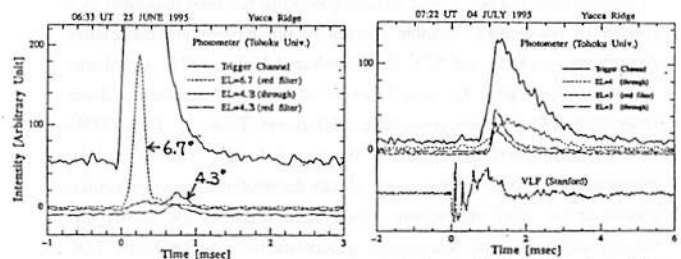


Fig. 1. Examples of lower ionospheric flash (LIF) (left) and sprite (right) observed with photometers.

Table 1. Distribution of time delay from sferics for sprites.

delay from sferics (ms)	<1	<2	<3	<4	<5	<6	<7	<8
numbers of events (with LIF)	4 (3)	2 (2)	4 (2)	8 (1)	3	1	1	1

**B22-P14** S-520-19号ロケット搭載LAPによる  
星間風と地球水素コロナの観測

\* 渡辺真規子<sup>1</sup>、川原琢也<sup>2</sup>、波部重十<sup>1</sup>、福西 浩<sup>1</sup>  
1. 東北大学理学部 2. 信州大学工学部

Observations of Geocoronal Hydrogen Lyman  $\alpha$  Emission and  
Interstellar Hydrogen Lyman  $\alpha$  Emission using LAP on board the  
S-520-19 Rocket

\* M.Watanabe<sup>1</sup>, T.Kawahara<sup>2</sup>, S.Watanabe<sup>1</sup>, H.Fukuishi<sup>1</sup>  
1.Faculty of Science, Tohoku University, 2.Faculty of Engineering, Shinsu University

The nightside geocoronal hydrogen Lyman  $\alpha$  emission was observed using a Lyman Alpha Photometer (LAP) on board the S-520-19 rocket. The intensity and the width of the hydrogen Lyman  $\alpha$  emission were observed by changing the optical depth of the cell at four steps ( $\tau \sim 0, 3, 6, 10$ ). The spatial distribution of the interstellar H Lyman  $\alpha$  emission was obtained from the data at  $\tau \sim 10$ , while the intensity of geocoronal H Lyman  $\alpha$  emission was estimated from the data at  $\tau \sim 0, 3, 6$ .

地球超高層大気中に分布する水素原子は、太陽からのH Lyman  $\alpha$ 線を多重散乱して夜側まで回り込んだ地球コロナを形成している。我々の研究室では、H Lyman  $\alpha$ 線観測用に開発した水素吸収セル(Lyman Alpha Photometer, LAP)を宇宙科学研究所の紫外天文ロケットS-520-19号機に搭載し、1995年1月29日の真夜中1時、水素コロナの光学観測を行った。

ロケットは鹿児島宇宙観測所から打ち上げ後スピンを停止し、最高高度(約360km)に達した後、打ち上げから390秒後、機軸を回転軸として1回転を行った。これに伴い、機軸に垂直方向に視野を持つLAPは、打ち上げから390秒までは一定方向を、390秒~430秒の間のロケット回転時には天空を360°スキャンした。LAPはフィ

ラメントを切り替えることで4段階の異なる光学的厚さ( $\tau \sim 0, 3, 6, 10$ )を達成する。 $\tau \sim 10$ で通常の温度の Geocoronal emission はほぼ吸収されるが、今回の観測では、かなりの量の透過光が観測された。これは地球コロナの他に Interstellar H Lyman  $\alpha$ 線も同時に観測されていたためと考えられる。結果をまとめると、

1. Interstellar H Lyman  $\alpha$  emission

星間風の方向、温度(8000K)を仮定し、観測器とのドップラーシフトを考慮することで Interstellar emission の透過光強度を計算した。 $\tau \sim 10$ の時に観測された強度(約200R)とその空間変化の様子をよく説明できる事が分かった。(図1参照)

2. 地球水素コロナ

MSIS90モデルより密度・温度分布を求め、g-factor( $1.6 \times 10^{-4}$  photons/sec/atom)を用いて近似的に計算を行ったところ、強度とその高度変化は、ロケット観測時のF10.7 $\sim$ 80を仮定したモデルでは強度が小さすぎ、F10.7 $\sim$ 150としたモデルに最もよく似ていた。これより、今回観測された水素原子の密度・温度分布はMSISモデルとは異なっていたと考えられる。

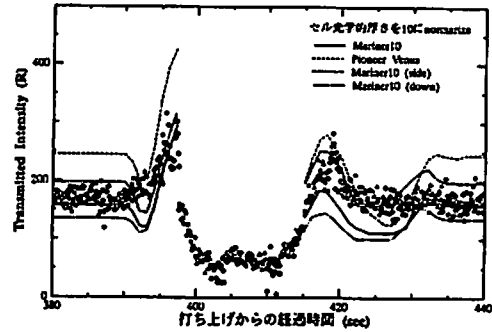


図1. ロールスキャン時のH Lyman  $\alpha$ 線強度。セルの光学的厚さを10にnormalizeしたもの。4本のlineは過去の衛星観測で得られた星間風のIntensityがセルによって吸収された時の強度。397秒付近と418秒付近に見られる増光傾向が、よく一致する。

**B22-P15** SS-520 搭載の中性ガス質量分析器による  
酸素原子ジオコロナ観測の可能性

\* 藤川 暢子、鶴田 浩一郎、早川 基、  
阿部 慎也 (宇宙科学研究所)

Feasibility of Hot Oxygen Geocorona Observation  
with a Neutral Gas Mass Spectrometer on SS-520

\* N.Fujikawa, K.Tsuruda, H.Hayakawa, and S.Abe (ISAS)

The existence of a hot atomic oxygen geocorona has been suggested by a number of researchers. Possible sources of hot oxygen are dissociative recombinations of  $O_2^+$  and  $NO^+$  [Rohbaugh and Nisbet, 1973], and charge exchange of energetic  $O^+$  ions [Torr et al., 1974]. Nevertheless direct observations of hot O geocorona have not done yet. Time-of-flight (TOF) neutral mass spectrometer which is proposed now enables in situ measurement of number density and velocity distribution function of neutral species in the upper atmosphere. Observation feasibility for density and velocity distribution of hot oxygen geocorona by a rocket-borne TOF neutral mass spectrometer will be discussed.

地球外気圏には、 $O_2^+$ と $NO^+$ の再結合や高エネルギーの $O^+$ の荷電交換により生成される高速の酸素原子からなるコロナが存在する。このジオコロナは、 $O^+$ のエミッションの観測や、質量分析器による測定結果と大気モデルとの相違などから高度550kmに数密度 $10^5 \text{ cm}^{-3}$ から $10^6 \text{ cm}^{-3}$ 、温度4000K程度で存在するとされる[Yee et al., 1980, Hedin, 1989]。し

かし直接的な観測は未だになされていない。

現在開発中のTOF中性ガス質量分析器は、平成10年度頃に計画されている宇宙科学研究所の観測ロケットSS-520に搭載を予定している。この装置は、電離された入射粒子の一極電場内の飛行時間と検出器上の到達位置を同時に計測し、粒子の質量と入射速度を測るものである。従って入射速度の分布から大気の平均的な運動や速度分布関数を知ることができる。今までに200Kから1000Kの上層大気、人工衛星とロケットに搭載されたTOF中性ガス質量分析器による観測を想定し、モデル計算を行った。この結果、質量分析のほか、熱的な広がりを持った大気の色度分布関数の観測も容易に実現できることが確認された。さらに非熱的な速度分布を知るための検出精度も得られれば、外気圏でコロナを形成する高速の酸素原子と、熱的な広がりを持った大気を同時に観測することも可能となる。

今回は、酸素原子ジオコロナの測定を目標とした、高度1000kmまで到達するSS-520における観測を具体的に想定し、どのようなことが分かるかを検討した。

参考文献

- Rohbaugh, R. P., and J. S. Nisbet, Effects of energetic oxygen atoms on neutral density models, *J. Geophys. Res.*, 78, 6768-6772, 1973.
- Torr, M. R., J. C. G. Walker, and D. G. Torr, Escape of fast oxygen from the atmosphere during geomagnetic storms, *J. Geophys. Res.*, 79, 5267-5271, 1974.
- Yee, J. H., Jr., J. W. Meriwether, and P. B. Hayes, Detection of a corona of fast oxygen atoms during solar maximum, *J. Geophys. Res.*, 85, 3396-3400, 1980.
- Hedin, A. E., Hot oxygen geocorona as inferred from neutral exospheric models and mass spectrometer measurements, *J. Geophys. Res.*, 94, 5523-5529, 1989.

B22-P16

TOF法を用いた飛翔体用中性大気質量分析器の開発

阿部 慎也、鶴田 浩一郎、早川 基、藤川 暢子  
(文部省宇宙科学研究所)

Development of a neutral gas mass spectrometer for spacecraft using the ion time-of-flight technique method.

S.Abe,K,Tsuruda,H.Hayakawa,N,Fujikawa (ISAS)

We are developing the neutral mass spectrometer for spacecraft using the ion time-of-flight (TOF) technique to directly measure composition and momentum of neutral species in the earth and planetary upper atmosphere. In this phase, we are trying the electron gun for ionization to control the emission current and short pulse duration motion using the field-effect-transistor (FET), and then, to measure the time-of-flight of ionized particle in the vacuum chamber.

地球、惑星の上層大気の研究において、電荷を持たない中性大気の実在は無視することはできないものである。これらの組成、ふるまい、温度が飛翔体で直接観測できることは以下の研究において非常に有効である。

- 1、中性大気風による大気循環
- 2、プラズマの運動とのカップリング
- 3、太陽、磁気圏からのエネルギー注入による中性大気風、組成比の変化
- 4、大気圏より外に流出する中性粒子のふるまい

但し、実際は観測器の壁に化学的活性の高い酸素原子が吸着し、それが検定粒子との化学反応を引き起こす問題が必ずしも解決されている訳ではない為に正しく測定することが難しいのが現状である。この現状を打破できる手段として、我々は飛翔体速度を有効に利用し、一度パルス状に電子ビームを照射し、電離させてから一様電場によって加速され、検出器が受けるまでの飛行時間(TOF)によって質量分析をし、検出位置の違いによって壁の影響を受けた粒子の除去を可能とする、2つの方法を併用した新しい方法を検討している。今回TOFの違いによる質量分析の精度を検討する上で不可欠なパルス電子ビームの基礎研究を行った。

<パルス電子ビーム源の検討>

質量分析するには電子ビームをパルスの発生させ、中性粒子を電離させる必要があるが、このパルスの時間幅は現状では50nsec以下が要求され、しかもビームエネルギーは電離効率の問題で低エネルギー(数10eV)である必要がある。また、ビーム径は位置検出の精度に影響するために1cm以下に抑える必要がある。一般にパルスビーム源を作るにはビームを偏向させ、ある時間の間スリットを通過させる方法が一般的ではあるが、ビーム走行距離が長く必要な為、空間電荷効果による電子ビーム径の広がりが問題になり適用は難しい。そこで安定な電流でかつ短いパルス幅での動作を得る方法として電界効果トランジスタ(FET)を用いた比較的シンプルな方法を検討した。その概念図を図1に示す。これは、2つのFETで構成され、上側のFETはスイッチング動作、下側のFETは定電流回路として動作をする原理である。つまり、上側の素子がオフ状態では電子銃のカソードから放出する電子流の量を下側の素子のgate-source間電圧で決まる飽和電流で制限される。また、逆にオン状態ではカソードの電位がアノード電位よりも高い位置に固定される為にエミッション電流は流れなくなる仕掛けである。

この方法によるパルス電子ビーム源の実現性を実験によって検証した:

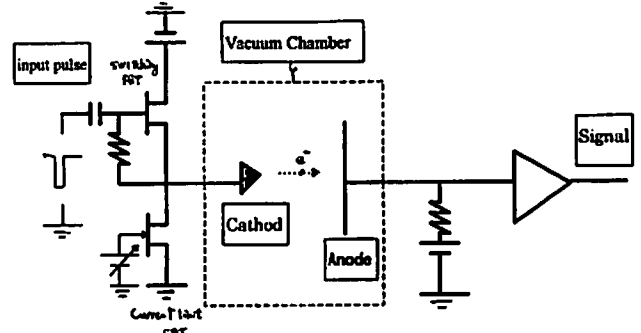


図1 パルス電子ビーム源の構成図

B22-P17

S-520-21号機による  
近赤外大気放射の観測

山本博聖、関口宏之、北島理香子、牧野忠男(立教大・理<sup>1</sup>)  
柴崎和夫(國學院大・文<sup>2</sup>)

Observation of airglow emissions in near infrared wavelength by S-520-21 rocket

Yamamoto,H.<sup>1</sup>,H.Sekiguchi<sup>1</sup>,R.Kitajima<sup>1</sup>,T.Makino<sup>1</sup> and K.Shibasaki<sup>2</sup>

The AIR to measure three airglow emissions in near infrared wavelength (O<sub>2</sub> 1270 nm, N<sub>2</sub><sup>+</sup> 1109 nm and OH 1380 nm) worked well during the S-520-21 flight. Total radiance averaged in each spin cycle showed that for the O<sub>2</sub> emission, it varied from about 120 kR to about 170 kR and from 20 kR to 50 kR for the N<sub>2</sub><sup>+</sup> emission. The OH emission was almost constant of about 50 kR.

オーロラ発光の物理・化学過程解明の目的を持つ観測ロケットS-520-21号機は、1994年12月1日21:39:00UTにノルウエーアンドーヤ基地(69N,16E)から打ち上げられた。近赤外大気放射測定装置(AIR)はN<sub>2</sub><sup>+</sup> 1109 nm, O<sub>2</sub> 1270 nm, OH(9-6) 1380 nmの3種類の大気光を観測した。測定装置はロケット飛翔中正常に作動し、全時間帯でデータを取得した。初期解析結果はこの巻の学会で報告をおこなっている。MAPならびにMGFの努力によってもたらされたロケット姿勢情報をもとに、AIRの観測装置の視野方向を決定し、上りと下りにおいて大気光発光層を通過する時間帯の観測データからO<sub>2</sub> 1270 nmとN<sub>2</sub><sup>+</sup> 1109 nmについて高度90-100 kmにピークを持つ発光高度分布のおおまかな様子を得た。また、O<sub>2</sub>大気光の高度分布を仮定することによってロケット姿勢情報の時間ずれを求めた。図1に打ち上げからの経過時間とこの時間差(100秒以降についてはマイナスな

のでロケット姿勢データをすこしずつ遅らせると両者は一致する)の関係を示す。この結果を考慮しAIR視野がどこを向いているかを決定した。ロケットが通過して行った場所における発光の様子を見るためにロケット高度が200 km以上の場合でAIR視野が真下を中心に両側45度以内での出力結果を図2に示す。1スピン周期が1つの点に対応している。OH放射は余り変化がなく、O<sub>2</sub>放射とN<sub>2</sub><sup>+</sup>放射は、ともにかなり変動が見えている。しかしここでの操作は数100km四方を平均していることになり、非常に大ざっぱである。各スピン内でもこれらの出力は大きな変動を見せており、その放射強度を出している場所を特定する必要がある。空間についての水平方向構造の情報や、粒子振込で生成されるN<sub>2</sub><sup>+</sup>放射をもとに他の2つの放射との強度相関の情報を順次求めて行く予定である。これらのいくつかの結果は学会で発表できる予定である。

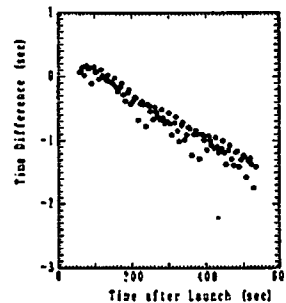


図1 ロケット姿勢データと放射計出力からの姿勢との時間のずれ

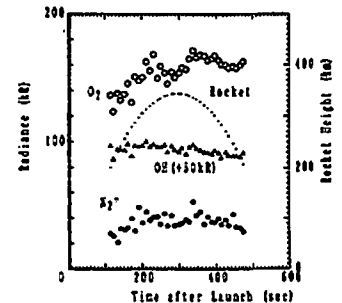


図2 大気光強度の変化時間はAIRが観測する場所の移り変わりに対応している。

B22-P18

S-520-21号機搭載フォトメーターによるオーロラ観測

・今井 正<sup>1</sup>、岡野章一<sup>2</sup>、渡部重十<sup>1</sup>、福西 浩<sup>1</sup>  
(1. 東北大学理学部 2. 国立極地研究所)

A Rocket Observation of Auroral Green Line and Nitrogen Emissions

・T. Imai<sup>1</sup>, S. Okano<sup>2</sup>, S. Watanabe<sup>1</sup>, H. Fukunishi<sup>1</sup>  
(1. Faculty of Science, Tohoku Univ. )  
(2. National Institute of Polar Research )

Auroral emissions of OI 557.7nm, N<sub>2</sub><sup>+</sup> 1NG 427.8nm and N<sub>2</sub> VK 342.5nm were measured by the multi-channel aurora photometer (MAP) on board the S-520-21 rocket, launched from Andoya Rocket Range, Norway on December 1, 1994. It is found that there is a region where only N<sub>2</sub><sup>+</sup> 1NG 427.8nm emission is much darker than OI 557.7nm and N<sub>2</sub> VK 342.5nm emissions. This region appears to be caused by precipitation of soft electrons. The emission mechanism of OI 557.7nm is discussed based on the obtained MAP data.

S-520-21号機に搭載されたMAP (Multi-channel Aurora Photometer) は、OI 557.7nm線、N<sub>2</sub><sup>+</sup> 1NG 427.8nm線、およびN<sub>2</sub> VK 342.5nm線の3波長を観測し、

- (1) OI 557.7nm線の発光源であるO(<sup>1</sup>S)の励起メカニズム
  - (2) オーロラの空間構造の変化に伴うこれら3波長の光の強度変化の解明を目指している。
- S-520-21号機はブレイクアップの約10分後の1994年12月1日21時39分00秒(UT)にノルウェーアンドーヤロケットレンジから打ち上げられ、ブレイクアップに伴う様々な現象の観測に成功した。ロケットのスピンの軸は当初の予定と大幅にずればほぼ水平になったため、視線方向が磁力線と平行になることはほとんどなかった。しかし、逆に、様々なオーロラの領域をスキャンできる結果となり、オーロラの空間構造の変化に伴う3波長の強度変化を捉えることができた。現在までの解析で分かったことは、これらの

3波長の光のうち427.8nm線のみが暗くなっている領域があることである(図1、2)。これは、この領域への降下電子のエネルギーが低いためであると考えられる。本講演では、(1)、(2)の両方についてさらに進めた解析結果を報告する。

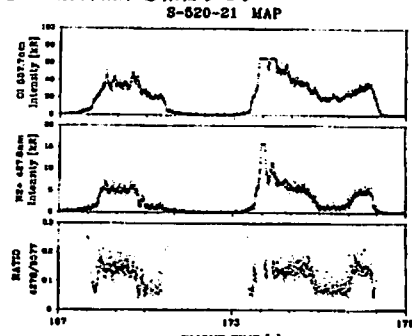


図1. 打ち上げ後167秒~179秒のOI 557.7nm線とN<sub>2</sub><sup>+</sup> 1NG 427.8nm線の強度の時間変化。176秒付近で両者の比の値が小さくなっている。

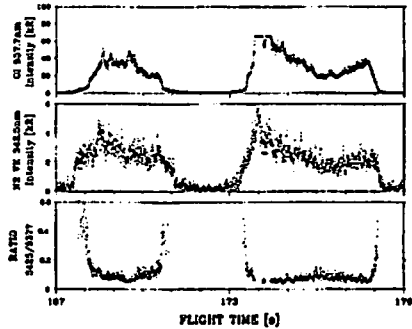


図2. 図1と同じ時間帯でのOI 557.7nm線とN<sub>2</sub> VK 342.5nm線の強度の時間変化。こちらでは、176秒付近でも両者の比の値が変化していない。

B22-P19

S-310-23号機による極域NO<sub>2</sub>高度分布観測 (I I)

・柴崎和夫・渡辺隆・岡田昌幸・鈴木勝久・岩上直幹  
(國學院大) (筑波技術短大) (横浜国大) (東大理)

Measurement of nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) profile in the polar stratosphere and mesosphere by the S-310-23 rocket experiment (II)

<sup>1</sup>SHIBASAKI Kazuo, <sup>2</sup>WATANABE Takashi, <sup>3</sup>OKADA Masa-aki, <sup>4</sup>SUZUKI Katsuhisa, <sup>5</sup>IWAGAMI Naomoto  
1;Kokugakuen University, 2;Tsukuba College of Technology, 3;Yokohama National University, 4;Tokyo University

NO<sub>2</sub> profile in the stratosphere and mesosphere was retrieved from the data obtained with a filterphotometer on board the rocket S-310-23 launched from Andoya Rocket Range (69° N, 16° E) on November 24, 1994. Using differential absorption method, NO<sub>2</sub> slant column density along the light path was derived after the correction by Rayleigh scattering attenuation. However, derived NO<sub>2</sub> slant column density was larger than expected by about one order of magnitude. The light pathlength was calculated with considering the refraction and the solar zenith angle. So far we could not find the reason of larger amount.

1994年11月24日、ノルウェーのアンドーヤ(69° N, 16° E)で実施した、北欧ロケット実験(S-310-23号機)でNO<sub>2</sub>の観測をフィルター放射計を用いて行った。前回の学会で予備観測結果を報告したが、解析が進んだのでその結果を報告する。

図1に2つのチャンネル(448nmと450nm)の観測光強度比の高度分布を示した。なお、ロケットの高度については公式飛行データが存在しないので、S-310-22号機実験の結果も参考にして独自に求めている。原理的には、この光強度比の対数を取ればNO<sub>2</sub>および大気分子の光学的厚みが求まる。モデル大気に関しては、米国家標準大気(緯度60度季節冬)を用い、太陽天頂角・屈折を考慮して光の経路を計算した。大気分子のレイリー散乱による光の減衰を補正し、NO<sub>2</sub>の2波長での吸収計数の差を用いて光の経路に沿ったNO<sub>2</sub>柱状密度を計算した(図2)。

冬季極域のNO<sub>2</sub>鉛直柱状密度は、どんなに多くても2×10<sup>15</sup> cm<sup>-2</sup>程度と考えられる。太陽天頂角90度では、計算上では、約40倍程度になる。図2の

結果は約1桁大きい。エアロソルの影響は無視しているが、30 km以上の高度ではそんなに大きいとは考えがたい。現在のところこのような結果となった原因ははっきりしていない。講演時に改めて検討する。

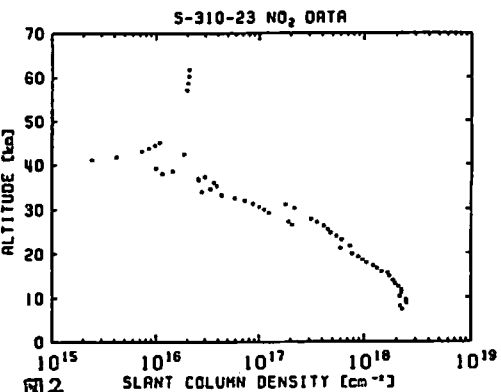
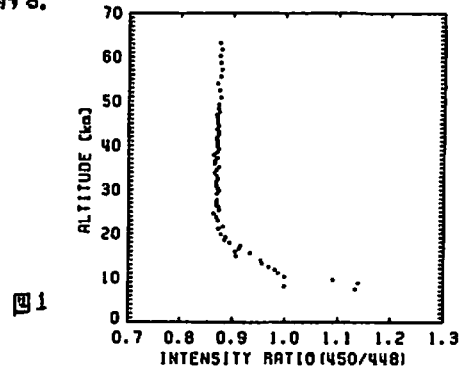


図2



## B22-P20 昭和基地における成層圏NO<sub>2</sub>連続観測 (1990~1995年)

\* 川口あかね、近藤 豊、小池 真、中島英彰 (名大STE研)  
青木周司、小出理史 (東北大学)、山内 恭 (極地研)  
水尾一平 (名大大大気圏研)、岩井邦中 (信州大)

### Observations of Stratospheric NO<sub>2</sub> using a Visible Spectrometer at Syowa Station (1990~1995)

\* A.Kawaguchi, Y.Kondo, M.Koike, H.Nakajima (STE Laboratory, Nagoya Univ.), S.Aoki, S.Koide (Tohoku Univ.), T.Yamanouchi (NIPR), I.Nagao (IHAS), K.Iwai (Sinsyu Univ.)

Ground based observations of NO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> using a visible spectrometer have been made at Syowa station, Antarctica since March 1990. Following the Pinatubo eruption on June 1991, the impact of volcanic aerosols on stratospheric NO<sub>2</sub> abundance have been observed. The results are presented.

南極昭和基地において、1990年3月から、可視分光器を用いた成層圏NO<sub>2</sub>とO<sub>3</sub>の連続観測を行っている。観測波長は432~487nmで、朝夕のSZA=90°時に太陽天頂散乱分光法によって観測し、光路に沿った積分量であるスラントコラム量を見積もっている。今回は1995年1月までの観測結果について、気温との相関や極渦の影響から検討した結果を報告する。また、観測期間中1991年6月にピナツポ火山の噴火があり、その前後の年々変動を観測することができた。その結果についても報告する。

Fig.1に、日没時のNO<sub>2</sub>スラントコラム量の月平均値を示す。ピナツポ噴火の影響は、極渦が崩壊して、ピナツポが起源のエアロゾルを多量に含んだ中緯度の空気が南極上空に流入した1991年10月以降に現れている。噴火によって硫酸エアロゾルが増加し、不均一反応が進んでNO<sub>2</sub>は減少した。夏の期間を見ると1990年と比べて1991年はNO<sub>2</sub>が24% (12月) 減少して

おり、その後1992年から1994年にかけて徐々に回復している。秋にも同様の傾向が見られ、1994年には噴火前のレベルにまで回復している。冬にはPSCs上の不均一反応が卓越するため、特に影響は認められない。

秋から春にかけての、NO<sub>2</sub>スラントコラム量と20hPa (高度25km付近)での気温は、数日のスケールでの変動がよく一致している。

Fig.1で、1990、1993年の6月は、他の年に比べてごく低い値になっている。同じ期間の気温も他の年に比べて低く、昭和基地がより極渦の中心近くに位置していたことによると考えられる。

また極渦の崩壊していく春には、昭和基地の位置が渦の内か外かで、NO<sub>2</sub>の量も左右される。TOMSによるオゾン分布とあわせると、昭和基地が極渦中心に近い年ほど、NO<sub>2</sub>も低い値を示している。

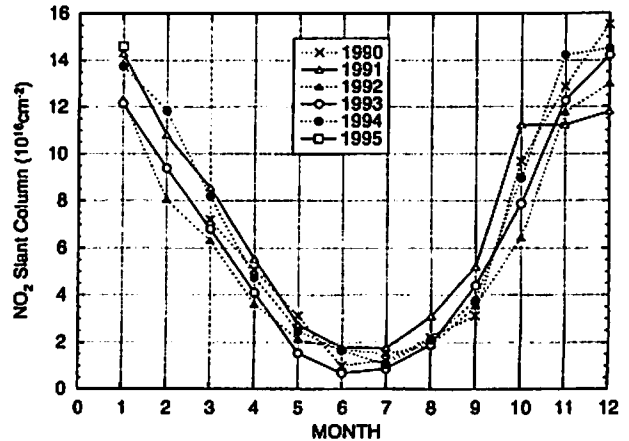


Fig.1 昭和基地における日没時のNO<sub>2</sub>スラントコラム量の月平均値

## B22-P21 ILAS-II CIONO<sub>2</sub>観測用エシェル分光計の試作結果

○久世規彦 (NEC)、鈴木毅 (環境研)、中村邦雄 (松下技研)、  
菅野泰弘 (環境研)、谷井純 (NEC)

### Proto-type model test results of ILAS-II echelle grating spectrometer for CIONO<sub>2</sub> measurement

Akihiko Kuze\*, Makoto Suzuki\*\*, Kunio Nakamura\*\*\*,  
Yasuhiro Sasano\*\*, and Jun Tani\*

\*NEC Corporation, Yokohama, Kanagawa, Japan

\*\*National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, Ibaraki, Japan

\*\*\*Matsushita Research Institute Tokyo Inc., Kawasaki, Kanagawa, Japan

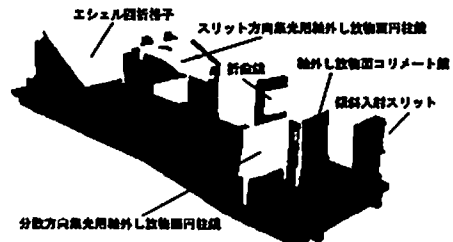
#### Abstract

The vertical distribution of the chlorine nitrate, which is one of important reservoir species, can be well retrieved in the polar stratosphere from satellites by using the solar occultation echelle grating spectrometer which has the 0.15 cm<sup>-1</sup> spectral resolution at 780.2 cm<sup>-1</sup> chlorine nitrate absorption region. The proto-type spectrometer has been successfully developed and its performance has been tested.

前回の学会で報告したように、人工衛星からの太陽掩蔽法による観測においてエシェル分光計を搭載することにより、極域オゾンホール解明に重要であると考えられているCIONO<sub>2</sub>の吸収スペクトル(780.2 cm<sup>-1</sup>)の観測が可能となる。今回性能評価用のエシェル分光計を試作し、地上における性能評価を行ったので結果について報告する。

本分光計は右図に示すように結像面の像回転を補正する傾斜入射スリット、軸外し放物面コリメート鏡、折曲鏡、エシェル回折格子、分散方向集光用軸外し放物面円柱鏡およびスリット方向集光用軸外し放物面円柱鏡より構成される。各光学面は金コートが施されている。また本試作では、次分散に必要バンドパスフィルタは交換可能とするためスリット後方に設置した。本分光計はS/N比を向上するためスリット方向を縮小し、分散方向には分光分解能を確保するためF値の大きい結像系を採用している。また観測波数が780.2 cm<sup>-1</sup>に限定されている為、光軸上での収差を最小に

する非球面の光学系を使用した。光学系の製作は富士写真光機(株)が担当した。



#### ILAS-IIエシェル分光計部分試作光学系

今回の評価ではまず光学素子単体の評価としてモノクロメータを用いて赤外波長域における回折格子の効率の評価を、また白色光源のコリメータにより各鏡面の評価を行った。分光計組立後、まずHeNeレーザー光を光源として結像特性を評価し、分散方向に関しては良好な結像特性が得られていることを確認した。さらにHeNeレーザー光の次数毎の結像位置の評価、およびモノクロメータによる次数毎のブレース波長の評価により分光計の分散を、また1500℃の黒体炉放射光および太陽光を導入し、観測に必要なS/N比が得られることを確認した。今回の評価では、検出器として量子型的光電変換素子である液体窒素冷却のMCT1次元アレイ素子(NEC製)を使用した。上記の評価により、搭載用分光計としての基本性能である分光分解能0.15 cm<sup>-1</sup>、S/N比60以上を確認し、観測要求を満たす光学系であることを確認した。

今後(1)赤外の波長可変半導体レーザーを使用して装置固有の評価、(2)本分光計の10倍程度の分光分解能を有するマイケルソン干渉計とのガスセル吸収スペクトルおよび実太陽光吸収スペクトルの比較測定、(3)搭載用電型アレイ素子との組み合わせ評価、(4)高温空洞黒体コリメータシステムを利用した真空中での絶対感度検定を実施する。

本分光計はCIONO<sub>2</sub>のスペクトルを観測するように設計されているが、バンドパスフィルタ、回折格子を替えることにより他の大気分子観測も可能となる。小型・軽量かつ0.1 cm<sup>-1</sup>レベルの分光分解能を有する分光計であり、気球、航空機、人工衛星への搭載に適している。

**B22-P22 ハレアカラにおけるOI557.7nm, NaD及びOH(8.3) 大気光の全天撮像観測**

椿 俊光<sup>1</sup>、岡野 章一<sup>2</sup>、阿部 利弘<sup>1</sup>、  
福西 浩<sup>1</sup>、木山 喜隆<sup>3</sup>  
1: 東北大理 2: 極地研 3: 新潟大理

**Imaging Observations of OI557.7nm, NaD and OH(8.3) Emissions at Mt. Haleakala**

T. Tsubaki<sup>1</sup>, S. Okano<sup>2</sup>, T. Abe<sup>1</sup>, H. Fukunishi<sup>1</sup> and Y. Kiyama<sup>3</sup>  
1: Faculty of Science, Tohoku University  
2: National Institute of Polar Research  
3: Faculty of Science, Niigata University

We carried out all-sky imaging observations of OI557.7nm, NaD 589.3nm and OH(8.3) band emissions at Mt. Haleakala (20.7° N, 156.3° W, 3056 m) in Hawaii during October 28 - November 10, 1994 using the Multicolor Airglow Imaging System (MAIS). It is found that NaD and OH(8.3) emissions show similar temporal variations, while OI557.7nm emission enhancement occurs 1-3 hour before NaD emission enhancement. Therefore, there is an inverse correlation between OI557.7nm and NaD emissions.

多波長全天撮像装置 (MAIS) は中間圏界面から熱圏領域でみられる様々な波長の大气光の全天イメージング観測のために開発された。

我々は1994年10月28日から11月10日の新月前後の期間、ハワイ・ハレアカラ山頂 (20.7° N, 156.3° W, 海拔3054m) でMAISを用いた観測を実施した。

OH(8.3) bandは高度約85km、NaD線は高度約90km、OI557.7nmは高度約95kmに発光層のピークが存在する。これらの大气光のデータを比較することによりイメージング観測の利点である水平分布のみならず鉛直方向の変化も捉えようというのが目的である。これまでの解析でわかったことは次のとおりである。

1. OI557.7nm大气光に関しては観測時間中最大強度になる時間は日によってことなるが、4~7時間の周期で増減光を繰り返してい

る。増光は北東または南東から西方へ広がっていく。11月1日には水平伝搬速度約47m/sの波動が南西から北東に移動する様子がみられた。

2. NaD大气光とOH(8.3)大气光に関しては、ともに最大強度になる時間は観測開始時である。それから4~7時間後にNaとOH(8.3)は、ほぼ同時に再度増光する。

3. OI557.7nmとNaDのとは増光する時間にずれがある。その時間差は1時間~3時間程度で現象によって異なるが、OI557.7nmが先に増光する。このため図1の例に見られるようにOI557.7nmとNaD線は一般的に空間的にも時間的にも逆相関を示す。

これらの大气光の変動は主に、1日および半日周期の大气潮汐波や内部重力波によって起こされていると考えられる。大气潮汐波の場合、高度90kmから85kmの間でおおよそ2時間から4時間程度の位相差が生ずると予想されるが、今後ハワイのMFレーダによる風のデータと比較することにより、観測された大气光の変動と大气波動の関係性を明らかにする。

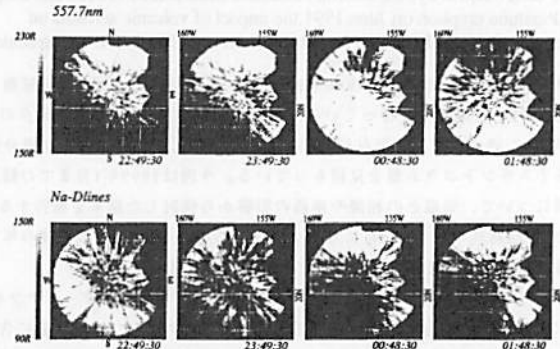


図1 1994年11月5日22時50分から1時50分におけるOI557.7nm大气光とNaD大气光の全天画像の比較。上が北、右が東であり緯線、経線は1度おきにする。

**B22-P23**

**雷放電に伴う中間圏・下部電離圏発光現象の光学観測 : スプライト'95 キャンペーン速報**

坂野井 和代、高橋 幸弘、久保田 実、福西 浩 (東北大学理学部)、  
W. A. Lyons (ASTeR Inc.), U. S. Inan (スタンフォード大学)

**Optical Observations of Lightning-Induced Luminous Events in the Mesosphere and Lower Ionosphere : Sprites '95 Campaign**

K. Sakanoi, Y. Takahashi, M. Kubota, H. Fukunishi (Tohoku Univ.),  
W. A. Lyons (ASTeR Inc.), U. S. Inan (Stanford Univ.)

Optical observations of lightning-induced luminous events in the mesosphere and lower ionosphere were carried out at Yucca Ridge, Colorado during Sprites '95 Campaign. We operated simultaneously a high time resolution (15 μsec) photometer, CCD cameras (ASTeR Inc.), and VLF detectors (Stanford Univ.). The specification of the photometer is shown in Table 1. In this campaign, Lower Ionospheric Flashes (LIF) were discovered. We present the motions of Sprites and LIF with a video display.

近年、雷放電に伴う中間圏・下部熱圏発光現象が発見され注目されている。これは非常に短時間の現象であるために、ビデオフィールド (17 msec) の時間分解能ではその変動を捕らえることは不可能であった。そこで東北大では、発光現象の鉛直方向の伝搬の様子や短い時間・空間変動を捕らえるために新たに高速フォトメータを開発し、1995年6月1日から7月31日にかけてコロラド州ユッカリッジ (40° 40'N, 104° 56'W, 1661m) において実施されたスプライトキャンペーンに参加した。フォトメータの構成は表1に示す通りであり、サンプリング間隔は各チャンネル15 μsec、フォトメータからの信号は内蔵プリアンプで電流-電圧変換された後、高速A/Dボードによってデジタル信号となり光磁気ディスクに記録される。図1に観測の概念図を示す。スプライトキャンペーンには約20の研究機関が参加、さまざまな観測が実施された。また、あけぼの衛星に搭載されたVLF観測器との同時観測も実施された。東北大は、6月10日から7月15日にかけての36日間フォトメータ観測を行い、このうち6晩において、スプライト35イベント、Lower Ionospheric Flash (LIF)のみ6イベントの計41イベントの観測に成功した。(spriteと

LIFの詳細については本学会の福西他、高橋他を参照)。

現在、フォトメータデータとASTeR Inc.のCCDカメラデータ、スタンフォード大学のVLFデータとの比較を行っているが、これまでの初期的な解析から中間圏・下部熱圏領域ではspriteとLIFの少なくとも2種類の発光現象があることが初めて明らかにされた。また、VLFのデータには、LIFに伴い特徴的な波形が見られた。今後、CCDカメラの画像に対するフォトメータの視野を決定し、両者を比較することにより発光高度や伝搬方向・速度を明らかにすると共に、画像データのバックグラウンド除去、および連続する画像間の比較から時間・空間変動を求める予定である。また、講演では観測された発光現象の形をビデオで示す予定である。

表1 フォトメータ構成

チャンネル	視野	仰角	フィルター
A	(トリガ用)	4° ~ 15°	なし
B	9.5° H x 1° V	4° ~ 15°	なし or 赤71nm (>640nm)
C	9.5° H x 1° V	3° ~ 9°	なし or 赤71nm (>640nm)
D	9.5° H x 1° V	3° ~ 9°	なし

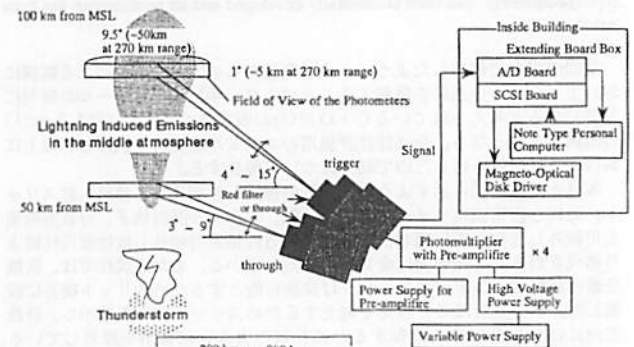


図1 観測の概念図

B会場

10月7日(土) 午前

# 電離圏構造

## Ionosphere

oral: B41-01~12

poster: B41-P26~P34

座長 渡部重十 (東北大・理学部)  
品川裕之 (名大・STE研)

## B41-01 極域電離圏上部におけるイオンの加熱と運動

渡部重十, 坂野井健, 福西浩 (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)  
B.A. Whalen, A.W. Yau (Herzberg Institute of Astrophysics)  
あけぼのサイエンスグループ

### Energization and Transport of Thermal Ion in the Topside Polar Ionosphere

S. Watanabe, T. Sakanoi, H. Fukunishi (Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku University), T. Abe (Aoyama Gakuin University), E. Sagawa (Communication Research Laboratory), B.A. Whalen, A.W. Yau (Herzberg Institute of Astrophysics), Akebono Science Group.

The Suprathermal Ion Mass Spectrometer (SMS) on the EXOS-D 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 ( $< 20\text{eV}$ ) and near the polar cap boundary over  $\sim 2000\text{km}$  altitudes and the latitudinal range is less than  $100\text{km}$ . 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. These ions are also drifting by an ExB convection in the polar cap region.

EXOS-D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 $2000\text{km}$ 高度以上で、緯度方向には $100\text{km}$ 以下の広がりである。この領域は経度方向に極をとりかむように定常的に広がっており、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、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。

図1はTIE領域での同時観測を示している。UT6:07ころ衛星はポーラキャップ境界領域を通過し熱的イオンの加熱、磁力線方向の電子加速、大規模な電場構造、沿磁力線電流を観測した。この領域は高度 $\sim 3300\text{km}$ 、 $\sim 19\text{MLT}$ 、不要磁気緯度 $\sim 75^\circ$ である。イオンは $\sim 100\text{eV}$ 付近まで磁力線に垂直な方向に加熱 (TIE) され、UT6:06.40 $\sim$ 6:07ではコニクスを形成している。電場 (EFD) デー

タは、イオン加熱とコニクス領域が極域プラズマ対流内に存在していることを示している。

TIE領域でのEXOS-D衛星による同時観測から、イオン加熱のメカニズムだけでなく極域での $O^+$ 流過程 (大気流出過程) も明らかにすることができるものと考えている。

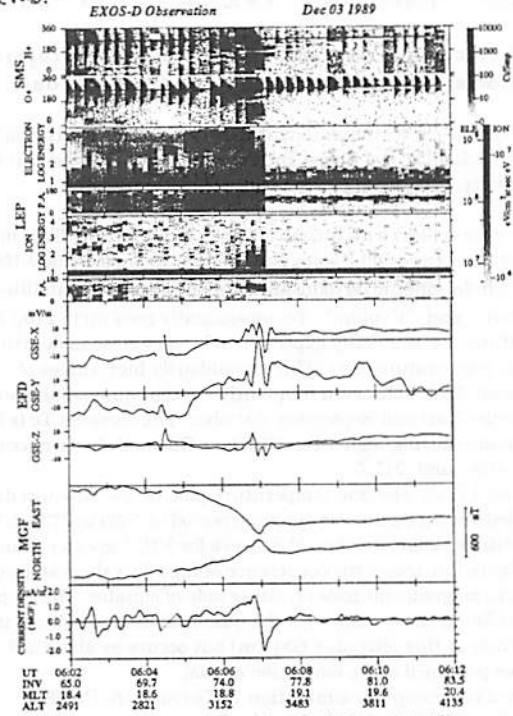


図1. EXOS-D衛星によるイオン加熱領域での同時観測。

## B41-02 赤道帯におけるmorningovershootにおよぼす西向き風の影響

磯田綾子<sup>1</sup>, 小山孝一郎<sup>2</sup>, N.Balan<sup>2</sup>, 渡部重十<sup>3</sup>, 高橋忠利<sup>3</sup>, 大家寛<sup>3</sup>, G.Bailey<sup>4</sup>, 鈴木勝久<sup>1</sup>, 1 横浜国大, 2 宇宙科学研究所, 3 東北大学, 4 シェフィールド大学

### Mechanism of intensified morning overshoot in the equatorial ionosphere

Fusako Isoda<sup>1</sup>, K.-I.Oyama<sup>2</sup>, N.Balan<sup>2</sup>, S.Watanabe<sup>3</sup>, T. Takahashi<sup>3</sup>, H.Oya<sup>3</sup>, G.J.Bailey<sup>4</sup>, K.Suzuki<sup>1</sup>

1 Yokohama National University, 2 Institute of Space and Astronautical Science, 3 Tohoku University, 4 University of Sheffield.

Morning overshoot of electron temperature ( $T_e$ ) is a well known phenomenon. Early in the morning when the ambient electron density is low, photoelectrons produced by the faint sunlight heat the ambient thermal electrons. When the electrons are produced sufficient enough, the energy distributed to each electron is reduced, causing low  $T_e$ .

While we have been studying the HINOTORI data, we found that the morning overshoot of  $T_e$  over the equator is larger than that in higher latitudes. Figure 1 illustrates  $T_e$  versus local time from 2:00 to 10:00 LT with varying magnetic latitude (MLAT) for May, June and July Months for the solar flux  $F_{10.7} > 175$ .  $K_p$  is less than 3. Around 5:00 LT,  $T_e$  shows the maximum in all latitudes and this morning overshoot shows 3000 K at 30 degrees south, increasing to 4000 K near the equator, and then decreases toward 30 degrees in the north.

In Figure 2, we show a computer simulation of the latitudinal

variation of  $T_e$  at the height of 600 km at 4 different times 5:00, 5:30, 6:00 and 6:30 LT. At 5:00 LT,  $T_e$  shows 1000 K at 20 degrees in the northern latitude and it is nearly constant all through the latitudes. While at 5:30 LT,  $T_e$  increases between the latitude of 10 and -10 degrees. This  $T_e$  increase continues until 6:30 LT. At 6:30 LT, the peak disappears. In order to reproduce this intensified morning overshoot, the as observed by the AE-E satellite is used in the model computation. Electron density  $N_e$  reduces because of the increased recombination caused the downward motion of plasma, the reduced density intensifies the morning overshoot.

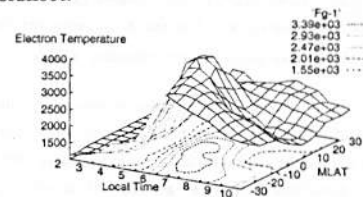


Figure 1 Observed electron temperature versus local time and latitude.

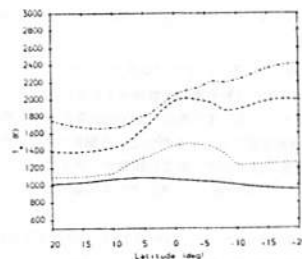


Figure 2 Theoretical latitudinal variation of  $T_e$  for morning hours at 600 km altitude.

B41-03 Prereversal Enhancement 後の高い電子温度一観測と理論の比較

○小山孝一郎<sup>1</sup>、渡部重十<sup>2</sup>、N.Balan<sup>1</sup>、高橋忠利<sup>2</sup>、大家寛<sup>2</sup>、G.Bailey<sup>3</sup>、<sup>1</sup>宇宙科学研究所、<sup>2</sup>東北大学、<sup>3</sup>シェフィールド大学

High electron temperature in the nighttime topside equatorial ionosphere-Theory and Observation

K.-I.Oyama<sup>1</sup>, S.Watanabe<sup>2</sup>, N.Balan<sup>1</sup>, T.Takahashi<sup>2</sup>, H.Oya<sup>2</sup>, G.Bailey<sup>3</sup>, <sup>1</sup>Institute of Space and Astronautical Science, <sup>2</sup>Tohoku University, <sup>3</sup>Sheffield University

Many cases of large nighttime electron temperature (Te), much higher than expected, were observed in the topside (600-1000 km altitude) equatorial ionosphere by the Japanese satellites "Hinotori" and "Kyokko". Te occasionally goes up to 2700 K. Nighttime Te is usually expected to be very close to neutral kinetic temperature (Tn). The anomalously high values of nighttime Te are observed frequently in the equinoctial months of March-April and September-October. The elevated Te is found to enhance during high solar F10.7 cm flux and shows maximum value at around 21LT.

Figure 1 is an electron temperature plot of the Hinotori data sampled during equinox in the time period of 2030 to 2130 LT in the latitude range of -30 to 30 degrees for F10.7 greater than 250. The figure illustrates the occurrence of high Te values at around 10 degree magnetic latitude on either side of equator. The Te peaks are not found to coincide with the equatorial anomaly crests in ionization at this altitude (600 km) but occurs by about 2-5 degrees poleward of the ionization crests.

Figure 2 is a computer simulation of Te using the Sheffield Ionosphere-Plasma Sphere Model. Te is plotted against latitude for 2100 LT. The altitude changes from 500 (bottom curve) to

1100 km (top curve) with 100 km spacing. Comparison of figures 1 and 2 shows that the observations and theory are in very good general agreement. The theoretical Te peaks are also found to occur poleward of ionization crests and enhance with altitude in the topside ionosphere. At the altitude of 700 km Te peaks are 300 K higher than the background value. The peak value increases and the location of the peak approaches each other with altitude and finally the peaks merge at the altitude of 1000 - 1100 km. Comparison of figures 1 and 2 also reveals some differences in the observation and theory. The theoretical model shows a Te peak of only 50 K amplitude at the altitude of 600 km and the location of the Te peak is at about 17 degree, while observed Te peak shows an amplitude of 300K and the location of the Te peak is at about 10 degrees. The differences between the observations and theory will be discussed.

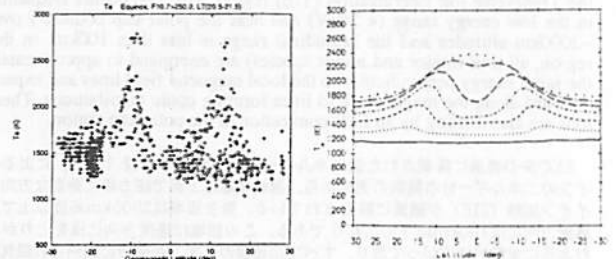


Figure 1 Observed (Figure 1) and computed (Figure 2) Te plots

Reference  
Oyama, K.-I., Verification of IRI plasma temperature at great altitude by satellite data, Adv.Space.Res., 14, (12)105- (12) 113, 1994.

B41-04 "大空" 衛星による低高度(350-850km)

捕捉Heイオンの観測

○阿輪顕<sup>A</sup>、長谷部信行<sup>B</sup>、三島靖<sup>A</sup>、小林正規<sup>A</sup>、近藤光志<sup>A</sup>、濱田淳<sup>A</sup>、水田勝明<sup>C</sup>、河野毅<sup>D</sup>、菊池順<sup>E</sup>、道家忠義<sup>F</sup>、愛媛大 理<sup>A</sup>、愛媛大 教養<sup>B</sup>、玉川大 工<sup>C</sup>、理化学研究所<sup>D</sup>、早稲田大 理工研<sup>E</sup>

Low-Altitude Trapped Helium Observed by the OHZORA Satellite during 1984-1987

A.Ryowa<sup>A</sup>, N.Hasebe<sup>B</sup>, Y.Mishima<sup>A</sup>, M.Kobayashi<sup>A</sup>, K.Kondoh<sup>A</sup>, J.Hamada<sup>A</sup>, K.Nagata<sup>C</sup>, T.Kohno<sup>D</sup>, J.Kikuchi and T.Doke<sup>F</sup>

Faculty of Science, Ehime Univ.<sup>A</sup>, Faculty of General Education, Ehime Univ.<sup>B</sup>,

Faculty of Engineering, Tamagawa Univ.<sup>C</sup>, The Institute of Physical and Chemical Research<sup>D</sup>,

Science and Engineering Research Laboratory, Waseda Univ.<sup>E</sup>

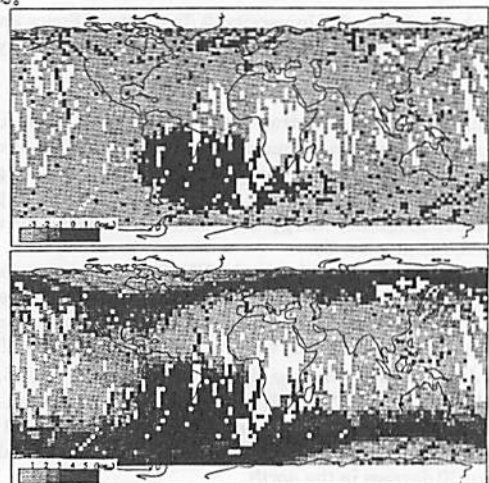
The global distributions of particle fluxes for protons, helium and electrons in the altitude region of 350-850 km have been obtained using observations from the OHZORA satellite during the geomagnetically quiet period of 1984-1987. Transient trapped-He fluxes associated with solar/geomagnetic activity at low-altitude are compared with that for the quiet-period fluxes and peaks in the L-distributions of the trapped-He are formed at L=1.4-1.8 and L=2-3 in the quiet and transient period, respectively. Possible source of the fluxes is discussed during the substorm.

[はじめに] 低高度捕捉・降下粒子の研究は以前から行われているが、近年スペースステーションをはじめとした低軌道での実験計画が多数持ち上がるに当たり、宇宙環境の基礎研究としてその重要性が再認識されている。また最近のSAMPEX衛星による捕捉宇宙線異常成分(C,N,Oイオン)の観測ではL=2.1付近で鋭いピークを持つという報告があり、それ以外の成分との比較が重要となっている。本研究では"大空"衛星の観測データを用いて、高エネルギーのProton, Heイオン, Electronについての空間分布、L分布、それらの高度変化についての詳細な解析を行った。

[観測] "大空"衛星は1984年2月~1987年3月にかけて運用された。衛星は運用高度350-850km、軌道傾斜角75°であり、搭載されたΔE×E高エネルギー粒子検出器(HEP)により、Proton(0.64-35MeV)、He(4.8-13MeV/n, 13-37MeV/n)、Electron(0.19-3.2MeV)の粒子強度が全球的に観測されている。観測期間は太陽極小期にあたるが、いくつかのフレアイベントやそれ

に伴うSubstormも観測されている。

[解析結果] 磁気圏静穏期(|Dst| ≤ 30nT)では上記の粒子について高度を350-475km、475-600km、600-725km、725-850kmに分割し、各粒子成分の強度分布図を得た。特にHeイオンについての空間分布は今回初めて得られたものである。Heイオンの空間分布はProton, Electronと比較して南大西洋地磁気異常帯(SAA)に局在しており、Proton, Electronで見られる極域のオーロラ帯はHeでははつきりしない。比較のためにHe(725-850km, 13-37MeV/n)とElectron(725-850km, 0.19-3.2MeV)の強度分布図を下に示す。またSAA領域におけるHeイオンフラックスのL分布について詳細な解析をおこなった。低高度捕捉Heイオンフラックスは太陽・地磁気活動に密接に関連している。特にL=2~3の領域にその影響が現れやすいことが、最近の"大空"衛星、"あけぼの"衛星などの解析結果から示されている。本研究の解析結果では、磁気圏静穏期においては4.8-13MeV/nでL=1.4、L=2.7、13-37MeV/nではL=1.4にピークがみられた。これを観測期間中のいくつかのSubstormの期間のL分布が示す特徴と比較して、磁気圏静穏期~擾乱期でのL分布の時間変化を調べた。これらの結果から放射線帯粒子の起源やそのダイナミクスについて議論する。



上段がHe、下段がElectron。トーンバーの単位は[counts/cm².sr.sec]。

**B41-05 地磁気静穏日における  
F 領域電場のエンハンスメント**

高見 友幸 深尾 昌一郎 (京大超高層)

Enhancements of the Quiet-time F Region Electric Fields

◦ T. Takami and S. Fukao

(Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University)

We have examined the quiet-time behavior of the F region electric fields at middle and low latitudes, using the average F region perpendicular plasma drifts obtained with the Jicamarca, Arecibo, Shigaraki MU, St. Santin, and Millstone Hill radars. We interpret that the daily variation of the drift consist of a smooth background pattern and enhancements, and the background pattern is predominantly diurnal. With this interpretation, we have extracted the enhancements of the electric fields.

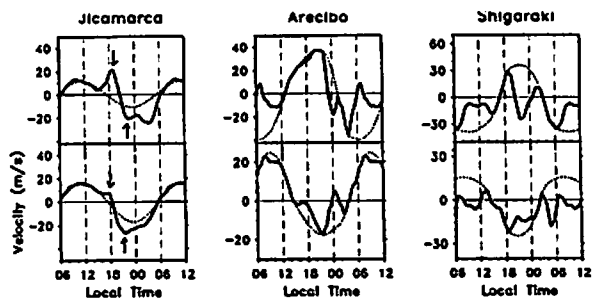
Jicamarca, Arecibo, 信楽 MU, St. Santin, Millstone Hill レーダーで観測された F 領域プラズマドリフト速度の平均日変化・季節変動・太陽活動依存性について解析し、地磁気静穏時に 2~4 時間の時間スケールで現れる F 領域電場のエンハンスメント (一時的増大あるいは減少) に注目した。

右図にエンハンスメントの実例を示す。実際は静穏時の (a)Jicamarca, (b)Arecibo, (c) 信楽におけるドリフト速度の磁力線直交成分 (電場に対応する) の平均日変化である。点線は仮定された背景日変化であり、この背景日変化に重なって、ドリフト速度の、すなわち、電場のエンハンスメントをみることが出来る。背景日変化はエンハンスメントが存在していない場合の日変化を意味し、ここでは、F 層ダイナモだけによって生成されると解釈している。すなわち、背景日変化は F 領域中性風の平均日変化に基づき、卓越した一日周期の変動成分を持つようにひかれている。F 層ダイナモは、当初、低緯度の夜間に対して提唱されたが、最近の研究からは、高太陽活動期には低緯度の昼間においても、さらに中緯度の昼間においても、卓越するという可能性が言われ出してきたおり、F 層電場の生成に重要に関わっていると見られる<sup>(1)</sup>。

エンハンスメントは、言うなれば、背景日変化からのずれであり、F 層ダイナモとは異なる別のメカニズムにより生じたと解釈する。図 (a) に示された赤道 F 領域の夕方東向き電場のエンハンスメントは、このような解釈で認められてきた唯一の例である。しかしながら、図中の矢印で示されるように、東向き電場に引き続く西向き電場のエンハンスメントが発生するという観点でとらえ

られたことは、今までになかった。また、他種のエンハンスメントが、図 (b), (c) にも一例を示したとおり、中・低緯度の広範囲にわたって出現する。これらのエンハンスメントに、全く注意が払われてこなかったのは赤道夕方エンハンスメントのように単一日のデータではっきり判別できるほど規模の大きい、目立ったものではなかったからである。大きな日々変動に隠されがちであるため、平均日変化に基づいてはじめて抽出することができる。

講演では、上記のような解釈で抽出したエンハンスメントの生成機構について述べ、それがエンハンスメントの季節変動・太陽活動依存性をきちんと説明することから、逆に、エンハンスメントの概念を正当化したい。たとえば、図 (a) のエンハンスメントは夕方 F 領域の東向き風によるダイナモが引き金となった、E-F 相互作用が原因で生じる<sup>(2)</sup>。図 (b), (c) における  $V_{E\perp}$ 、 $V_{N\perp}$  の夜間のエンハンスメントはほぼ同時に発生しており、同一の発生機構であると思われる。もし完全な F 層ダイナモが作用しているとなれば、 $V_{E\perp}$ 、 $V_{N\perp}$  の変動はそれぞれ東向き、北向きの中性風の変動と同一であるべきであるが、観測事実はそのようではない。我々は E 層上部のダイナモによって引き起こされているとみる。



図：地磁気静穏時における F 領域プラズマドリフト速度の磁力線直交成分。(a) Jicamarca における鉛直上向き成分 [中太陽活動期・夏 (上) と冬 (下)]、(b) Arecibo における (上) 東向き ( $V_{E\perp}$ ) および (下) 北向き成分 ( $V_{N\perp}$ ) [低太陽活動期・夏]、(c) 信楽における (上)  $V_{E\perp}$ 、(下)  $V_{N\perp}$  [低太陽活動期・夏]。

- 1) 高見 他、第 98 回 SGPSS 講演予稿集、A21-09, 1994
- 2) 高見 他、第 95 回 SGPSS 講演予稿集、J11-Q08, 1994

**B41-06 Ionospheric Drift Similarities  
at Non-conjugate Locations**

W. L. Oliver<sup>1</sup>, T. Takami<sup>2</sup>, and S. Fukao<sup>2</sup>

1: Center for Space Physics, Boston University, Boston, MA, USA

2: Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University, Uji, Kyoto 611

Suggestions in the literature indicate that the observed similarity in ionospheric drifts between Arecibo-summer and Shigaraki-winter and again between Arecibo-winter and Shigaraki-summer conditions at night are due to conjugate effects owing to the circumstance that the Shigaraki magnetic conjugate point has the same latitude as does Arecibo (in the opposite hemisphere). Here we develop this theory further from one of association to one of cause-and-effect. We base our explanation on the control of drifts at conjugate locations resting with the location of higher electrical conductance and suggest that this usually results in practice in summer-hemisphere control of the winter hemisphere at night, with the daytime case being more complicated. We develop a simple electric-circuit analog to represent the hemispheric electrical coupling and control. Consequences of our theory are that the Arecibo-summer Shigaraki-winter nighttime similarity is indeed due to conjugate effects but that the Arecibo-winter Shigaraki-summer similarity has little to do with conjugacy. We predict that such similarities should also exist between

Saint Santin summer	-	Arecibo winter
Saint Santin summer	-	Malvern winter
Shigaraki summer	-	Irkutsk winter
Shigaraki summer	-	Kharkov winter
Shigaraki summer	-	Saint Santin winter
Arecibo winter	-	Malvern winter

the last same-season similarity owing to the fact that Arecibo and Malvern, in spite of their very different geographic latitudes, have conjugate points with the same geographic latitude. These drift similarities are stronger for the zonal than for the meridional drifts. It has been

suggested (Burnside *et al.*, 88, 6259, 1983; Rishbeth, personal communication) that this is related to the geometry of the F region dynamo process that causes the motive electric fields, whether the charge separation so produced has a vertical or strictly horizontal separation. The daytime similarities are much less striking because the controlling E regions have more comparable densities and at solar maximum the F regions may gain dynamo effectiveness similar to that of the E regions.

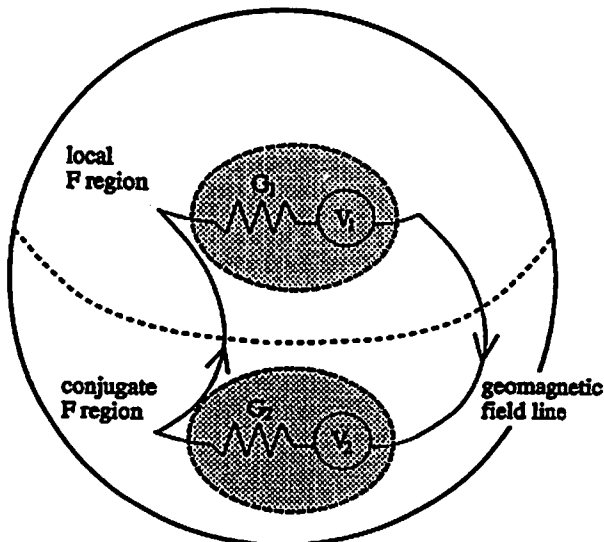


Figure 1. Electric circuit model of conjugate F regions.

**B41-07 Modeling the MU radar F region observations**

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.

MU radar observations of the electron density and plasma drift velocities in summer at solar maximum are investigated using the Sheffield University plasmasphere-ionosphere model (SUPIM). The model calculations of the diurnal variations of the electron density profile, in which the  $E \times B$  drift and neutral air wind derived from the observed plasma drift velocities are used as input parameters, reproduce the observations well. Figure 1 shows an example of the observed and modeled electron densities from noon June 25 to noon June 26, 1990. The importance of diffusion, electrodynamic drifts and neutral winds on the principal features of the observations are investigated by comparing the observations with model results calculated with different model inputs. The results show that at the MU radar magnetic latitude (25°N) the effect of the west-east electric field on the electron density can not be neglected in comparison with the effects of the neutral wind. The neutral air wind can explain the observed feature that the F region electron density is lower around noon than in the morning and during presunset period. At night, the observed feature that the increase in the F2 layer peak electron density ( $NmF2$ ) is accompanied by a lowering of the F layer cannot be explained by any neutral wind but rather is caused by the postsunset eastward electric field. It is found that, the plasma fountain caused by the eastward electric field, which gives rise to a plasma flux from the plasmasphere to the ionosphere at the MU radar latitude, play an important role in the variations of the electron density and is responsible for the midnight increase in  $NmF2$ . Because of the importance of the eastward electric field on the downward flux, the effects of the electric field at the MU radar latitude can not be replaced by the effects of an artificial neutral wind. Model results also show that an equatorward/poleward neutral wind can strengthen/weaken the downward field-aligned plasma flux.

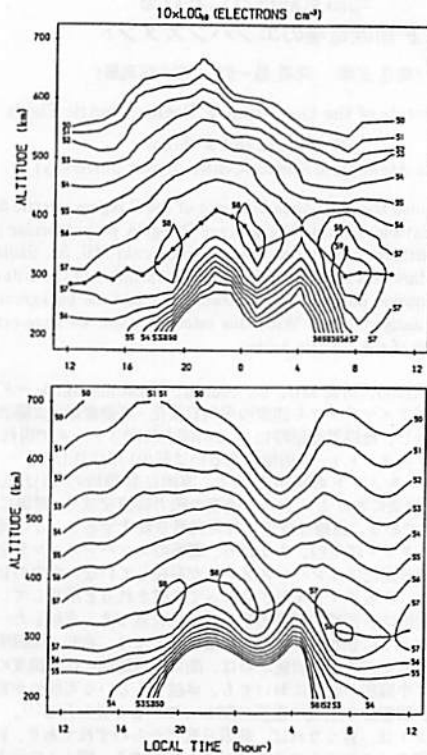


Figure 1. Contour plots of the diurnal and altitude variations of the observed (upper panel) and modeled (bottom panel) electron densities.

**B41-08 電離圏 E 領域イレギュラリティの準周期構造に関する日米共同観測計画—SEEK—**

°深尾 昌一郎<sup>1</sup>・山本 衛<sup>1</sup>・早川基<sup>2</sup>・向井利典<sup>2</sup>  
 R. Pfaff<sup>3</sup>・R.T. Tsunoda<sup>4</sup>

SEEK 観測グループ

(1: 京大超高層 2: 宇宙研 3: NASA GSFC 4: SRI International)

Sporadic E Experiment over Kyushu: SEEK

°S. Fukao<sup>1</sup>, M. Yamamoto<sup>1</sup>, H. Hayakawa<sup>2</sup>, T. Mukai<sup>2</sup>  
 R. Pfaff<sup>3</sup>, and R.T. Tsunoda<sup>4</sup>

SEEK Group

(1: RASC, Kyoto Univ. 2: ISAS

3: NASA GSFC 4: SRI International)

A coordinated rocket campaign is being prepared to be conducted in Japan in August 1996 for elucidating the generation mechanism of the quasi-periodic structure of E-region irregularities. The structure is considered to be generated by altitude modulation of Sporadic E layers by small-scale gravity waves. The MU radar, FAR (VHF radar), the CRL ionosonde chain, MAIS, and other ground-based instruments will also be deployed for simultaneous observations.

はじめに 最近 MU レーダーが見出した電離圏 E 領域イレギュラリティからの反射エコーは特異な準周期的構造を示し注目されている [Yamamoto, Fukao et al., *J. Geophys. Res.*, 1991]. 現在までに提唱されたモデルによると、この構造は大気重力波によって高度変調された Es 層に伴って生じるとされている。地上観測装置のみによってモデル検証のための鍵パラメータを全て観測することが不可能であることから、ロケットと地上観測機器を用いた多元的観測—Sporadic E Experiment over Kyushu: SEEK—が計画されている。

観測計画の概要 SEEK は日米の研究者による国際協同事業であり、文部省宇宙科学研究所 (ISAS) 鹿児島宇宙センター (内之浦) から打ち上げられるロケットを用いた電離圏 E 領域の直接観測を中心としている。平成 8 年 8 月、ロケット S-310 2 基を約 20 分の間隔で連続に打ち上げ、(1) 分極電界の空間分布、(2) スポラディック E (Es) 層と背景電離層の電子

密度、(3) イレギュラリティの微細構造、(4) 中性大気の流れと波動、の観測を行う。一方、同時地上から可搬型 VHF レーダー観測・MU レーダー観測・衛星電波シンチレーション観測・MF レーダー観測・アイオノゾンデ網観測・大気光イメージング観測等を行う。これらの多面的観測によって電離圏 E 領域イレギュラリティの時間・空間構造を明らかにし、その生成機構の解明をはかる。図 1 に SEEK の概念図を示す。まとめ 本研究は特に、電離圏 E 領域イレギュラリティと背景の中性大気中の波動現象を同時に観測する事によって、中緯度における周期構造を伴うイレギュラリティの生成機構を明らかにすることを目的としており、電離圏-中層大気相互作用の新しい現象に光を投げかけるものと期待される。

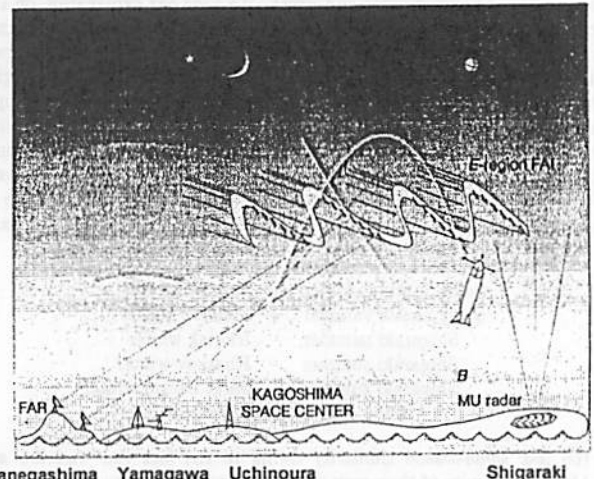


図 1. SEEK の概念図

B41-09 MU レーダーと分光計による  
中間圏上部の OH 光、流星風、温度の同時観測

高橋 久夫, P. P. Batista, R. A. Buriti  
(ブラジル国立宇宙科学研究所)  
\* 中村 卓司, 津田 敏隆, 深尾昌一郎  
(京都大学・超高層電波研究センター)  
堤 雅基 (獨地研究所)

Simultaneous Measurements of the Upper Mesospheric  
OH emission, Meteor Wind and Temperature  
by an Airglow Photometer and MU Radar

H. Takahashi, P. P. Batista, R. A. Buriti  
(Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, CP -515,  
12201-970 Sao Jose dos Campos, SP, Brazil)  
T. Nakamura, T. Tsuda, S. Fukao  
(Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University)  
and M. Tsutsumi (National Inst. for Polar Research)

Simultaneous observations of the night airglow OH(6,2) band intensity and rotational temperature by an airglow spectro-photometer and meteor wind and temperature by the MU (Middle and Upper atmosphere) radar have been carried out at Shigaraki (34.9N, 136.1 E) from November 3 to 11, 1994. The photometer measured 8 cardinal points of the sky, with a horizontal distance of about 370 km, in order to measure horizontal structure of the OH emission intensity and temperature field. Time resolution to determine the intensity and temperature at the same position was about 6 min. On the same time, the MU radar observed signals backscattered by meteor trails and determined horizontal wind velocities (N-S and E-W) as a function of height. Time integration to determine wind vectors was about 30 minutes. It is the first simultaneous observation campaign using the OH airglow photometer and the

MU radar.

In the night of November 4, 1994, a southward propagation of OH intensity variation with periods of 6 hours was observed, with a horizontal phase velocity of approximately 100 m/s. The OH rotational temperature field also showed a similar propagation but the temperature maximum leads the intensity maximum by about 100 min.. The meteor wind data, on the other hand, showed a northward background wind with an amplitude of about 15 m/s at around 85 km of altitude during the wave passage, which suggests the Doppler shifting of this wave observed by OH emission was small. The meridional wind velocity also had a variation with a similar period with vertical phase propagation of about 1.3 m/s and a vertical wavelength of 28 km. These results obtained from the two different techniques reveal that there was an atmospheric wave passage, most probably an inertia-gravity wave, on this night. The detailed wave characteristics are in investigation.

From diffusion process of the meteor tail, ambient atmospheric temperature fluctuations can be inferred, using a relation between the bipolar diffusion coefficient, D, and the atmospheric temperature, T, as to  $T'/T_0 = 1/2(D'/D_0)$ , where  $T_0$  and  $D_0$  represent time averaged values, if we assume Boussinesq approximation. Comparison of these parameters at around 87 km with the OH rotational temperature, from more than 37 hours of simultaneous measurements, showed good correlation in their nocturnal variations and day to day temperature oscillations. It is suggested that the meteor radar technique to infer the atmospheric temperature using MU radar is useful in monitoring the atmospheric temperature between 80 to 100 km.

B41-10 衝突回数を考慮した  
イオノグラム(h')の計算

○ 深見 哲男, 長野 勇, John MACDOUGALL  
(石川 高専) (金沢 大学) (西オンタリオ大学)

Calculation of Apparent Heights of Ionograms with Collision

Tetsuo FUKAMI, Isamu NAGANO, John MACDOUGALL  
(Ishikawa C. of Tech.) (Kanazawa U.) (U. of Western Ontario)

It is important that apparent heights are obtained from an ionosphere model. Up to date, the apparent heights have been estimated by integration of group delay along the ray path without collision. We suggest a new method giving the apparent heights and reflection coefficients simultaneously. This method considers the collision using the full wave method, but need not consider the ray tracing. This method is compared with the former one.

電離層観測機から送信されたパルス電波が電離層中を時間T伝播後、再び受信されるとする。見かけ高さ(h')は、光速cと電離層の下端高度をz<sub>0</sub>を用いて

$$h' = cT/2 + H_0 \quad \dots (1)$$

で表される。電離層中の電波は正常(O)波と異常(X)波に分離し別々の群速度V<sub>o</sub>で伝播し別々の経路をたどる。従来法は、O・X波を別々にRay path計算を用いて、微小通路dをV<sub>o</sub>で通過するための微小時間dt(=dV<sub>o</sub>/V<sub>o</sub>)を反射点Rを含む通路積分してTを求める方法である。しかし、反射点付近でV<sub>o</sub>がOに近づき数値積分自体が難しいことやRay path計算が衝突回数を考慮していないことなどの問題点がある。また、イオノグラムの受信強度の情報も無視されてきた。

これに対し筆者らの計算法は、まず電離層を電気回路のブラックボックスと考えると、垂直入射のO・X波の反射係数Rexp(jφ)は伝達関数に相当する。遅延時間すなわちTは、角周波数をωとすると

$$T = | \partial \phi / \partial \omega | \quad \dots (2)$$

となる。φを正確に得るため、電離層を層厚dの均質媒質層が階段状に積み重ねられているとみなし反射係数を求めるfull wave計算法<sup>1)</sup>を用いた。

図1に示す電離層を用いて得られた5.03MHzにおけるdと反射係数の関係を図2 a, bに示す。Rはλ/5(λ:自由空間波長)で一定となるが、φはλ/200においても度オーガで変化しておりφの真値を計算することは非常に難しいことが分かる。しかし、これらのφはその階段状電離層に対して厳密な位相であるので、同じ電離層を用いて数値積分すれば、その電離層のh'が得られるはずである。図2 cにそれを示す。λ/20程度でh'は一定となった。従来法による計算値と比較すると筆者らの方が少し高い値を示した。この方法は衝突回数を考慮しておりRay path計算を必要としない。また、反射係数も当然出力するので、理論的なイオノグラムを算出できる。

【文献】 Nagano et al(1975)  
Radio Science, 10, 6, 611-617.

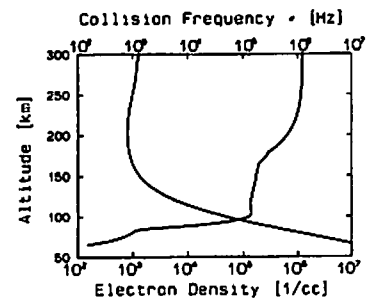


図1. 計算に用いた電離層モデル

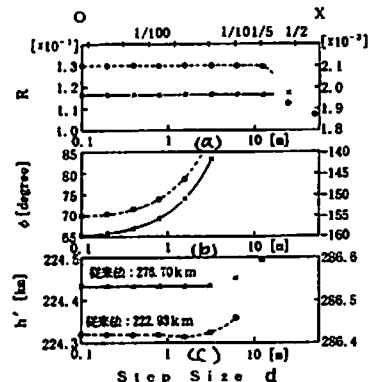


図2. dとR, φおよびh' (5.03MHz)



## Numerical Simulation of the Perkins Instability in the Nighttime Mid-latitude Ionosphere

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

To describe the mid-latitude ionospheric phenomena, Perkins derived a set of field line integrated moment equations, and pointed out the conditions in which the *F* region ionosphere becomes unstable [Perkins, 1973]. We studied the non-linear evolution of the *F* region irregularities by a numerical simulation using Perkins' model equations. Our attempt is to reproduce the mid-latitude ionospheric electric field fluctuations (MEFs) observed by satellites [Saito et al., 1995] with Perkins' model. MEFs are a few mV/m in magnitude, having several tens km wavelength, and horizontally extends for several hundreds km. They appear in the mid-latitude nighttime ionosphere and continue more than ten minutes. These electric field fluctuations are attributed to the polarization electric field in the *F* region ionosphere.

The set of the equations for the field line integrated Pedersen conductivity and electric field are as follows:

$$\frac{\partial \Sigma_P}{\partial t} + \nabla_{\perp} \Sigma_P \left( \frac{\mathbf{E}_{\perp} \times \mathbf{B}}{B^2} + \frac{mg \times \mathbf{B}}{eB} \right) = \frac{Nmg}{B^2 H_n} \sin^2 D - \Sigma_P E_y \frac{\cos D}{B H_n} \quad (1)$$

$$\nabla_{\perp} \cdot (\Sigma_P \mathbf{E}_{\perp}) - \nabla_{\perp} \Sigma_P \cos D \left( \frac{2kT}{eH_n} + \frac{mg}{e} \right) - \frac{2kT}{e} \nabla_{\perp}^2 \Sigma_P = 0 \quad (2)$$

In these equations,  $D$  and  $H_n$  represent the dip angle and the scale height of neutral atmosphere, respectively.  $\Sigma_P$  is Pedersen conductivity integrated between

bottomside and topside of the *F* region ionosphere.  $X$  and  $Y$  axes are both perpendicular to the geomagnetic field line and northward and eastward, respectively.  $Z$  is along the field line. In spite of the existence of the field-aligned currents inside of MEFs, the field-aligned currents are neglected in these equations. The second term on the left hand side of the equation (1) is the convective term of  $\Sigma_P$  and contributes to the  $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$  instability. The first term on the right side of (1) shows the increase of  $\Sigma_P$  as the plasma are pulled down along the field line by gravity. The second term gives the decrease of the conductivity due to the upward movement by  $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$  drift. This equation indicates that in the case when the perturbation of  $\Sigma_P$  and that of the eastward current have different signs, the ionosphere becomes unstable. In other words, if the eastward current supporting ionosphere against the gravity enhances at low  $\Sigma_P$  region, the ionosphere is pushed up and conductivity gets further lower.

The equations (1) and (2) are solved numerically with various initial conditions. One of the result is shown in Figure 1. In this case, the background electric field is 5 mV/m and toward northeast. Stabilization and unstabilization of modulations by the northward component of electric field and east-westward conductivity gradient through the  $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$  instability are seen.

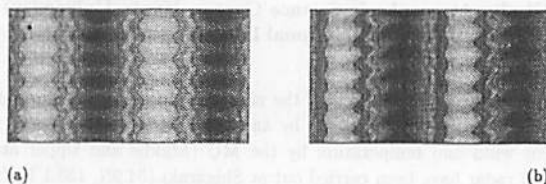


Figure 1. Contour map of the field line integrated Pedersen conductivity in the plane perpendicular to the geomagnetic field. The size of the calculation is 128x128 km. The horizontal and vertical lines are east-west and north-south direction, respectively. The initial condition is shown in (a). (b) is 10 min. after the start.

### References

- Saito, A., T. Iyemori, M. Sugiura, N. C. Maynard, T. L. Aggson, L. H. Brace, M. Takeda, and M. Yamamoto, Conjugate occurrence of the electric field fluctuations in the nighttime midlatitude ionosphere, *J. Geophys. Res.*, 100, to be published, 1995.  
Perkins, F., Spread *F* and ionospheric current, *J. Geophys. Res.*, 78, 218-26, 1976.

## B41-12 熱圏-電離圏結合モデル (3)

品川裕之 (名大・STE研)

### Thermosphere-Ionosphere Coupling Model (3)

H. Shinagawa (STEL, Nagoya University)

A coupling model of the ionosphere and the thermosphere is presented, and results obtained by the model are discussed. The ionospheric model employs the MHD equations with some simplifications. The model is being improved by including more ionic species ( $O^+$ ,  $H^+$ ,  $NO^+$ ,  $O_2^+$ ,  $N_2^+$ ) than our previous model, and by increasing spatial resolution. In addition, an effort is being made to extend the upper boundary of the ionospheric model, which includes the plasmasphere and a part of the magnetosphere.

前回に引き続き、現在開発中の熱圏・電離圏結合のグローバル数値モデル、およびその結果についての議論を行う。

グローバルな熱圏・電離圏相互作用に関しては、これまでもいろいろなモデルが開発されてきたが、熱圏・電離圏の入力パラメータ (電離率、加熱・冷却率など) の精度が不十分であるという問題の他、定性的にも大きな問題点として残っているものとしては、(1) 下層・中層大気との結合、(2) 磁気圏との結合、(3) 局所的過程とグローバル過程の相互作用の取り扱い、など

がある。すべての過程・領域を含む3次元モデルを十分な精度で構築することは、現在のところ不可能であり、問題の解明には、様々な角度からモデリングを構築していく必要がある。

我々が開発しているモデルの特徴としては、電離圏モデルの部分において、ある程度の近似を用いることにより電磁流体力学的な取り扱いを行っていることである。これにより将来的には磁気圏MHDモデルとの結合を目指している。また熱圏・電離圏相互作用過程をできる限り正確に扱うため、極座標上の同じ座標でプラズマと中性粒子を取り扱っている。

前回の発表以降の改良点は以下のものである。

(1) 電離圏のイオン組成は  $O^+$ ,  $H^+$ ,  $NO^+$ ,  $O_2^+$ ,  $N_2^+$  を含めた。ただし、ダイナミクスとしては基本的には1流体的に取り扱っている。

(2) グリッド間隔は、緯度・経度方向に10度とし、鉛直方向には、高度100 km付近ではグリッド間隔は10 kmで、高度とともに間隔を増加させている。

(3) 鉛直方向の下方の境界を100 kmとし、電離圏については、上方の境界を大幅に拡張して、プラズマ圏や磁気圏の一部までも含むモデルとなりつつある。

(4) 現実性を損なわない範囲で、いくつかの仮定と、物理過程の単純化をすることにより、計算の効率が上がり、現実的な時間内での計算が可能になった。

ただし、これまでのモデル同様、下層大気からの影響の取り扱いなどに関しては依然不確定な要素が残っている。また、空間精度としては、従来のものに比べやや不十分であり、今後改良の余地がある。

B41-P26

SFU環境計測用インピーダンスプローブの電気的特性と初期運用時のQL観測速報  
 \* 渡辺 勇三 (宇宙研)  
 佐々木 進 (宇宙研) 松岡 忍 (USEF)

Preliminary Report of the Electron Density Observed by the Impedance Probe (PIP) installed on the SFU-SEM-EMS \*Yuzo WATANABE and S.SASAKI [ISAS] S.Matsuoka [USEF]

PIP is installed on the SEM (SFU Environment Monitor) of the EMS (Environment Monitoring System), which is mounted on the upper platform of the SFU. SFU was launched by the H2 rocket at 17:01 on the 18th day of March in 1995 from the Tanegashima Space Center. The spacecraft environments are observed by the SPDP (Space Plasma Diagnostic Package) and the EMS. PIP measures the electron density around the SFU by detecting the UHR resonance frequency.

序

平成七年三月十八日にH2ロケットが打ち上げたSFUに搭載されている環境計測装置(研究総括:宇宙研・佐々木進:製作:電装、明星)の一部の電子密度測定機器PIPの電気的特性と初期運用の結果を速報する。

1 SFU搭載の環境計測装置

シャトルのDGPを母型にして開発されたSFUの環境計測装置の主な役割はミッション運用の支援、実験機器運用の支援、高信頼性環境計測の確保である。一号機の環境計測はSPDPとEMSで行われる。SPDPには密度ゆらぎ検出器、分光観測器(含材料実験)、磁場測定器がある。EMSは、SEMとPEM(Plasma Environment Monitor)で構成されSEMは、真空計、質量分析計、PIP、PLP、波動受信機、微小重力計の六つから成り、PEMは、真空計、加速度計、温度計で構成される。

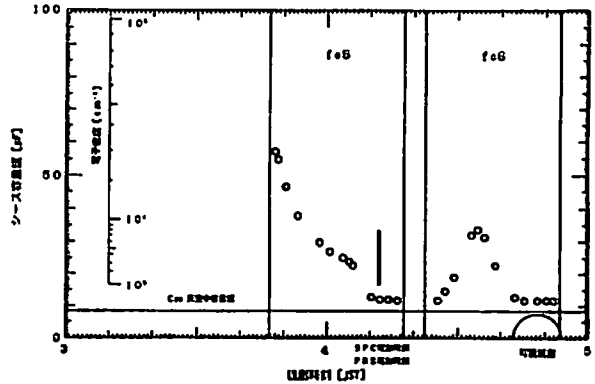
2 PIPの測定原理と仕様

観測モードには周波数掃引SWモード(Swept frequency mode)と固定周波数FXモード(Fix frequency mode)がある。プローブにはSWモードで0~10 MHzの信号が、FXモードで0.4 MHzの信号が印加される。周波数掃引式インピーダンスプローブPIPは容量ブリッジの一端に専用のCPプローブ(Cylindrical Probe)を接続したプリ・アンプと掃引及び固定信号の発生部と処理部で構成されている。

SWモードではプラズマ中プローブの等価容量値の周波数特性からUHR共鳴周波数を検出して電子密度を求める。FXモードではプローブ周辺のイオンシースの等価容量値を測定して電子密度の概略値を連続観測する。

III 初期運用解析結果速報

プローブ容量スペクトラム及び周波数較正とも8秒の周波数掃引を5回繰り返して40秒間連続して固定周波数測定を行なう標準モードで観測された。低電子密度でのプローブ特性は地上較正時の真空中特性に一致した。CALで、5MHz、20pF、150pFのオンボード較正值を得た。日陰時F05、日照時F06の環境計測を行なった。温度補正はしていない。



結

SFU背後のボイド領域やプラズマウェイクの特性はSFU回転ラムウェイク連続環境計測モードのF07(日陰時)F08(日照時)で試みられ大型探査機環境科学の研究分野を拓く先駆けとなる。

参考文献

Susumu SASAKI, Yuzo WATANABE, Nobuyuki KAYA, Toshiaki YOKOTA, Eichi SAGAWA, Sadao MIYATAKE, Masahiro OHTA, and Fumio TOHYAMA. Study of Spacecraft-Generated Environment on SFU. 19th ISTS Sympo. 1994.

B41-P27

SFUによる宇宙飛翔体のプラズマ電磁環境に関する研究  
 — 初期解析結果および理論・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 全徳<sup>3</sup>

1: 国立極地研究所 2: 宇宙科学研究所 3: USEF

Study of Plasma Electromagnetic Environment with SFU observation

Masaki OKADA<sup>1</sup>, Yuzo WATANABE<sup>2</sup>, Susumu SASAKI<sup>2</sup>, Shinobe MATSUOKA<sup>3</sup> and Masaki EJIRI<sup>3</sup>

1: NIPR 2: ISAS 3: USEF

SFU (Space Flyer Unit) has successfully launched in March 1995 and has been observing various spacecraft environment. SFU has capability of observing plasma density in the vicinity of the spacecraft body with PIP (Impedance Probe). Plasma density observation is expected to indicate slight enhancement in ram density relative to that in the wake. Although many theoretical works and computer simulation studies have been done on the spacecraft plasma environment, this is the first experiment which we can compare our experimental data with these theoretical and computational studies. In our presentation, we will show a couple of preliminary results from the SFU observation and will compare the results with the foregoing theoretical works and the computer simulation studies.

SFUは1995年3月に打ち上げられ、現在までのところ飛翔体環境の計測を順調に続けている。SFUは衛星周辺の環境計測を行なうために、日照時および日陰時の双方で、スピンを利用してRam側およびWake側のプラズマ電子密度の観測を行なうことができる。日照時にはSFU本体からの光電子放出あるいは衛星本体からのアウトガスによるプラズマ密度の上昇が予測されているとともに、衛星自身の航跡(Wake)と思われる密度の減少が観測されるものとおもわれる。本発表では、SFUによる観測データの初期解析結果を用い、これまで行われてきた宇宙プラズマと飛翔体との相互作用に関する理論解析あるいは衛星周辺のプラズマ電磁環境の擾乱に関する計算機実験結果とを比較検討し、より現実に近い衛星環境のモデル化を行なう予定である。

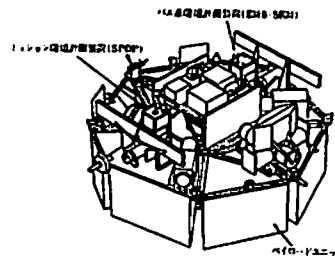


図1: Configuration of SFU Experiment. (from Sasaki, S. et al., 1993)

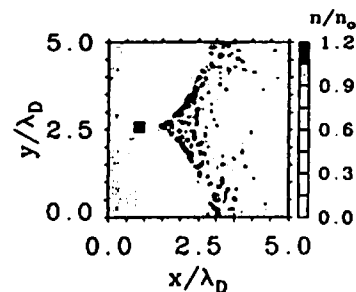


図2: Simulation results of the spacecraft-plasma interaction. (from Okada, et al., 1995, in print)

B41-P28

### 電離圏 E 領域沿磁力線 イレギュラリティと スプラディック E 層の統計的研究

武村 健一 山本 衛 深尾 昌一郎  
京都大学超高度電波研究センター

#### Statistical Study of Field-Aligned Irregularities in the E-Region and Sporadic-E Layer

\*K. Takemura, M. Yamamoto, S. Fukao  
Radio Atmospheric Science Center Kyoto University

Relationship between Field-Aligned Irregularity (FAI) in the E-region and Sporadic E ( $E_s$ ) layer was studied. FAI echo was observed by the Frequency Agile Radar (FAR) in Taiga from the end of May to the end of July, 1993, and  $E_s$  layer was observed by Ionosonde in Shigaraki. We recognized clear correlation between FAI and  $E_s$  layer with regard to altitude variations and day to day variations of occurrence frequency.

中緯度の電離圏 E 領域沿磁力線イレギュラリティ (FAI; Field-Aligned Irregularity) の中で、主に夏季の日没後に高度 100 km ~ 130 km の広い範囲にわたって短時間に発生と消滅を繰り返す筋状の「準周期エコー」が存在する時にはスプラディック E ( $E_s$ ) 層も出現していることが報告されている。このことを統計的に調べるために、1993 年 5 月 ~ 7 月に滋賀県大上郡多賀町で行われた可搬型 VHF レーダー (FAR; Frequency Agile Radar) 観測 (周波数 43.72 MHz の FAI エコー観測) と信楽 MU 観測所のアイオノゾンドの観測結果を用いて、FAI と  $E_s$  層の強度と発生高度の時間変化、また発生高度の日変化の相関を調べた。

15 分毎に得られるアイオノグラムから、 $E_s$  層の強度として臨界周波数を求め、高度 90 ~ 140 km、周波数 3 ~ 5 MHz の間でエコー強度が最大になる平均高度から  $E_s$  層発生高度を定めた。一方 FAR データについては、アイオノゾンド観測と時間分解能を合わせるために、時間分解能 15 秒の FAI エコー強度の時間・高度分布を 15 分平均して、平均エコー強度の高度プロファイルにおける最大値を FAI の強度とし、その高度を発生高度とした。図 1 に 1993 年 7 月 13 日 19 時 ~ 14 日 2 時における FAI と  $E_s$  層の発生高度の時間変化を比較した結果を示す。時間と共に 115 km から 100 km に高度が下がる様子が良く

一致している。次に FAI と  $E_s$  層の発生頻度の日変化を調べる。毎晩 19 時から翌日 2 時までの時間範囲において FAI と  $E_s$  層の強度がそれぞれあるしきい値を超えるデータ数の割合を求め、その日々変化の様子を比較した。図 2 に 1993 年 7 月における結果を示す。相関係数は 0.83 であり、両者の発生頻度の日変化にも良い対応が見られることが分かった。

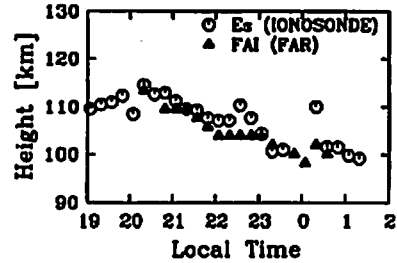


図 1: 1993 年 7 月 13 日 19 時 ~ 14 日 2 時における FAI と  $E_s$  層の発生高度の時間変化の比較。

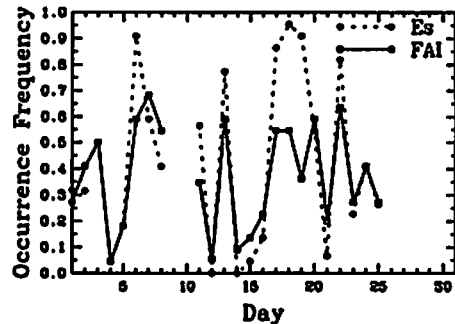


図 2: 1993 年 7 月における FAI と  $E_s$  層の発生頻度の日々変化。

B41-P29

### 電離圏 E 領域 沿磁力線イレギュラリティ特性の 日周変化の研究

齋 哲也、山本 衛、深尾 昌一郎  
(京都大学 超高度電波研究センター)

#### Daily Variation of Midlatitude E-Region Field-Aligned Irregularities

\*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 1993 was similar to those obtained as summer seasonal average by IS observations with the MU radar in the low solar activity.

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。エコーはその時間・高度分布が示す特徴の違いによって 2 種類に分けられ、夏季の夜間に高度 100~130km の範囲に現われ、周期 5~10 分で発生と消滅を繰り返す「準周期エコー」、夏季の日没後や他の季節において高度 90~100km の範囲に現われ、長時間持続的に存在する「連続エコー」が存在する。

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、そのドップラースピード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 12~16 方向に向け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 1993 年 5 ~ 7 月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、全観測期間平均のドリフト速度の時間変化を示すが、これは MU レーダー IS 観測に基づく太陽活動度極小期の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) と概ね一致した。特に準周期エコーが卓越する 21~0 時の時間帯に西向きドリフト成分が最大となる様子が明らかとなった。これは従来の研究から知られていた準周期エコー領域の東西水平伝搬が西向きとなる傾向と一致している。

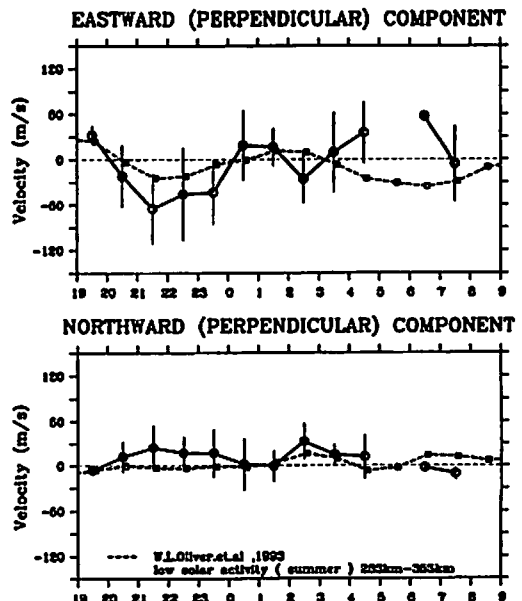


図 1: 1993 年 5 月から 7 月の MU レーダーによる多ビーム観測から求められた FAI のドリフト速度の各 1 時間毎の磁力線直交東西成分 (上図) と南北成分 (下図)。横軸は日本標準時。

B41-P30

### MU レーダーによる 電離圏/熱圏大気重力波の観測

○大塚 雄一<sup>1</sup> 深尾 昌一郎<sup>1</sup> W. L. Oliver<sup>2</sup> 高見 友幸<sup>1</sup>  
津田 敏隆<sup>1</sup> 山本 衛<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> 京都大学超高度電波研究センター <sup>2</sup> ボストン大学

MU Radar Observations of Ionospheric/Thermospheric Gravity Waves

○Y. Otsuka<sup>1</sup> S. Fukao<sup>1</sup> W. L. Oliver<sup>2</sup> T. Takami<sup>1</sup>  
T. Tsuda<sup>1</sup> M. Yamamoto<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> RASC, Kyoto University <sup>2</sup> Boston 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, horizontal trace speed is about 200 m/s.

序 MU レーダーは、ビームを高速に走査することが出来、異なるビーム方向の電子密度を同時に観測することが出来る。これにより、電離圏 F 領域における電子密度の時間的変化・空間的変化を区別することが出来る。本研究では、この特徴を活かして MU レーダー上空を伝播する電離圏/熱圏大気重力波の特性について解析を行った。

観測及び解析方法 本研究では、1986 年 9 月より現在に至るまで行われている MU レーダー電離圏定常観測(毎月 48 ~ 72 時間のマルチパルス観測)データを用いて波状構造の見られる 45 観測日について解析を行い、重力波の平均的特徴を調べた。MU レーダーは、ビームを天頂角 20°で地磁氣的東西南北の 4 方向に走査しており、ビーム間の最短水平距離は高度 250 km で約 129 km である。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(40, 50, ..., 130 分)を抽出し、それぞれの波動成分についてビーム間の相互相関を計算して波動がビーム間を伝播するのに要する時間を求めた。この時、各波動成分は正弦波に近いものとなるので、相互相関係数は複数のピークをもつ。本研究では、波が伝播するのに要する時間は波の周期よりも小さいとして伝播ベクトルを求めた。従って、水平伝播速さは周期と高度によって異なる下限をもつ(図中実線)。

結果 伝播方向は、40~130 分の全ての周期において南向きが多かった。図に、観測日毎に求めた周期と水平伝播速さの関係をプロットした(図中○)。水平伝播速さは、ばらつきが大きいものの、平均(図中●)では周期に依らず約 200 m/s であった。さらに、大気重力波理論より得られる分散関係<sup>1)</sup>(図中点線)と比較すると、エネルギー消散がなく、鉛直波長が 100~200 km とした場合と良く一致する。

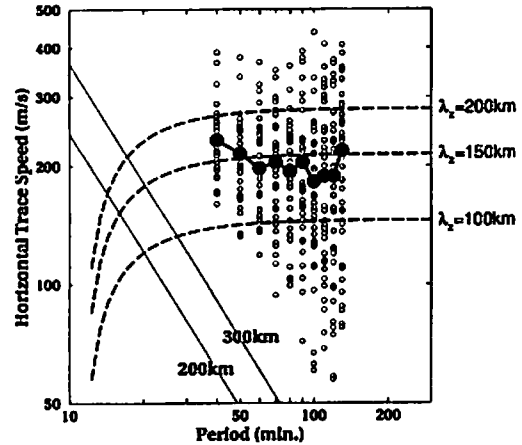


Fig.1: MU レーダー観測から得られた分散関係(周期-水平伝播速さ)とエネルギー消散のない場合の理論曲線を示した図。実線は、高度 200km と 300km における水平伝播速さの下限を示す。

参考文献

1. Hines, C. O., Internal atmospheric gravity waves at ionospheric heights, *Can. J. Phys.*, 38, 1441-1481, 1960.

B41-P31

### 極域での電離層電子密度と 地上磁場データから推定した電離層電流との関係

○石井 守・菊池 崇(郵政省 通信総合研究所)

Relationship between ionospheric electron density and ionospheric current deduced from ground based magnetometer data

○M. Ishii, T. Kikuchi (Communications Research Laboratory)

We investigated the relationship between the magnetic field perturbations on the ground and the height-integrated conductivity deduced from EISCAT radar observations. In that study, we pay attention to the events observed in the morning sector in which Hall conductance keeps high for about 1 hour after disappearing the perturbation of magnetic field on the ground. As the next step of that study, we investigate the relationship between Cosmic Noise Absorption(CNA) and ground-based magnetometer data observed at Syowa Station, Antarctica. We use annual data set observed on 1992. In these studies we attempt to know the relationship between these events and substorms. The merit of this study is to have a statistical analysis with large data set of CNA and magnetometer data. In addition to this presentation, we will show some new examples of analysis about the relationship between the magnetic field perturbations and ionospheric conductance observed by EISCAT.

これまで私たちは、EISCAT レーダーのデータを用いて3:00-8:00LT付近の電離層電気伝導度と地上磁場変動との関係を調べてきた。特に、地上磁場変動がほとんど無くなった後も数時間に渡ってHall 電気伝導度が強くなっている現象についての考察を続けてきた。今回はこの研究に関連して、南極昭和基地で観測された銀河電波吸収(Cosmic Noise Absorption, CNA)と地上磁場変動との関係を調べた。データは1992年1年間の観測結果を用いた。(JARE DATA REPORTS No. 205, National Institute of Polar Research, 1995)

この研究は、このような現象が起こる際の磁気圏-電離圏結合の状態特にサブストームとの関連について調べることを目的とする。CNAデータを用いることの長所として、1年間を通じた電離層吸収と磁場変動の比較を行うこと

で統計的な処理を行う事ができる点が挙げられる。

講演ではこの研究に併せて、EISCATデータを用いた電離層電気伝導度と地上磁場との関係の解析で新たに得られた例についても言及する。

謝辞 観測データの使用を快く承諾していただいた国立極地研究所及び第33次南極越冬隊宇宙空間部門の方々に感謝します。

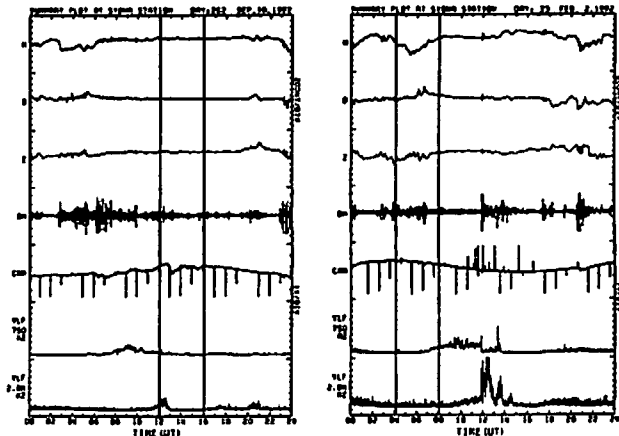


Figure: Two examples of perturbations of the Magnetic field on the ground and CNA. (Left) the example of remaining of large CNA after disappearing of magnetic field perturbations. (Right) Reverse relationship of the leftside example.

B41-P32

トップサイド電離圏で観測された  
イオン組成の季節変化  
巖本 巖 (通信総合研究所)

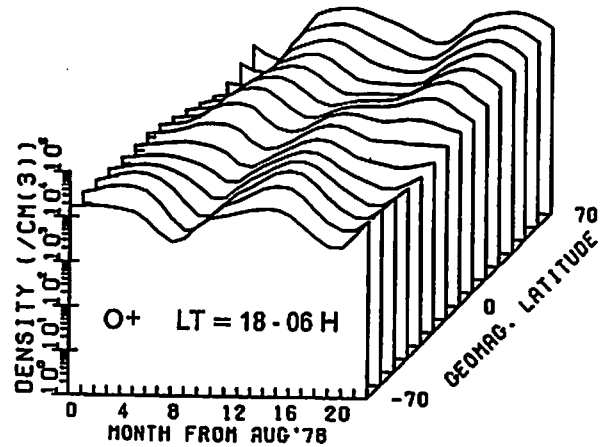
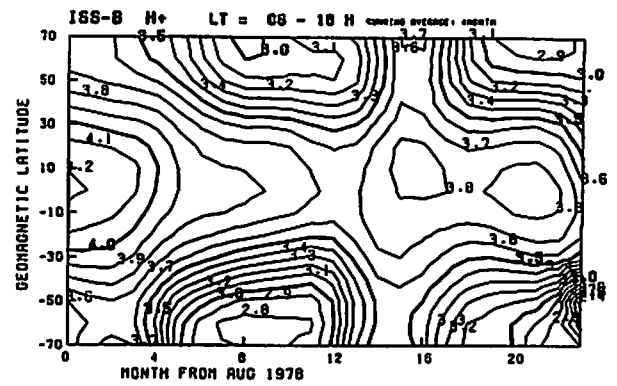
Seasonal Variations of the ion Composition Observed in  
the Topside Ionosphere

Iwao IWAMOTO  
(Communications Research Laboratory)

Seasonal variations of the ion densities ( $H^+$ ,  $He^+$ , and  $O^+$ ) at 1100 km altitude for daytime- and nighttime-conditions have been obtained from the ISS-b observations. The upper panel of the figure shows the contour plot of  $H^+$  at daytime (06 - 18 LT), and the lower panel shows the cross sectional view of  $O^+$  plot at night (18 - 06 LT). To obtain these plots, a four-month moving average is used. For example, for the points corresponding to abscissa value of 0, data from August 1978 to November 1978 are averaged. Such an averaging is continued for 24 months by one-month step. As for the ordinate, data are averaged in 5-degree bins in the geomagnetic hemisphere. Similar plots have been produced for three kinds of ion species.

From these seasonal plots, following characteristics have been found.

1. Variations of  $O^+$  show very regular sinusoidal structure, indicating that distribution of  $O^+$  is controlled mainly by the solar declination angle. However, the amplitude of oscillation is very small in the southern latitudes at daytime.
  2. The daytime  $H^+$  distribution is very symmetric between the northern and southern hemispheres. That is, difference between the winter and summer hemispheres is small.
  3. The daytime  $He^+$  density in the winter hemisphere is higher than that in the summer hemisphere, whereas the situation is reversed at night. That is, so-called winter helium bulge is absent at night.
- Interpretation of these characteristics is presented.



B41-P33

Modeling study of equatorial ionospheric height  
and spread F occurrence

Takashi Maruyama  
Communications Research Laboratory

1. Introduction

Chemical process is important to determine the ionospheric height during the daytime. After sunset, however, ionization at the lower altitudes rapidly disappears due to a large recombination coefficient and a lack of photo-ionization. Consequently, the zonal electric fields and thermospheric neutral winds become important for the ionospheric height changes. At the magnetic equator, the zonal electric field effectively changes the ionospheric heights because of the vertical  $E \times B$  drift direction. However, it is believed that the neutral wind does not change very much the ionospheric heights, because the transportation of the ionization along the magnetic field line due to the wind effect is horizontal. Thus height variations in the ionosphere using ionosondes have been used to estimate zonal electric fields.

The zonal electric field is a major controlling factor of the generation of plasma bubbles and equatorial spread F during evening hours. Comparison of the occurrence feature of equatorial spread F and zonal electric fields ( $E$ ) derived from  $h'F$  variations shows overall consistency in terms of generalized Rayleigh-Taylor plasma instability (Abdu et al., 1981). In detailed quantitative discussions, however, some disagreement has arisen.

This paper examines the accuracy of the method used to derive zonal electric fields from the virtual height change and discusses the Rayleigh-Taylor instability growth rate.

2. Model calculations

We calculate ion distribution by solving the ion continuity equation and momentum equation for  $O^+$ ,  $NO^+$ ,  $O_2^+$ , and  $N_2^+$  ions in a reference frame moving with the ambient  $E \times B$  drift velocity. Density of the neutral species and neutral temperature are calculated from the MSIS86 model with  $F_{10.7} = 180$  and  $A_p = 4$ . The neutral wind model adopted in this study is based on the HWM90 model. Mathematical details, the coordinate system, the ion-neutral collision frequencies, and chemical reactions for the production and loss are identical with those in Maruyama [1988].

In the evening hours, the zonal wind is eastward and the meridional one directs to the winter hemisphere. The magnetic declination angle of  $20^\circ W$  and June solstice are assumed to synthesize the largest wind component in the magnetic meridional plane ( $u_0$ ). The bottomside height of the ionosphere is determined at every 15 min

and  $dh'F/dt$  is evaluated.

Results are shown in Figure 1 along with the model input of  $E \times B$  drift velocity (circles) for 1700 through 2400LT. Three curves are (i) no wind, (ii) wind based on HWM90, and (iii) doubled HWM90. We note that the upward drift velocity derived from the time derivative of  $h'F$  is overestimated, when there is a strong transequatorial thermospheric neutral wind. The highest wind velocity is attained under solstice conditions at longitudes having a large magnetic declination angle. The evening hour in June solstice in east Brazil, in which Abdu et al. analyzed  $h'F$  data, is a typical case. The physical details of the over estimation of the upward drift velocity can be understood by considering gradients of the ionospheric electron density distribution vertical and along the magnetic field line and field aligned ion drift velocity due to the neutral wind.

3. R-T growth rate

Vertical  $E \times B$  drift velocity used as a model input is modified to fit the observations. By this method we obtain eastward electric field. The non-local Rayleigh-Taylor growth rate ( $\Gamma$ ) is calculated for the eastward electric field obtained above. The diagnostic parameter  $e(t) = \int \Gamma(t') dt'$  is compared for the spread F and non-spread F seasons for Jicamarca electric field model based on IS radar observations and Fortaleza electric field model based on ionosonde observations with compensation of the wind effect. Results indicate that the seasonal variations of the growth rate for Jicamarca and Fortaleza are in consistent with the spread F observations.

References

Abdu, M.A., J.A. Bittencourt, and I.S. Batista, *J. Geophys. Res.*, **86**, 11,443, 1981.  
Maruyama, T., *J. Geophys. Res.*, **93**, 14,611, 1988.

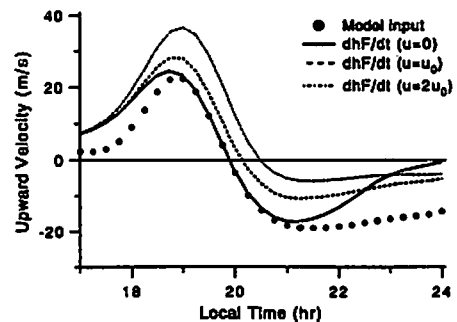


Figure 1

## 測位GPS受信機生データ解析 による電離圏全電子数(TEC)の推定

佐藤克久(国立天文台・水沢観測センター)

Estimation of Ionospheric Total Electron Content  
using Raw Data Obtained by Dual-Channel GPS Receiver

Katsuhisa Sato (hisa@miz.nao.ac.jp)  
Mizusawa Astrogeodynamics Observatory/NAO,  
Mizusawa, Iwate 023 Japan

Ionospheric total electron content (TEC) is estimated using raw data obtained from a dual-channel Global Positioning System (GPS) receiver. A dual-frequency technique that uses the difference in group arrival time of GPS L1 and L2 bands is applied for this TEC estimation. The estimated TEC shows different diurnal variation for higher and lower latitudes of the subionospheric point. Figure 1 shows this diurnal variation.

GPSによる電離圏全電子数(TEC)測定はTEC測定専用GPS受信機を用いるハードウェア方式が主流であるが、測位GPS受信機を生データをソフトウェア的に解析することによりTECを推定する事を試みたので報告する。

測位観測に用いる2周波GPS受信機は、L1とL2の2周波信号を利用して電離層遅延の影響補正を内部で行っている。この補正値は、受信機からの生データ内にL1とL2のパラメータとして記録されている。そこで、この生データを解析することにより2周波GPS受信機のL1とL2の到達時間差Tgを再生し、

$$T_g = A \times I \times (1/f_2^2 - 1/f_1^2) / c$$

なる関係式からIを得る。ここでA=40.31、Iは視線方向のコラム電子密度(electron/m<sup>2</sup>)、fは周波数(Hz)、cは光速(m/s)である。

推定したコラム電子密度は視線方向の測定量であるので、高度350kmをSubionospheric Pointとして垂直方向についてTECの近似計算を行う。得られたデータの日変化と緯度分布の様子を図1に示す。

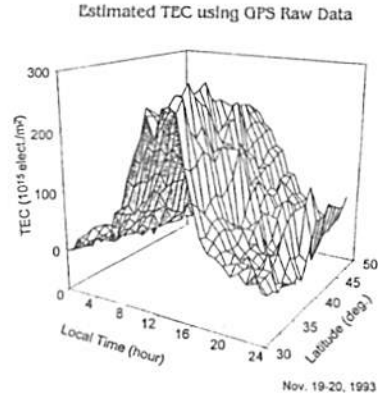


Fig.1. Surface plot of the estimated TEC diurnal variation.

現在国内では測位GPS受信機が数百台の単位で活躍している。測位GPS生データによるTEC推定法によりこれらのデータが有効に利用されれば、多くの受信点数が要求されるComputerized Tomography法によるTEC分布の3次元推定や、TECの広範囲なマッピングが可能となると思われる。

参考文献:

[1]K.-H. Sato, Proc. of the Japanese Symposium on GPS(1994), p.17, 1994.

B会場

10月7日(土) 午後

# ULF 波動

ULF Waves

oral: B42-01~11

poster: B42-P35~P40

座長

坂 翁介 (九大・理学部)

高橋主衛 (名大・STE研)

地上多点観測に基づく Pc 3 波動の統計的解析

松岡 均、高橋 圭衛、湯元 清文 (名大 STE 研)

Statistical analysis of Pc 3 pulsations based on the ground observation

H. Matsuoka, K. Takahashi, and K. Yumoto (STEL)

Observational determination of the spatial amplitude and phase structure of ULF waves are necessary in order to understand the propagation mode of the waves in the magnetosphere. However, there have been no studies concerning the phase relationship among Pc 3 pulsations observed over a wide range of latitudes. In this study, we present statistical analysis of the latitudinal structure of Pc 3 pulsations using observations from magnetometer array centered at 210° geomagnetic longitude. It is found that the relative phase of the pulsations observed at mid- and low-latitude stations ( $L < 4$ ) is much different from that at high latitude ( $L = 5.5$ ). The result suggests that Pc 3 wave mode in the plasmasphere is different from that in the outer magnetosphere.

地球磁気圏の非一様性のために、電磁流体波動 (ULF 波動) の振幅や位相は空間的に大きく変化する。従って、緯度方向に広く分布する磁力計のデータを用いて、ULF 波動の位相や振幅変化を調べることは、磁気圏内の波動の伝播過程を明らかにするための有効な手段である。これまで行われてきた研究で用いられたデータは、狭い領域から得られたものに限られていたために、外部磁気圏から内部磁気圏までの広い領域に及ぶ伝播過程に不明な点が多く残されていた。そこで、本研究では、ほぼ同じ磁気経度上に位置する地上の高緯度から低緯度に及ぶ観測網 ( $L = 1.01 - 5.5$ ) のデータを用いて、Pc 3 波動の位相と振幅の緯度方向の変化に関する統計的解析を行い、磁気圏内の Pc 3 波動の伝播過程を考察する。

位相の変化に関する主な解析結果を図 1 に示す。ここでは、低緯度 (MSR,  $L = 1.6$ ) を基準とした場合の、高緯度 (CHD,  $L = 5.5$ )、中緯度 (ZYK,  $L = 4.0$ )、そして低緯度 (PTK,  $L = 2.1$ ) での位相の変化を表している。この図からわかるように、中、低緯度と高緯度では明らかに位相分布の傾向が異なっている。このことは、外部磁気圏と内部磁気圏での位相の変化に対応しており、両者の波動モードが異なっていると考えられる。

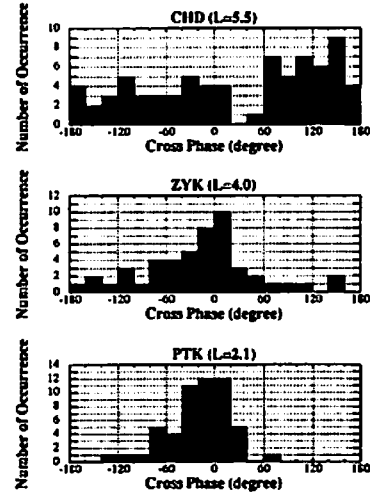


図 1. MSR( $L = 1.6$ ) を基準としたときの、CHD( $L = 5.5$ )、ZYK( $L = 4.0$ )、PTK( $L = 2.1$ ) で観測された南北成分の磁場変動の位相変化。

昼側磁気赤道における Pi2 脈動の位相遅延について

Local phase delay of Pi2 pulsations across the dip equator

M. SHINOHARA<sup>1</sup>, A. YOSHIKAWA<sup>2</sup>, N. HOSEN<sup>2</sup>, T.-I. KITAMURA<sup>1</sup> AND N. B. TRIVEDI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, Fukuoka, 812-01, Japan

<sup>2</sup>Department of Physics, Kyushu University, Fukuoka, 812-01, Japan

<sup>3</sup>Laboratório de Geofísica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brazil

Pi2's show globally simultaneous occurrence in the low latitude region. However, we found the local phase delay between the dip and off dip stations during only daytime, but not nighttime. The latitudinal width of regions where the phase delay occurs is narrow.

Zonal component of the ionospheric conductivity becomes large at the dip equator during daytime. We estimated the inductance of the latitudinally localized zonal current at the dip equatorial ionosphere.

The ground signal delays to the incident signal at the dip equator because the induction current is generated. Phase delay of Pi2 whose dominant period is 60 to 120 second is estimated as  $\phi = 43^\circ \sim 25^\circ$ .

Therefore the equatorial local phase delay of Pi2 pulsations is explained by the induction effect.

磁気赤道電離層の大きな特徴は、緯度的に狭い領域で、東西方向の電気伝導度が高くなっているという点にある。その効果は、PR1 や Pi2 の、昼側の赤道エンハンスメントとして観測されている。

我々は、ブラジルなど赤道・低緯度域の高時刻精度地磁気観測のデータを用い、Pi2 や Pc4 が昼側の磁気赤道付近の狭い領域で、赤道から外れた低緯

度域に対し位相の遅れを生じる事を明らかにした。夜側ではほぼ同時に観測される Pi2 が、昼側では 30° 程度の位相の遅れを生じている。

この問題を考えるために、電離層に電場が入射された時に流れる電流による、誘導の効果を見積もってみた。赤道電離層の高伝導度領域を、単純に線電流と見積もってみる。地上を完全導体とすると、電離層の線電流と地表の間のインダクタンスは、電流の高さを  $h$ 、半径を  $a$ 、長さを  $l$  として、

$$L = \frac{l}{2\pi} \left( \mu_0 \log \frac{2h}{a} + \frac{\mu}{4} \right)$$

と表される。

高伝導度領域の面積を半径  $3.0 \times 10^4 m$  の円とみなし、中心の高さを  $1.0 \times 10^5 m$  とおくと、インダクタンスの値は、 $L = 4.3 \times 10^{-7} \times l$  の程度になる。磁気赤道電離層の伝導度の平均を、 $\sigma_{yy} = 7.5 \times 10^{-3} mho/m$  と見積もると、線電流の抵抗は、 $R = 4.7 \times 10^{-8} \times l$  となる。

ここで、電離層に交流電圧がかかったと考えると、このときの誘導の効果を含めた電流の位相は、

$$\phi = \tan^{-1} \left( \frac{L\omega}{R} \right)$$

と表され、抵抗、インダクタンス、周波数によって決定される。今回のモデルで Pi2 について考えると、周期は 60 ~ 120 秒が卓越するので、位相差は  $\phi = 43^\circ \sim 25^\circ$  程度の値になる。

これによると、磁気赤道の地上では、誘導電流のため入射した信号よりも遅れて磁場変動が観測されることになる。一方、磁気赤道を外れると、伝導度が下がるため誘導の効果が効かなくなり、地上の信号は入射信号と同位相で観測される様になる。

赤道の電気伝導度の非一様性は昼夜共に存在しているが、昼側では電気伝導度が高まるために誘導の効果が大きくなり、観測に現れていると考えられる。



## B42-03 Comparison Study of Pi 2 Pulsations Between Akebono Satellite and 210° Magnetic Meridian Stations

<sup>1</sup>H.Osaki, <sup>1</sup>K.Yumoto, <sup>1</sup>K.Takahashi, <sup>1</sup>K.Shiokawa, <sup>1</sup>S.I.Solovyev,<sup>2</sup>  
G.Krymskij,<sup>2</sup> E.F.Vershinin,<sup>2</sup> V.F.Osinin,<sup>2</sup> O.Sobari,<sup>4</sup> M.Ruhimat,<sup>4</sup>  
T.Nagatsuma,<sup>3</sup> T.Sakanoi,<sup>4</sup> H.Fukunishi,<sup>6</sup> H.Hayakawa,<sup>7</sup> A.Matsuoka,<sup>7</sup>  
M.Iizima,<sup>4</sup> A.Kumamoto,<sup>8</sup>

and 210° MM Magnetic Observation Group

1:STEL, Nagoya Univ., 2:IKFIA, Yakutsk, Russia, 3:IKIR, Kamchatka,  
Russia, 4:LAPAN, Bandung, Indonesia, 5:CRL, 6:Dep. of Astrophys. and  
Geophys., Tohoku Univ., 7:ISAS, 8:Tohoku Univ.

In an attempt to identify the oscillation mode of Pi 2 pulsations in the magnetosphere, we have compared Pi 2 pulsations simultaneously detected from the Akebono satellite and the ground magnetometer chain centered on the 210° magnetic meridian. In the present study we use the following criteria for selecting events:

- 1) A Pi 2 pulsation is observed at Moshiri
- 2) The pulsation occurs within  $\pm 30$  minutes of the time of the satellite apogee.
- 3) The satellite is within  $\pm 75^\circ$  in magnetic latitude and between 21:00-03:00 in magnetic local time.

An example of a Pi 2 pulsation is shown in Figure 1. The traces are from top to bottom the three magnetic field components at Moshiri and the two electric field components perpendicular to the ambient magnetic field.

In the present paper we will show calculated Poynting flux, observed plasmopause position, and relation between the ground stations.

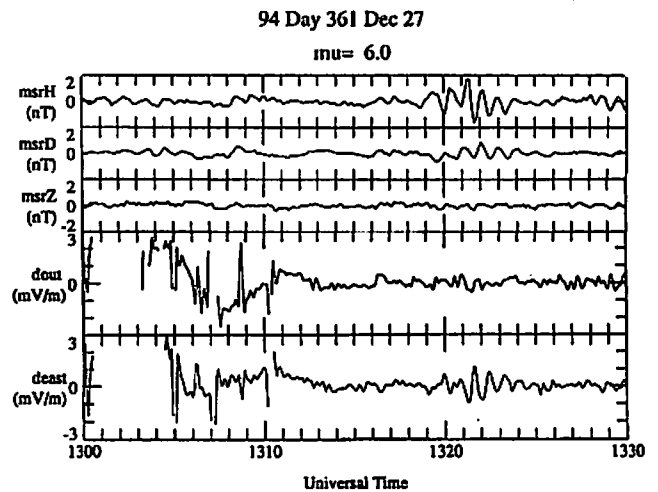


Figure 1. One example of the observed Pi 2 pulsations occurred at 13:19 UT, December 27, 1994.

## B42-04

### NORTH/SOUTH ASYMMETRY OF sc/si MAGNETIC VARIATIONS OBSERVED ALONG THE 210° MAGNETIC MERIDIAN

K. Yumoto,<sup>1</sup> S.M. Petrinoc,<sup>1</sup> H. Matsuoka,<sup>1</sup>  
K. Shiokawa,<sup>1</sup> Y. Tanaka,<sup>1</sup> T. Kitamura,<sup>2</sup>  
S.I. Solovyev,<sup>3</sup> G.A. Makarov,<sup>3</sup> E.F. Vershinin,<sup>4</sup>  
V.F. Osinin,<sup>4</sup> S.L. Manurung,<sup>5</sup> Obay Sobari,<sup>5</sup>  
Mamat Ruhimat,<sup>5</sup> Sukmadradjat,<sup>5</sup> R.J. Morris,<sup>6</sup>  
B.J. Fraser,<sup>7</sup> F.W. Henk,<sup>7</sup> J.V. Olson,<sup>8</sup> S.-I. Akasofu,<sup>8</sup>  
and the 210° MM Magnetic Observation Group

<sup>1</sup>Solar-Terrestrial Environment Laboratory,  
Nagoya University, Toyokawa, Aichi 442, Japan

<sup>2</sup>Department of Earth and Planetary Sciences,  
Kyushu University, Fukuoka 812, Japan

<sup>3</sup>Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy,  
Yakutsk, 677891, Russia

<sup>4</sup>Institute of Cosmophysical Research and Radiowaves  
Propagation, Kamchatka, 684034, Russia

<sup>5</sup>IRDC, National Institute of Aeronautics and Space,  
Bandung 40173, Indonesia

<sup>6</sup>Australian Antarctic Division, Kingston,  
Tasmania 7050, Australia

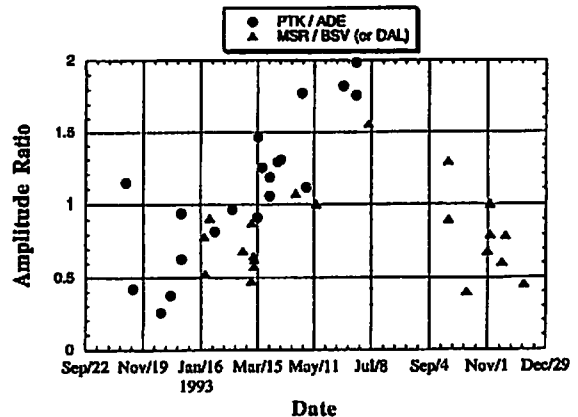
<sup>7</sup>Department of Physics, University of Newcastle,  
Newcastle, NSW 2308, Australia

<sup>8</sup>Geophysical Institute, University of Alaska,  
Fairbanks, Alaska 99775-7320

Magnetic field data from the 210° magnetic meridian chain of stations have been analyzed to examine which component of the DL and DP fields dominates main impulses of sc and si observed on the ground. The DL and DP fields correspond to transfer processes from the magnetopause through the magnetosphere to the Earth's surface and through the polar ionosphere into the equatorial ionosphere, respectively. Northern and Southern Hemisphere asymmetries of sc and

si disturbances appear at low and middle latitudes. Amplitude ranges of the sc and si main impulses observed at low-latitude conjugate pairs ( $L=2.1$  and  $1.6$ ) in the summer hemisphere are about twice as wide as those in the winter hemisphere as shown in the figure. The equatorial enhancement of sc and si main impulses can be seen at Yap Island ( $\pm 0.3^\circ$ ) during the daytime at 0600-1800 LT. These observational facts can be interpreted by invoking an asymmetry in the Northern and Southern Hemisphere twin-vortex-type ionospheric currents driven by the DP field, i.e., by invoking enhanced ionospheric conductivities in the summer hemisphere. The instantaneous penetration of sc and si-associated DP fields through the ionosphere from polar regions to the equator must play an important role in the energy transfer of sc and si disturbances from the solar-wind region to the magnetic equator.

### SC & SI Observed at 210° LOW-LAT. Conjugate Points



210 度磁気子午線沿いの高・低緯度磁気共役点における Pc3-5 電磁流体波動の南北非対称性

尾野藤祥司, 湯元清文, 塩川和夫 (名古屋大学 STE 研)

R.J.Morris (オーストラリア南極庁) J.V.Olson, S.-I.Akasofu (アラスカ大学)

North-South Asymmetry of Pc3-5 Observed at High- and Low-Latitude Conjugate Pairs along the 210° Magnetic Meridian.

S.Onoto, K.Yumoto, K.Shiokawa(STE Lab., Nagoya Univ.)

R.J.Morris(Australian Antarctic Division) J.V.Olson, S.-I.Akasofu(University of Alaska)

Comparing magnetic pulsation powers(having higher coherency > 0.7) between conjugate points at high and low latitudes along the 210° magnetic meridian, we obtained the following new finding: (1)Pc3-5 magnetic powers at high-latitude( $\Phi = 65^\circ$ ) conjugate stations are relatively higher in the winter hemisphere than in the summer hemisphere. (2) whereas those at low-latitude( $\Phi = 37^\circ$ ) conjugate stations are relatively higher in the summer hemisphere than in the winter hemisphere.

1. はじめに

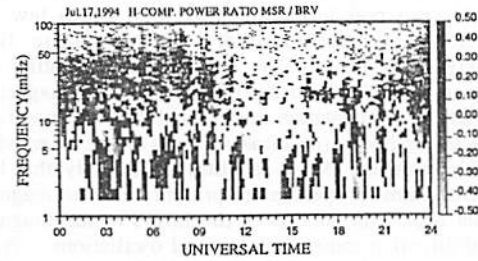
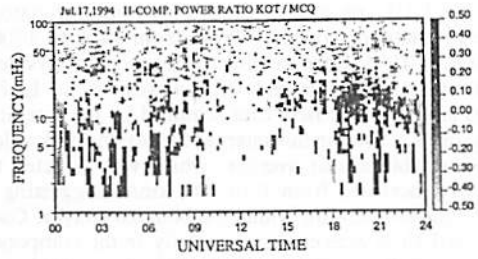
10~600 秒の周期をもつ連続的で規則的な波形をもつ地球磁場の変動である Pc3-5 型地磁気脈動は、数多くの研究者に研究されているが、その発生、伝搬機構や電離層の影響についてはまだよく解明されていない。本研究では、210 度磁気子午線観測網の南北両半球の磁気共役点において観測された、Pc3-5 地磁気脈動の振幅変化の地方時依存性、緯度依存性及び季節変化を解析することにより電離層効果ならびにその発生機構および伝搬機構の解明を目的とする。

2. 観測データ

解析に用いたのは、1993 年 11 月~1994 年 10 月の期間で高緯度共役点として Kotzebue(KOT:磁気緯度 64.52°), Macquarie isl.(MCQ:-64.50°), 低緯度共役点として Moshiri(MSR:37.61°), Birdsville(BSV:-36.88°)の 2 組の観測点において得られた磁場データのダイナミクスベクトルを計算し、そのパワースペクトルとコヒーレンスを比較することで南北磁気共役点における ULF 波動の非対称性を得ることができる。

3. 観測結果

高緯度および低緯度南北共役点において coh > 0.7 の磁力線振動モードと考えられる振動の H 成分のパワースペクトルは、高緯度...冬半球の方が相対的に大きい、低緯度...夏半球の方が相対的に大きいことが分かった。



高緯度および低緯度のパワーの相対比

B42-06 Geotail衛星による磁気圏境界領域の磁場変動特性

鈴木政徳<sup>1</sup>・大谷正明<sup>1</sup>・櫻井 亨<sup>1</sup>・利根川豊<sup>1</sup>・坂田圭司<sup>1</sup>・野和田基晴<sup>1</sup>・山本達人<sup>2</sup>・園分 征<sup>3</sup>  
(1:東海大、2:宇宙研、3:名大太陽地球環境研)

Spectral characteristics of magnetic field variations along the magnetopause observed by GEOTAIL

Masanori Suzuki, Masaaki Otani, Tohru Sakurai, Yutaka Tonegawa, Keiji Sakata, Motoharu Nowada(Tokai Univ.), Tatsundo Yamamoto(ISAS), Susumu Kokubun(STE Lab. Nagoya Univ.)

During the period of December, 1994 the Geotail satellite traversed along the dayside magnetopause through which the solar wind energy is believed to intrude into the magnetosphere. How and how much the solar wind energy intrudes into the magnetosphere are examined in the present paper. By using the magnetic field data observed by the satellite we examined in detail their spectral characteristics near the magnetopause boundary region.

磁気圏境界領域から磁気圏への磁気的エネルギーの流入機構を明らかにする為に、磁気圏境界領域近傍での磁場変動スペクトルの比較を行った。Geotail衛星は1994年11月から1995年1月にかけて昼側磁気圏境界領域を連続して観測した。図1は12月18日の昼側から夕方側の磁気圏境界領域を衛星が観測した時の磁場変動である。この図より夕方側の磁気圏境界に衛星が近づくにつれ磁場変動が大きくなる事を示している。これは1例であるが、総じて昼側に比べ、朝側、夕方側磁気圏境界で変動が大きくなり、磁気圏へのエネルギー流入は磁気圏側から、より容易に流入する事を示唆するものであると考えられる。図2は12月18日1日分の磁場変動のダイナミクスベクトルを示す。シース領域と磁気圏内とは明らかにスペクトルが異なる。その形はシース及び境界領域では周波数の-2乗に比例するのに対し、磁気圏領域では-3乗に比例するスペクトルを示す。さらに、磁場変動のパワーを比べると、磁気圏では低周波で1/10、高周波では1/100~1/1000に減衰する。以上は具体的性質の1例であるが、講演では磁気圏境界領域での磁場変動の総合的性質を議論する予定である。

Geotail MGF data

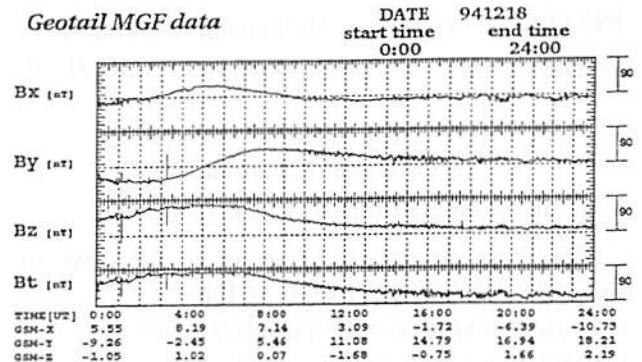


図1 12月18日の磁場変動

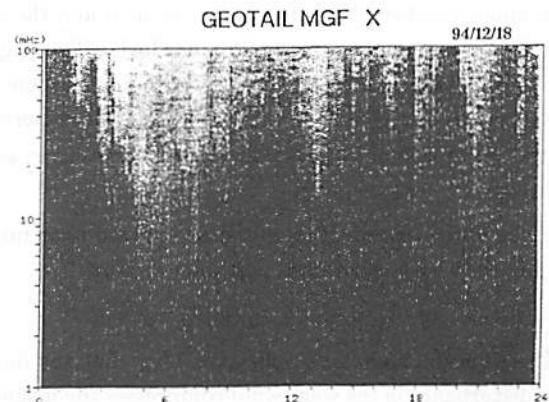


図2 図1の磁場変動Bx成分のダイナミクスベクトル

**Observations of the Low-Latitude Boundary Layer From GEOTAIL**

°Kazue Takahashi and S. Kokubun (STEL, Nagoya University)  
 M. Fujimoto (Dept. Physics, Nagoya University)  
 T. Mukai, Y. Saito, and T. Yamamoto (ISAS)

The GEOTAIL spacecraft observed the post-terminator portion of the low-latitude boundary layer from 1400 to 1700 UT on January 24, 1994, as the satellite approached its dayside perigee. We study the structure and ULF waves of the LLBL using plasma and magnetic field data acquired by the satellite on this unique orbit. During this interval the plasma bulk velocity was highly variable and its average, which was directed tailward, gradually increased from 0 to 300 km/s, suggesting that the satellite moved outward within the boundary layer. Oscillations in the bulk flow were evident primarily in the component along the sun-earth line, with typical period and amplitude of 10 min and 100 km/s peak-to-peak, respectively. In a few instances the velocity became sunward. The magnetic field was similarly variable, with its orientation oscillating between northward near the sheath and tailward near the magnetosphere. The northward orientation implies that the solar wind magnetic field was northward (no measurements of the solar wind were available from the IMP-8 satellite). It is likely that layers of different plasma properties are present near the magnetopause and that a periodic motion of the layers in the magnetopause normal direction causes the observed oscillations. A possible cause of the oscillations is the Kelvin-Helmholtz instability

GEOTAIL LEP

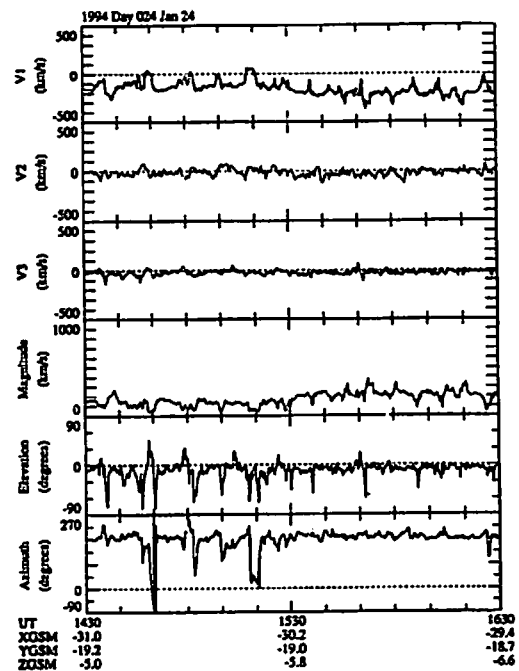


Figure 8. Ion bulk velocity oscillations in the boundary layer.

**B42-08 Triggering Mechanism of Pulsation in the Dayside Magnetosphere Observed by GEOTAIL**

° KUSAKA Hiraku<sup>1</sup>, M.Nakamura<sup>1</sup>,  
 H.Hayakawa<sup>2</sup>, K.Tsuruda<sup>2</sup>,  
 H.Matsui<sup>1</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

We have examined pulsations in the Pc-5 band in the day-side magnetosphere using the magnetic field and the electric field measurements made by GEOTAIL. The triggering of the pulsation was observed both in prenoon and postnoon sectors. We have determined the characteristics of the plasma motion,  $E \times B/B^2$ , in these intervals as follows:

1. The initial motion of the plasma is toward noon meridian both in prenoon and postnoon sectors.
2. The successive motion is sunward.

These results seem to conflict the idea that the impulsive disturbance in the solar wind compresses the magneto-

sphere and thereby the earthward motion is first aroused. We will discuss this with the solar wind data from IMP 8 and WIND.

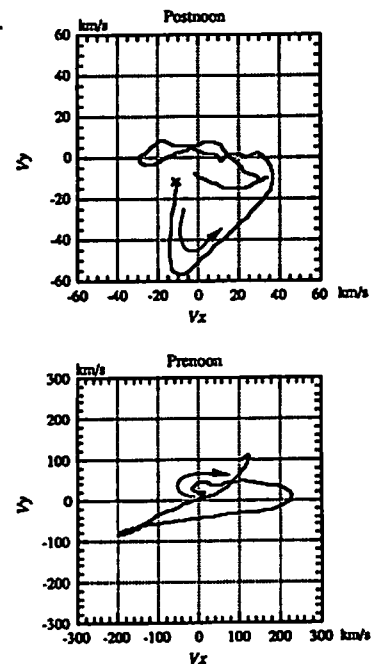


Figure 1: The plasma motion during 10 minutes from the onset of the Pc-5 pulsation in the postnoon sector (top) and in the prenoon sector (bottom).  $V_x$  and  $V_y$  are velocity components perpendicular to the DC magnetic field, and positive sunward and duskward, respectively.

1986年5月21日0820UT粒子インジェクションの程度広がりPi2脈動

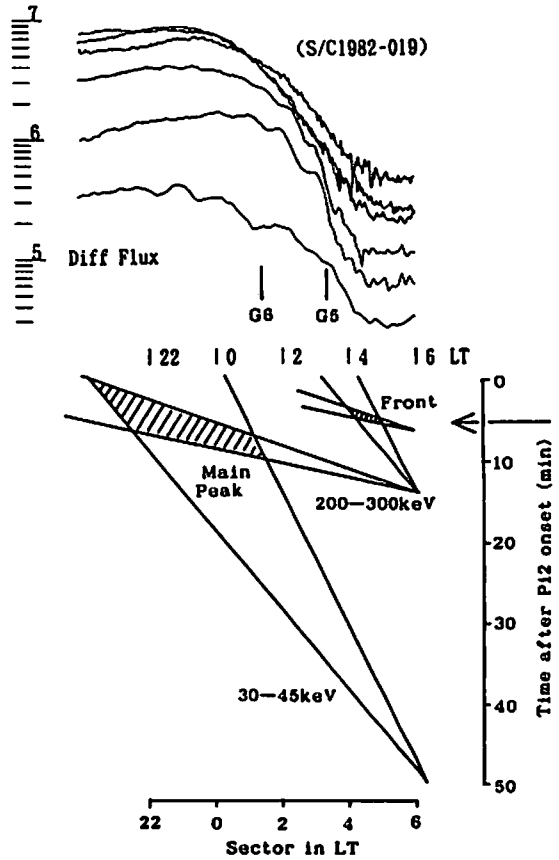
坂 翁介 (九大・理)  
O.Saka (Kyushu Univ.)

A particle injection event that occurred at 0820UT, May 21 1986 in company with ground Pi2 onset is examined along geosynchronous orbit between midnight and dawn sector by use of charged particle analyzer (30-300keV) and magnetometer on board S/C1984-129, GOES-6, GOES-5, and S/C1982-019 satellites.

1986年5月21日、0820UTに発生した粒子インジェクションに伴う磁場、低エネルギー電子(30-300keV)の静止軌道上での振る舞いについて調べた。インジェクションの開始は地上Pi2脈動の開始で決まり、そのとき4つの静止衛星が午前朝に位置していた。西から順に、S/C1984-129, GOES-6, GOES-5, S/C1982-019で、電子フラックスを2200LT, 0550LTの位置で、磁場を0120LT, 0320LTのところで観測していた。0550LTでの電子フラックスデータの解析から、電子はPi2開始後数分以内に静止軌道近傍に到達し、東向きドリフトを開始したらしい事がわかった。そして電子フラックスは始めから程度方向にかなりの広がりを持ち、その東回先端は朝方4時近くまで伸びていたようだ。衛星磁場データを調べると、地上Pi2開始とともにフラックスチューブが過渡的な半周期的振動(約100秒)を繰り返しながら東方向に湾曲してゆく様子が想像できる。

深夜から朝方にかけての広い程度範囲に侵入した粒子が程度方向の圧力傾きからプラズマの非平衡状態を引き起こして、衛星の位置するその場所以下の式に従い磁力線の湾曲や振動を生じさせたと考えたと色々つつじつまが合う。

$$\left[ \frac{\partial^2}{\partial s^2} - \frac{\mu_0 \rho}{B} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right] (\nabla \cdot \xi)_s = \frac{\mu_0}{B} \nabla \rho \cdot \left[ B = \sqrt{\left( \frac{1}{B^2} \right)} \right]$$



東向きドリフト開始時の電子フラックス程度分布

B42-10 Reflection of Shear Alfvén Waves at the Inductive Ionosphere

• Akimasa Yoshikawa<sup>1)</sup> and Masahiro Itonaga<sup>2)</sup>  
Department of Physics<sup>1)</sup> and Computation Center<sup>2)</sup>,  
Kyushu University, Fukuoka 812 Japan

The reflection of shear Alfvén waves at the inductive ionosphere, where the adjective 'inductive' indicates that the effect of the inductive electric field associated with the reflected fast magnetosonic wave is taken into account, is examined for localized MHD oscillations. When the horizontal scale of localized oscillation is of the order of several times of the height of the ionosphere, the inductive electric field can play a significant role in the reflection for MHD oscillations with longer periods (eg. ~100s) in the high-latitude region, especially, in the second mode. Then, the contribution of the ionospheric divergent Hall current to the field-aligned one can be no longer neglected and so the time response of the magnetosphere-ionosphere current system is effectively controlled by the height-integrated Hall conductivity in the ionosphere.

無限に薄い電離層を介してのMHD波動の反射モデルについて、再整理した結果を報告する。

shear Alfvén mode  $\nabla \cdot E_1^{(s)}$  と fast mode  $(\nabla \times E_1^{(f)})_s$  の、Hall効果による電離層での結合は、以下の行列に要約できる。

$$\begin{pmatrix} \nabla \cdot E_1^{(f)} \\ (\nabla \times E_1^{(s)})_s \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_s & -\frac{\Sigma_m(1+R_s)}{(\Sigma_s + \Sigma_r)} \\ -\frac{\Sigma_m(1+R_s)}{\Sigma_s + \Sigma_r + \Sigma_m \coth(k_1 d)} & R_s \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \nabla \cdot E_1^{(s)} \\ (\nabla \times E_1^{(f)})_s \end{pmatrix} \quad (1)$$

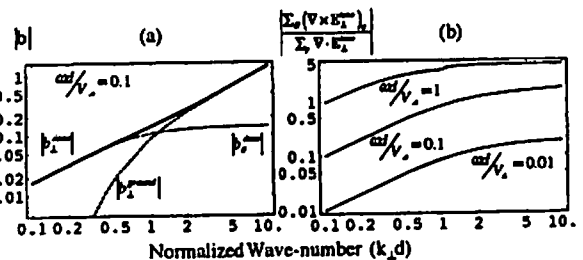
ここで、 $R_s, R_f$ は、それぞれ $\nabla \cdot E_1^{(s)}, (\nabla \times E_1^{(f)})_s$ の反射係数である。 $\Sigma_m, \Sigma_r$ は高度積分された電離層Hall, Pedersen伝導度、 $\Sigma_s, \Sigma_f$ はMHD領域でのAlfvén, fast waveについての、 $\Sigma_m$ は中性大気領域でのpoloidal magnetic waveに対するparallel wave conductivityである。 $k_1, d$ はそれぞれ、localized oscillationの水平方向の波数及び、電離層高度であり、 $\Sigma_m$ の係数 $\coth(k_1 d)$ は、固体地球を完全反射に選んだこと

に起因する。

$$R_s = \frac{\Sigma_s \left( \Sigma_r - \Sigma_m \frac{(\nabla \times E_1^{(f)})_s}{\nabla \cdot E_1^{(s)}} \right)}{\Sigma_s + \left( \Sigma_r - \Sigma_m \frac{(\nabla \times E_1^{(f)})_s}{\nabla \cdot E_1^{(s)}} \right)} \quad R_f = \frac{\Sigma_r \left( \Sigma_s + \Sigma_m \coth(k_1 d) - \Sigma_m \frac{\nabla \cdot E_1^{(s)}}{(\nabla \times E_1^{(f)})_s} \right)}{\Sigma_r + \left( \Sigma_s + \Sigma_m \coth(k_1 d) - \Sigma_m \frac{\nabla \cdot E_1^{(s)}}{(\nabla \times E_1^{(f)})_s} \right)} \quad (2)$$

$$\frac{(\nabla \times E_1^{(f)})_s}{\nabla \cdot E_1^{(s)}} = \frac{\Sigma_m}{(\Sigma_s + \Sigma_r + \Sigma_m \coth(k_1 d))} \cdot \frac{\nabla \cdot E_1^{(s)}}{(\nabla \times E_1^{(f)})_s} = \frac{\Sigma_m}{(\Sigma_s + \Sigma_r)} \quad (3)$$

(2)の括弧部分はそれぞれ、Alfvén, fast wave反射の際の有効電離層伝導度と解釈でき、(3)は、Hall効果によるmode conversion ratioを記述している。以上の式からわかるように、MHD波動と電離層との相互作用は、電離層伝導度と相互作用に介在する波動のparallel wave conductivityによって特徴づけられる。fast waveや、poloidal magnetic waveについては、その等方的性質によって、水平方向の特性長 $2\pi/k_1$ と周波数 $\omega$ が $\Sigma_r$ や $\Sigma_m$ をコントロールするパラメータとなり、磁力線方向のevanescentな性質が、phase shiftを引き起こすと理解することもできる。興味では、localized oscillationの水平方向の特性長 $2\pi/k_1$ とmode conversion ratioの関係を中心に報告する。



(a): 地上地場の遠程効果と、(b): 磁力線電位のHall部分とPedersen部分との比に対する水平方向の波数依存性 伝導度は $\Sigma_s=1, \Sigma_r=5, \Sigma_m=10$ に固定

B42-11 Three-Dimensional  
Transient Propagation of MHD  
Waves in the Magnetosphere

\*M. Itonaga<sup>1</sup> and A. Yoshikawa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Computation Center and <sup>2</sup>Department of Physics,  
Kyushu University, Fukuoka 812

The equations describing the excitation of shear Alfvén wave (field line resonance) and the associated modulation of compressional wave due to the effects of inhomogeneous Alfvén velocity and curvilinear field line in the magnetosphere are derived, and the three-dimensional transient propagation of MHD waves in the magnetosphere are examined.

磁気圏が熱い磁化プラズマで満たされているものとする。

$$\begin{aligned} & \frac{1}{V_A^2} \frac{\partial^2 \delta j_{\parallel}}{\partial t^2} - \frac{1}{V_A^2} \frac{\partial}{\partial s} \left[ V_A^2 B \frac{\partial}{\partial s} (B^{-1} \delta j_{\parallel}) \right] \\ &= -\frac{1}{V_A^2} \frac{\partial}{\partial s} \left\{ \frac{1}{\mu_0} \nabla_{\perp} \delta p \cdot \left[ \mathbf{B} \times \nabla_{\perp} \left( \frac{1}{\rho} \right) \right] \right\} \\ & \quad - \frac{1}{V_A^2} \frac{\partial}{\partial s} \left[ \delta p_B \nabla_{\perp} \left( \frac{1}{\rho} \right) \cdot \mathbf{j}_{\perp} \right] \\ & \quad - \frac{1}{V_A^2} \frac{\partial}{\partial s} \left[ \frac{1}{\rho} \nabla_{\perp} (\delta p_B - \delta p) \cdot \mathbf{j}_{\perp} \right] \\ & \quad - \frac{1}{V_A^2} \frac{\partial}{\partial s} (\nabla_{\perp} V_A^2 \cdot \delta \mathbf{j}_{\perp}) \\ & \quad + \frac{1}{V_A^2} \left[ \nabla^2 \left( \frac{1}{\mu_0 \rho} \nabla_{\perp} \delta p \times \mathbf{B} + \frac{1}{\rho} \delta p_B \mathbf{j}_{\perp} + V_A^2 \delta \mathbf{j}_{\perp} \right) \right]_{\parallel} \end{aligned} \quad (1)$$

が成り立つ。ここに、 $s$  は赤道面から磁力線に沿って測られた距離であり、 $\delta$  のついた量は摂動量。それ以外は非摂動量である。また、 $V_A$  は Alfvén 速度であり、 $\mathbf{j}_{\perp} = \mathbf{B} \times \nabla_{\perp} p / B^2$  は摂動のない状態で流れている反磁性電

流を表す。式(1)は、右辺の各項が波源となって shear Alfvén 波 (沿磁力線電流  $\delta j_{\parallel}$ ) が次々に励起される様子を記述する。右辺の第1~4項は非一様性の効果を表し、第5項は磁力線の曲率の効果を表す。同様に、

$$\begin{aligned} & \left( \frac{1}{V_s^2 + V_A^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \nabla^2 \right) (\delta p + \delta p_B) \\ &= -\nabla \cdot \left( \frac{B}{\mu_0} \frac{\partial \delta \mathbf{B}}{\partial s} \right) - \nabla \cdot \left[ \frac{1}{\mu_0} (\delta \mathbf{B} \cdot \nabla) \mathbf{B} \right] \\ & \quad - \frac{V_A^2}{V_s^2 + V_A^2} \frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial s} \left[ -\frac{\partial \delta p}{\partial s} + (\mathbf{j}_{\perp} \times \delta \mathbf{B})_{\parallel} \right] \\ & \quad - \frac{V_A^2}{V_s^2 + V_A^2} \\ & \quad \times \frac{\rho}{B} \left\{ [(-\nabla \delta p + \mathbf{j}_{\perp} \times \delta \mathbf{B} + \delta \mathbf{j}_{\perp} \times \mathbf{B}) \cdot \nabla] \left( \frac{B}{\rho} \right) \right\}_{\parallel} \\ & \quad + \frac{V_A^2}{V_s^2 + V_A^2} \left[ \frac{\partial}{\partial s} (-\nabla \delta p + \mathbf{j}_{\perp} \times \delta \mathbf{B} + \delta \mathbf{j}_{\perp} \times \mathbf{B}) \right]_{\parallel} \end{aligned} \quad (2)$$

が成り立つ。ここに、 $\delta p_B = B \delta B_{\parallel} / \mu_0$  は磁気圧であり、 $V_s$  は音速である。式(2)は、右辺の各項が波源となって磁気音波 (全圧  $\delta p + \delta p_B$ ) が次々に励起される様子を記述する。

講演では、式(1)、(2)及びそれらが冷たい磁化プラズマにおいて帰着する式を用いて、磁気圏深部で放射された磁気音波 (圧縮波) の過渡伝播に伴う shear Alfvén 波の励起とそれによる元の磁気音波の変調を議論する (Fig. 1)。

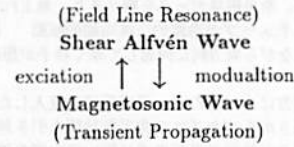


Fig. 1. Excitation and modulation of MHD waves.

B42-P35

低緯度地磁気脈動のスペクトル動特性

\*高橋忠利・大家 寛 (東北大・理)

Spectral Structure of Low Latitude Geomagnetic Pulsation  
-Observational results of Onagawa Magnetic Observatory-

Tadatoshi Takahashi and Hiroshi Oya  
(Tohoku University, Sendai 980 Japan)

The data base of ULF wave observed in Magnetic Observatory Tohoku University are constructed for the time period of STEP project. Spectral characteristics of the geomagnetic ULF waves in the frequency range from  $5 \times 10^{-3}$  Hz to 0.5 Hz are analyzed using the data base for dynamic spectra of daily base. Among the visualized daily base data we can identify the behavior of the variation of the solar wind interaction with the magnetosphere.

STEP 期間、女川地磁気観測所及び阿武隈観測所で誘導磁力計のデジタル観測を行っている。観測結果は系統的な処理を行い統計解析あるいはイベントの詳細解析やデータ交換の目的でデータベースを構築しつつある。ダイナミックスペクトルはこの系統的データ処理の一環として 1993 年 5 月から作られており、ポストスクリプトの UNIX アーカイブファイルとして保存されている。

ダイナミックスペクトルは脈動現象の大局的把握が可能な点に特徴がある。また、スペクトルの動態にはその LT 依存性やスペクトル構造に多様な形態があり、異なる周波数域の現象の関連性あるいは独立性を明らかにする上で有力な手段の一つであり、系統的解析を進めている。今回、2 年半のダイナミックスペクトルに見られるスペクトル構造の特徴を明らかにし、これまで報告されてきた諸結果との比較検討をおこなった。

図にデータ表示の一例として 95 年 5 月 25 ~ 26 日の観測例を示す。この例で 25 日の 20:00UT から 22:30UT にかけてスペクトルピークの周波数が 0.03 Hz から 0.01 Hz にわたり明確なトレンドを描いて連続的に変化する興

味ある現象が見られる。これは、通常の PC3/4 域のスペクトルピークの地方時依存性と異なり、太陽風に生じた現象の動的な推移を反映するものだと考えられる。

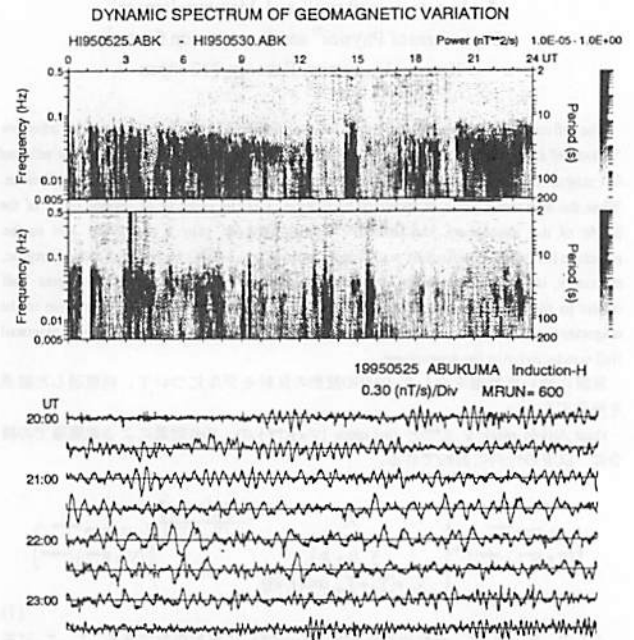


Fig.1 An example of Dynamic Spectrum and Time Sequence (20:00-24:00, 5.25) of the ULF Wave (Induction magnetometer at Abukuma Station 1995.5.25-5.26)

## Real-time detection of Pi2 pulsations by wavelet analysis for monitoring substorm onsets

°M. Nosé<sup>1</sup>, T. Iyemori<sup>1</sup>, H. J. Singer<sup>2</sup>,  
E. W. Worthington<sup>3</sup>, and D. K. Milling<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Faculty of science, Kyoto University

<sup>2</sup> NOAA R/E/SE, Space Environment Laboratory

<sup>3</sup> USGS-NGIC

<sup>4</sup> Department of Physics, University of York

It is generally accepted that Pi2 pulsations are almost always observed on the ground at substorm onsets. The aim of this study is to detect Pi2 pulsations on real-time by using wavelet analysis, and to monitor substorm onsets.

Wavelet analysis which has been developed recently is a very useful method for investigating waves such as Pi2 pulsations which are limited in both time and frequency. The basis function of wavelet transform is localized in time and limited in a specified frequency range, so the time series data is mapped to time-frequency domain. We can discuss phenomena from the view point of frequency and time. The main advantage in the case of wavelet analysis is that we can know when the phenomena had occurred. Another advantage is that we can easily distinguish artificial noises (spikes) from other phenomena by using wavelet analysis.

The algorithm for automatic detection of Pi2 pulsations was developed. Algorithm was basically expected to find much larger wavelet coefficients than others, and to calculate the time for large value. We analyzed Kakioka data by utilizing this algorithm and compared the results with the list of magnetic pulsations published by the Kakioka magnetic observatory. We found that it is possible to detect Pi2 pulsations by wavelet analysis.

Magnetic observatories in Japan (Mineyama), in U.S. (Boulder), and in Europe (Nurmijavi) will obtain the geomagnetic field data on real-time with sampling rate of 1 second. These sites are located within a longitude of about 120° each other, so at least one site will be on night side. The real-time data will be analyzed by essentially the same algorithm at each site, and only the results of detection (the onset time, amplitude, and so on) will be exchanged among these sites via Internet. Therefore we can obtain the information about substorm onsets, even if we are on dayside. These results will contribute to substorm researches, now-casting of space weather, and other researches associated with substorm.

## Multiple Pi 2 Onsetとサブストーム時のオーロラの関係

・塩川和夫、湯元清文、田中義人、大崎裕生、  
赤祖父俊一、林幹治、小口高、木山喜隆

### Relations Between Multiple Pi 2 Onset and Substorm Auroras

K. Shiokawa, K. Yumoto, Y. Tanaka, H. Osaki,  
S.-I. Akasofu, K. Hayashi, T. Oguti, and Y. Kiyama

1. Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University
2. Geophysical Institute, University of Alaska
3. Faculty of Science, University of Tokyo
4. Faculty of Science, Niigata University

Auroral data from an auroral zone station at Kotzebue, Alaska, and magnetic field data from both high- and low-latitude stations along the 210° and 250° magnetic meridians were used to demonstrate the relations between auroral substorm onsets and multiple Pi 2 magnetic pulsations. It is found that each Pi 2 onset well corresponds to each small- or large-scale brightening and poleward expansion of auroras during an auroral substorm with multiple onsets.

オーロラサブストームに関連したPi 2地磁気脈動の発生原因を探るため、サブストームオンセット時のオーロラの詳細な動きと、Pi 2脈動との関連を調べた。使用したデータはアラスカ・カツビュー観測点（磁気緯度64.5度）における全天カメラデータと、磁気子午線210度、250度上の地上多点で得られた磁場データである。Fig. 1にその結果を示す。1994年9月12日の1つのオーロラサブストームの発生において、0946:30、0952:00、1000:00、1004:00 UTにそれぞれオーロラが明るくなって極方向に動いているのがみられるが、その1つ1つが、カツビュー（KOT）や他の低緯度の観測点で観測されたPi 2脈動に対応していることがわかる。このように、1つのサブストームの中のmultipleなPi 2 onsetも、それぞれオーロラのbrightening, poleward expansionに対応していることが確認された。講演では、これまで考えられているPi 2の発生メカニズムと関連づけて考察する。

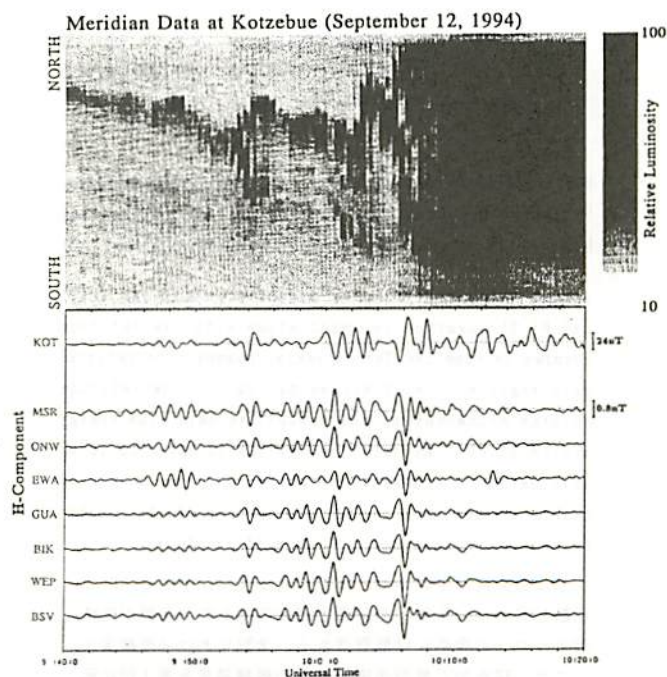


Figure 1. (Top) North-south meridian data on auroral motions observed at Kotzebue, Alaska and (bottom) Pi 2 pulsations in H-component magnetic fields observed at Kotzebue and low-latitude stations for 0940 - 1020 UT on September 12, 1994. A band pass filter with a frequency range of 8.3 - 33 mHz is used for the magnetic field data.

B42-P38 磁気圏 ULF 波動のモデリング  
 -II-  
 磁気圏台形モデルにおける ULF 波動の振る舞い  
 中田裕之(京大理)・藤田茂(気象大)

Modelling of the magnetospheric ULF oscillations  
 -II-  
 Behavior of ULF waves in a trapezoidal magnetosphere model  
 H. Nakata(Kyoto Univ.) and S. Fujita (Meteor. Col.)

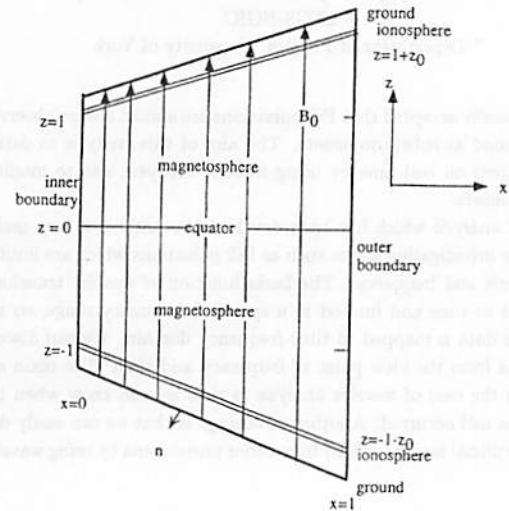
Behavior of the ULF waves in the magnetosphere is studied by using a trapezoid model in which magnetic field lines are inclined to the ionosphere. Numerical calculation reveals north-south asymmetry of electromagnetic field disturbances even when the magnetosphere and the ionosphere are symmetric with respect to the equator. This asymmetry is attributed to asymmetric ground boundary condition that the tangential electric field perturbation is vanished, namely, symmetric  $\delta E_x$  (cross-field component) leads to anti-symmetric  $\delta E_z$  (field-lined component) on the ground.

双極子磁場モデルを用いた U L F 波動の数値解析の前段階として現在磁気圏を台形で近似したモデルを用い研究を行っている(図1)。このモデルでは磁力線は電離層に対し斜めに入射している。電離層は有限の厚さを持った層とし、地球は導体と仮定した。簡単のため波動は定常過程であるとしている。

このモデルは磁気圏電離層とも赤道に対称であるが得られた波

動(磁気圏に捕捉された定在振動)の電磁場擾乱は赤道に対して対称・反対称にはならない。理由は地上における境界条件が対称でないからである。即ち例えば磁力線を横切る電場成分( $\delta E_x$ )が赤道に対し対称である場合、地上に対して平行な電場がなくなることから磁力線に沿った電場成分( $\delta E_z$ 、電離層以下の大気中ではこの成分が存在する)は反対称になるため、結局地上境界条件が赤道に対して対称にならないからである。ただし波動の空間スケールは電離層にかかった電場が地上まで達する程度に大きい場合に上記の議論が成立する。

現在メッシュ幅の大きさ等から来る誤差のため南北非対称性に対して定量的な議論を避けているが、これを改良し、さらに双極子モデルの計算に着手する。



B42-P39

低緯度オーロラ出現時の U L F 波動解析

樋口喜啓(山形大学工学部電子情報工学科)

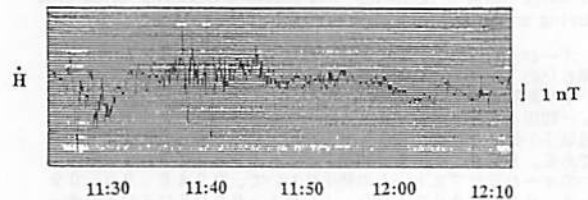
ULF Magnetic Pulsation Aspect of Low-Latitude Auroras  
 Y.Higuchi(Department of Electronics and Information Engineering, Yamagata University, Yonezawa, Jpn 992)

A case study of irregular magnetic pulsations (Pi 1 and Pi 2) observed in association with low-latitude auroras is reported. The irregular magnetic pulsations were registered at Yonezawa during the low-latitude auroras accompanying sharp positive bays. The energy source of Pi 1 magnetic pulsations is inferred to be wave-particle interaction involving asymmetric ring current oxygen ions at the bulge region of the plasma-pause during the expansive phase of substorms.

大きな磁気嵐の主相中で、湾型変化が進行中であり、Pi 2 脈動と同時に、比較的周波数の高い特殊な Pi 1 脈動が低緯度オーロラ出現時には観測される。米沢における低緯度オーロラ出現時の不規則地磁気脈動の観測結果を第1図に示す。オーロラ出現時刻(11h36mUT)よりPi 1 脈動が観測され過激的な減衰振動(Pi 2)と、比較的周波数の高い脈動が観測された。低緯度Pi 2 脈動の発生原因としては、グローバル空洞共鳴振動等が考えられる。しかし、Pi 1 脈動の発生

原因については、筆者の知る限り確定していない。そこで、低緯度オーロラ出現時の、Pi 1 脈動のスペクトル解析を行った。時系列データのスペクトル推定法としては高速フーリエ変換法、ウェーブレット変換法、自己回帰モデル、最大エントロピ法が知られている。最大エントロピ法は予測誤差フィルタの打ち切り項数の決定に検討すべきところもあるが、限られたデータ数から比較的精度の良いスペクトル推定が可能であることより最大エントロピ法を使用した。その結果、約0.15Hz近傍にスペクトル・ピークが集中していることがわかった。又、発生原因としては、環電流の酸素イオンによるサイクロトロン共鳴不安定性や電離層アルベーン波共鳴振動等が考えられる。

YONEZAWA 21 OCTOBER 1989



第1図 UNIVERSAL TIME

参考文献 Y.HIGUCHI J.Geomag.Geolectr.,46,177,1994.  
 Y.HIGUCHI Proc. STP-8 106,1994. Y.HIGUCHI IUGG XXI  
 GAB31J-3 B128, Boulder, Colorado, 1995.

Bootstrap Method for the Minimum Variance Analysis II:  
Error estimation for the maximum variance eigenvector

°T. Higuchi (Institute of Statistical Mathematics)  
H. Kawano (IGPP, UCLA, USA)

The minimum variance analysis technique (MVA) [Sonnerup and Cahill, 1967] has been widely used to determine the normal directions of discontinuities in space, to determine wave normal directions, and to examine the topology of plasmoids. However the statistical errors appearing in this method are difficult to estimate accurately because of the complicated form of the eigenvalue decomposition. To deal with this problem, Kawano and Higuchi [1995] have introduced the bootstrap method [Efron, 1979] which replaces analytical solutions with repeated simple calculations, and have accurately estimated the statistical error in the minimum variance eigenvector. In this study we are going to the next stage: an estimation of the error in the maximum and intermediate variance eigenvectors.

When there is a trend component in a time series, the data are no longer independent. Independence between observations is an important assumption in bootstrap-based inferences and then lack of independence can reduce the accuracy of an estimation of statistical errors. Accordingly the original bootstrap method, which is sometimes called *classical bootstrap* (C-BS), needs to accommodate itself to the dependence structure such as a trend component in observations. When we try to apply the bootstrap method to an estimation of the statistical errors of some parameters along the maximum and intermediate variance components, we have to deal with this problem due to the presence of an apparent dependence structure in these components. The major object in this study is to propose a modified bootstrap technique for MVA in the dependent data setting.

The primary point of modification is that we first estimate the dependence structure and separate it from noise. The resampling procedure in the bootstrap method is applied to the noise component only.

Namely we decompose the observed data into the dependent and noise components:  $\mathbf{B}(k) = \mathbf{B}(k) + b(k)$  ( $k = 1, \dots, K$ ). Then the bootstrap sample is obtained by resampling the noise component  $b(k)$ :

$$\begin{aligned} X^{*i} &= [\mathbf{B}(1) + b(i_1), \mathbf{B}(2) + b(i_2), \dots, \mathbf{B}(K) + b(i_K)] \\ &= [\mathbf{B}^{*i}(1), \mathbf{B}^{*i}(2), \dots, \mathbf{B}^{*i}(K)], \end{aligned} \quad (1)$$

where integers  $i_1, i_2, \dots, i_K$  are random numbers, each of which equals any value between 1 and  $K$  with probability  $1/K$ . Rest of the bootstrap procedures are the same as C-BS.

The application of MVA in the field of the space plasma physics usually resorts to strong assumption of planarity of dependence structure and thus any deviation from planarity appears as a noise component resulting in statistical errors of parameters obtained by MVA. Then the error estimation for MVA is an assessment of how the structure inferred by MVA, i.e., plane responds to any kind of noise components including temporal small fluctuations. Accordingly the dependence structure  $\mathbf{B}(k)$  within a framework of MVA is defined by a two-dimensional smoothed variation. The procedure to infer  $\mathbf{B}(k)$  consists of two steps: plane confinement and smoothing. The first step is to define a plane in which the trend component is confined. This procedure provides a decomposition of  $\mathbf{B}(k)$ :  $\mathbf{B}(k) = \mathbf{B}_{\text{plane}}(k) + b_{\text{normal}}(k)$ . The next step is to estimate the two-dimensional trend component,  $\bar{\mathbf{B}}(k)$ , in the defined plane by using smoothing procedures.

#### References

- Efron, B., Bootstrap methods: Another look at the jackknife. *Annals of Statistics*, 7, 1-26, 1979.
- Kawano, H., and T. Higuchi, The Bootstrap Method in Space Physics: Error Estimation for the Minimum Variance Analysis, *GRL*, 22, 307-310, 1995.
- Sonnerup, B. U. O., and L. J. Cahill Jr., Magnetopause structure and altitude from Explorer-12 observations, *JGR*, 72, 171-183, 1967.



C会場

10月5日(木) 午前

# 太陽圏

## Heliosphere

oral: C21-01~09

poster: C21-P99~P103

座長 藤本和彦 (名大・STE研)  
中川朋子 (東北工大)

回復期に日変化振幅が小さいForbush減少

三島 靖、\* 三木 琢博、上村 友範  
愛媛大学理学部

A Forbush Decrease with Small Amplitudes of Diurnal Variation during the Recovery of Intensity  
Y. Mishima, \* T. Hiki, T. Kamimura  
Faculty of Science, Ehime University

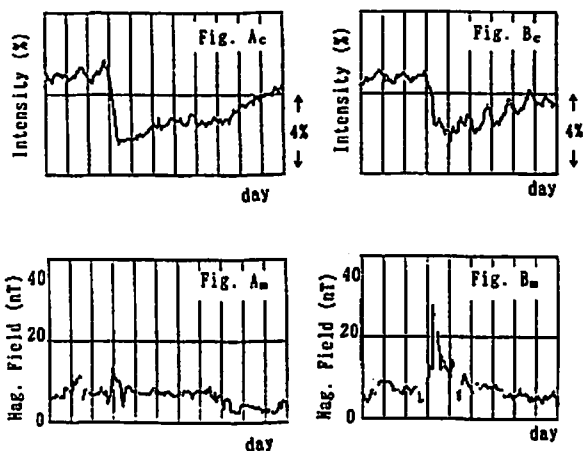
It was found that there was a Forbush decrease (FD) (Fig. A) of which amplitudes of diurnal variations during the recovery of intensity were very smaller than those of most FDs (Fig. B). Using data of neutron monitors, FDs (>3%) occurring from 1988 to 1982 for which data of interplanetary parameters were available were examined to find the causes of the smaller amplitudes of diurnal variations. We investigate the variations in amplitudes of diurnal variations and in rigidity spectrum of percentage reductions of intensity and the relations of FD to solar wind parameters.

我々は、強度回復期に日変化振幅が小さく、他の多く見られる事例 (図B) と異なる、Forbush減少 (FD) (図A) を発見した。我々は、地上中性子成分を用いて、1988年から1982年の期間の3%以上の最大減少量を持つFDを調べた。強度回復期の日変化振幅の大きさによりFDを分類し、その分類に従って、強度回復期の減少量の rigidity spectrum、太陽風 parameters の変化を調べた。減少量  $\Delta I/I$  の rigidity spectrum を  $\Delta I/I = \alpha \exp(-P/P_0)$  で fitting をすると、日変化振幅の大きいFDの characteristic rigid-

ity  $P_0$  は、強度回復期でほとんど変化しない。日変化振幅の小さいFDでは、その変化は複雑である。

図Aに示したFDの強度極小の日付近で、地球近傍の太陽風磁場の大きさ及び密度は、急激に大きな変化をしない。図Bに示したFDの強度極小の日、太陽風磁場の大きさ及び方向と密度が、急激に大きな変化をする。

Examples of Forbush Decreases (Deep River)



10TeV 以下のエネルギー領域の  
宇宙線強度の恒星時変化に見られる  
銀河超銀の異方性と Tail-In 異方性の共存

\*藤本和彦 (名大 STE 研)、長島一男

Further Evidence for the Coexistence of  
Galactic and Heliotail-In Anisotropies of Cosmic Rays  
in the Energy Region less than  $\sim 10^4$  GeV

K. Fujimoto and K. Nagashima  
Cosmic-Ray Section, Solar-Terrestrial Environment Laboratory  
Nagoya University, Nagoya 464-01, Japan

It was pointed out in the previous report (Nagashima, Fujimoto and Jacklyn 1995) that the cosmic-ray sidereal daily variation in the energy region less than  $E_U \sim 10^4$  GeV is due to two kinds of anisotropy, one is the galactic anisotropy from the direction of the right ascension  $\alpha_G = 0h$  and the declination  $\delta_G = -20^\circ$  and characterized by the directional deficit flux of cosmic rays confined in the narrow cone with the half opening angle  $\chi_G \sim 57^\circ$  from the direction of  $\bar{\alpha}_G = \alpha_G - \pi$  and  $\bar{\delta}_G = -\delta_G$ . The other is the heliomagnetotail-in anisotropy probably of solar origin, which is observed only in the energy region less than  $\sim E_U$  with its maximum near  $10^3$  GeV and characterized by the directional excess flux confined in the narrow cone with  $\chi_T \sim 68^\circ$  from the direction ( $\alpha_T \sim 6h; \delta_T \sim -24^\circ$ ) almost parallel to that ( $\alpha_{TP} = 6.0h; \delta_{TP} = -29.2^\circ$ ) of the heliomagnetotail expected from the proper motion of the solar system.

It is shown in the present report that the coexistence of the anisotropies is further supported by the observation of sidereal daily variations at the underground stations Misato (latitude  $\lambda = 36^\circ N$ ; longitude  $\phi = 138^\circ E$ ) and Zohzan ( $\lambda = 37^\circ N$ ;  $\phi = 138^\circ E$ ) in the energy region between  $\sim 150$  GeV and  $\sim 900$  GeV.

Acknowledgment

The authors thank the members of Cosmic Ray Laboratory, Faculty of Science, Shinshu University for providing the cosmic ray data from Misato and Zohzan underground stations.

宇宙線恒星時日変化の南北両半球観測

宗像一起、安江新一、加藤千尋、森 覚、小山守一（信州大理）、  
赤羽重信（松本深志高）、藤井普次郎、藤本和彦、榊原志津子、  
上野裕幸（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 Sidereal Daily Variation of Cosmic Ray Intensity

K.Munakata, S.Yasue, C.Kato, S.Mori, M.Koyama (Shinshu Univ.)  
Z. Fujii, K. Fujimoto, S. Sakakibara, H.Ueno (STE lab.)  
J.E.Humble, K.B.Fenton, A.G.Fenton (Univ. of Tasmania)  
M. L. Duldig (Australian Antarctic Div.)

The sidereal daily variations in cosmic ray intensity will be analyzed by using data from a pair of two-hemisphere-networks of multi-directional muon detectors on surface (Hobart in Tasmania and Nagoya in Japan) and underground (Liapootah in Tasmania and Matsushiro in Japan). In this report, we analyze three year data from January 1992 to December 1994.

Using data from multi-directional observations underground in both hemispheres, we test the north-south sidereal asymmetry which has been so far reported from long-term observations at Matsushiro and Sakashita in northern hemisphere. We analyze also the enhancement of the variation which has been observed by two-hemisphere-network of surface muon detectors in 1992 and 1993.

By using data from two-hemisphere-network of muon observations, we test also a model recently proposed by Nagashima et al. in which the north-south anomaly in sidereal daily variation is explained in terms of the co-existence of the loss-cone-type and excess-cone-type intensity distributions.

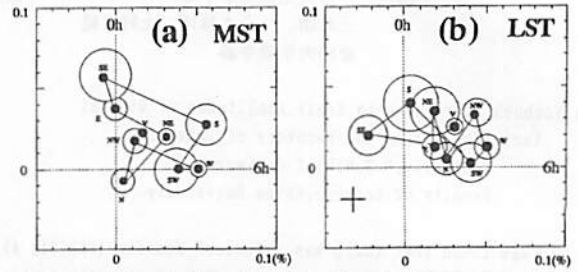


Figure 1. Harmonic dials of the sidereal diurnal variations observed by 9 component telescopes in each of Matsushiro(a) and Liapootah(b) in three years from January 1992 to December 1994. Error circles are deduced from the dispersion of three yearly-mean vectors.

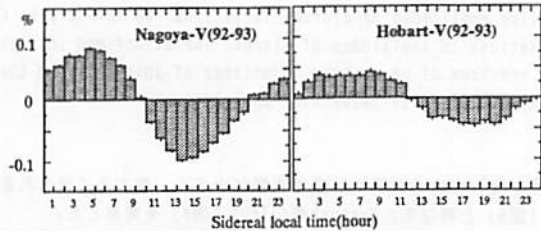


Figure 2. Enhanced sidereal daily variations observed by Nagoya and Hobart in 1992 and 1993. The spurious variations are corrected by using the anti-sidereal daily variations observed at Nagoya and Hobart.

C21-04

1990年5月24日に観測されたGLEの解析

森下伊三男（朝日大.経営学部） 榊原志津子（名大. STE研）

Analysis of the GLE observed on May 24, 1990

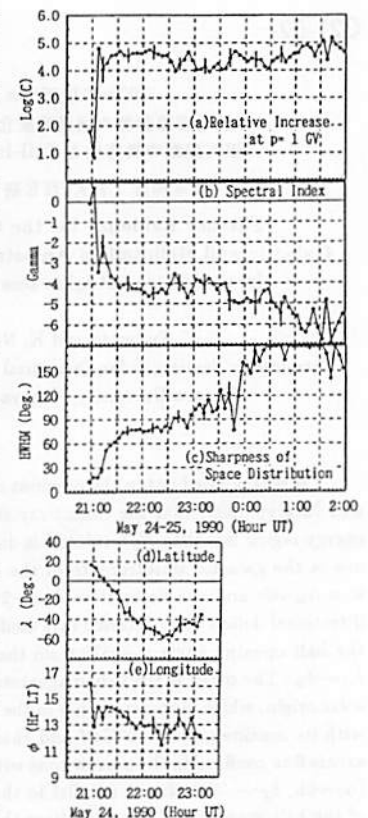
I.Morishita (Asahi Univ.) S.Sakakibara (Nagoya Univ.,STE Lab.)

The high energy solar proton event following after the large solar neutron event was observed on 24 May 1990 by world-wide network stations including muon telescope at Mt.Norikura. By using those data recorded every five minutes, we have determined the space distribution and rigidity spectrum of the solar particles responsible for the GLE at interval of five minutes. The space distribution is assumed to be expressed by the circular distribution around the direction axis of the anisotropy. The time variations of the rigidity spectra and space distributions are demonstrated.

1990年5月24日に観測されたGLEは、直前に地上で太陽中性子が直接に観測され、また、地磁気のカットオフリジディティが11.5GVの乗鞍観測所でも増加が見られる等の特徴を持っている。更に、世界各地の中性子モニターの強度増加の時間変化をみると、GLEの初期の段階では、特定のステーションにのみ増加が見られ、そこでの極めて大きな異方性の存在を予想する事ができる。

ここでは、世界各地から33カ所の中性子モニターの5分値の強度データを用い、GLEの原因となる地球周辺での太陽宇宙線のリジディティスペクトルと強度の空間分布の時間変動を解析した結果について報告する。解析に当たり、スペクトルはパワー型を仮定し、空間分布は異方性の軸を中心とした円形分布（等強度曲線が軸を中心とした円となるような分布）とし、中心の軸からの開角 $\chi$ に対して、相対強度が $\{\cos(\chi/2)\}^N$ となるように仮定した。ここで、Nは分布の幅の広さを与えるもので、Nが大きく（小さく）なればなるほどシャープ（ブロード）な分布となる。解析では、このNの他に、スペクトルのべき $\gamma$ と大きさC、軸の方向（経度、緯度）を未知パラメータとして、非線形最小二乗法で5分ごとに解を求めた。図は、得られた各パラメータの時間変化を示している。上から、(a)p=1GVの時の相対強度、(b)スペクトルのべき $\gamma$ 、(c)分布の幅の指標としてHWHM(Half

Width at Half Maximum)を示す。これらのグラフから分かるように、初めの10分間を除いて、相対強度はほぼ一定であるが、スペクトルのべきは徐々に小さくなっており、スペクトルのソフト化が起きている事が分かる。また、空間分布の鋭さを示すHWHMは徐々に大きくなり、開始からほぼ2時間で $90^\circ$ 以上となり、分布は極めて等方的となる。そこで、異方性が見られる開始2時間以内の空間分布の軸を下の二つのグラフに示す。(d)が緯度、(e)が経度である。これらを見ると、空間分布の中心軸の緯度は、初め赤道に近いところにあるが、徐々に南の方向に移動しているのが分かる。また、経度は14時の方向から12時の方向に徐々に変化している。経度については、一般的に言われている9時-21時のIMFの方向からずれており、太陽の方向を向いているとはいえ、磁力線に沿って太陽宇宙線が到来してくるというイメージとは異なった結果となっている。なお、グラフの中の一部の点に付いている縦線は解析結果の標準誤差を示す。



## C21-05 プロミネンスの緯度変化とその磁気嵐への効果

齋藤尚生<sup>1</sup>・森 洋介<sup>1</sup>・安江正治<sup>2</sup>・松浦善博<sup>3</sup>  
小塚幸央<sup>1</sup>・小島正宜<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>東北大(学名)、<sup>2</sup>宮城教育大、<sup>3</sup>名大STE研

### LATITUDINAL VARIATION OF SOLAR PROMINENCES AND THEIR RELATION TO EARTH'S MAGNETIC STORM

T.Saito<sup>1</sup>, Y.Mori<sup>1</sup>, M.Yasue<sup>2</sup>, Y.Matsuura<sup>2</sup>, Y.Kozuka<sup>1</sup>, M.Kojima<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Tohoku Univ.(Student & E. Prof.)  
<sup>2</sup>Miyagi Univ. of Education, <sup>3</sup>STEL,Nagoya Univ.

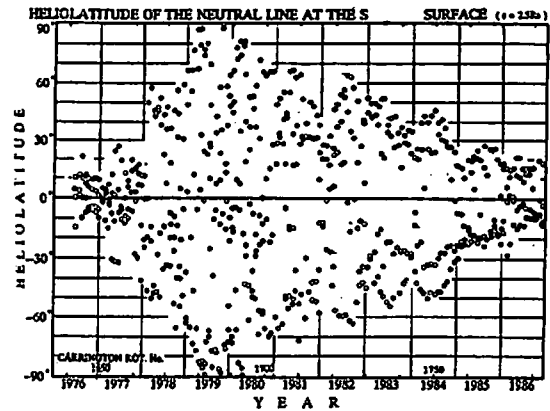
The question why high-latitude prominences show a peculiar but clear 11-year variation has been unsolved for more than half a century. In the present study we calculate the latitude of the heliospheric neutral sheet for two solar cycles from 1975 to 1995. The calculated latitude of the sheet shows a quite reasonable agreement with the observed latitude of the prominences. Moreover, it has been noticed that CME's accompanying high-latitude filament disappearance tend to occur along the heliospheric neutral sheet. These analysed and observational facts also support strongly our rotational reversing model on the heliospheric neutral sheet.

磁気嵐の原因となる太陽面現象としては、7/7、30/14-4の発生域と同じく、高緯度のフィラメント消失も太陽の大規模磁場構造に支配されていることを示唆している。しかも今回の結果は、著者等の中性面回転反転説を更に裏づける証拠を提出したことになる。

磁気嵐の原因となる太陽面現象としては、7/7、30/14-4に次いで、フィラメント消失が注目されている。そのフィラメント即ちプロミネンスには低緯度型と高緯度型があり、共に出現緯度に明瞭な11年変化があることが、半世紀以上も前から観測的には知られていた。このうち蝶型緯度変化をする低緯度型は、黒点活動に付随するものとして解釈できる。しかし高緯度型プロミネンスの緯度変化は、むしろ黒点相対数変化そのものの形と似た傾向を示すので、必ずしも変化の原因は明らかではなかった。

そこで本研究で、太陽磁気圏中性面とプロミネンス位置の11年緯度変化を20年間のデータについて解析・比較したところ、両者の間には、強い関係があることが判明した。しかもこの大規模な磁気圏中性面に沿って、フィラメント消失を伴う大規模なプラズマ噴出が起こる傾向が著者等(1993)によって報告され、Hudson(1995)達の現象もこれに対応することが見いだされた。

このことはこれまでの学会で報告してきた7/7、30/14-4の発生域と同じく、高緯度のフィラメント消失も太陽の大規模磁場構造に支配されていることを示唆している。しかも今回の結果は、著者等の中性面回転反転説を更に裏づける証拠を提出したことになる。



## C21-06 太陽風速度及び密度擾乱の二次元構造— Ulysses 観測との比較

○小沢友宏<sup>1</sup>、小島正宜<sup>1</sup>、三澤浩昭<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>名古屋大学太陽地球環境研究所  
<sup>2</sup>東北大学超高度層研究センター

○T. Ozawa<sup>1</sup>, M. Kojima<sup>1</sup>, and H. Misawa<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University  
<sup>2</sup>Upper Atmosphere & Space Research Laboratory, Tohoku University

Until Ulysses passed over the solar south pole in 1994, interplanetary scintillation had been one of a few means which can observe the solar wind at high latitude. However the flow speed deduced from IPS measurement is actually an integral of the speed transverse to a line-of-sight weighted by density variance, and consequently the IPS measurements are biased. We calibrated the IPS observations and estimated the velocity dependence of electron density variance with simulating IPS observations in a model solar wind and comparing them with Ulysses observations.

Ulysses による太陽圏高緯度観測がなされるまでは、惑星間空間シンチレーション (IPS) による観測が太陽圏の高緯度を観測できる数少ない手段の一つであった。しかし、IPS観測で得られる太陽風速度は、観測者と電波源を結ぶ視線上の太陽風速度の荷重平均であり、このためバイアスのかかったものである。たとえば、Ulysses は太陽南半球の高緯度において50 km/s 程しか速度が変化しない安定な高速太陽風を観測したのに比べ、IPSによる高緯度観測では数百km/s もの大きな速度変化を観測している。両者の観

測の違いを調べるために、太陽風の速度及び密度擾乱の緯度・経度分布モデルを作り、その太陽風モデルをもちいてIPSの計算機シミュレーションを行い、実際のIPS観測との比較検討を行った。この太陽風モデルを作る際に次の2点が重要である。

(1) 太陽風速度分布をどのように作るか。

Potential field neutral line に沿い低速太陽風を分布させたモデルと、K-corona の輝度分布と速度分布を相関付けたモデルの両者で比較した。

(2) 密度擾乱 ( $\delta Ne$ ) の与え方。

IPS に関与する  $\delta Ne$  の空間スケールは数百km/s以下の比較的小さなスケールサイズのものである。このために、spacecraft による観測はあまりなく、 $\delta Ne$ が $Ne$ に単純に比例するのかどうかよくわかっていない。そこで、 $\delta Ne = V^\alpha$  と仮定し、最適の  $\alpha$  を求めた。

[解析結果]

- IPS が高緯度で観測した大きな速度変化は、視線積分に起因するバイアス効果で説明できる。
- K-corona の輝度分布から作った速度分布の方が、観測をより良く説明する。
- UCSD のグループは、5-15 Rs での観測から、高速風の  $\delta Ne$  は低速風の  $\delta Ne$  に比べ1/4程であることを得ているが、0.3 AU 以遠においては高速風中の  $\delta Ne$  はかなり大きくなり、 $\alpha=0.5$  でなければならない。

惑星間空間への活動域プラズマの放出  
\*中川朋子 (東北工大)

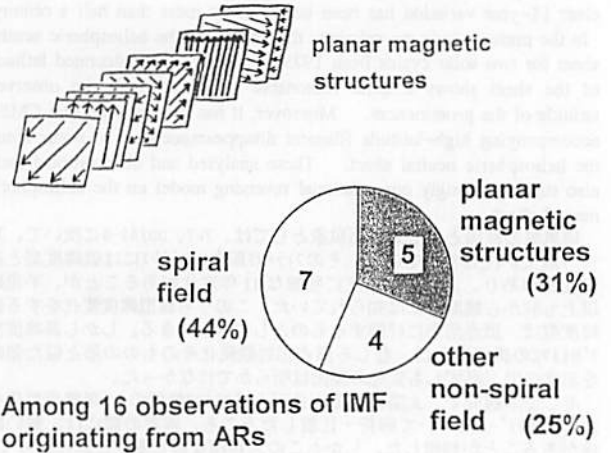
Release of Active Region Plasma into Interplanetary Space  
Tomoko Nakagawa (Tohoku Institute of Technology)

The interplanetary objects, 'planar magnetic structures', whose magnetic field cannot be explained by Parker's model field, have been identified as the active region expansions found by Uchida et al. [1992] in the Yohkoh soft X-ray images, from which loop-like structures of active-region corona expand outward repeatedly at speeds of a few to a few tens of km/s even in the absence of any sizable flares. The active region expansions are expected to play an important role in mass loss from the Sun. On the other hand, not all the active regions were observed as planar structures in interplanetary space. In 16 Sakigake observations of solar wind plasma whose solar sources coincided with active regions, 9 had non-spiral magnetic field including planar structures, high ion density or both of them, but the other 7 (44%) exhibited no significant difference from average solar wind with spiral field. This study attempts to find difference between active regions which expand into interplanetary space and which do not.

通常の太陽風磁場と異なり、Parkerのモデルで説明することのできない平面状磁場構造の発生域を調べると、近年「ようこう」軟X線画像で発見された太陽表面の「活動域膨張」に一致することがわかってきた。従来、フレアなどの場合を除いては、磁場が強いためプラズマを放出しないと考えられてきた活動域であるが、惑星間空間への質量流出に寄与していることが示唆される。

一方、すべての活動域のプラズマが異常な太陽風として検出されるわけではない。93年1月から11月の間に1AU付近で「さきかけ」によって観測された太陽風のうち発生源が活動域に相当するものが16例あったが、平面状磁場構造 ( $B_n < 0.1B, \alpha_n > 0.7B$ ) が5例、その他の異常磁場 (スパイラル方向からずれた磁場が85%以上の時間にわたって観測された) が4例で、残りの7例 (44%) については、磁場・プラズマ密度とも平均的な太陽風と違いがなく、活動域のプラズマが引き出されたとは考えにくい。

本研究では、プラズマと磁場が惑星間空間へ引き出される活動域と惑星間空間で検出されない活動域の違いを、コロナルホールなど周辺の磁場構造との関連から調べる。



An Electron Fermi Acceleration Event at an Interplanetary Shock Wave on Feb. 21, 1994 Observed by the GEOTAIL

\*N. Shimada<sup>1</sup>, T. Terasawa<sup>1</sup>, M. Hoshino<sup>2</sup>, A. Nishida<sup>2</sup>, T. Mukai<sup>2</sup>, Y. Saito<sup>2</sup>, M. Hirahara<sup>1</sup>, S. Machida<sup>3</sup>, T. Koi<sup>4</sup>, K. Maezawa<sup>5</sup>, M. Fujimoto<sup>5</sup>, B. Wilken<sup>6</sup>, K. Nagata<sup>7</sup>, N. Hasebe<sup>8</sup>, T. Doke<sup>9</sup>, S. Livi<sup>6</sup>, S. Ullaland<sup>12</sup>, T. Yanagimachi<sup>10</sup>, H. Murakami<sup>10</sup>, T. Nagai<sup>11</sup>, H. Matsui<sup>1</sup>, T. Yamamoto<sup>2</sup> and S. Kokubun<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Univ. of Tokyo, <sup>2</sup>ISAS, <sup>3</sup>Univ. of Kyoto, <sup>4</sup>STE Lab., <sup>5</sup>Univ. of Nagoya, <sup>6</sup>Max-Planck-institut, <sup>7</sup>Univ. of Tamagawa, <sup>8</sup>Univ. of Ehime, <sup>9</sup>Univ. of Waseda, <sup>10</sup>Univ. of Rikkyo, <sup>11</sup>Tokyo Inst. Tech., <sup>12</sup>Univ. i Bergen

On February 21 1994, the GEOTAIL spacecraft observed a passage of a fairly strong quasi-perpendicular (shock angle is estimated as  $\sim 60^\circ$ ) interplanetary shock at 09:03 UT. Gradual exponential increase of the flux levels, which are typical of interplanetary shock acceleration, were observed for both ions ( $> 40$  keV) and electrons ( $>$  several tens of eV) in several hours before the shock arrival. Accelerated electrons showed a power-law type energy spectrum ( $\gamma \sim -3.0 \sim -2.8$ ), which was, however, significantly softer than what the standard Fermi theory predicts ( $\gamma \sim -2.25 \sim -2.0$ ). Large field aligned anisotropy pointing away from the shock was also observed. We presume that the softening of the spectrum and the large anisotropy are due to the effect of the upstream free escape boundary. From the 16Hz magnetic data of GEOTAIL we found R-mode MHD wave of  $\sim 1$ Hz (in the spacecraft frame) in the upstream of the interplanetary shock. These wave could resonate with several tens of keV electrons and scatter them. Quantitative study of the wave-particle interaction process in the shock upstream region is now under way.

Fig.1 Upstream energy spectra of electrons (60eV - 40keV) in the field-aligned direction away from (solid curve) and into (dotted curve) the shock front.

Fig.2 Spectrum of the right hand component of the magnetic field derived from GEOTAIL MGF Fluxgate data from 8:30 to 9:10 UT. Strong right hand waves are seen around after 8:40.

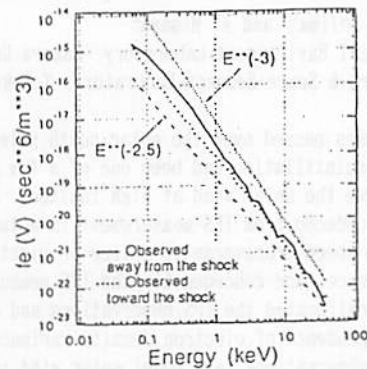


Fig.1

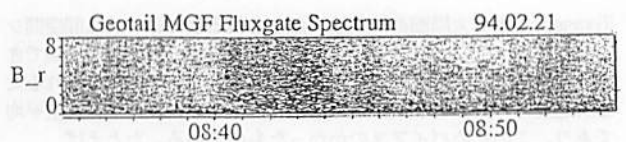


Fig.2

**Split-Band Type II 太陽電波バーストの発生機構について**  
 \* 青山 隆司 大塚 寛 磯辺 武 近藤哲岡  
 (宮城能研短大) (東北大理) (通研研平機) (通研研島島)

On the Emission Mechanism for Split-Band Type II Solar Radio Bursts  
 \* Takashi Aoyama, Hiroshi Oya, Takeshi Isobe and Tetsuro Kondo  
 (Miyagi Polytechnic Col.) (Tohoku Univ.) (CRL Hiraiso) (CRL Kashima)

The split-band Type II solar radio bursts are characterized by the simultaneous intensity variation between two split band emissions suggesting that the origin of the two split bands is located in the same place of the Type II wave generation associated with the shock waves propagating through the solar coronal plasma. We propose here the emission mechanism of the split band Type II solar radio bursts in terms of the nonlinear wave particle interactions of cyclotron resonance type.

$$\omega_p + \omega_m - (k_p + k_m) \cdot v = \omega_c$$

The present hypothesis can be confirmed by studying wide band dynamic spectra obtained by HIRAS (Hiraiso radio spectrograph).

**1. 序**

Type II バーストの中には、基本波および2倍の高調波のそれぞれのバーストが、さらに2つのバンドに分断された構造を示すものがあり、Split-Band Type II Bursts と呼ばれている。この Split-Band Bursts の発生機構に対し、いくつかの理論が過去に提唱されているが、そのいずれも観測データを完全には説明できていないのが現状である。そこで我々は、筑館(宮城能研短大)で得られた観測データ(20-40 MHz)を用い、非線形波動粒子相互作用による Split-Band Type II Bursts の発生機構を提案した(1992年春期学会)。今回は、広帯域(15-2500 MHz)で太陽電波のダイナミクススペクトルが得られる、通研研の HIRAS (Hiraiso radio spectrograph) のデータを解析し、我々の主張を支持する結果を得たので報告する。

**2. 観測結果**

筑館および HIRAS のデータの解析結果は、以下の2点を主張している。第1は、Split-Band Type II Bursts の多くのもの(全てではない)は、各スプリットバンドの強度変動が良い時間的対応を示している事である。第2は、スプリットバンド間の周波数の差( $\Delta F$ )が、Type II Bursts の周波数( $F$ )と明確な正の相関を持つ事である。この結果を右図に示すが、直線で結ばれた2ないし3点のデータは同じ

Split-Band Type II Bursts の中から抽出したことを示している。左隣の8組のデータは筑館で得られたもので、他の8組のデータは HIRAS の結果である。

**3. 理論的検討**

Split-Band Type II Bursts の説明として過去に提出された信頼性の高い理論は、McLean (1967) と Særd et al. (1974) の理論である。しかし、これらはいずれも、2つのスプリットバンドの発生領域が別の場所であることが前提となっており、強度変動が2つのバンド間で同期している事実の説明は困難である。つまり、同一場所であった周波数の電磁波を発生させる必要がある。

我々の提案は次のようなものである。衝撃波の近傍で作られた電子ビームによる非線形波動粒子相互作用は、

$$\omega_p + \omega_m - (k_p + k_m) \cdot v = \omega_c$$

と表される。ここに、 $\omega_p$ 、 $\omega_m$  はそれぞれプラズマ波、電子サイクロトロン波の角周波数を表している。すなわち、電子ビーム  $v$  に対して、新たに観測される split 波  $\omega_m$   $k_m$  が形成され、サイクロトロン共振により増幅される。上式より、

$$2\pi \Delta F = \omega_m - \omega_p = \omega_c + [(k_p + k_m) \cdot v - 2\omega_c]$$

であるが、 $\omega_p \approx k_p \cdot v$ 、 $\omega_m \approx k_m \cdot v$  であることを考慮すれば、

$$\Delta F \approx \omega_c / 2\pi$$

となる。この場合、shock wave 中で  $nkT = B^2/2\mu$  が維持されていれば

$$\omega_p = \alpha \omega_c$$

が結論される。また、対応する磁場強度もコロナの磁場として妥当な値である。

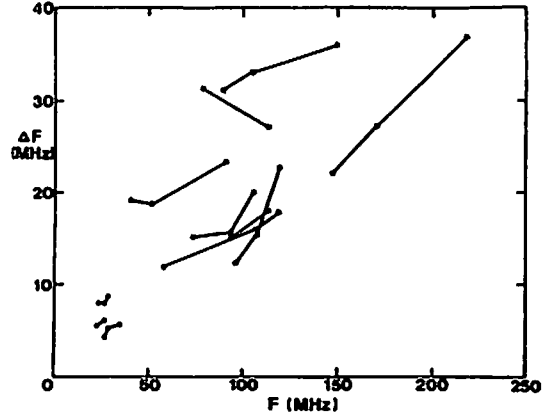


図.  $\Delta F(\omega_c)$  と  $F(\omega_c)$  の相関関係

**C21-P99 WWWを用いたクライアントサーバ型  
宇宙環境データベース**

\* 石橋 弘光・川崎 和雄・秋岡 典樹・近藤 哲郎・磯部 武  
 (通信総合研究所)  
 徳丸 宗利  
 (名古屋大学 STEB)

**Client-Server Database Using WWW(World Wide Web)**

Hiroimitsu Ishibashi, Kazuyoshi Kawasaki, Maki Akioka, Tetsuro Kondo, Takashi Isobe(Commun. Res. Lab.)  
 Munetoshi Tokumaru(STEL, Nagoya University)

We present client-server database using WWW(World Wide Web) in Hiraiso Solar Terrestrial Research Center.

平磯宇宙環境センターでは、1988年よりリアルタイム・オンラインデータベースシステム(通称、SERDIN)の運用を行っている。SERDINでは、常時、世界各地の地域警報センター(RWC)をはじめとする関連機関からインターネット経由で入ってくるデータをデータベース化する一方で、その結果得られる太陽活動・地磁気活動等の履歴値を、インターネットやパソコンBBSを介して公開してきた。その後さらに、広帯域太陽電波観測システム(HIRAS)や太陽光宇宙観測システムの開発に伴い、太陽電波ダイナミクスベクトルやH $\alpha$ 太陽放射像等の観測データのデータベース化が進められてきた。これらは、それぞれ異なるワークステーション上で、独立したデータベースとして運用されており、主にanonymous ftpで、研究者に公開している。このように平磯宇宙環境センターで扱うデータベースの多様化・分散化の進む中で、これらのデータベース群に効率よくアクセス可能なシステムを構築する必要性が生じてきた。システムの仕様を決める上で、特に重要な項目として以下の3点が挙げられる。

- (1) 優れたグラフィカルユーザインターフェースを有すること。
- (2) ネットワーク上で独立に運用されている各種データベースをネットワーク越しにリンクし、相互参照可能な分散データベース環境を提供

できること。

- (3) インターネット上において、長期間安定運用可能な各種機能を提供すること。

我々は、これらを十分に満足するシステムとして、WWW(World Wide Web)サーバを導入し、約3カ月の試用運用の後、昨年6月に正式運用を開始した。(http://hirweb.cri.go.jp) その後、随時、システムの拡張を行っている。

WWWサーバは、HTML(Hyper Text Mark-up Language)を介して、インターネット上の各種リソース(telnet,ftp,gopher, and etc.)とリンクする機能を有している。このため、WWWの導入によって、一見集中型が一般的であった従来のデータベースとは異なる分散型データベースシステムの構築が、可能となっている。一方、クライアント側も、各方面でマルチプラットフォーム化が進み、X-Window,Windows,Macintosh等で稼働する各種ソフトウェアが登場している。(Mosaic, Netscape等) いずれも、各種フォーマット(gif, jpeg等)の画像データ表示機能を有しており、WWWサーバ側でリンクされた画像ファイルを閲覧できる。また、リンクする手続きは、telnetやftp等の各種リソースと全く同様である。しかし、telnet, ftp等の既存の各種データベースサービスとのリンクは非常に容易であるものの、使用頻度の高い、年月日等のキーパラメータによるデータ検索・データ表示等を実現するには自らプログラムを開発する必要がある。WWWには、クライアントからのインタラクティブなセッションに対し、サーバ側から動的にHTMLを返し、クライアント・サーバ間の双方向の情報提供を可能とするCGI(Common Gateway Interface)なる機能が実装されており、この機能を有効に利用したプログラムを組むことで、様々なレベルでユーザインターフェースをカスタマイズできる。我々は、このCGIに着目し、平磯宇宙環境センターの分散型データベースのユーザインターフェースの開発を行っている。

今回は、既に完成している以下のページの仕様を中心にWWWを用いた分散型宇宙環境データベースの概要について報告する。

- ・ Solar Activity Chart(http://crigin.cri.go.jp/sedoss/solact)
- ・ Geomagnetic K-Indices(http://crigin.cri.go.jp/sedoss/geomag)
- ・ GMS4/SEM High Energy Particle Flux(http://hirweb/sem/index.html)

## Response of the Terrestrial Magnetic Field to the CME Event of February 21, 1994

S. M. Petrinec<sup>1</sup>, K. Yumoto<sup>2</sup>, H. Lühr<sup>3</sup>, D. Orr<sup>4</sup>, D. Milling<sup>4</sup>, K. Hayashi<sup>5</sup>, S. Kokubun<sup>2</sup>, and T. Araki<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Institute of Space and Aeronautical Science,  
3-1-1 Yoshinodai, Sagami-hara,  
Kanagawa 229, Japan

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

<sup>3</sup>Institute of Geophysics and Meteorology,  
Technical University of Braunschweig,  
D-38106 Braunschweig, Germany

<sup>4</sup>Physics Department, York University,  
York Y01 5DD, UK

<sup>5</sup>Department of Earth and Planetary Physics,  
University of Tokyo, Tokyo 113, Japan

<sup>6</sup>Department of Geophysics, Kyoto University,  
Kyoto 606, Japan

A large coronal mass ejection (CME) passed by the Earth on February 21, 1994. Very large changes in the solar wind dynamic pressure, flow direction, and magnetic field were observed in the solar wind by several spacecraft. At the Earth's surface, many ground stations also recorded the passage of this CME, as a storm sudden commencement onset. We have examined several interesting features of the

surface magnetic field response to this sudden commencement onset. In particular, we have examined the initial change in magnetic field at several stations, and have noted the asymmetry in the amplitude of the response as a function of magnetic latitude. In addition, we have crudely estimated the relative contributions of the Chapman-Ferraro and the ionospheric current systems to the magnetic field response at the Earth's surface. Also of interest is the polarization of Psc oscillations superposed on the main impulse at several stations, including polarization reversals as a function of magnetic latitude. Corresponding ionospheric currents at stations along the 210 MM chain are also computed, and very large, sudden changes in the ionospheric current flow patterns are reported during the initial minutes of the sudden commencement onset. These results are interpreted in terms of previous models, paradigms, and statistical results.

## 太陽圏 3次元磁場・電流システム

〇 鷲見治一 (湘南工大)、田中 高史 (通総研)

### 3D System of the magnetic field and current in the Heliosphere

H. Washimi (SIT) and T. Tanaka (CRL)

The global three-dimensional system of the magnetic field and current in the heliosphere is analyzed by the method of MHD computer simulation. Our result of the heliospheric current structure is compared to the global current structure in the terrestrial magnetosphere.

太陽風プラズマと星間ガスの相互作用により太陽圏の立体構造が形成される。太陽コロナを源として星間空間に広がる超音速プラズマ流即ち太陽風は、太陽からの距離が約100AUの位置に形成されていると予想される終端衝撃波にて亜音速に減速となる。また、太陽風の流れの向きも、終端衝撃波までは太陽からほぼ放射状であるが、終端衝撃波を越えると次第に星間ガスの下流方向へと方向を転じ、長大な太陽圏尾部構造を作る。太陽風プラズマと星間ガスとの接触面はヘリオポーズ、また、終端衝撃波とヘリオポーズまでの超音速太陽風プラズマ領域はヘリオシースと呼ばれる。

さて、星間空間磁場には太陽ダイポール磁場が放射状に引き延ばされたポロイダル磁場と、太陽自転に伴うトロイダル磁場の2成分がある。しかし、太陽から見ると、地球より遠方ではトロイダル成分が主である。このトロイダル磁場に伴うポロイダル電流は星間空間ではほぼ放射状に、遠方から太陽コロナへと流入し、逆に、太陽コロナからは

赤道面に沿って流出する。この電流が終端衝撃波以遠でどのような構造になっているのか、また、星間空間トロイダル磁場は超音速プラズマ流により遠方へと運ばれるが、これが終端衝撃波を越えるかどうか等の基本的な問題が未解決のままであった。これら磁場・電流の立体構造を解明することは地球磁気圏との比較についても興味あることであり、また銀河宇宙線の太陽系への流入過程を研究するためにも必要不可欠である。

我々は3次元TVDSケームを用いたMHDシミュレーション解析を行うことにより、これら基本的問題の解明を行った。我々の用いた主な仮定は、星間ガスは太陽赤道面に平行、星間ガス中の中性原子の効果は無視、内側境界条件として太陽風プラズマは太陽から放射状、等なごく単純化されたものである。

我々の結論は以下の通りである。(1)トロイダル磁場の中心は終端衝撃波以遠では尾部へたなびいた形となるが、ポロイダル電流はこのたなびいた中心の線に沿って尾部から終端衝撃波面上の極域へと流入してくる。(2)この電流は終端衝撃波面近くで極域から高・中・低緯度帯へと終端衝撃波面に沿って分散する。(3)それから星間空間中を太陽コロナへと各方面から放射状に流入する。(4)太陽コロナから赤道面に沿って流出した電流は終端衝撃波を越えても更に遠方へ伸び、前面ではヘリオポーズに沿って広がり、ついにはヘリオポーズに沿いながら尾部方向へと向かう。以上が無制限で閉じた巨大な太陽圏環電流(I)である。これはR1、R2電流に対応する。(5)重要なことは、これとは別のもっと強い太陽圏環電流(II)が存在することである。即ち(1),(2)は同じであるが、それからヘリオシース中をヘリオポーズへと向かい、更にヘリオポーズにぶつかってからはそれに沿って尾部へと流出する環電流が存在する。この環電流がヘリオシース中の強いトロイダル磁場を維持していることが明らかとなった。

## C21-P102

### 惑星間空間磁場極性の回帰周期の太陽活動依存性の起源

・小塚幸央、小島正宜 (名大STE研)、齋藤尚生 (東北大)

#### Origin of the Solar Cycle Dependence of the Recurrence Period of the Interplanetary Magnetic Field Polarity

・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 pattern of the polarity of the interplanetary magnetic field (IMF) near the Earth has a recurrent period of about 27 days. It is known, however, that the 28-29 days recurrent period sometimes appears near maximum phase of solar activity cycle. Such a change of the recurrent period may be caused by a change of the large-scale solar magnetic field. We compared the recurrence pattern of the IMF polarity with the distribution of the large-scale solar magnetic field. The photospheric magnetic field was expanded in terms of spherical harmonics. Rotation periods of each harmonics were calculated using the harmonic coefficients. The rotation periods of the dipole and quadrupole components of the photospheric magnetic field exhibit a solar cycle variation. The recurrence period of the IMF polarity changes in association with the variations of both of the horizontal dipole and quadrupole components. It is concluded that the solar cycle variation of the recurrence period of the IMF polarity is controlled by both of the horizontal dipole and quadrupole components of the solar magnetic field.

惑星間空間磁場 (IMF) の極性は solar cycle の間に特徴的な回帰パターンを示す。地球近傍でみた IMF 極性は太陽の自転に伴って、およそ 27

日の回帰周期を持っているが、ときどき 28-29 日の周期が現れる。このような周期の変化には、太陽大規模磁場の状態の変化が大きく寄与していると考えられる。本研究では、太陽大規模磁場の自転の様子と IMF 極性の回帰パターンと比較し、IMF 極性の回帰周期の長期変化のメカニズムを考察する。

IMF 極性の回帰周期に関しては、autocorrelation の手法を用いて求めた。一方、大規模磁場の自転周期は、光球面磁場の多重極展開によって得られた調和係数から求められた。図 1 は、1977-1993 年における、黒点指数、IMF 極性の 27 日回帰図、IMF 極性の回帰周期、水平双極子及び四重極子の自転周期を示したものである。IMF 極性は、cycle の活動上昇期と cycle 22 の極大期の付近で顕著な 28-29 日周期を示している。また下降期には、比較的安定した 27 日周期が現われている。これらの周期は、磁場の水平双極子成分の自転周期と一致する時と、四重極子成分の自転周期と一致する時がある。このことは、太陽磁場の水平双極子、四重極子成分の両方の自転周期の変化が、IMF 極性に見られる回帰周期の太陽活動周期変化に寄与していることを示している。

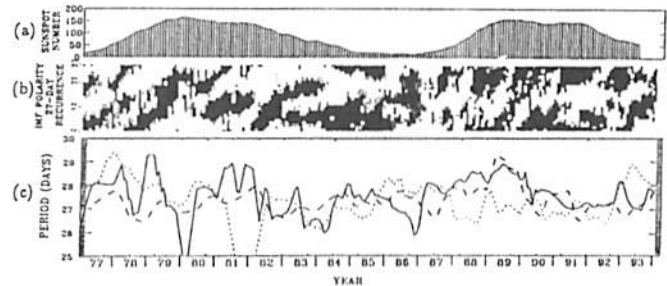


Figure 1. (a) Relative sunspot number. (b) 27-day recurrence diagram of the IMF polarity. (c) Recurrence period of the IMF polarity (solid line), rotation periods of the horizontal dipole (dotted line) and the quadrupole (dashed line) of the solar magnetic field.

## C21-P103

### 太陽風磁場の共回転性構造と突発性構造 丸橋 克英 (通信総合研究所)

#### Corotating and Transient Structures of IMF at Venus and Earth Orbits

K. Marubashi (Communications Research Laboratory)

This is an attempt to see the degree of similarity between the structures of interplanetary magnetic fields (IMFs) observed by the Pioneer Venus orbiter (PVO) and Earth-orbiting spacecraft. We concentrate on comparison between pairs of the IMF structures at these two places that can be considered to be originated from the same solar source region. The analysis consists of the following two steps. First, we select 48-hour intervals for which the IMFs from the PVO observations are well correlated with those from near-Earth observations that are time-shifted to compensate for the solar-rotation time over the heliographic longitude separation from Earth to Venus and for the solar wind transit time from the Venus orbit (0.7 AU) to the Earth orbit (1.0 AU). Then, we examine the characteristics of the IMF variations during the selected 48-hour intervals. As a result, several different types of IMF structures have been found to be well-correlated pairs between the Venus and Earth observations. They include those cases in which (1) the same transient structures are observed at both Venus and Earth when the longitude separation between the Venus and the Earth is small, and (2) the same sector boundaries are observed at both Venus and Earth. In addition, many well-correlated cases have been found in which the IMF sector boundaries are observed at one place whereas the flux rope structures are observed at the other place. This implies an intrinsic relation between the sector boundary and the

formation of the flux ropes. We have also found such cases that similar flux rope structures are observed at both Venus and Earth while the longitude separation is large enough that they must have been ejected by different solar events. This finding evidences that one solar source region can produce a number of flux ropes intermittently.

太陽風磁場は、太陽風の吹き出し領域の太陽磁場構造の情報を保持している。したがって、太陽磁場の時間的な変化は太陽風磁場の空間的な構造に反映される。ここでは、バイオニア・ヴィーナスが測定した太陽風磁場と地球近傍で測定された磁場を比較することにより、太陽磁場の時間変化の効果について考察する。そのためには、太陽において同じ吹き出し領域に起源をもつと見做される太陽風磁場を比較することになる。また、金星軌道から地球軌道までの伝搬中に進行する磁場構造の変化は無視する。

解析は二段階でおこなった。まず、金星と地球の太陽経度差を太陽が自転する時間と、金星-地球間の距離を太陽風が伝搬する時間を補正して、金星と地球で観測した太陽風磁場の構造で相関が良いものを選び出す。つぎに、選定された太陽風磁場構造の特性について考察する。ここで、相関は、48時間のデータについて計算し、相関係数が0.6以上の期間を選び出した。

高い相関を示す太陽風磁場構造の金星と地球での対応関係について、以下の結果が得られた。

(1) 金星が太陽と地球を結ぶ線上にある時期には、共通の突発的な太陽現象に起因する太陽風磁場構造が、金星、地球の両方で観測される。この中には、衝撃波、太陽風磁気ロープ、Draping効果により変形した磁場などが含まれる。

(2) 共回転するセクター境界構造は金星、地球で共通に観測される。

(3) 金星または地球の一方でセクター構造が観測されている太陽風吹き出し領域に対応して、地球または金星で磁気ロープが観測される対応関係が上記(2)と同程度の確率で得られた。

(4) 金星と地球の太陽経度差が大きい時期に、したがって、日数において、両者が非常に良く似た磁気ロープを観測する事例が得られた。

上記の結果で、(1)、(2)は容易に期待される内容である。一方、(3)は磁気ロープの生成領域とセクター境界との本質的なつながりを示唆するものであり、(4)は、太陽における一つの太陽風磁気ロープの形成領域が複数の磁気ロープを繰返し形成する証拠となるものである。



C会場

10月5日(木) 午後

岩石磁気・古地磁気・  
磁気異常 その1

Rock Magnetism, Paleomagnetism,  
Magnetic Anomaly—1

oral: C22-01~12

poster: C22-P01~P04

座長

山崎俊嗣 (地質調査所)

森永速男 (姫路工大・理学部)

C22-01 茂木地域に分布する前期中新世火山岩類の地質年代

○高橋雅紀(地質調査所燃料資源部)  
星 博幸(東北大学理学部)

Geologic age of the Early Miocene volcanic rocks in the Motegi area, central Japan.

○Masaki Takahashi (Geol. Surv. Japan) & Hiroyuki Hoshi (Tohoku Univ.)

栃木県茂木地域には前期中新世の陸成火山岩類が広く分布し、中川層群として一括されている。これらの地層は下位より陸成の礫岩よりなる市場層、湖沼堆積物を主とし玄武岩質火山凝灰岩を頻りに挟有する元古沢層、安山岩溶岩および火山砕屑岩よりなる山内層および軽石凝灰岩を主とする茂木層に区分されている。山内層と下位層は非整合関係に、また茂木層は下位層にオーバーラップする。これらの地層には多数の新鮮な火山岩が挟在し、また地質構造も比較的単純であることから、地質体のTectonic Rotationを把握する目的で、古地磁気と放射年代測定を行ってきた。元古沢層に見られる多数の玄武岩は、詳細な調査の結果、層理に調和的に貫入したシル(sill)であることが明らかにされている(星・高橋, 1995)。これらのうち、最下位(KS-14)および最上位(YA-3)に貫入する玄武岩類のK-Ar全岩年代は18-19Maを示し、元古沢層の年代の上限を与えている。元古沢層を非整合におおう山内層には多数の安山岩溶岩が挟在するものの放射年代に関する報告はわずかである。山内層には玄武岩質シルの貫入は全く認められず、また、元古沢層のシルがすべて逆帯磁(CSD)に對比しているのに対し、山内層の下部は正帯磁(CSCh)に對比しており、さらに野外における観察事実から両層の間には堆積間隙が存在すると推定される。より延長火山砕屑岩類からなる茂木層には、安山岩溶岩とともに多数のアイサイトの貫入岩(一部噴出岩)が発達する。これらはすべて山内層上部と同様逆帯磁(CSB)に對比している。測定誤差が大きいものの、茂木層の軽石凝灰岩のフィッシュ・トラック年代は前期中新世を示すことから、中川層群はすべて下部中新統であると結論づけられる。ところで、最近これらの地層を傾斜不整合におおおう海成の元古沢層最下部に、浮遊性有孔虫化石帯のN.8/N.9境界が確認された(宇佐美ほか, 1995)。N.8/N.9境界はOrbulina属の初出現で定義される重要な基準面のひとつであり、その年代学的位置を明確にする試みがなされている。本邦では土(1981)により15.5Maの見積り年代が報告されているが、この値は中川層群の年代の上限を示している。これらのデータをもとに、最新の地磁気極性年代尺度を規準にすると、中川層群の層位学的位置はFig. 1のように示される。

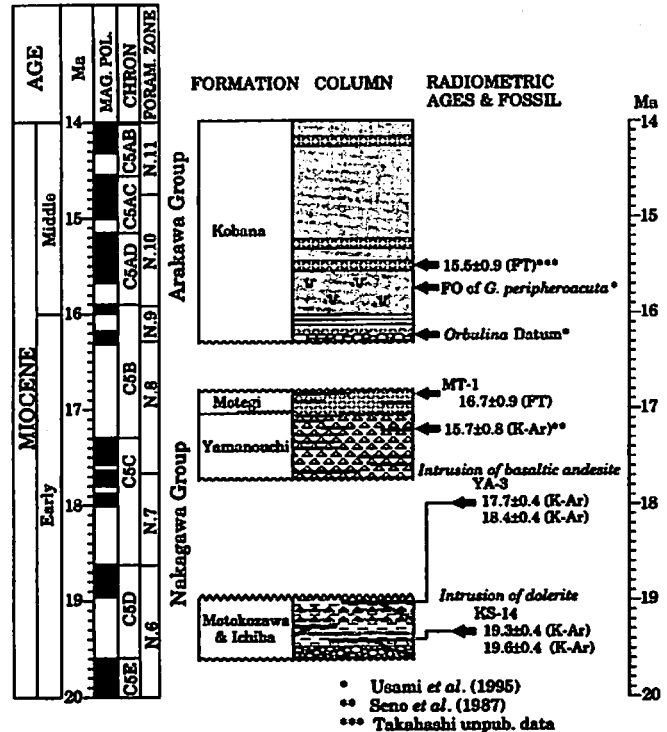


Fig. 1 Stratigraphic column of the Neogene strata in and around the Motegi area. The stratigraphic positions of each planktonic foraminiferal zone are modified from Berggren et al. (1985), related to the newest geomagnetic polarity time scale of Wei (1995).

C22-02 栃木県茂木地域に分布する前期中新世火山岩の古地磁気—東北日本の回転は17.6Ma以前!—

○星 博幸(東北大・環・地圏環境科学)  
高橋雅紀(地調・燃料資源)

Paleomagnetism of the Early Miocene volcanic rocks in the Motegi area, Tochigi Prefecture: Possibility of a counterclockwise rotation of Northeast Japan before 17.6 Ma

○Hiroyuki Hoshi (Inst. Geol. Paleontol., Tohoku Univ.)  
Masaki Takahashi (Fuel Resources Dep., Geol. Surv. Japan)

**Abstract** We carried out paleomagnetic measurements for 607 volcanic rock samples collected from lavas and intrusive sheets in the Motegi area, Tochigi Prefecture, to clarify the time of the Neogene counterclockwise rotation of Northeast Japan. After progressive alternating field and thermal demagnetization tests, 89 tilt-corrected paleomagnetic directions which show no significant deflection of declination from the present geomagnetic field direction were obtained. A conglomerate test suggests that the north-south trending directions are not secondary origin but primary origin with high probability. Radiometric dating and magnetostratigraphy indicate that the ages of lavas range from 16.7 ± 0.9 Ma to 17.6 Ma. Thus the Motegi area has not been suffered the rotation around a vertical axis since 17.6 Ma. Combining with previous paleomagnetic data reported by some workers, this conclusion implies possibilities that the rotation of Northeast Japan took place prior to 17.6 Ma and that the intraarc differential rotation occurred within Northeast Japan at about 15 Ma.

はじめに Otofuiji et al. (1994) はおもに東北日本の背弧域より採取した試料の古地磁気を測定し、東北日本の反時計回りの回転が西南日本と同じ約15Maに生じたとした。その一方で、Yamazaki (1989) や林田 (1994) などの前弧域から得られた古地磁気データは15Maの回転を支持しておらず、16Ma以降、回転運動が生じていないことを示している。それでは、前期中新世から中期中新世にかけて、東北日本で島弧内差別的な回転が生じたのであろうか。

この問題を解決するためには、実質が微弱で、かつ地質年代が比較的良好に明らかになっている前弧域の古地磁気データを充実させることが重要である。我々は東北日本の前弧域の新生代火山岩を対象に古地磁気測定をおこなってきたが、本講演ではそれらのうち栃木県茂木地域に分布する前期中新世火山岩の古地磁気測定結果について報告する。

層序・年代・試料採取 茂木地域の下部中新統は中川層群と呼ばれ (Kawada,

1953)。下位から礫岩からなる市場層、湖沼堆積物からなる元古沢層、玄武岩～安山岩質の溶岩および火砕岩からなる山内層、安山岩～アイサイト質の溶岩と柱状凝灰岩からなる茂木層の4層に区分される。元古沢層には玄武岩質のシート状貫入岩体が多量発達する(星・高橋, 1995)。

元古沢層に貫入する玄武岩は18～19MaのK-Ar全岩年代を、茂木層の軽石凝灰岩は16.7±0.9MaのFT年代を示す(高橋・星, 本大会要旨)。これらの年代値を参考にしつつ茂木地域の古地磁気層序をWei (1995) の地磁気タイムスケールと比較すると、山内層最下部付近に認められる逆帯磁から正帯磁への変化はCSCh.1n/CSCh.1n境界(17.592Ma)に、また山内層中部の正帯磁から逆帯磁への変化はCSCh.1n/CSBr境界(17.289Ma)に對比される。

元古沢層に貫入する玄武岩については30サイトより、山内層(溶岩)および茂木層(溶岩とアイサイト貫入岩)についてはそれぞれ38サイト、24サイトより、岩脈については6サイトより、さらに山内層中部に挟在する火山閃礫岩の1サイト(礫岩テスト用)より定方位コア試料をエンジンドリルを用いて採取した。採取したコア試料は合計607本である。

古地磁気測定と結果 実験室でコア試料を整形し、約2500個の測定試料を用意した。各地点から4～6個のテスト試料を選定し、それらに対し段階交流、熱消磁実験をおこなった。ジグザグ法(Zijderveld, 1967)を用いて残留磁気の安定性をチェックし、2次の磁気が完全に消去される消磁レベルを決定した。

段階消磁実験で得られた適切な消磁レベルで測定試料を消磁し、データをFisher (1953) の統計により処理した。合計89地点から古地磁気方位が得られた。以下に傾動補正後の各層平均古地磁気方位を示す( [ ] はサイト数 )。

- 茂木層(安山岩溶岩) : [11] D=171.6°, I=55.0°, α95=9.1°
- 茂木層(アイサイト溶岩・貫入岩) : [8] D=175.6°, I=63.1°, α95=9.0°
- 山内層(玄武岩～安山岩溶岩) : [36] D=170.1°, I=56.5°, α95=4.7°
- 元古沢層(シート状貫入岩) : [25] D=179.7°, I=48.3°, α95=3.4°

山内層の火山閃礫岩は礫岩テストをクリアした。このことは山内層中部以下の溶岩の古地磁気は安定であり、初生磁化を保持していることを意味する。

考察 各層平均磁化方位からVGPを求め、北中四ブロック(NCB)の第三紀平均VGP (Zhao et al., 1994) と比較した。さらにBeck (1980) の方法をもちいてNCBに対する茂木地域の各層堆積時(または岩体貫入時)以降の回転角を算出した。その結果として少なくとも17.6Ma (CSCh.1n/CSCh.1n) 以降、茂木地域はNCBに対して有為な回転をおこなっていないことが示された。

我々の結果は松島地域(Yamazaki, 1989) や二戸地域(林田, 1994) などの前弧域から得られた古地磁気データと調和的であり、東北日本の反時計回りの回転は17.6Ma以前に終了していた可能性が高い。これが事実ならば、Otofuiji et al. (1994) がデータを統計処理することにより示した15Ma前後の回転は、背弧域で生じた島弧内差別的な回転運動を示しているのかもしれない。今後は古地磁気データの充実とあわせて地質データによるブロック回転の検証が必要である。

C22-03

**PALEOMAGNETIC STUDY OF MIOCENE WELDED TUFFS IN THE ASHIO AREA IN CENTRAL JAPAN: ARC FORMATION OF JAPAN LATER THAN 15 Ma**

Yo-ichiro OTOFUJI\*, Yasutaka NISHIZAWA\*, Masato TAMAI\* and Takaaki Matsuda\*\*

\* Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kobe University, Kobe 657, Japan

\*\* Department of Geology, Faculty of Science, Himeji Institute of Technology, Himeji 671-22, Japan

Welded tuffs with ages between 15 Ma and 6 Ma have been sampled for paleomagnetic study from the Ashio area in the central part of Honshu Island, Japan. Sampling localities are distributed from 36°19'N to 37°56'N in latitude and from 138°51'E to 140°12'E in longitude. Characteristic directions with high unblocking temperature component above 560 °C are isolated from 31 sites. Mean paleomagnetic directions of the Ohsawa, Yatakezawa, Kinugawa, Katashinagawa and Okkai formations show little deflection in declination from the north, varying from -2° to 14° (Fig. 1). Inclination value varies from 41° to 66°, indication within variation of the secular variation. A mean direction of 25 sites is  $D=8.4^\circ$ ,  $I=53.4^\circ$  ( $\alpha_{95}=5.5^\circ$ ) at a reference point (lat=36.8°N, long=139.3°E). Presence of the normal and reversed polarities, and fairly long time average exclude effect of the geomagnetic field secular variation. Tilt

corrected data would provide reliable paleomagnetic directions. Comparison with Miocene paleomagnetic pole of NE Japan indicates that Central Japan and NE Japan behaved as a unit block since 15 Ma. Little rotation and translation occurred for this block between 15 Ma and 6 Ma, whereas clockwise rotation through 35° occurred later than 12 Ma for Kanto mountain. The Kanto mountain is rotated by torque due to northward force by Izu Bonin ridge and southward force from the northern block comprised of Central Japan and NE Japan.

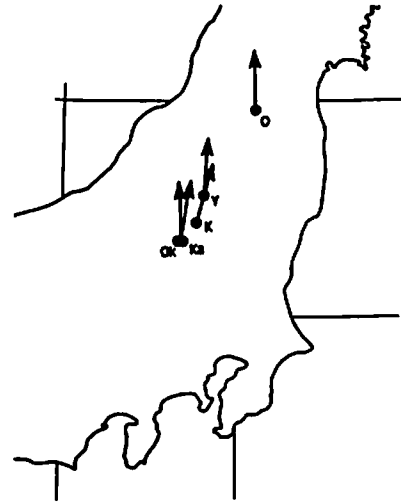


Fig. 1. The mean paleomagnetic directions for Miocene (15Ma-6Ma) welded tuff formations. Arrows indicate the declination for the Ohsawa (O), Yatakezawa (Y), Kinugawa (K), Katashinagawa (Ka) and Okkai (Ok) formations.

**C22-04 Preliminary Results of Paleomagnetism From the Cretaceous Red Beds of the Eastern Hindukush, Chitral, Pakistan**

Haider ZAMAN and Masayuki TORII

Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, Kyoto 606-01, Japan

Paleomagnetic investigation of the Cretaceous red beds from the eastern Hindukush ranges of Northern Pakistan gives a characteristic mean direction:  $D = 301.6^\circ$ ,  $I = -2.1^\circ$  ( $k = 12.5$ ,  $\alpha_{95} = 19.8^\circ$ ). The positive fold test suggests, that the characteristic remanence was acquired before tilting. Rock magnetic studies revealed hematite as the dominant carrier of magnetization, where the presence of goethite and other low thermal stability minerals are also indicated from the samples of the Reshun Formation (RF) and Drosh Formation (DF). Most of the samples revealed three component of magnetization (except two sites from the Drosh Formation): (1) a recent field component (A) of mainly post tectonic origin (2) an intermediate component (B), which was probably acquired as a secondary magnetization after the initial India-Asia contact and (3) the high temperature characteristic component (C), considered to be a primary in origin. The dark-grey shale samples from the Drosh Formation show a 2-component behavior.

The direction of intermediate component (B) from this study is probably in consistent with the characteristic remagnetization component (Klootwijk et al., 1979. Klootwijk et al., 1994) which has been reported from the Devonian and Cretaceous rocks of Mastuj valley in Chitral. The mean

declination value obtained from the ChRM component (C), indicates a counterclockwise rotation of the study area of about 46° with respect to the present day north. This rotation is most likely associated with the formation of regional Hindukush-Pamir-Karakoram syntaxial bend. As very shallow inclination value is obtained, which suggests the equatorial paleolatitude for the Chitral area in mid-Cretaceous time. This is in fair agreement with the predicted paleogeographic position of the Kohistan-Chitral composite Unit.

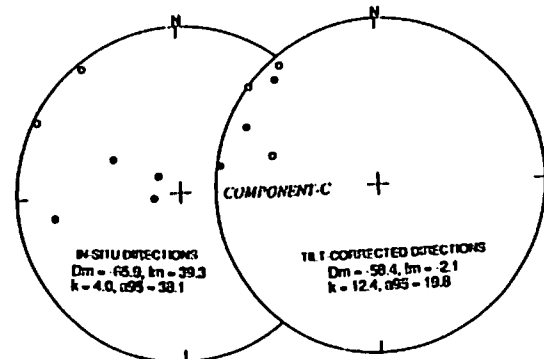


Figure: Equal-area projections of the site mean directions before and after structural tilt correction. Closed (open) symbols are downward (upward) directions.

C22-05 中国海南島下部白亜紀堆積岩の古地磁気

○森永速男(姫路工大・理)、劉育燕(中国地質大学・武漢)

Paleomagnetism of the lower Cretaceous red sandstones from Hainan Dao, south China  
H. MORINAGA (Himeji Inst. Tech.) & Y. LIU (China Univ. Geosci.)

It is judged that red sandstones from Yachazhen, Baishaxian in Hainan Dao have primary magnetization at sedimentation, from high concentration of their directions after the progressive THD and tilt correction. VGP from the remanence is located near at VGPs obtained from several regions in SCB, especially in Yangtze Craton. Therefore, Hainan Dao has not moved and rotated against Yangtze Craton since the early Cretaceous.

中国の華南ブロック (South China Block) は揚子 (Yangtze) 地塊とその南東に位置する華南褶曲帯に分けられる。前者は、先カンブリア紀以降、一つの安定な単位として存在してきた部分で、後者は、前期中生代~中期中生代にかけて、前者に付加してきた部分である。また、華南褶曲帯には北東-南西走向のタングル断層とそれに平行な多数の断層系がある。我々は、この華南褶曲帯の中生代の古地磁気から、その地域の付加過程とタングル断層系の活動に伴う中生代以降のテクトニクスを明らかにしようとしている。

海南島は華南褶曲帯の一部であるが、その起源及び変動史は明らかにされていない。中国の研究者による研究では、(1)海南島は中国本土から分離した、または(2)南から北上してきたとする意見に分かれている。

上記の問題も含め、白亜紀以降の海南島のテクトニクスを知る目的で、下部白亜紀の鹿母湾群 (Lamuwangun) の分布する2地域 (白沙嶺南関脚-N: 8地点、同牙叉鎮-Y: 3地点) から計11地点で赤色 (紫色) 砂岩を採取した。各地点から平均10個の内柱状試料を定方位で採取した。すべての試料で100℃から690℃までの熱消磁を行い、それらの測定結果の主成分分析から特徴的方向を分離した。両地域の試料とも、低温のわずかなVRM成分を持っていた。それ以外にN地域の試料では、約680℃のunblocking温度を示す成分が唯一分離できた。また、Y地域の試料では、約580℃と約680℃のunblocking温度を示す2つの成分が分離できた。しかし、両成分とも同じ方向を向いていた。

N及びY両地域の傾動補正前の方向はこれら地域で予想される地心双極子磁場方向 (偏角=0°、伏角=34.9°) とは明らかに異なる。また、Y地域の試料では、傾動補正後に補正前よりも高い、地域平均方向の集みが見られ、初生 (堆積

時) の磁化が分離できたことが分かる。一方、N地域の試料では、補正後に地域平均方向の集中度が低下している。このため、傾動補正後の方向を初生磁化と断定できない。しかし、その平均方向はY地域で初生磁化と判定した傾動補正後の方向とほぼ同じであった。

Y地域の傾動補正後の平均方向からVGP (Virtual geomagnetic pole; 緯度、経度) を求めると、77.7° N, 223.0° Eとなる (ちなみに、N地域の傾動補正後の平均方向からのVGPは81.1° N, 235.8° Eとなり、Y地域の結果に近い)。Y地域 (及びN地域) のVGPは華南ブロック、特に揚子地塊で得られている前期白亜紀のVGPと近いところに位置する: South Korea, 67.6° N, 205.1° E (Lee et al., 1984); Zhejiang, 77.1° N, 227.6° E (Lin, 1984); Sichuan, 74.5° N, 229.0° E (Enkin et al., 1991); 77.4° N, 196.2° E (Zhu et al., 1988); 69.0° N, 204.6° E (Huang & Opdyke, 1992); Hong Kong, 78.2° N, 171.9° E (Chan, 1991)。このことから、前期白亜紀以降、海南島の、揚子地塊に対する相対運動はなかったと結論する。したがって、中国の研究者の主張する、(1) 中国本土からの分離や(2) より南方からの北上は、前期白亜紀以降には起こっていないと結論できる。

Table 1 Paleomagnetic results

Site	In situ			Tilt corrected		Precision	
	N	DEC	INC	DEC	INC	k	$\alpha_{95}$
<b>N Area (19° 05'N, 109° 25'E)</b>							
N1	10	21.4	39.3	17.2	26.9	97.7	4.9
N2	10	28.3	37.9	22.6	17.9	83.5	5.3
N5	10	13.3	39.9	0.1	28.1	115.3	4.5
N8	9	16.7	41.7	5.7	23.1	103.9	5.1
N10	10	8.7	41.1	0.0	31.1	54.3	6.6
N11	10	13.9	35.7	9.1	18.0	82.9	5.3
N13	10	5.1	39.7	-0.8	18.6	114.5	4.5
N14	10	9.8	41.2	4.1	42.1	95.0	5.0
Mean	(8)	14.7	39.8			117.4	4.2
				7.4	25.9	50.6	7.9
<b>Y Area (19° 15'N, 109° 28'E)</b>							
Y1	11	29.9	31.2	12.5	25.3	293.0	2.7
Y2	10	23.8	32.2	13.3	26.2	385.9	2.5
Y3	12	25.8	34.6	9.0	28.0	173.5	3.3
Mean	(3)	26.5	32.7			657.9	4.8
				11.6	26.5	1085.6	3.7

C22-06

中国雲南省Erhai湖堆積物の磁化から得た地磁気永年変化

○兵頭政幸、柏谷健二、沖村孝<sup>1</sup>、野村亮太郎<sup>2</sup>、唐邦興<sup>3</sup>、柳素清<sup>3</sup>、劉世進<sup>3</sup>  
(<sup>1</sup>神戸大学、<sup>2</sup>金沢大学、<sup>3</sup>中国科学院山地災害与环境研究所)

Geomagnetic secular variation obtained from magnetizations of sediments from Erhai Lake in Yunnan province, China

Masayuki Hyodo<sup>1</sup>, Kenji Kashiwaya<sup>2</sup>, Takashi Okimura<sup>1</sup>, Ryotaro Nomura<sup>1</sup>, Tang Bang Xing<sup>3</sup>, Liu Su Qing<sup>3</sup>, and Liu Shi Jin<sup>3</sup>  
(<sup>1</sup>Kobe University, <sup>2</sup>Kanazawa University, <sup>3</sup>Institute of Mountain Disasters and Environment, Chinese Academy of Science)

A record of the geomagnetic secular variation was obtained from magnetizations of lake sediments from Yunnan province, China. Core sampling was made in Erhai Lake, Dali city at 25.67° N, 100.26° E, which extends about 40 km from north to south being 3 to 8 km wide. A core (ER1) of diameter 7.6 cm and 241 cm long was taken from a depth of 10 m in the southernmost part of the lake. The core sediment consists of homogeneous dark-grey clay. Progressive AF-demagnetization of pilot specimens shows that the natural remanent magnetization is quite stable throughout the whole core length. The remaining specimens were subjected to demagnetizations in AFs of 10, 15, 20 mT. Characteristic remanent magnetization components were calculated by the principal component analysis, declination and inclination of which are shown in figure 1. The bottom of the core is preliminarily estimated to be about 3000 yrBP, based on comparison of the susceptibility change with the one for another core (ER3), dated by AMS dating. The bauer plot of the field variation shows that anticlockwise field rotation is dominant for the last 3000 yrs except for the time spans of ca. 2000-1400 and 400-0 yr BP.

中国雲南省大理市のErhai湖の堆積物コアの磁化から地磁気永年変化データを得た。Erhai湖は、幅3~8km、長さ約40kmの南北に細長い湖である。1993年5月にMackereth corerを使い湖の南域の水深約10mの地点(25.67°N, 100.26°E)で1本の堆積物コア試料(コアER1、直径7.6cm長さ241cm)を採取した。堆積物は全体に暗灰色の細粒粘土であった。パイロット試料の段階交流消磁実験から、自然

残留磁化は全体にきわめて安定であることが分かった。残りの試料は全て10、15、20mTの段階交流消磁を行い、主成分分析により特徴的磁化成分を取り出した。図1にその偏角、伏角を示す。コアER1ではまだ年代測定は行っていないが、1994年1月に採取した別のコアER3で出している加速器質量分析計による炭素同位体年代から、ER1の最下部は約3000 yrBPと見積った。この年代を使うと、この地域では過去3000年間、古地磁気ベクトルの運動は反時計回りの回転が卓越していることがわかった。ただし、約2000-1400 yrBPと400-0 yrBPの期間は時計回りの回転が卓越している。

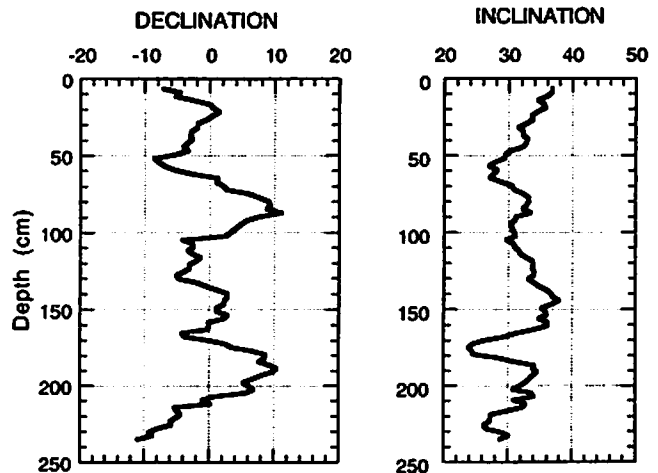


Fig. 1 Down-core changes of declination and inclination of the characteristic remanent magnetizations of the core ER1 from Erhai Lake in Yunnan province, China. The data are 5 points running means.

C22-07

ハラミヨ上部境界から得られた地球磁場逆転の詳細な記録 (ODP Leg 124)

○小田啓邦 (京大理)、渋谷秀敏 (大阪府大総合科学)

Detailed records of upper Jaramillo geomagnetic polarity transition (ODP Leg 124)

Hirokuni ODA<sup>1)</sup> and Hidetoshi SHIBUYA<sup>2)</sup>

1) Department of Geology and Mineralogy, Kyoto University  
2) Department of Earth Science, CIAS, the University of Osaka Prefecture

High quality and high resolution records of upper Jaramillo polarity transition were obtained from deep-sea sediments of ODP Leg 124 drilled in the Celebes and Sulu Seas. The magnetization was measured by a pass-through magnetometer after 20 mT AF demagnetization at 5mm-intervals and deconvolved by ABIC-minimization method. The relative intensity normalized by susceptibility is lowered by a factor of 5 during the transition. The VGP's of Holes 768B and 769B show clusters around New Zealand after the polarity transition, which was recognized also for Brunhes/Matuyama records from Holes 769A and 769B before the transition. These may indicate the presence of radial flux patch beneath Australia.

ODPのLeg 124は、ボルネオ島の北東に位置するセレベス海・スル海で掘削が行われた。この地域は、活動的な火山帯に囲まれていて磁性鉱物の供給が多いことと堆積速度が速いことにより、きわめて時間分解能が高く磁化の安定な古地磁気の記録が得られた。Leg 124のブルネ/松山境界の地球磁場逆転記録については今までに報告を行ってきたが、今回は767B (堆積速度が6.3 cm/kyr)、768B (4.2 cm/kyr)、769B (8.0 cm/kyr)の3つの掘削孔から得られたハラミヨ上部境界の地球磁場逆転の詳細についての報告を行う。

残留磁化測定は船上で20 mTの交流消磁後に、パススルー型超伝導磁力計によって5mm間隔で測定を行い、以前に報告したABIC最小化によるデコンボリューションによって計算を行った。逆転前後から5cm間隔でキューブ試料も採取し、1つおきに段階交流消磁実験と段階熱消磁実験も行った。2つの測定結果はおおむね一致したが、769Bの逆転前の残留磁化方向についてはデコンボリューションの結果に比べてキューブ試料の伏角が30度程深くなる傾向をしめした。この原因については現在検討中である。基本的に、縦軸方向の分解能が高く変質等の影響が少なため、以下の議論ではパススルー測定の結果を用いる。

767Bは逆転に相当する層準に厚層30 cm程度の石灰質のタービダ

イトが存在するため、逆転最中の詳細な特徴は捉えることができなかったが、逆転前後の帯磁率で規格化した相対磁場強度について3つの掘削孔から興味深い結果を得ることができた。逆転最中には、その前後に5分の1程度に相対磁場強度が低くなることが認められた。極性逆転から13000年程後に残留磁化強度・相対磁場強度が共にその前後よりも数倍強くなる部分が認められたが、768Bではその部分に火山灰層が認められている。

768Bと769Bの結果から得られた逆転期のVGPパスを図1に示す。768BのVGPパスはカナダ北部からサイトの西を通って逆転し、オーストラリア・ニュージーランド周辺に2度スイングバックしている。769BのVGPはカナダ北部からループを描きながらアメリカ大陸を南下し、東太平洋とニュージーランドの東でスイングバックしている。逆転時のVGPが異なった経度を通過するのは、768Bの方が769Bよりも堆積速度が遅いため、堆積物によるスムージングをより受けているためであろう。ニュージーランド周辺にVGPが集中するのはブルネ/松山境界の逆転記録でも見られた特徴であり、オーストラリアからニュージーランドあたりに、ラジアル方向磁場が比較的長期にわたって(1500~3000年)集中していた可能性を示唆する。

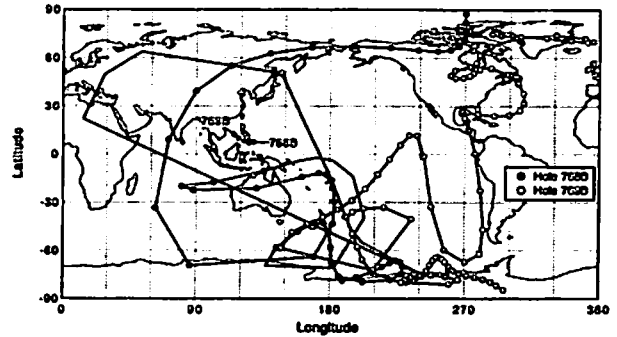


図1. Leg 124から得られたハラミヨ上部境界のVGPパス。シンボルを抜いてあるポイントはコア試料のセクション境界に相当する。

C22-08 Complicate Magnetic Mineral Assemblage and its Paleomagnetic Record from the Plio-Pleistocene Sequences of Southwestern Taiwan

Chorng-Shern HORNG

Inst. Earth Sci., Academia Sinica, Taiwan, R.O.C.

The Plio-Pleistocene marine deposited sequences, with thickness over three thousand meters, are now well exposed in the foothill belt of southwestern Taiwan. In order to establish a precise time scale for chronostratigraphic correlation, detailed magneto-biostratigraphy work was carried out in the past few years. In addition, to interpret magnetic polarity records, it is important to first understand the composition of magnetic carriers due to lithologic change in the sequences. This report is a summary from the results of three (EJC, TWC, TLC) representative sections of SW Taiwan.

Identification of magnetic extracts by a x-ray diffractometer reveals that three magnetic minerals (greigite, pyrrhotite and magnetite) are concentrated in different lithology. In principle, greigite is prevalent in fine-grained mudstone, magnetite becomes dominant in coarse-grained sandy part and pyrrhotite occurs in the intermediate siltstone. However, depending on the clay/sand ratio, coexistence of any two or even all the three magnetic phases is not uncommon, resulting in complex magnetic mineral assemblages of the sequences.

According to the datum levels of nannofossils and plankton foraminifera of the EJC section, greigite first occurs near the

Miocene/Pliocene boundary (the FAD of *Ceratolithus acutus* and *Globorotaria tumida*) and then stretches continuously up to the above of rejuvenation of *Gephyrocapsa oceanica* (ca. 0.9 Ma). Subsequently, pyrrhotite and magnetite become major magnetic carriers in the upper part of the section. Moreover, greigite and pyrrhotite were also identified in the recent sediments (box cores) of the southern Taiwan Strait, which implies that they could be formed soon after sediment deposition.

To reveal stable characteristic remanent magnetization of greigite and pyrrhotite bearing specimens, stepwise thermal demagnetization technique is preferred since more consistent results were obtained than that of AF demagnetization. Although progressive alteration of the two magnetic iron sulfides occurs during heating process, in most cases, ancient magnetic polarity records can be deciphered before their severe instability. However, in some cases, strange but interesting remanent records were found in greigite bearing specimens. For instance, either normal or reversal direction of NRM was recorded in twin specimens which were sliced from the same oriented core. In addition, their magnetic polarities may shift rapidly to its opposite position during thermal demagnetization. In this case, it makes some hampers of our magnetostratigraphic establishment of the three sections.

C22-09 最近1500年間の磁場変動

○羽原香織 浜野洋三 大野正夫 (東大理)

Behavior of Geomagnetic Field Last 1500 Years

○K.Habara, Y.Hamano and M.Ohno  
(Faculty of Science, Univ. of Tokyo)

Variation of Gauss coefficients up to degree 4 for last 1500 years were calculated from the Archeomagnetic and sediment data sets. Stochastic inversion with singular value decomposition technique was used for the inversion. Inclination and declination data from 17 sites were employed to calculate the normalized gauss coefficients.

はじめに

装置観測による最近400年の地球磁場では非双極子磁場が西方移動していることがよく知られている。西方移動が普遍的に起こっているのかとときどき起こっているのかを知ることは、それがコア表面の流れ場によるものなのか波によるものなのかを考える上で重要である。西方移動はガウス係数、特にそのsectorial成分  $g_n^m, h_n^m$  の変動に顕著に現れるので、これを過去1500年までさかのぼって調べる。

方法

考古地磁気学と堆積物の伏角  $I$ 、偏角  $D$  からガウス係数を求める。この場合、大きさの絶対値は分からないが、双極子モーメントの大きさ  $\sqrt{g_n^2 + h_n^2}$  で normalize したガウス係数を求めることは可能である。

$X \sin D = Y \cos D, Z \cos I \cos D = X \sin I$  の関係を利用して、

$$\sum_{n=1}^4 \sum_{m=1}^n \left[ \left\{ \cos m\phi \frac{dP_n^m}{d\theta} \sin D - \frac{m}{\sin \theta} \sin m\phi P_n^m \cos D \right\} g_n^m + \left\{ \sin m\phi \frac{dP_n^m}{d\theta} \sin D + \frac{m}{\sin \theta} \cos m\phi P_n^m \sin D \right\} h_n^m \right] = 0$$

$$\sum_{n=1}^4 \sum_{m=1}^n \left[ \left\{ -(n+1) \cos m\phi P_n^m \cos I \cos D - \cos m\phi \frac{dP_n^m}{d\theta} \sin I \right\} g_n^m + \left\{ -(n+1) \sin m\phi P_n^m \cos I \cos D - \sin m\phi \frac{dP_n^m}{d\theta} \sin I \right\} h_n^m \right] = 0$$

という  $2 \times |\text{サイト数}|$  本の連立方程式を解く。

上式を  $Ax = 0$  ( $x$  はガウス係数のベクトル) と書き、 $x = x_0 + \delta x$  において標準磁場  $x_0$  を差し引くと  $y = -Ax_0 = A\delta x$ 。ここで  $y = -Ax_0$  と  $A$  は  $I, D$  の観測値から分かっているので、 $\delta x$  を最小二乗的に求めることができる。実際には、 $y = -A\delta x + e$  としたとき  $\delta x$  の推定値  $\hat{\delta x}$  を  $G = \hat{\delta x} = Hy$  とおき、 $(A^T C e^{-1} A + C x) H = A^T C e^{-1}$  を満たす  $H$  を求める (Stochastic inversion)。 $Cx$  および  $Ce$  はガウス係数及び観測誤差の相関マトリックスであり、 $Cx$  に関しては、CMBで磁場の  $z$  成分のエネルギーが次数によらないというGabbins(1987)と同じ仮定を用いた。また、連立方程式の解法には特異値分解による方法を用いた。

データとしては考古地磁気学、堆積物による古地磁気データを採用した。これらは1550年から現在まで観測によって得られているガウス係数から、各サイトの  $I, D$  変動を計算し、これとなめらかにつながるように古地磁気データの  $I, D$  の offset を補正したものである。古地磁気観測点の数は最大17サイトを使ったが、大きな誤差や系統的誤差を含むサイトもあると考えられるので、17サイト中15サイトを使って136通りの計算を行い、特にはずれたものを除いた残りを平均してガウス係数の変動と信頼度を推定した。

C22-10

ニュージーランド、ルアペフ火山、第四紀溶岩  
順序の K-Ar 年代と古地球磁場強度 (第2報)

○田中秀文<sup>1</sup>、河村恵一<sup>2</sup>、長尾敬介<sup>3</sup>、Bruce F. Houghton<sup>4</sup>

1) 高知大教育、2) 東工大理、3) 岡山大地内研、4) IGNS, NZ

K-Ar Ages and Paleointensities From Quaternary Lava Sequences in the Ruapehu Volcano, New Zealand (Progress Report II)

H. Tanaka<sup>1</sup>, K. Kawamura<sup>2</sup>, K. Nagao<sup>3</sup>, B. F. Houghton<sup>4</sup>

1) Kochi Univ., Education, 2) Tokyo Inst. of Technology, Earth & Planetary Sciences, 3) Okayama Univ., Study of the Earth's Interior, 4) Inst. of Geological and Nuclear Sciences, New Zealand

Study of paleosecular variations, both direction and intensity, from andesite lava sequences of the Quaternary Ruapehu Volcano, New Zealand was reported at the 1994 Joint Meeting of Japan Earth and Planetary Science Group (I41-11, Kawamura et al.). This report will focus on the newly obtained K-Ar ages and some details of the results of the Shaw's paleointensity experiments.

K-Ar dating was made to 7 lavas of younger Whakapapa Formation and 22 lavas of older Te Herenga Formation. Initial experiment by an isotope dilution method using <sup>38</sup>Ar spike was unsuccessful to the younger lavas, while an amplitude method in

which content of Ar is directly measured gave consistent results of  $32 \pm 12$  ka ( $n=7$ ) when mass dependent fractionation of Ar was supposed. The latter method also gave more accurate results of  $229 \pm 35$  ka ( $n=28$ ) for the older group. No significant relation was observed in age versus stratigraphy for the older lava section of about 250 m thickness. This suggests rapid accumulation of lavas within a time span of less than a few tens of ky.

Primary paleodirections were obtained after cleaning by both AF and thermal demagnetization from all lavas except one in which possible effect of lightning was suspected. Paleointensity experiments by mainly Shaw method (Shaw, 1974) were made to 15 lavas (usually 5 specimens per lava) which showed good stability to thermal demagnetization. Most samples showed change in ARM capacity after heating, but all results were judged to be successful by introducing a correction method by Rolph and Shaw (1985). From the older lava section, only small variation was observed in paleodirections while paleointensities showed moderate amplitude of change although they were biased to small values, giving a grand mean paleointensity of  $27 \pm 12$   $\mu T$  ( $N=12$ ) at 229 ka. This corresponds to a virtual dipole moment (VDM) of  $4.8 \pm 2.0 \times 10^{22}$  Am<sup>2</sup>. Angular dispersion was also small for the younger lavas, and almost constant paleointensities of a grand mean of  $52 \pm 5$   $\mu T$  ( $N=3$ ), which corresponds to a VDM of  $9.5 \pm 0.7 \times 10^{22}$  Am<sup>2</sup>, was obtained at 32 ka.

## C22-11 オークランド火山群の古地磁気強度(1)

渋谷秀敏<sup>1</sup>、八幡谷宗恵<sup>1</sup>、山野彰仁<sup>1</sup>、綱川秀夫<sup>2</sup>

<sup>1</sup>大阪府立大学総合科学部地学教室

<sup>2</sup>東京工業大学理学部地球惑星科学教室

### Paleomagnetic intensity study of Auckland volcanic field New Zealand (1)

SHIBUYA Hidetoshi<sup>1</sup>, YAHATADANI Nao<sup>1</sup>, YAMANO Akhito<sup>1</sup>  
and TSUNAKAWA Hideo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept<sup>1</sup> Earth Sci., C.I.A.S., Univ. Osaka Pref.

<sup>2</sup>Dept<sup>1</sup> Earth & Planet. Sci., Tokyo Inst. of Tech.

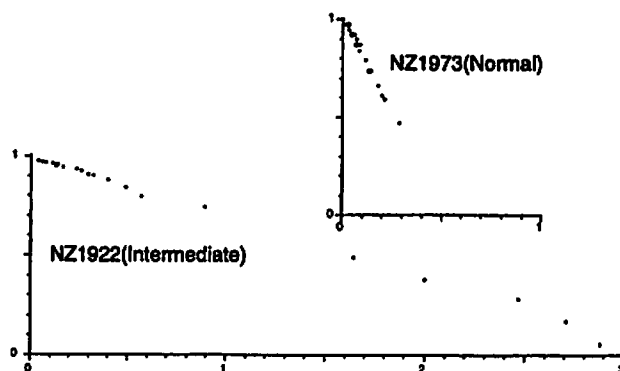
Geomagnetic intensity at the time of excursion has long been in controversy. It is partly because the lack of samples of TRM record. We reported the geomagnetic excursion from the Auckland volcanic field (Shibuya et al. 1992). Characterizing the excursion, we are trying to determine the paleointensity of those samples. Two samples from one of the sites of intermediate direction and a sample from each of four normal sites were submitted to paleointensity experiments by Thellier method. The results so far obtained shows that the geomagnetism was as weak as fifth of the present field, while most of others were not significantly different from the present field

地磁気エクスカージョン期の古地磁気強度は弱いであろうと一般には考えられている。しかし確かなデータは非常に少ない。特に地磁気強度を求める方法が確立している熱残留磁化の試料はほとんどない。ほとんど唯一求められている Lake Mungo エクスカージョンの結果はむしろ強かったという結果となっている。ただ、この試料は考古学的な焼土で再測定できず議論は進展していなかった。

われわれはニュージーランド北島のオークランド火山群から3万年

頃の地磁気エクスカージョンを見出し報告した (Shibuya et al. 1992)。火山岩の試料で再測定も可能であることから地磁気エクスカージョンの最も確かな証拠の一つとなると考えている。そこで、これらの試料の古地磁気強度の測定を始めた。実験法は理論的背景の最もはっきりしているテリエ法によった。加熱はすべて空気中で行ない、印加磁場は50 $\mu$ Tとした。

予備実験として全サイトの熱消磁実験を行なった。交流消磁ではすべて非常に安定した挙動を見せる試料であるのに、熱消磁では方位が不安定に変動するものがかなり見られた。これは、テリエ法を実施するためには障害となる。比較的安定なものの中から、現在までに正帯磁の4サイトから各1試料と中間帯磁の1サイトから2試料の実験が終わっている。図はそのうちの2試料の Arai ダイアグラムである。正帯磁の試料は結果の得られなかった1試料を除いて60 $\mu$ Tから100 $\mu$ T程度で現在の磁場とさほど変わらない値が得られた。一方、中間帯磁のサイトの試料は10 $\mu$ T前後の弱い値を示した。講演では Shaw の方法による結果も示し、比較する。



## C22-12 Brunhes 期の古地磁気強度変化

山崎俊嗣 (地質調査所)  
井岡昇 ((株)関西総合環境センター)  
江口暢久 (東大海洋研)

### Relative paleointensity during Brunhes chron

Toshitsugu Yamazaki (Geological Survey of Japan)  
Noboru Ioka (Kansai Environmental Engineering Center)  
Nobuhisa Eguchi (Ocean Res. Inst., Univ. Tokyo)

We conducted a paleomagnetic study of deep-sea sediments from the equatorial Pacific in order to recover relative paleointensity variations during the Brunhes Chron. Four cores taken from the Eauripik Rise, the Ontong-Java Plateau, the North Fiji Basin, and the Central Pacific Basin were used. The sedimentation rates at these sites are relatively low, about 10 m/m.y., which limits the resolution of the records. Instead, the pelagic sediments in a relatively oxidized condition have the advantage of suffering less alteration of magnetic minerals in early diagenesis compared with sediments of faster sedimentation and reduced condition like continental margin sediments. Three cores out of the four have good age-control by the oxygen-isotope stratigraphy.

We examined rock-magnetic uniformity by AF demagnetization of ARM and IRM (Lowrie-Fuller test), and

IRM acquisition. Most sediments proved to be rock-magnetically uniform, but minor parts of the cores showed remarkable inhomogeneity, and therefore were discarded. Biogenic magnetites were found in all but one cores, and their dissolution in early diagenesis was not significant. The four cores showed coherent variations of the remanent intensity normalized by the ARM, implying that these variations represent the behavior of the geomagnetic field.

Intensity drops occurred at about 40, 110, 190, 290, 400, and 520 ka, which could be excursions or very short reversal events in the Brunhes chron. Long-term paleointensity variations during the Brunhes chron are characterized by an asymmetric pattern. Rapid increases in the intensity occurred just after the Brunhes-Matuyama transition, in the mid-Brunhes from about 500 to 400 ka, and during the last 100 ka, and gradual decreases between them. The first one supports the idea of rapid regeneration of the geomagnetic field after polarity reversals proposed by Valet and Meynadier (1993). The other two may have been triggered by very short reversals.

This study was supported by the "Northwest Pacific Carbon Cycle Study", consigned to the Kansai Environmental Engineering Center Co. Ltd. by the New Energy and Industrial Technology Development Organization, Japan.

C会場

10月5日(木) 午後

岩石磁気・古地磁気・  
磁気異常 その2

Rock Magnetism, Paleomagnetism,  
Magnetic Anomaly—2

oral: C22-13~15

poster: C22-P01~P04

座長

森尻理恵 (地質調査所)

野木義史 (極地研究所)



C22-13 東スコチア海の  
地磁気3成分異常

野木 毅史(国立極地研究所)

Roy A. Livermore (British Antarctic Survey)

Vector Geomagnetic Anomaly Field  
in the East Scotia Sea

Yoshifumi Nogi (National Institute of Polar Research, Japan)  
Roy A. Livermore (British Antarctic Survey)

Sea floor spreading in back-arc basins is a characteristic phenomenon related to subduction. However, the process of initiation and evolution of back-arc spreading, and the similarities and differences between back-arc and mid-ocean spreading remain poorly known. The east Scotia Sea has been created at least the past 10 Ma, and one of the first back-arc basins in which well-developed magnetic anomalies were identified. A shipboard three-component magnetometer was installed on board the British Antarctic Survey ship, RRS James Clark Ross号, during cruise JR09 in January-February 1995, and the geomagnetic anomaly field data were successfully obtained for the first time over the back-arc spreading axis in the east Scotia Sea.

The strike of the two-dimensional magnetic structures at their boundaries were determined from the vector geomagnetic anomaly field. No transform fault are observed in the back-arc spreading in the east Scotia Sea. Magnetic anomaly profiles and the strikes suggest that propagation rifts and overlapping spreading centers occur at each segment boundary.

背弧海盆の海底拡大は、サブダクションに関連する特徴的な現象である。しかしながら、背弧海盆の拡大の開始と発達過程は不明点が多く、また、背弧の海底拡大と中央海嶺の海底拡大との相違点・類似点もいまだ明らかではない。東スコチア海の背弧海盆は、少なくとも過去10Maの間、中間的な拡大速度で形成されたと考え

られており、現在も海底拡大が起こっている背弧海盆の一つである。また、東スコチア海の背弧海盆の地磁気異常構模様は、背弧海盆の中でも比較的特定されている。

1995年1月から2月にかけて行われた、観測船James Clark Ross号によるJR09航海に乗船し、東スコチア海において船上地磁気3成分観測を行い、東スコチア海の背弧海底拡大軸近傍の地磁気3成分異常データが得られた。本航海で得られた、地磁気異常およびサイドスキャンによる地形・バックスキッター・データから、大まかな結果として以下の三つ事が判明した。

- 1.東スコチア海の背弧海底拡大系では、トランスフォーム断層が存在しない。
- 2.それぞれの海嶺のセグメント境界は、オーバーラップしている。
- 3.海嶺セグメントの境界でプロパゲーションが見られる。

航海で得られたデータの詳しい解析は現在進行中であり、本講演では、詳しい解析結果を含めて、背弧の海底拡大と中央海嶺の海底拡大との相違点・類似点について議論する。

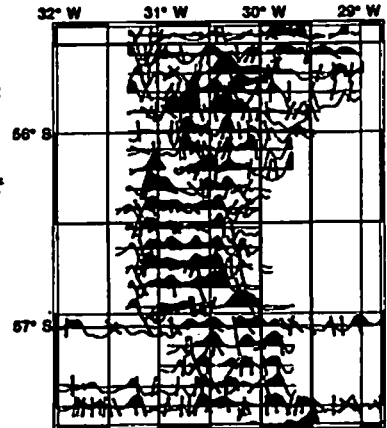


Fig. 1 Profiles of total intensity of the magnetic anomaly from proton magnetometer and the strikes of two-dimensional magnetic structures determined from the vector geomagnetic anomaly field.

C22-14 南東インド洋海嶺における船上3成分  
地磁気異常観測の特長と問題点に関する研究

木村 尚紀(東京大学地震研究所)

Study of analysis of Shipboard Three Component Measurement on South East Indian Ridge

Hisanori Kimura (Earthquake Research Institute, University of Tokyo)

WEST09(From 10. Dec.1994 to 22. Jan.1995) was carried out on South East Indian Ridge(SEIR) between 90E and 120E by R/V MELVILLE (Scripps Institution of Oceanography). On this leg, a Shipboard Three Component Measurement(STCM) was run. Because of the large vertical component of the geomagnetics, the vertical sensor was saturated. But using magnetic intensity data of proton magnetometer, three independent components are made available, and it's possible to calculate vertical component. In this report, I evaluate the quality of this method.

スクリpps海洋研究所の観測船R/V MELVILLEによるWEST09(1994年12月~1995年1月)が南東インド洋海嶺(SEIR)の東経90度から120度の範囲で行なわれた。演者は、船上3成分地磁気異常測定(STCM)を担当した。本観測に用いた磁力計は、±65535[nT]のレンジを持つが、高緯度の観測領域のため地磁気の鉛直成分+船体磁化が、磁力計の観測限界をこえてしまった。そこで、大き過ぎる磁気をオフセットするため、付加磁石を磁力計に取り付けた。その後の、観測は、おおむねうまくいっており、現在解析中である。

それ以前においても、X、Y成分の測定は問題なく行なわれており、これとプロトン磁力計による全磁力のデータを併せて用いることによって、3つの独立な値が得られるわけであるから、適当な解析によりZ成分が得られると予想される。本講演では、STCMの2成分とプロトン磁力系による全磁力の値を用いたデータの解析手法に関する研究について述べる。

STCMでは、観測値  $H_{\text{obs}}$  から地球に固定した座標系であらわした値  $F = (F_x, F_y, F_z)$  が、次のように与えられる。

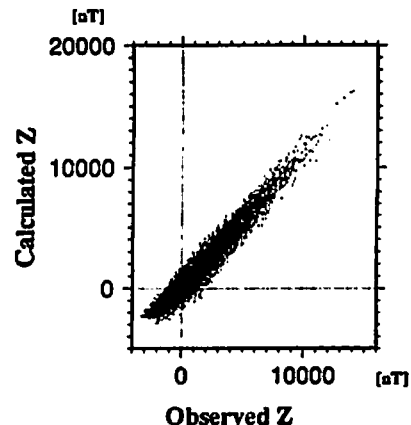
$$F = (RPY)^{-1}(1+A)^{-1}(H_{\text{obs}} - H_p) \quad (1)$$

ここで、 $H_p$ は、船体の永久磁化である。

今、付加磁石を付けた後の  $A$  および  $H_p$  は3回の8の字によりわかっている。いま、付加磁石による誘導磁化は船体のそれに比べて無視できると考え、付加磁石の有無は、 $A$  にはほとんど影響を及ぼさず、 $H_p$  のみ変化を与えるとする。 $H_{\text{obs}} = (X, Y, Z)$  の  $X, Y$  のみ分かっている、 $Z$  が未知である。上式の絶対値がプロトン磁力計による全磁力値  $F_{\text{total}}$  と等しくなるように  $Z$  の値を計算することができる。

本講演では、以上の解析の有効性、問題点について述べる予定である。

Comparison between  
observed and calculated data



C22-15 重力・地磁気異常から求めた日本海東縁部の地殻構造モデル (1)  
森尻理恵・岡村行信 (地質調査所)

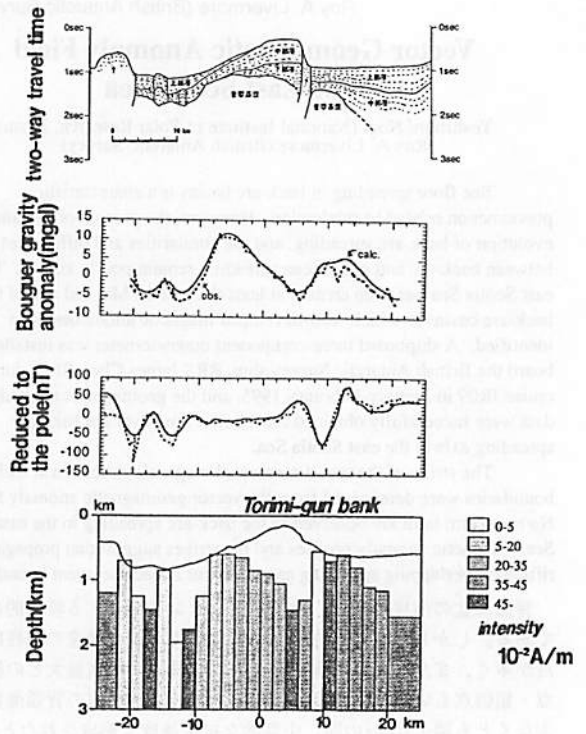
A crustal structure model based on Bouguer gravity and magnetic anomalies in the eastern margin of the Japan Sea.

R.Morijiri and Y.Okamura(Geol.Surv.Japan)

地質調査所では1989年から1993年の5年間にわたって佐渡海嶺を含む東北日本沖日本海の大隆斜面全域の地質調査を実施した。そこでシングルチャンネル音波探査と同一測線で、総測線長約15,000kmの船上重力、全磁力データが取得された。音波探査ならびに採取された堆積物の解析から、佐渡海嶺ならびに最上トラフでは前期中新世に数多くのリフトが形成され、それらが鮮新世以降に隆起して小海嶺を形成していることがわかった (Okamura, et al.,1995)。ここではそのような小海嶺について、初めにブーゲー異常 ( $\rho = 2.3 \text{ g/cm}^3$ ) から2次元2層モデルを求め、次にここで推定された上面深度を用いて、極磁気異常から各プリズムの磁化強度を推定した。本予稿集には例として鳥海礁 (とりみぐり) と呼ばれる小海嶺のモデルを示す。

音波探査の解析で鳥海礁の堆積層は下部層、中部層、上部層に区分され、高まりの下は中部層、下部層が厚く堆積している (岡村ほか,1992)。重力のインバージョンの際には、堆積層はまとめて第1層とし、基盤に相当する第2層との密度差は  $0.4 \text{ g/cm}^3$  としている。ここでの基盤深度は1,500m程度と推定されたが、下部層と基盤との密度差が小さければ、基盤はもう少し深くなる。また磁化強度が弱く推定された部分は、音波探査から断層が認められており、破碎された影響が磁化強度に現われていると考えられる。

なお、本解析に使用したデータは、地質調査所の上嶋正人、石原文実、山崎俊嗣、木川栄一 (現富山大) の各氏ならびに森尻が取得し、CR80ファイルに編集したものである。



C22-P01 東南極、リッツォ・ホルム湾沿岸地域の古地磁気 (1)  
—ラングホブデ地域—

○石川 尚人 (京都大学総合人間学部)・船木 實 (国立極地研究所)

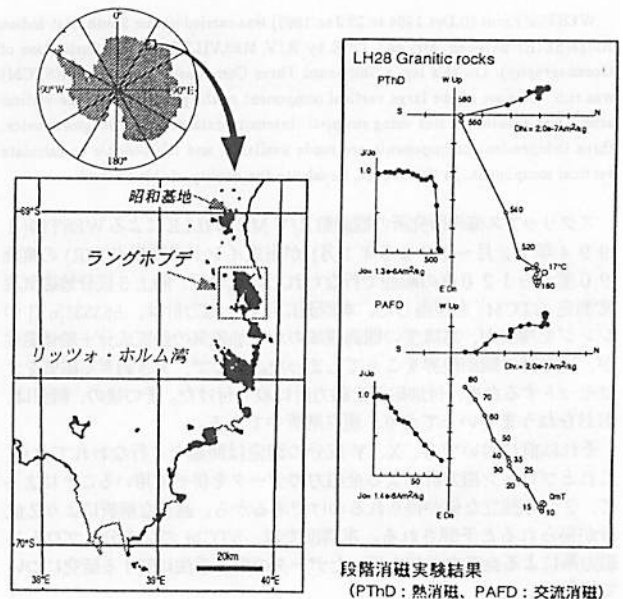
Paleomagnetism of Lützow-Holm Bay area, East Antarctica(1)  
- Langhovde area -

Naoto ISHIKAWA (IHS, Kyoto Univ.)・Minoru FUNAKI (NIPR)

Paleomagnetic study was carried out on Precambrian to early Paleozoic rocks in Lützow-Holm Bay area, East Antarctica, in order to clarify relationship between East Antarctica and other Gondwana members. About 1200 paleomagnetic samples were collected from 124 sites on 12 areas around Lützow-Holm Bay. We will present results from paleomagnetic measurements of samples from Langhovde area in this time. Pilot demagnetization results indicates that samples from 15 of 34 sites have stable remanent components carried by magnetite. Virtual geomagnetic poles of the stable components seem to be approximately concordant with early Paleozoic paleomagnetic poles reported from East Antarctica previously.

Gondwana大陸の形成・分離の過程は地質学からのデータや古地磁気極などから明らかにされてきているが、古地磁気データはオーストラリア以外についてはまだまだ信頼性に乏しい状況にある。それは、主に試料数、地点数が少ないこと、消磁実験が不十分であることに起因している。 Gondwana大陸を構成していた東南極からもいまままでにいくつか古地磁気データが報告されているが同様の状況である。そこで、東南極から信頼性のある古地磁気極を得て、東南極と他の Gondwanaメンバーとの関係を明らかにするために、35次南極地域観測行動に参加し昭和基地があるリッツォ・ホルム湾沿岸地域で古地磁気試料を採取した。試料採取は12の露岩地域で行い、主に花崗岩質片麻岩、輝石片麻岩の変成岩類と花崗岩類から124地点約1200個になった。

変成岩類については約700~500Ma、花崗岩類については約500~400Maの放射年代が報告されている。そのうち今回はラングホブデ地域から採取した試料の古地磁気測定結果を報告する。パイロット試料に対する段階消磁実験 (熱消磁・交流消磁) の結果から現段階では34地点中15地点の試料がマグネタイトが担う安定な残留磁化成分を保持していることがわかった。その成分が示す見かけの地磁気極は、東南極から報告されている初期古生代の古地磁気極に一致する傾向が見られる。



段階消磁実験結果 (PTD: 熱消磁, PAFD: 交流消磁)

**C22-P02 Diagenesis and Authigenesis of Magnetic Minerals Observed in the Sediment Cores From Site 976 and 977, ODP Leg 161 (Western Mediterranean)**

Masayuki TORII and Leg 161 Shipboard Scientific Party

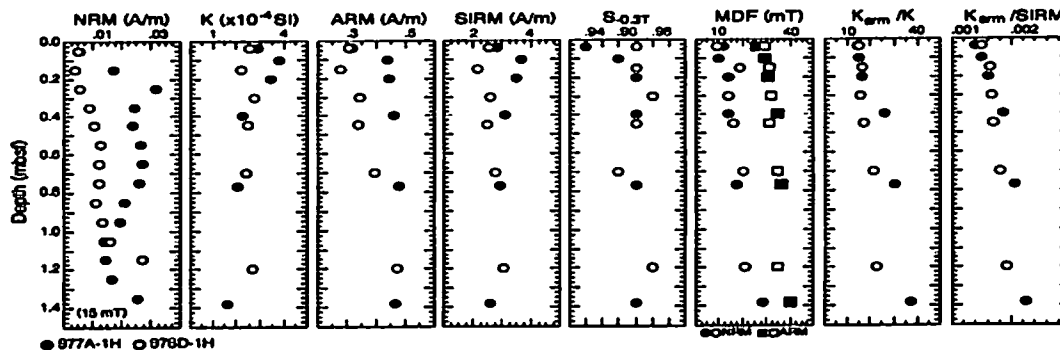
Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, Kyoto 606-01, Japan

Diagenetic dissolution and authigenetic formation of magnetic minerals continuously take place in deep-sea sediments. Rock-magnetic measurements are applied to detect downcore trend of the diagenesis and authigenesis of magnetic minerals at two sites (976 and 977) of Leg 161, western Mediterranean. We measured NRM, ARM, and SIRM intensities and their MDFs,  $S_{d,3T}$ , low-field susceptibility and its frequency dependence for discrete samples obtained from APC and XCB. A Molspin magnetometer, one-axis Schonstedt AF demagnetizer, ASC plus magnetizer, Bartington

Susceptometer and Kappbridge were used on board. At Site 976, the rock-magnetic parameters were measured from top of the core to 600 mbsf to see a general trend of diagenesis. We then focused on the top 1 m core section to see an initial authigenesis/diagenesis at sites 976 and 977.

Dominant magnetic minerals in both core were estimated to be magnetite based on continuous and high (>0.96)  $S_{d,3T}$  value throughout cores. Thus we just talk about grain-size diagnostic parameters. When look at susceptibility of ARM ( $K_{arm}$ ),  $K_{arm}/SIRM$  and  $K_{arm}/K$ , these parameters decrease rapidly from 0 to 50 mbsf, implying rapid reduction of the fine grain portion of magnetic minerals. Below that depth, size-diagnostic parameters are constantly low.

When we look into details of the topmost 1 m, the size-diagnostic parameters, MDF of NRM and ARM,  $K_{arm}/SIRM$  and  $K_{arm}/K$  increases constantly. We thought this indicates growth of SD magnetite from SPM fraction. Taking all results into one, magnetic minerals may increase its volume during the early stage of burial (0 to 1 m) and after that diagenetic dissolution dominates to reduce fine fractions of the magnetic minerals.



**C22-P03 古地磁気強度変化を用いた海底堆積物コアの高分解能層序**

井岡 昇 ((株)関西総合環境センター)  
 山崎俊嗣 (地質調査所)  
 江口暢久 (東大海洋研)

Paleointensity of the geomagnetic field as a tool for high-resolution stratigraphy of deep-sea sediment cores

Noboru Ioka (Kansai Environmental Engineering Center)  
 Toshitsugu Yamazaki (Geological Survey of Japan)  
 Nobuhisa Eguchi (Ocean Res. Inst., Univ. Tokyo)

Paleomagnetic and rock-magnetic properties such as magnetic susceptibility and polarity reversal sequence have been widely used for correlating sediment cores and estimating their ages. In this paper we discuss high-resolution stratigraphy using relative paleointensity of the geomagnetic field. Intensity variations of the geomagnetic field in the late Pleistocene, during the last ca. 200 kyrs, have recently been established (e.g. Yamazaki and Ioka [1994], *EPSL*, 128, 527-544). Because the variation of the geomagnetic field is a global phenomenon, this can be used as a tool for high-resolution stratigraphy like oxygen-isotope curves. Sharp drops of the intensity occurred at about 40 and 190 ka, and a broad low at about 110 ka. These may correspond to short reversal events during the Brunhes

Chron, the Laschamp, the Biwa I and the Blake events. The relative paleointensity can be obtained from the intensity of the natural remanent magnetization after proper normalization if the sediments are rock-magnetically uniform.

We obtained deep-sea sediment cores from the equatorial and middle latitudes of the Pacific including the West Caroline Basin, the Ontong-Java Plateau and the Hess Rise. Some of them were dated by the oxygen-isotope stratigraphy. Calcareous hemipelagic-clay cores from the West Caroline Basin could be correlated precisely with each other by characteristic magnetic-susceptibility variations closely resembling the SPECMAP oxygen-isotope curve. Cores of foraminiferal nannofossil ooze from the Hess Rise could also be correlated by the susceptibility. We correlated and dated these cores using the relative paleointensity. The results were consistent with the oxygen-isotope stratigraphy and the correlation by the susceptibility, which demonstrates the usefulness of the paleointensity as a tool for high-resolution stratigraphy.

This study was supported by the "Northwest Pacific Carbon Cycle Study", consigned to the Kansai Environmental Engineering Center Co. Ltd. by the New Energy and Industrial Technology Development Organization.

C22-P04 深海曳航式プロトン磁力計による  
マリアナトラフ 18°N 付近の深海地磁気調査  
佐柳敏造 (地質調査所)・田村千歳・佐々木智之・  
○富士原敏也・藤本博巳・平朝彦 (東大海洋研)

A Deep-Sea Magnetic Survey Across the Mariana Trough  
Near 18°N by a Deep-Towed Proton Magnetometer  
K. Sayanagi (GSJ), C. Tamura, T. Sasaki,  
T. Fujiwara, H. Fujimoto, A. Taira (ORI, Univ. of Tokyo)

Deep-sea measurements of the intensity of the geomagnetic field were conducted across the Mariana Trough near 18°N using a deep-towed proton magnetometer in June, 1995, aboard the R/V Tansei-maru. Our purpose of the investigation was to clarify detailed magnetic structures of the spreading axis which is similar to the Mid-Atlantic Ridge. Two track lines were designed to cross the axis at the center of the segment and near the edge of it. We successfully obtained deep-sea magnetic data, surface ones and water depth by PDR during the measurements. These data include new information on the magnetic features of the Mariana Trough. Here we will show preliminary results of this survey.

1995年6月21-22日、淡青丸KT-95-9次航海において、深海曳航式プロトン磁力計によるマリアナトラフ中軸部の深海地磁気全磁力調査が行われた。調査海域は、マリアナトラフ中部の17°50'N-18°20'N, 144°25'E-145°5'Eの範囲である。これまでの研究から、マリアナトラフは、現在も活動中の海底拡大帯と捉えられている。1992年の白鳳丸KH-92-1次航海では、マリアナトラフ拡大軸に大西洋中央海嶺と同様な不連続構造が見つかった。また、海上地磁気三成分異常から、海洋底の磁化構造の変化が、海底の拡大する方向だけでなく拡大軸の方向にもあることも示唆された。本研究は、海底近傍の磁気異常から精密な磁化構造を求め、セグメント化された拡大軸における磁化構造の特徴を明らかにすることを目的として行われた。

調査測線は、トラフ軸に直交する方向にセグメントの中央と端で2本取られた。それぞれはN15°Wに延びたトラフ軸と18°11'N, 144°

43°E及び18°0'N, 144°46'Eで交わる。また、測線距離は57kmと61kmであった。調査時間では12時間半と13時間半となった。観測項目は、深海及び海上地磁気全磁力と水深であった。観測に使用した機器は、東大海洋研の深海及び海上プロトン磁力計と12kHz PDRである。深海プロトン磁力計は、対地2.5ktsでウインチワイヤーによって曳航された。測定間隔は全ての観測について30秒であった。

Fig. 1は、各測線の観測結果をまとめたものである(a:セグメントの中央, b:端)。各グラフには、深海及び海上地磁気全磁力、深海曳航体深度、水深のプロファイルが示されている。ただし、地理方位をaと揃えるために、bの横軸を反転した。また、船と曳航体の距離を考慮して、海上地磁気と水深データは1時間遅らせてプロットしてある。観測結果の特徴は、以下のとおりである: 1) 深海地磁気と海底地形が、長・短波長の両方においてよく対応している; 図ではほとんどが逆相関のように見える; 2) aの11時のピークのように地形と対応しないものもある; 3) aの深海地磁気は、bよりも波長の短いものが多い; 4) aの深海地磁気の振幅は、bよりも小さい; 5) 海上地磁気に対応する長波長成分を深海地磁気プロファイルにみとれる; その振幅は海上の2.5~4倍である。1と2は地磁気と地形の関係、3と4はセグメントの中央と端の比較、5は深海と海上の地磁気に関するものである。本講演では、これらの点に焦点を当てた解析結果を報告する。

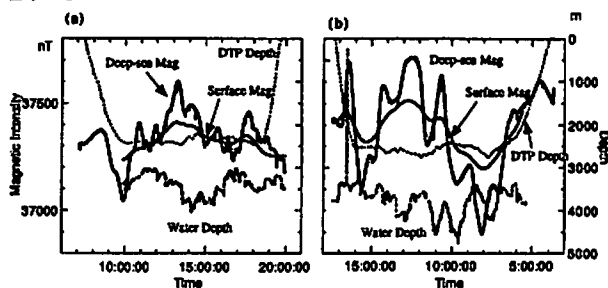


Fig. 1 Results of the deep- and surface-towed observations across the Mariana Trough

C会場

10月7日(土) 午前

# 固体惑星・主磁場ダイナモ

**Solid Planet & Dynamo**

oral: C41-01~02

poster: C41-P05~P08

座長 横山由紀子 (能開大)

移動性速度場を持つ  
運動学的ダイナモモデル

金子恵年・松島政貴・齋藤正徳 (東工大理)

A Kinematic Dynamo Model with  
a Drifting Velocity Field

S. Kaneko, M. Matsushima, and M. Saito  
Department of Earth and Planetary Sciences,  
Tokyo Institute of Technology

We examine a kinematic dynamo model with a drifting velocity field. Its time dependence can be expressed as  $\exp\{im(\phi + k\omega t)\}$ , and that of the magnetic field as  $\exp\{\lambda t + im(\phi + k\omega t)\}$ . For given velocity fields, we examine the relation between  $\omega$  and the magnetic Reynolds number,  $Rm$ , in the case that a steady state is realized ( $\text{Re } \lambda = 0$ ). It turns out that we have stationary solutions ( $\text{Im } \lambda = 0$ ) for  $\omega > \omega_c$ , whereas we have oscillatory solutions ( $\text{Im } \lambda \neq 0$ ) for  $\omega < \omega_c$  and the minimum  $Rm$  for  $\text{Re } \lambda = 0$  changes discontinuously.

Honkura *et al.* (1993) は回転球殻内の MHD ダイナモの数値計算の結果、外側境界の温度が均質な場合は、対流パターンのドリフトがあり、双極子磁場の極性が逆転するが、不均質な場合にはドリフトがなくなり、極性の逆転が起こらないことを示した。球面調和関数展開の打ち切り次数 ( $L = 4$ ) は小さいが、何らかのメカニズムの違いが反映されていると考えられる。しかしながら、MHD ダイナモの非線形計算の結果からそれを読み取ることは難しい。ここでは、線形問題である運動学的ダイナモを取り扱い、その違いを考える。

無次元化した誘導方程式は

$$\partial_t B = \lambda B = Rm \nabla \times (v \times B) + \nabla^2 B \quad (1)$$

ここで、 $B$  は磁場、 $v$  は速度場、 $Rm$  は磁気 Reynolds 数、そして  $\lambda$  は磁場の時間変化  $\exp(\lambda t)$  である。パターンが経度方向へ移動するような速度場を与えるために、

$$v = \nabla \times \nabla \times (U\hat{r}) + \nabla \times (W\hat{r})$$

$$U = \sum_l \sum_m \sum_k U_l^m(r) P_l^m(\cos \theta) \exp\{im(\phi + k\omega t)\}$$

$$W = \sum_l \sum_m \sum_k W_l^m(r) P_l^m(\cos \theta) \exp\{im(\phi + k\omega t)\}$$

のように、ポロイダル・トロイダル速度場のスカラー関数を展開する。磁場についても同様な展開をする。これらを (1) に代入し、ベクトルや関数の直交性を利用して空間積分を行い、かつ時間領域に対しても積分を行う。ある  $Rm$  を与えたときに固有値 ( $\lambda$ ) を求める。

いくつかの速度場に対して、 $\text{Re } \lambda = 0$  となるときの  $\omega$  と  $Rm$  との関係を探った。ある値より小さくなると  $Rm$  の変化が不連続となり、同時に  $\text{Im } \lambda \neq 0$  となっている (Fig. 1).

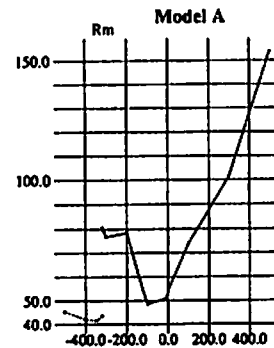


Fig. 1. A relation between the drift rate  $\omega$  and the critical magnetic Reynolds number  $Rm$ .

回転球殻における MHD ダイナモ

佐藤淳子・本蔵義守・松島政貴 (東工大理)

MHD Dynamos in a Rotating Spherical Shell

J. Sato, Y. Honkura and M. Matsushima  
Department of Earth and Planetary Sciences,  
Tokyo Institute of Technology

We have been examining the magnetic field behavior in thermally driven MHD dynamo models in a rotating spherical shell through numerical computation. One of the serious problems in this study is the truncation level,  $L$ , for spherical harmonics, but we have confirmed that the behavior of the magnetic field is little affected by the truncation level if  $L > 11$ . We then examine the structures of the magnetic and the velocity fields with respect to the Taylor and the Rayleigh numbers. It turns out that the magnetic field is confined in convective columns: the correlation between the  $\theta$  components of the magnetic field and of the vorticity on the equatorial plane is clearly seen.

1. はじめに

地球の双極子磁場の振舞いを調べるために、回転球殻内における MHD ダイナモの数値計算を行ってきた。

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、球面調和関数で展開する。動径方向には三角関数で展開する。マントルと内殻は絶縁体とし、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

MHD の計算においては打ち切り次数による影響は大きい。三角関数の打ち切り次数 ( $N$ ) を 4 とし、球面調和関数の打ち切り次数 ( $L$ ) を

17 まであげてみた結果、11 次以上では磁場の振舞いがほぼ安定しているとみなせることがわかった。次に  $L = 16$  に固定して、テイラー数 ( $Ta$ ) とレイリー数 ( $Ra$ ) をあげて変化の様子を調べてみた。  $Ta = 100$ ,  $Ra = 900$ , 速度場の打ち切り次数  $Lv = 6$  では対流コラムが 4 つでき、 $m = 2$  のモードが卓越した。この移動方向前部のコラムに磁場がトラップされていることがわかる (Fig. 1)。  $Ta = 10000$ ,  $Ra = 2000$ ,  $Lv = 6$  ではコラムの数は増えなかったが、トラップされた磁場の様子は変化した (Fig. 2)。  $Ta = 90000$ ,  $Ra = 5000$ ,  $Lv = 8$  のとき、対流コラムの数は増加する ( $m = 3$  が卓越)。磁場の振舞いについては現在解析中である。

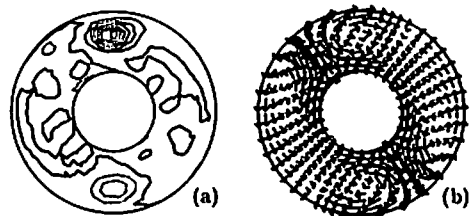


Fig. 1  $\theta$  component of (a) the magnetic field and (b) the velocity field on the equatorial plane for  $L = 16$ ,  $Ta = 100$ ,  $Ra = 900$ , and  $Lv = 6$  at  $t = 120$ .

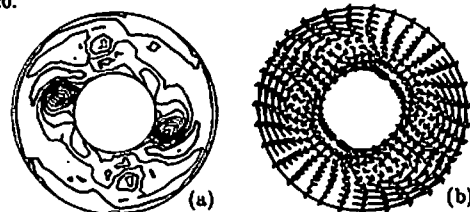


Fig. 2  $\theta$  component of (a) the magnetic field and (b) the velocity field on the equatorial plane for  $L = 16$ ,  $Ta = 10000$ ,  $Ra = 2000$ , and  $Lv = 6$  at  $t = 60$ .

## C41-P05 カーボン粒子の光学特性と マイクロクリスタリットサイズの関係

増内千尋<sup>(1)</sup>、\*木村誠二<sup>(1)</sup>、佐藤健吾<sup>(1)</sup>、  
齋藤高夫<sup>(2)</sup>、小池千代枝<sup>(3)</sup>、Rudlf Hermann<sup>(4)</sup>  
(1) 立命館大理工、(2) 京都工繊大  
(3) 京都薬大、(4) 堀場製作所

A correlation between the optical properties of carbon grain and the microcrystallite size.

Chihiro Kaito<sup>(1)</sup>, \*Seiji Kimura<sup>(1)</sup>, Kengo Sato<sup>(1)</sup>,  
Yoshio Saito<sup>(2)</sup>, Chiyoeko Koike<sup>(3)</sup>, Rudolf Hermann<sup>(4)</sup>

(1) Ritsumeikan University  
(2) Kyoto Institute of Technology  
(3) Kyoto Pharmaceutical University  
(4) HORIBA, Ltd.

Amorphous carbon is considered to be the main component of the circumstellar dust of a carbon star. The absorption of amorphous carbon grains produced in laboratory experiments shows a  $\lambda^{-\beta}$  dependence in the visible and infrared regions, where  $\lambda$  is the wavelength and  $\beta$  is the spectral index. The spectral indices  $\beta$  are nearly 1, but the absolute values of extinction,  $Q_{ext}/a$ , differ from sample to sample, as pointed out by Koike et al. (1980) and Bussoletti et al. (1987). On the other hand, the values of  $\beta$  measured on graphites are distributed in the range of 1.9~2.2. It has not been clear with differences in absolute value of extinction and in the spectral index  $\beta$  arise among samples. In order to clarify this point

detailed observations both the structure and spectra have been done on various samples. It is found that differences among the specimens in the absolute value of absorption and in the spectral index depend on difference in the microcrystallite sizes of the perfection of the graphite. The measured results on various carbon have been summarized in the Table. Characteristic electron microscopic images on these samples will be shown.

### References

Koike et al. 1980, Ap&Ss, 67, 495  
Bussoletti et al. 1987, A&As, 70, 257

Table . The degree of crystallization of carbon samples.

	mean diameter	$\beta (\lambda^{-\beta})$	size of microcrystallites, morphology of graphite.
CA-C	~250Å	0.6	~15Å(10-25Å)
XY	100-300Å	0.70	10-16Å
BE	300-700Å	0.80	15-30Å
CA-D	~450Å	0.8	~30Å
PBE	297Å	0.83	~30Å
SEAST F	694Å	0.93	~40Å+onion like
MIKE	1860Å	1.3(1.3-1.4)	onion like
Dojyou	1.1 $\mu$ m	1.8	plate(mosaic), am. carb.
0.5 $\mu$ m	0.5 $\mu$ m	1.9	plate, am. carb., tube, curled whisker
0.1 $\mu$ m	1.0 $\mu$ m	1.9	plate, am. carb., tube
Rinjyou	3.2 $\mu$ m	2.75	plate

(am. carb. ; amorphous carbon)

## C41-P06 MHDダイナモシミュレーション

\* 松井 宏晃・大家 寛  
(東北大学 理学部)

### Numerical Simulation of MHD dynamo

\* Hiroaki Matsui and Hiroshi Oya  
(Dept. of Astronomy and Geophysics, Tohoku univ.)

A Numerical simulation of the dynamo processes in the MHD regime has been made for the rotating spherical shell model with thermal convection. The MHD dynamo equations have been solved, in the present simulation, applying the spherical harmonic expansion in the azimuthal and elevation directions while the 2nd order central differential method has been applied in the radial direction. Under a simple thermal convection stage, the velocity field of the material flows shows symmetrical flow pattern with symmetrical velocity distribution while there are clear asymmetry component of the flow in the case of the full MHD results where the effects of the magnetic fields are included forming the dynamo processes. The MHD results also show that the magnetic field energy increases to almost equal level to the kinetic energy of MHD flow within three times of the thermal diffusion time of the earth's outer core.

#### 1.はじめに

地球の成因の基本過程であるダイナモ作用を解明するため、地球の外核を3次元の回転球殻としてモデル化し、熱対流の条件下でMHDシミュレーションコードを開発し、パラメータ $Pr = 1, Ra = 900, Ta = 100, Pm = 0.30$ の範囲で計算機シミュレーションを行った。その結果の初段階を報告する。

#### 2.モデルと計算方法

回転球殻の外核モデル中の電磁流体に対する熱対流を、ブシネスク近似の中でMHD方程式系に対して数値シミュレーションを

実施した。シミュレーションの実施に際しては諸量を球座標系で取り扱った。

境界条件：境界では一様な温度分布とし、速度場は自由境界とした。球殻の内側、外側ともに絶縁体として磁場の境界条件を与えた。

アルゴリズム：空間微分は角度方向にスペクトル法、球殻の半径方向の微分は2次精度の中心差分法を適用し、各係数の時間発展を改良オイラー法で追跡した。球面調和関数の打ち切り次数は4または6、半径方向には16分割している。

#### 3.結果

第1段階として磁場の効果を入れない熱対流のシミュレーションを実施した。この場合速度場は赤道に対称な解を示した。第2段階として、磁場の効果を入れた場合、球殻内の磁場のエネルギーは電磁流体の全運動エネルギーに対し等しいまで成長している。

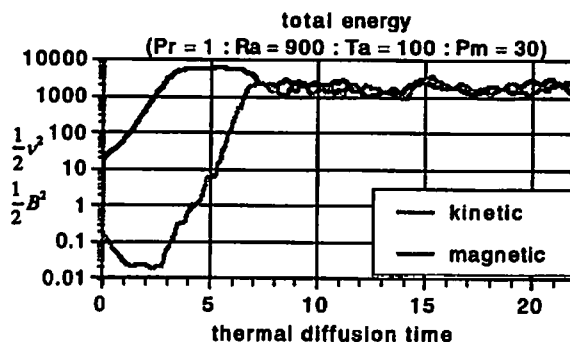


図:全磁場エネルギーと全運動エネルギーの時間発展 (打ち切り次数:4)

We discuss several possible constraints from observations for construction of the palaeosecular variation (PSV) model and give alternative interpretations. Major points are presented as follows.

1) VDM distribution

Virtual dipole moment (VDM) is generally regarded as the first-order approximation of the geocentric dipole moment and further as that corresponding to a geocentric axial dipole. The feature of its distribution is very important and has been argued about whether a normal or log-normal distribution is better fitted to the VDMs (Kono, 1971; McFadden & McElhinny, 1982; Tanaka & Kono, 1994; Kono & Tanaka, 1995). However, both fittings are unlikely to represent the distribution feature of the past 10Ma data set. Then we propose an alternative fitting by two modes of a normal distribution. As AIC (Akaike, 1973) becomes significantly smaller than that in a single normal distribution, the new fitting is statistically better. If this result is not artificial, two states are considered in the core dynamics. We will also attempt to obtain the most representative histogram, examining AIC due to the division width.

2) Geomagnetic field spectrum with respect to degree

The geomagnetic field spectrum seems to show a very high magnitude of

degree 1 while other terms of degree > 2 are often thought to have a white spectrum at the core/mantle boundary (e.g. Constable and Parker, 1988). Therefore the geocentric dipole term is regarded as the exceptional in this case. Kono and Tanaka (1995) indicate that the white noise model is discordant with the latitude dependency of angular standard deviation (ASD) of VGPs concluded from the palaeomagnetism. Here we think that the power spectrum of the core-origin magnetic field shows an 1/f spectrum pattern for degree=1 and 3-12. The exception is of degree 2, the present magnitude of which is much smaller than that of the 1/f pattern. This 1/f pattern is appropriate for the magnetic nonlinear system in the core rather than a white noise. If the 1/f spectrum is correct, the magnitude of degree 2 should be larger, possibly up to twice. This requirement is concordant with the conclusions by Tsunakawa (1988) and Kono and Tanaka (1995). In this case, the deviation from the 1/f pattern may be interpreted as a temporal fluctuation.

3) Geomagnetic field spectrum with respect to order

If we know a spectrum law concerning with the order, a PSV model becomes more realistic. The power spectrum is examined with respect to the order and then a Lorentz type variation may be recognized. This results in a larger magnitude for a lower order, which is consistent with the general trend of the observations. However, this pattern is not strictly persisted for each degree such as  $g_1^0$ ,  $g_1^1$  and  $h_1^1$ .

While a geomagnetic power spectrum is generally considered as an exponential function of a wave number, we assumed it does not have any typical scale. We fit a power function to the spectrum, and resulted that there is not any confliction between the assumption and the observation.

1. はじめに

地球ダイナモのシミュレーションでは、核内の流体運動は主に空間スケールの大きい運動と統計的取り扱いができる小さい運動とに分けて扱われている。しかし、実際に地球核内の流れのスケールがどうなっているかを観測より議論した例は少ない。ここでは、地表で観測される磁場のパワースペクトルを用いて核内の状態を考察する試みを行う。

2. 地球磁場のパワースペクトル

地球磁場のパワースペクトルは一般には Fig. 1(a) のように描かれる。パワースペクトルはやや右下がりの傾向があり、この特徴は最近 200 年間変化していない。パワースペクトルは源では白色であると考えられることが多く、さらに減衰を考慮すると空間波数に対して指数関数的に減少すると考えられる [e.g., Langel and Estes, 1982]。この考えに従うと Fig. 1(a) 点線の指数関数から双極子磁場のパワーだけが大きく外れる。即ち、双極子だけが特別で、他のモードは雑音に近いと解釈される。しかし、パワースペクトルが源で白色であるという根拠は何もない。そこで、従来の考えとは異なる側面からパワースペクトルの解釈を試みる。

3. 作業仮説

次のような仮定をする。

- 1) 磁場の大部分は核表面で生成されている
- 2) エネルギー源とエネルギー放逸は一種の平衡状態にある

3) 磁場の乱れは等方的である

仮定より磁場は特徴的なスケールを持たず、パワースペクトルは波数のべきに比例すると推測できる。実際に Fig. 1(b) に示すようにべきでもフィットできる。ただし、2 階のパワーだけは大きく関数から外れている。

4. 考察

1) の仮定のもとに次のようなことが結論できる。

- a) 階数 3 以上は特徴的なスケールを持たないと考えて矛盾はない
- b) 階数 2 の磁場は特別な構造を持っている
- c) 核表面の流れも特徴的なスケールを持たない可能性が高い(乱流)

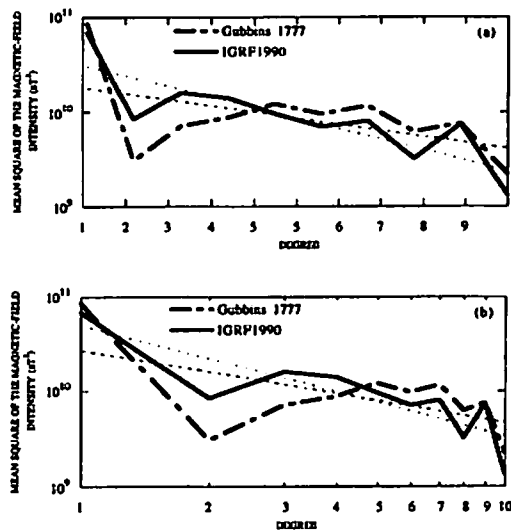


Fig. 1. A power spectrum of IGRF 1990, and a model of 1777 (Bloxham & Gubbins, 1985) on the core surface in (a) a linear scale and (b) a log scale.



C会場

10月7日(土) 午前

# 電気伝導度 その1

## Electric Conductivity—1

oral: C41-03~09

座長 小川康雄 (地質調査所)  
藤 浩明 (東大・海洋研)

C41-03

北海道天北地域におけるMT法調査

高倉伸一(石油公団, 現地質調査所)

Magnetotelluric Survey in the Tenpoku Oil Field, Hokkaido  
Shinichi Takakura (JNOC, presently GSJ)

A magnetotelluric (MT) survey was conducted in the Tenpoku oil field, northern Hokkaido, Japan. The purpose of this survey was to investigate the deep structure of the sedimentary basin. Measurements were performed at 26 sites, which were located along a WSW-ENE profile traversing the major geologic features of this area. A two-dimensional inversion was applied to MT data along the profile. The result shows that the area has basically a two-layer structure; an upper conductive layer and a deep resistive basement.

北海道天北地域には厚い堆積盆が広がり、白亜系および古第三系が石油・天然ガスの探鉱対象として高い評価を受けている。しかし、当地域の深部地質構造は必ずしも十分に解明されていない。そこで、石油公団石油開発技術センターでは、堆積盆および地質構造のトレンドをほぼ東西に横切る測線に沿ってMT法調査を26点で実施し、深部比抵抗構造の推定を試みた(図1)。

2次元解析から求めた比抵抗構造を図2に示す。大局的な比抵抗構造は、数Ωm以下の低比抵抗の表層と数10Ωm以上の高比抵抗基盤から形成されている。坑井データや地表地質によると、低比抵抗層はおもに後期白亜系以降の地層に対応する。おそらく、塩濃度の高い地層水やイオン交換能の大きい統成変質鉱物を多量に含有していると考えられる。一方、高比抵抗基盤は先白亜系の地層に対応する。測線東部の高比抵抗基盤は、ジュラ紀末にトラップされた海洋地殻からなる空知層群を反映

していると考えられる。測点24および25の下の独立した高比抵抗体は日高帯の堆積岩類あるいは変成岩類を反映していると推測される。

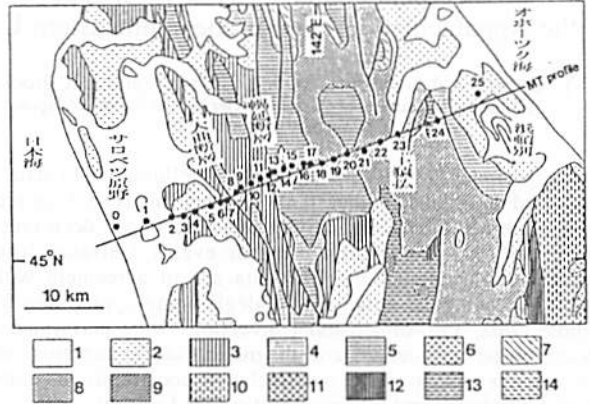


図1 天北地域の位置と地質。黒丸はMT法の測点を示す。地質凡例8と9が白亜系に、10~14が先白亜系に対応する。

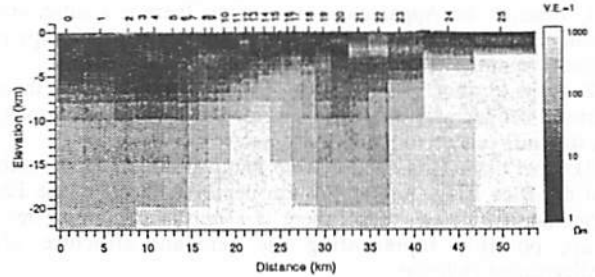


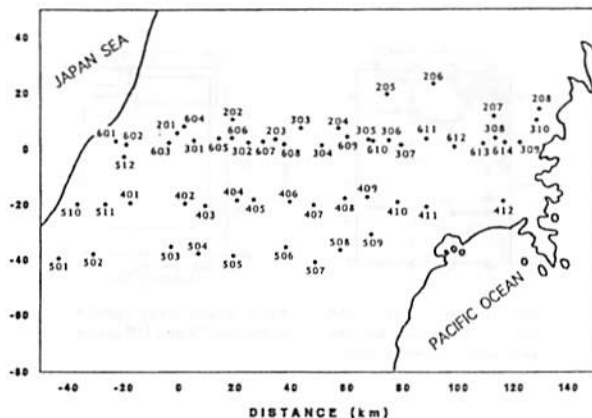
図2 天北地域の2次元比抵抗構造

C41-04

Two-Dimensional Inversion of Magnetotelluric Data of the North-eastern Part of the Japan Arc (I)

Yukio Fujiwara (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.), Yoshinori Honkura (Tokyo Institute of Technology).

Three magnetotelluric (MT) transects have been obtained in the central Tohoku district of the north eastern Japan these several years. Broadband magnetotelluric sounding data (0.00005 ~ 3,000s period) were supplemented last year on the northernmost transect A from Sakata to Kesennuma at some 14 sites totalling 34 sites running approximately east-west (Fig.1).



On the basis of the impedance-and tipper strikes and geological structure of the region, we assumed two kinds of structure direction for two-dimensional geoelectrical structure : north-south and N25°. Both strike-parallel and strike-perpendicular components of the MT apparent resistivity and phase data of the broadband were subjected to the Generalized Rapid Relaxation Inversion to obtain an approximate two-dimensional smooth georesistivity model for the northernmost transect. Computation scheme including smoothing parameters were chosen from the results of experimentation on the southernmost transect.

Fig.2 shows the result of two-dimensional inversion of the TM mode assuming that the structure direction is north-south. All the points are projected on the same line running west-east. Almost all more or less conductive anomalies are the same as these for the 1D Bostick inversion except less extent of vertical striping.

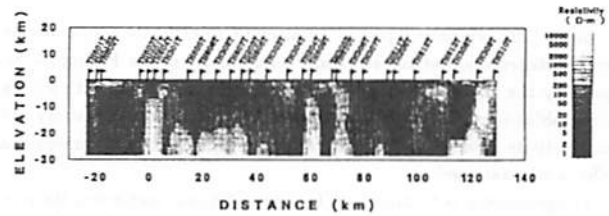
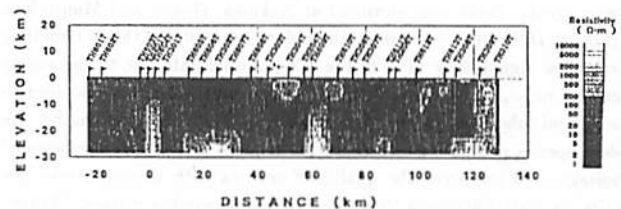


Fig.3 shows the 2D model based on the joint inversion of the TE and TM modes. Global feature are same in these TE and TM modes resulting in the similar georesistivity distributions among TE, TM and the joint inversion.



### Electrical conductivity structures of the Appalachian Orogen in the southeastern U.S.

Y. Ogawa<sup>1,2</sup>, A.G. Jones<sup>1</sup>, M. J. Unsworth<sup>3</sup>, and J. R. Booker<sup>3</sup>  
 (1:Geological Survey of Canada, 2:Geological Survey of Japan, 3:University of Washington)

Long period (20 - 20,000 s) magnetotelluric (MT) data were collected across the southeastern Appalachians (Fig. 1) in order to image the electrical conductivity structure of the deep crust and upper mantle to study prior orogenic events. Galvanic distortion analyses showed that the MT data are in agreement with the surficial geological strike of N50degE being appropriate for the whole crust. Two-dimensional inversions were performed using decomposed impedances and magnetic transfer functions in this co-ordinate system. Inversion included constraints on minimum model roughness and minimum static shift  $L_2$  norm.

The final model showed the following major features:  
 (1) Beneath the Appalachian mountains, there is a sub-horizontal conductor (CLC in Fig. 2) at 15-20 km depth which dips to the southeast at the surface trace of the Brevard fault (BF),  
 (2) at the location of the Central Piedmont suture (CPS), there is a crustal conductor which dips towards the southeast, interpreted as a structure related to the Acadian suture,  
 (3) upper mantle conductors were found at 80 km depth northwest of the Blue Ridge and at 140 km depth southeast of the Eastern Piedmont. Between these, there is a northwest-dipping resistive gap, possibly representing the remnant structure of the Alleghanian collision.

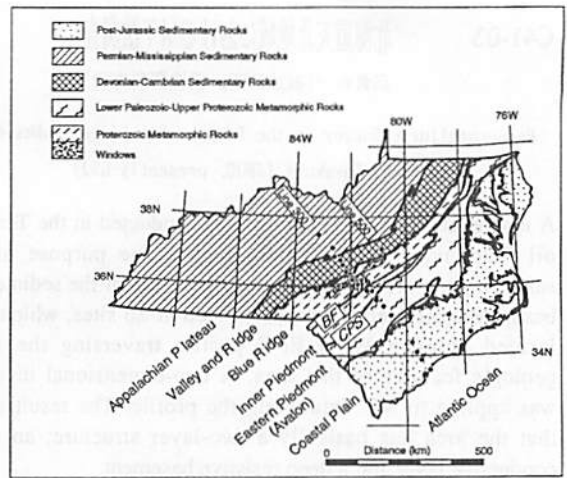


Fig.1 MT sites (dots) and regional geology.

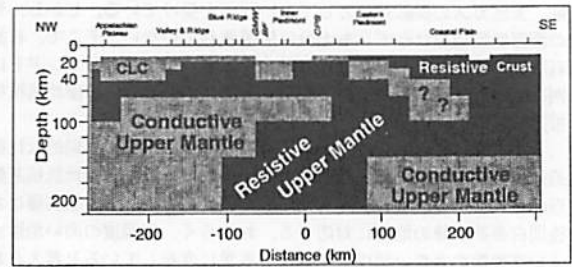


Fig. 2 Simplified resistivity model for the line 300.

### フィリピン海プレートの平均的な電気伝導度分布

藤井郁子、歌田久司 (東京大学地震研究所)、  
 湯元清文 (名古屋大学太陽地球環境研究所)

### Averaged distribution of electrical conductivity of the Philippine Sea plate (II)

Ikuko Fujii, Hisashi Utada, (ERI, Univ. of Tokyo)  
 Kiyohumi Yumoto (STE lab., Nagoya University)

Since 1992, we have reported an attempt to estimate a spatially averaged distribution of the electrical conductivity of the Philippine Sea plate by the use of planetary-scale voltage measurements with submarine cables (e.g., FUJII *et al.*, 1994). We summarize our study; 1D conductivity profiles of the plate are presented, and multidimensional effects are examined.

The geoelectric potentials used here are a 2.8 year segment of the powered voltage observed with the Guam-Ninomiya section of TPC-1 (GN, Guam, USA to Ninomiya, Japan, 2700km in length) and a 7 month segment of the unpowered voltage observed with the Guam-Baler section of TPC-1 (GP, Guam to Baler, Philippine, 2716km in length). The geomagnetic fields were recorded at Kakioka, Guam, and Muntinlupa (Fig.1). Difficulties to analyze these data by applying the MT method are a low signal-noise ratio of the GN powered data due to the supply current noise, limited data of the GP cable and the Muntinlupa observatory, and inhomogeneity of the source field over the cable lengths. We developed a procedure to remove the current noise from the powered voltage, and improved the quality of spectra with a robust technique (CHAVE AND THOMSON,1987) and a multiple window method (THOMSON,1982). As a result, the sounding curves at periods from 1 minute

to 2 days for the GN and GP cables were obtained. These curves were inverted to a spatially averaged 1D conductivity model in roughly north-south direction for the GN cable and one in roughly east-west direction for the GP cable.

The optimum 1D models along the GN and GP cables are significantly different from each other (Fig.2). The GN model consists of sea (3km), a low conductivity layer (80km) and a high conductivity layer. On the other hand, the GP model has 5 layers which includes an extremely thick low conductivity layer (280km) following a deep sea (10km) and a sediment layer (10km). Multidimensional structure, especially the bathymetry and the subducting Pacific plate, could cause a nominally thick low conductivity layer. The thin sheet modeling demonstrated effects of the bathymetry and indicated that the enhancement of electric current at a shore region could increase the resistivity-thickness product of a resistive layer.

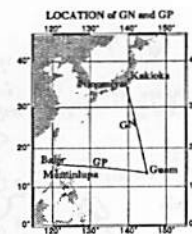


Fig.1 Location map of the GN and GP cables and the geomagnetic observatories

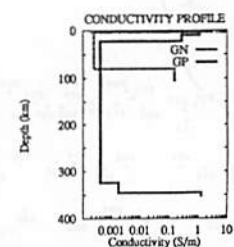


Fig.2 Conductivity profile along the GN and GP cables

○藤 浩明 (東大海洋研)

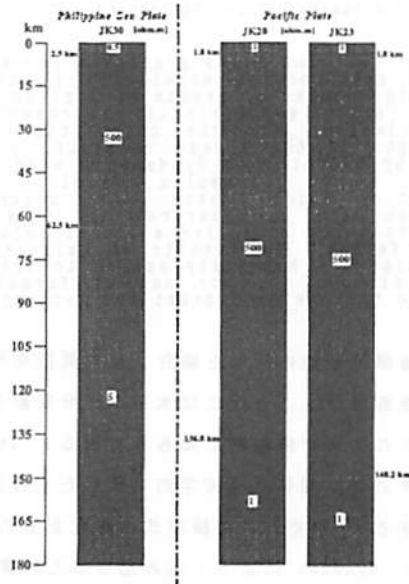
Structures of oceanic plates as inferred from seafloor MT and VGS measurements

○H. Toh (ORI)

In our previous study, we conducted seafloor EM measurements on the oceanic plates around Japan, e.g., the northern Philippine Sea and the old northwest Pacific. In this study, we recalculated the MT and VGS responses using Groom-Bailey (1989) decomposition scheme to yield 1D responses of the oceanic plates since local bathymetries can cause surface distortions even at the deep seafloor. As a result, 1D structures of the oceanic plates were obtained as shown in Fig. 1, which shows thicker oceanic lithospheres for the older oceanic plate. This coincides with the previous results by Filloux (1980), Oldenburg et al. (1984) and Tarits (1986). Recently, however, Heinson and Constable (1992) showed that regional lateral conductivity contrasts in shallow structures might severely affect EM responses even at longer periods, which is likely to mislead deeper structures. Hence, 1D re-modellings of the observed MT and VGS responses were conducted using

the 3D thin sheet approximation. Physical implications of the results in terms of the root-t-law and/or partial melting will be further discussed.

Fig. 1 1D electrical conductivity structures of the Philippine Sea plate and the Pacific plate determined by seafloor MT measurements.



地磁気観測点における地磁気変化異常

瀬戸正弘、北村保夫 (東北工大)、湯元清文 (名大・STE研)  
210° 地磁気観測グループ

Geomagnetic variation anomalies at the 210° MM stations in Australia

M. Seto, Y. Kitamura (Tohoku Inst. of Tech.)  
K. Yumoto (Nagoya Univ. STEL) and the 210° MM  
Magnetic Observation Group

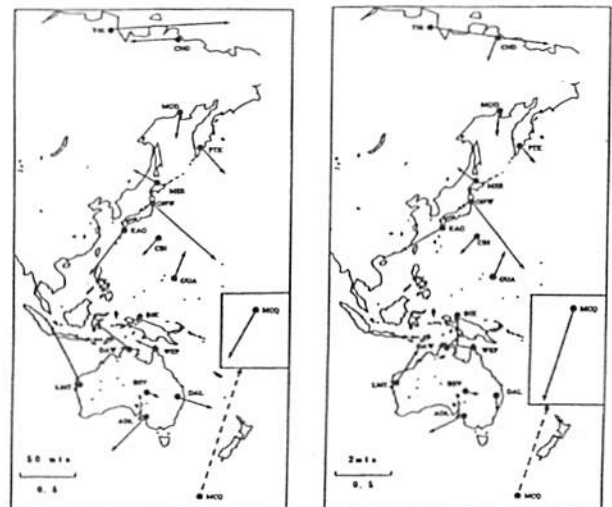
The induction arrows calculated by the data on 210 magnetic meridian (MM) geomagnetic observations were obtained at 6 stations in Australia. The results show that the magnitudes and directions of induction arrows are subject to considerable variation between the periods of 2 sec and 150 min, especially at Learmonth, North West Cape. The characteristics of geomagnetic variation fields observed at Learmonth were examined by using high-pass filtered records.

太陽風エネルギーの地球磁気圏深部への輸送過程などを解明するため、STEP期間中に、名大・STE研が中心となり、主に210度地磁気経度沿いでシベリアからオーストラリアまで、海外多点観測が実施されている。これらのデータは1秒サンプル値で記録されており、磁力計、データ収集装置も統一されているため、同質のデータが得られており、幅広い周期を持つ地磁気変化について各種の解析が可能である。現在、28点でのデータが取得可能であるが、それら観測点のうち比較的早期に設置された17の観測点でのインダクション・アロウ分布を図に示した。左図は周期50分、右図は周期2分のインダク

ション・アロウである。

両周期のインダクション・アロウを比較すると、北極圏のTIXとCHD、南極圏のMCQのアロウは大きい、あるいは方向が異なるが、これは地球内部より外部に原因があると考えられる。それらを除くと、インドネシアのBIK、オーストラリアのDAW、LMT、DALにおけるアロウの相違が注目される。特にLMT (Learmonth) とDAL (Dalby)のアロウは、長周期では海洋の方向を向いているが、短周期になるにつれて海洋の方向とは異なる方を向く。

ここではLMTにおける地磁気変化異常について、地磁気三成分変化の高域通過フィルター記録などを用いて、他の観測点との相違などについて述べ、異常の原因を考察した結果を報告する。



を求めるための Everett-Hyndman 計算法について

瀬戸 正弘, 渡辺 富也 (東北工大・通信)

Comments on Everett-Hyndman formula for induction arrow  
By  
Masahiro SETO and Tomiya WATANABE

Dept. of Communication Engineering  
Tohoku Institute of Technology  
35-1 Yagiyamakasumicho, Taihaku-ku, Sendai 982

A linear relation holds generally among three component geomagnetic variations if one deals with a large number of events of a given period. Induction arrow geometrically represents that linear relation. For the calculation of the coefficients of the linear relation, a set of formulas by Everett and Hyndman is used widely. However, their formulas yield complex coefficients which makes the outcome of calculation hard to interpret. In this paper, the authors tried to derive a linear relation in the real format. The results of calculation by our formulas are hopefully easier to interpret. We also discuss how our set of formulas are related to the one by Everett and Hyndman.

多数例の地磁気変動を扱った場合、変動周期を特定した上では、垂直成分は、一般には水平二成分変動の線型和として表される事が経験的に知られて居る。Induction arrowはその線型関係を幾何学的に表したものと考えることもできる。所で、この線型式の係数を求めるには、EverettとHyndmanによって編み出された計算法が広く用いられているが、彼等の方法に依れば、結果が複素

数として得られるため、その意味する所は、解釈するに必ずしも容易ではない。それ故、筆者等は、変動三成分の関係を新しい視点から見直し、それらの間に実数的な線型関係を導くことを試みてみた。得られた結果の解釈は至って容易である。筆者等の結果を紹介するとともに、Everett-Hyndman計算式の関係にも触れる予定である。

C会場

10月7日(土) 午後

# 電気伝導度 その2

## Electric Conductivity—2

oral: C42-01~05

座長 山本哲也 (気象研)

## C42-01 Magneto-Telluric法による 桜島火山の比抵抗構造

吉村 源 湯元 清文 日高 耕一 (名古屋大学STE研)  
田中 稜 角田 寿喜 (鹿児島大学理学部)

### The Electrical Resistivity Structure of Sakurajima Volcano Determined by the Magneto-Telluric Method.

H.Yoshimura, K.Yumoto, and K.Hidaka (STEL, Nagoya University)  
M.Tanaka, and T.Kakuta (Fac.Sci., Kagoshima University)

Since May 1995, continuous measurements of electric potential of the earth have been carried out on Sakurajima volcano. A peculiar feature has been seen on the connection region between Sakurajima and Osumi peninsula. The potential variations from east to west correlate with the D component of magnetic variation. This fact suggests that there is a resistivity anomaly under the region.

著者らは1995年5月から炭素棒電極を用いて、図1に示す桜島と大隅半島の接続部分(牛根)に東西、南北2kmのケーブルを敷設し、その地電位差を60Hz、0.16Hzのローパスフィルタを通し、アンプで増幅したのち1秒値をデジタル記録している。また同時に牛根より南へ5kmの地点(垂水)にフラックスゲート磁力計を設置し、磁場3成分の1秒値をデジタル記録している。図2にこれらの観測装置によって観測された牛根の地電位差と、地磁気変動の例を示す。比較のため牛根より西方へ2kmの鹿児島大学所属の観測点(有村)の地電位差も同時に図2に示している。一般に大地が均質の場合、地表の電流はそれに直交する磁場により誘導されるが、牛根の東西方向の電位の変動が磁場の東西成分と有村の南北方向の電位差と非常に良い相関を示していることがわかる。この接続部が1914年の大正噴火により溶岩で大隅半島に繋がったという事実を考慮すると、

大地の比抵抗に何らかの異方性が存在することを示している。

そこでMT法により大地の見掛け比抵抗を求めた後、ボスティックインバージョンを行い、接続部の比抵抗構造を求めた。



図1 桜島の地電位差観測点の概念図。有村(間隔100m)牛根(間隔2km)。

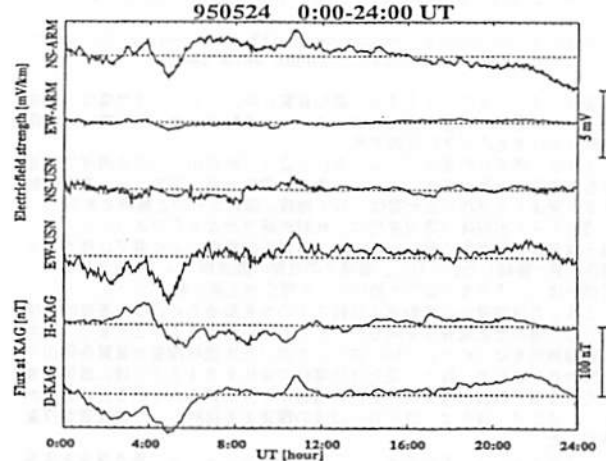


図2 地電位差および磁場の時間変化。上段から有村のNS、EWの地電位差、牛根のNS、EWの地電位差、垂水の磁場のH、D成分。

## C42-02 島原半島西部における比抵抗構造探査(序)

神田 径、歌田久司、鍵山恒臣 (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

### Resistivity structure in the western part of the Shimabara Peninsula inferred from the TDEM survey (I)

Wataru Kanda, Hisashi Utada, Tsuneomi Kagiya  
(Earthquake Research Institute, University of Tokyo)  
Yoshikazu Tanaka (Faculty of Science, Kyoto University)  
and EM Research Group for Unzen Volcano

In January 1995, a TDEM experiment was carried out in the western part of the Shimabara Peninsula. Other geophysical data suggest the deep magma activity around the area of interest. The investigation of the resistivity structure will present another data to consider the magma supplying system of the Unzen Volcano.

1990年の雲仙普賢岳の噴火以来、電磁気構造研究グループでは普賢岳周辺のみならず、島原半島全体の電気比抵抗構造を求めるために精力的にMT観測を行ってきた(鍵山他、1992; 歌田他、1994)。その結果、深さ10数kmまでの比抵抗分布が明らかとなり、大局的に以下のような4層構造としてまとめることができる。

- 第1層: 表層の高比抵抗層で、主に火山噴出物と考えられる
- 第2層: 帯水層と考えられる数10mの低比抵抗層(深さ1~3km)
- 第3層: 10km程度の深さまで続く数100Ωmの高比抵抗基盤
- 第4層: 深さ約10kmからはじまる数10Ωmの低比抵抗層

雲仙温泉から西方へかけての狭い地域では、深部低比抵抗層のはじまる深さが他の地域に比べてやや浅く、深部マグマ活動との関連が示唆されている。

しかし、その一方で、MT法による比抵抗探査の限界も見えてくるようになった。島原半島は、日本の他の地域に比べて人工的電磁気ノイズが小さいほうではあるが、それでも、ロープウエーや車などによるノイズの無視できないところも少なくない。とりわけ高压線の近くではデータの汚染がひどく、全くデータが取れていないと言っても過言ではない。また、火山地域では急峻な地形と表層の硬い溶岩のために、通常のMT観測に不可欠な地電位差の測定が困難な場所が多い。従って、観測の空間密度を上げ、さらに精密な比抵抗構造を求めるためには、ノイズに強く、地電位差観測を伴わないような手法で観測を行なう必要がある。

本講演では、以上のことを受けて1995年1月に行われたTDEM探査について、観測の概要と現在までに得られている結果について報告する。観測地域は雲仙温泉を含む雲仙普賢岳西部(第1図)で、地盤変動から求められた圧力源の位置(加茂他、1994; 西他、1995)や地震活動分布から推定されたマグマの供給路(馬越他、1994)を視野においている。今回の観測の目的は、これらの地球物理データが示唆するものが本当にマグマなのか、比抵抗構造から検討することにある。比抵抗という全く独立の、しかもマグマに敏感な物性量を用いて地下の構造を調べることによって、雲仙火山のマグマ供給システムに新たな知見が開けるものと期待できる。

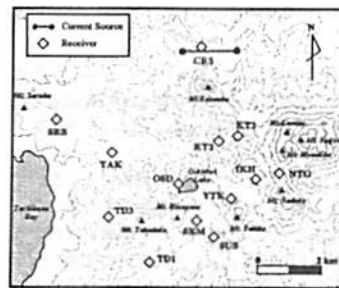


図3: 観測点位置図

C42-03

雲仙普賢岳における直流電気探査

○橋本武志・田中良和・増田秀晴・松本良浩・中坊真 (京都大学理学部)

DC-electric sounding on Mt.Fugen, Unzen Volcano  
T.Hashimoto, Y.Tanaka, S.Masuda, Y.Matsumoto, and  
M.Nakaboh (Faculty of Science, Kyoto University)

We have conducted DC-electric sounding on Mt.Fugen, Unzen Volcano with bipole-dipole method. Mapping of the apparent resistivity revealed that:

- (1) the apparent resistivity is lower as we get closer to the newly extruded lava dome,
- (2) a particularly resistive region which is found at 500m to the west of the lava dome seems to be a boundary between high and low resistivity regions, and
- (3) this 'boundary' coincides with the region in which large self-potential changes were seen.

著者らは、1991年3月より雲仙普賢岳周辺において自然電位の分布とその時間変動の調査を継続している。火山活動の消長と自然電位の関係を明らかにするのがその目的である。

1991年5月の溶岩ドーム出現に先立って地獄釜火口の南西部で顕著な自然電位の上昇を検出した。この急激な電位上昇は溶岩ドーム直下の熱水系が発達する過程が流動電位として地表に現れたものと解釈できる<sup>1)</sup>。

溶岩ドーム出現後の電位変化は、比較的穏やかなものであったが、その様子は普賢岳の南北で異なっていた。普賢岳の南側の測点群では穏やかな電位上昇が継続したのに対し、普賢岳の北側の測点群では1993年の12月頃を境に、それまで低下を続けていた電位が上昇に転じている。

こうした自然電位の変動が何故起こるのかを知るためには、基礎的な情報として場の比抵抗分布を明らかにしておく必要がある。これまで、大学合同観測班をはじめとしてMT法などを用いた比抵抗探査が普賢岳周辺でも行われてきたが、我々が見た自然電位の変化を考える上で特に重要と考えられる地下数百m程度の比抵抗の情報が十分に得られているとは言いがたい。そこで、我々は、地下1km以浅の探査を主目的とした直流電気探査を行った。

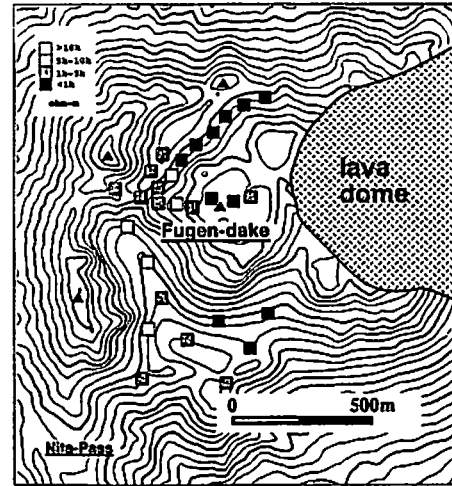
1994年には、手始めとしてシュランベルジャー法で垂直探査を実施した。その結果、表層の数百mが数百kohm-mの高比抵抗であり、その下に数百ohm-mの比較的抵抗の低い層が存在することを確認した。その後、自然電位の測定網を利用して測定範囲を広げたところ、少なくとも普賢岳周辺の表層数百mは水平方向に局所的な抵抗のばらつきが大きいことがわかってきた。この結果については既に関連学会等で発表済みである<sup>2)</sup>。しかし

ながら、当時用いていた装置は、比較的送信電流の小さい(10mA程度)アナログスタッキング方式であり測定上の限界もあったため、今回、大電流(1A程度)の流せる送信装置を用い、デジタルで波形収録をする方式を採用することにした。電極配置は、水平方向の探査に適しているbipole-dipole配置である。

- 1995年5月と同6月の測定から得られた見かけ比抵抗分布によると、
- (1) 溶岩ドームに近づくに従って見かけ比抵抗が小さくなること (数kohm-m → 数百ohm-m)
  - (2) 溶岩ドームの西方約500m付近に特に高比抵抗の部分が存在し、この付近が高/低比抵抗の境界になっている可能性があること
  - (3) この「境界部」は自然電位の変動が顕著であった領域と一致することなどが明らかになった。

講演では、3次元緩和法を用いた数値計算の結果と併せて自然電位、比抵抗と地下浅部の熱的活動について考察する。

- 1) Hashimoto, T. and Y. Tanaka, Self-potential observations on Unzen Volcano, Shimabara peninsula, Kyushu island, Japan, Geophysical Research Letters, 22-3, 1995.
- 2) 橋本武志・田中良和、雲仙岳の火山活動と地下熱水系の変動—自然電位と比抵抗—、SGEPSS講演予稿集, 1995.



bipole-dipole法によって得られた total apparent resistivityの分布

C42-04

ULF-MT 観測による 雲仙火山周辺の比抵抗構造

○山本哲也 (気象研), 鎌山恒臣, 歌田久司 (地震研)  
雲仙火山MT観測グループ

Resistivity Structure around Unzen Volcano by ULF-MT  
○Tetsuya Yamamoto<sup>1)</sup>, Tsuneomi Kagiyaama<sup>2)</sup>, Hisashi Utada<sup>2)</sup>  
and Magnetotelluric Research Group of Unzen Volcano

- 1) Meteorological Research Institute, JMA.
- 2) Earthquake Research Institute, Tokyo Univ.

The magnetic and electric field variations in the ULF band were observed around Unzen Volcano for the research of the resistivity structure, and we calculated impedance at every site.

Many 2D-models of east-west cross section in the central part of Shimabara Peninsula were examined. And it became clear that the anisotropy of observed impedance was not derived from the existence of sea but from the low resistive layer and its discontinuity beneath the peninsula.

島原半島中央部に位置する雲仙普賢岳の周辺で、数次にわたるULF帯電磁場観測を行った。観測結果から、周期数秒から数百秒までの電磁場の比(インピーダンス)を求め、すでにそれをもとに比抵抗を深さによって与える1次元構造の解析を行っている(歌田他, 1994)。

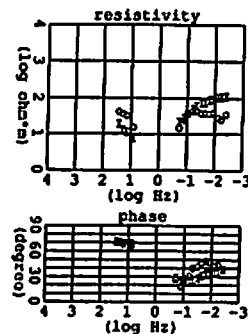
1次元構造の解析では電磁場の異方性を無視して、座標の回転によらないインピーダンスの平均値を用いていたが、観測で得られた結果をみると多くの点に共通にみられる異方性がある。図に示した半島西部のIDK観測点の例からも、東西方向の電場から求められる見かけ比抵抗  $\rho_{xy}$  と南北方向の電場から求められる見かけ比抵抗  $\rho_{yy}$  は系統的に異なり異方性があることがわかる。このような異方性はこれまでの解析で仮定していた1次元構造では説明しえない。

構造の3次元性の指標とされる skewness は、ほとんどの観測点では全ての周期で0.2以下であり、大きくない。従って観測された異方性は2次元的な構造で説明できると性質をもっているとみられる。また、観測されたインピーダ

ンスの主軸は南北方向または東西方向からあまりずれていない方向に決まることが多く、この方向を構造の走向とみなしてもよさそうである。

そこで手始めとして、島原半島の中央部を東西に横切る断面を考え、その2次元比抵抗構造モデルについて調べた。断面に見られる構造が南北方向に一樣に続いていると仮定し、これまでの解析でえられている1次元構造からはじめて、様々なモデルについて期待される電磁場を計算してみた。その結果次のようなことがわかった。

- 半島西側の橋湾および半島東側の有明海の海水は低比抵抗であるため半島内で観測される電磁場に影響をおよぼすが、その影響は半島全域に及ぼさず、海水の存在だけではインピーダンスの異方性を説明できない。
- 深さ15-20kmに低比抵抗層があり、その広がりが半島の下部付近で途切れていれば、観測されるインピーダンスの異方性を定性的に説明できる。ただし、観測点の分布が半島内に限られているので低比抵抗層の途切れる場所を推定することはむずかしい。



IDKにおけるインピーダンス ( $\rho: Z_{xy}, I: Z_{yy}$ )



# 地磁気変換関数のLT変化

竹田雅彦 (京大・理)

LT variation of Geomagnetic Transfer Function  
M. Takeda (Faculty of Science, Kyoto University)

Local time variation of geomagnetic transfer function are examined for the observatories distributed worldwide. The variation has two types: one is low latitude type which does not show clear seasonal variation, and the other is mid latitude type which is maximum in summer. These features globally appear, and thus may be generated by the variation of some global fields.

地磁気変換関数のLT変化は、地球外部場の情報だけでなく、それに対する電磁応答という形で地球内部電気伝導度分布に関する情報をも含んでいると思われる。ここでは世界各地の観測所の1分値を用い、2時間毎に前後2時間、計4時間分の地磁気変化のパワースペクトルを1ヶ月分足しあわせ、それから地磁気変換関数を求めて1ヶ月毎にLT 2時間毎の地磁気変換関数を求めた。それらを月別に1987年から1994年までの、観測所によりデータのある期間(3-8年間)に亘って平均して月別のLT変化を求め、12ヶ月×12個時間分の値の平均をとり、各LT各月変換関数の、その観測所の平均からのずれを求めた。

図1は日本(鹿屋・女満別)の、図2はアメリカ(San Juan・Fredericksberg)の観測所での周期32分(上)及び64分(下)での $A_u$ の各LT各月の平均からのずれを示している。このような結果から、 $A_u$ のLT変化としては

1. 10-12時付近で負、16-18時付近で正になる振幅が0.06-0.12程度の変化。  
低緯度、短周期側(32分周期)で目立ち、顕著な季節変化を示さない。
2. 14-18時付近で負、夜間に正になる振幅が0.06-0.2程度の変化。  
中緯度、長周期側(64分周期)で目立ち、夏に大きく、冬に小さい。

の2つが見いだされた。これらの特徴は、東アジア、アメリカ、ヨーロッパの各経度帯でみられ、その振幅はそれぞれの地点での平均 $A_u$ にはよらないことから、全地球的な規模を持つ場の変動を反映しているものと思われる。  
より詳しい原因についての考察は、地磁気変換関数の他の成分のLT変化と共に学会時に述べる予定である。

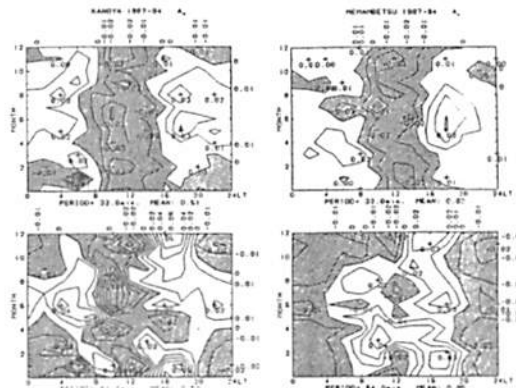


Fig. 1 Local time and seasonal variation of geomagnetic transfer function ( $A_u$ ) at 32 (top) and 64 (bottom) min. periods for Kanoya (left) and Memambetsu (right).

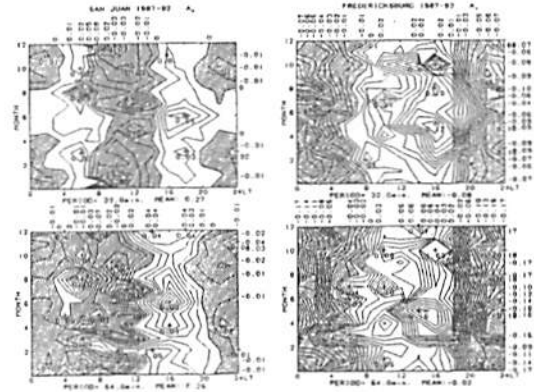


Fig. 2 Same as in Fig. 1, but at San Juan (left) and Fredericksburg (right).

C会場

10月7日(土) 午後

# 地殻活動電磁気学

## Tectonoelectromagnetism

oral: C42-06~13

poster: C42-P09

座長 高山寛美 (気象研)  
藤原 智 (国土地理院)

藤原 智 (国土地理院)

Examination of temporal changes of the geomagnetic transfer functions

Satoshi FUJIWARA (Geographical Survey Institute)

We found some temporal changes of the geomagnetic transfer functions. In this study, we examined the cause of such changes. The transfer function is changeable due to contamination of the external Z. In addition, power of the external field is smaller and local noise is sometimes dominant at shorter periods. Using the interstation method, these changes diminish. However, the possibility of detecting the changes of conductivity structure still remains.

地磁気変換関数の時間変化について、異常な変化であった2個の事例について考察を加えた。

(1) 関東における地磁気変換関数は1989年の7~8月に異常な変化を示している(CA研究会論文集, 1994)。周期4分のインダクションベクトルの変化分は図1に示すように、共通の方向を向く。この変化と気象、地下水位、海水位、地震活動などの相関を調べたところ、図2に示すように、K-indexとの相関が一番強い。周期4分では外部磁場のパワーが弱いために、S/N比が悪くなることもある。また、柿岡をリモートファレンスにした変換関数では異常変化は小さい。したがって、異常変化は外部磁場+ローカルノイズの影響とみなすことができる。しかし、図1にみられる方向性が、単にローカルノイズの卓越方向が偶然に一致しただけなのか、何らかの必然的メカニズムによるものなのかを解明する必要がある。

(2) 1993年北海道南西沖地震に伴い、図3の変換関数の変化が観測されている。この場合は、周期が64分において95%信頼区間を越える変化がみられる。2次元モデル計算より、地震前後で震源域での電気伝導度が100倍程度低下すれば変化量、周期依存性を説明できる。

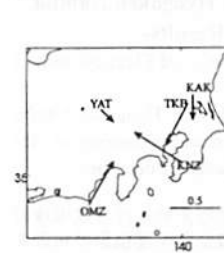


図1 インダクションベクトルの変化分 (1989年7月~8月)

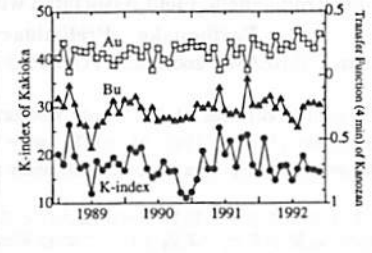


図2 鹿野山の地磁気変換関数と柿岡のK-index (月平均値)

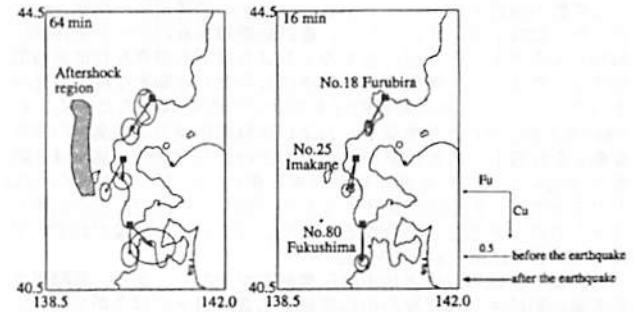


図3 北海道南西沖地震前後の水平成分の地磁気変換関数

高山寛美 (気象研究所)

Step-like variations in daily mean of the geoelectric field observed by using telegraphic facilities

Hiromi Takayama (Meteorological Research Institute)

We have observed geoelectric variations by making use of telegraphic facilities of the NTT (the Nippon Telegraph and Telephone Company) since 1985. The length of observation line ranges from 15.6 to 32.0 km. This observation has been stable over a long period of time. In the observation period of about 10 years, there were some step-like variations in daily mean values of the geoelectric field. Two causes are considered to be probable. One is a change of amplitude of short-period variations due to artificial noise from electric railways and factories. The other is real drift. Figure 1 shows time variation of nighttime mean values (0h-4h, JST) of the geoelectric and geomagnetic fields with daily precipitation for the period from January to December, 1994. There was a step of geoelectric variations between August 21 and 22 in almost all observation lines. In addition, some step-like variations occurred on April 9, June 22, July 2, 22, September 3 and October 26, in observation lines whose one side is ATM. A quantitative estimation of these step-like variations in each observation line were carried out by using the program BAYTAP-G (Ishiguro, 1981) and characteristics of step-like variations were investigated. The latter is attributed to step-like variations of geoelectric potential at only ATM. The former seems to be related with geoelectric variation over the whole observation area (over 20-30 km range). The estimated steps of geoelectric potential at SUZ, ITO, ATM and ODW relative to NMZ on August 22 were -140, -250, -270 and -340 mV, respectively.

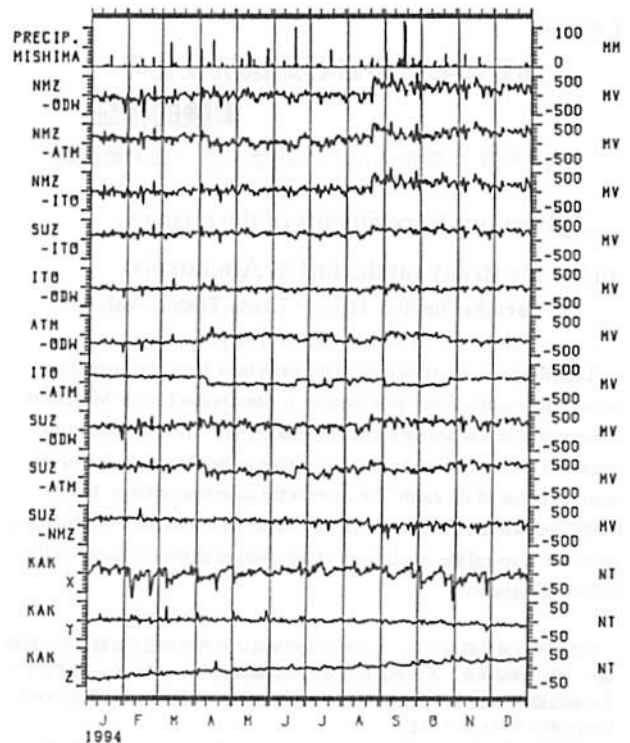


Fig.1 Time variation of nighttime mean values of geoelectric and geomagnetic fields with daily precipitation.

兵庫県南部地震時の電磁界強度増加現象—速報—  
 富澤一郎・芳野夫夫 (電気通信大学)

Electromagnetic Field Associated with Hyogoken-Nambu Earthquake -Preliminary Results-

Ichiro TOMIZAWA and Takeo YOSHINO (Univ. of Electro-Comm.)

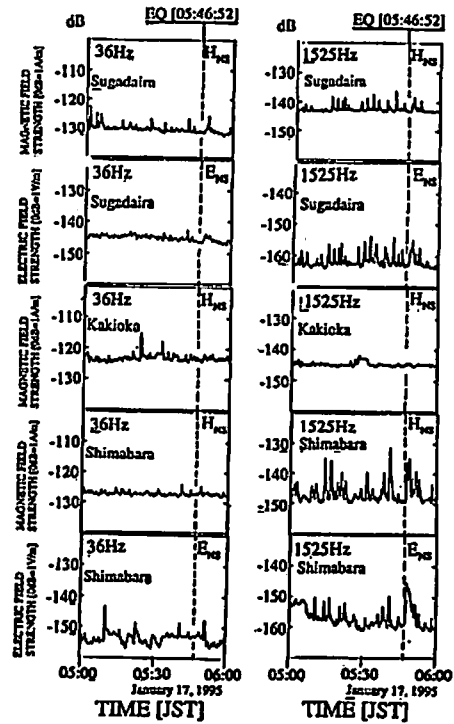
Co-seismic increases of ELF fields associated with Hyogoken-Nambu Earthquake (Jan. 17, 1995, 05:46JST) were commonly observed at the Shimabara and Sugadaira stations. Preliminary results are described.

1980年頃から地震や火山噴火などの地殻変動に伴う電磁放射現象の観測が各地で実施され、この結果地殻変動関連現象が報告されている。しかし、その発生・伝搬機構及び人工雑音等との判別に関しては、不明の点が多い。

本年1月17日に発生した兵庫県南部地震の電磁界変動に関しては、当初電気通信大学の関東地方観測網と長崎県島原観測点の36Hz電磁界強度変動にほとんど変化がないことと、雷放電雑音のような変動が継続していたことから、地震との関連現象は観測されなかったと結論していた。しかし、最近島原観測点のデータを詳細に解析してみたところ、図の右下の1525Hzの磁界及び地表電位に示したように、地震発生と同時に立ち上がる顕著な現象が見つかった。これが、単に局地的なものかどうかを調べるために、約1000km北東に離れた長野県菅平および茨城県柿岡の2観測点の強度変動と比較してみた結果が、図の右上の部分である。島原ほど顕著ではないが同様の強度増加が菅平に現れていることが分かった。したがって、この原因が局所的なものではなく、遠方からの伝搬してきたものであることが分かる。また、36Hzの強度がわずかではあるが菅平にあらわれている。

これまで、低周波ほど地中の伝搬減衰が少なく、また、電離層と地表面の形成する導波管内の伝搬減衰も36Hzのほうが少ないことから、遠方では低周波側の電磁界変動が検出されると推測していたが、今回の結果はこれが成り立たないことが分かった。この電磁

界の到来方向及びその強度スペクトル等の解析を行うことにより、これまで不明確であった地震に関連した電磁放射の発生源及び伝搬機構が明らかになると考えられる。現在、初期的な解析を進めており、結果について講演時に述べる予定である。



油壺における岩石比抵抗変化の  
 実験的検証

大久保天、歌田久司、吉野登志男 (東大地震研)

Laboratory Experiments of the changes  
 in the resistivity on the tuff at Aburatsubo

Takashi Ohkubo, Hisashi Utada, Toshio yoshino  
 (ERI, Univ. of Tokyo)

The changes in the resistivity of the earth have been continuously measured by using a four-pole method at Aburatsubo Crustal Movement Observatory in Kanagawa prefecture, since 1968. There are two main causes of the changes in the resistivity. One is the change caused by the tidal distortion of the earth. The other is the coseismic change. In this study, we measure the changes in the electrical resistance in a laboratory, and aim to reveal the mechanism of the changes in the resistivity on the tuff at Aburatsubo.

神奈川県三浦半島の油壺にある東京大学地震研究所油壺地殻変動観測所の観測塔の一角で1968以来、大地の比抵抗変化の連続観測を行っている。観測している岩相は凝灰岩相であり、観測方法は電極間隔2mの四極法で現在電流100mA、79Hzを用いて行われている。

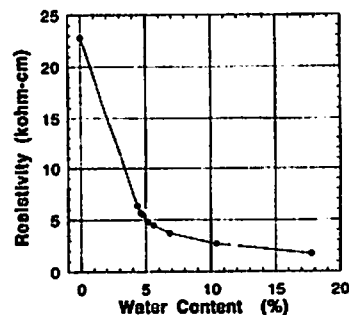
この連続観測の結果、油壺における海洋潮せき変化に従う地殻の変位と比抵抗変化がよく対応していることが判った。しかも、大地の歪が $10^{-6}$ 程度であるのに対し比抵抗の変化は $10^{-3}$ 程度、つまり大地の歪を比抵抗に置き換えて観測すれば、大地の歪が1000倍近く増幅して見えるという点で油壺での比抵抗変

化は特徴的である。Yamazaki(1965,1966)は実験室内で、油壺の凝灰岩に一軸圧縮歪を加えると同時に比抵抗変化をモニターすることで油壺での比抵抗変化が地震の歪によって起こることを確かめた。

さらに、油壺での比抵抗変化には地震波に伴った変化が見られる。吉野、行武はこれまでの記録計に加え、1990年3月にデジタルレコーダDR-F1と加速度計3成分を設置し、地震発生時にトリガーを掛け、50Hz(1991年4月より)で比抵抗と地震波加速度3成分を同時に記録するようにした。これにより、地震波に伴った比抵抗変化には以下のような特徴があることが明らかにされた。比抵抗変化はP波の到達に伴っては起こらず、S波の到達に伴って起こる。また、比抵抗変化は6月~10月にかけては増加、11月~翌5月にかけては減少の傾向を示すというたいへん明確な季節による違いがみられる。しかし、この特徴的な比抵抗変化のメカニズムについては不明である。

本講演ではこの油壺における地震波に伴った比抵抗変化のメカニズム解明に向けて現在行っている室内実験の結果を報告する。一般に岩石の比抵抗は鉱物組成、結晶構造、含水率、温度、塩分そして圧力によって決定されることが知られている。油壺の比抵抗変化のメカニズム解明のためには、まずこれらの物理的

的要因を実験室内で分離制御して、油壺凝灰岩の電気的特性を精度よく測定する必要がある。ここではまず油壺内の凝灰岩の基本的な電気的特性、含水率(図)、温度、塩分の変化に対応する比抵抗測定の実験結果を示し、後に応力場内の岩石比抵抗変化の現時点までの実験結果についてを報告する。



### 磁気異常のノルム最小化 逆解析における解の安定性

中原 正 (地質調査所)

Stability of the Solution by the Minimum Norm  
Inversion of Magnetic Anomalies

T. Nakatsuka (Geol. Surv. Japan)

The proposed method of magnetization intensity mapping in use of CG method, in which the side effect of source bodies surrounding the observation area is taken into account, gives a minimum norm solution. The stability of the solution by this scheme applied to aeromagnetic data was studied. And it is suggested that inversion results are sensitive to the selection of regional trend surface which are left out of consideration in the inversion.

昨年秋の学会および JGG 47-3 において、観測域の外側のソースの影響を考慮にいたれた磁化強度マッピングの手法について、共役勾配法(CG法)を用いた逆解析法を提案し、丹那地域のヘリボン磁気異常データの解析に適用した。周辺ソースを考慮すると、連立一次方程式の不定問題を解くことになるが、CG法は解自体のノルムが最小となる最小自乗解を導くことを示した。従ってこの解法は、求めるものが合理的な事前モデルに対するゆらぎと考えるとよい場合には特に有用であろう。

実データの解析にあたっては、事前モデルとして地形が深部まで(計算上は海水準まで)一様に磁化しているモデルを採用し、それで説明されない残りの磁気異常を、表層(厚さ:300m)の一様磁化からのズレに起因すると考えて、上記のノルム最小化逆解析を適用した。なお、この300mという厚さは、磁気異常計測の高度との関係で設定したもので、その数値に大きな意味があるわけではない。

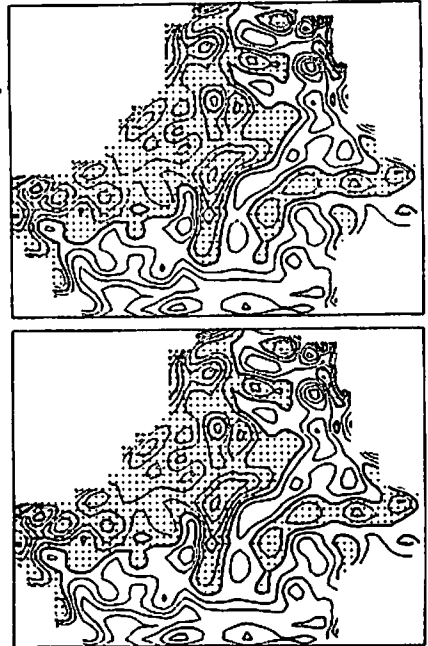
この種の解析法では、不定問題を取り扱うことおよび巨大なマトリクスの演算が行われることから、解の安定性の確認が不可欠であると考えられる。今回の発表では、上記手法における解の安定性とその特質に焦点をあてて検討した結果を示す。使用したデータは、すべて前述の丹那地域ヘリ

ボンデータのうちの南側地域のものである。

解析プログラムでは、効率のよい計算のために多大な内部記憶を必要とするため、すべての演算を単精度で行っており、計算精度の低下が懸念されるが、複数のケースについて同一条件による計算を倍精度でも行って単精度での結果と比較し、計算精度には全く問題のないことを確認した。

解の安定性の観点では、手法自体の性質として初期モデル依存性があるため、安定性の評価は難しいが、地形効果を除去した後に0磁化を初期値として解析した結果と、地形効果除去を行わずその磁化強度を初期値として解析した結果との対比(相対磁化強度)を図に例示する。理論的には当然のことながら、極めてよい一致を示している。

しかしこれは、磁気異常の広域トレンドを除去しない解析によるもので、異なったトレンドを除去したもののどうしの比較では、有意に異なった結果が導かれる。従って、実際のデータの解析においては、妥当な解析モデルの設定とともに、除去するトレンドの妥当性にも注意を払う必要がある。



### C42-11 地磁気変化から推定される1995年4 ~7月における雲仙の火山活動

○田中良和・橋本武志・増田秀晴(京大理)

Activity of Unzen Volcano Inferred from  
Geomagnetic Changes (Apr-Jul, 1995)

Yoshikazu Tanaka, Takeshi Hashimoto,  
and Hideharu Masuda  
(Faculty of Science, Kyoto University)

Geomagnetic observations have been performed on Unzen volcano with proton magnetometers. Although the activity of Unzen volcano declined in Spring of 1995, magnetic total force changed +7 nT and -10 nT in a period of 11 April to 27 July, 1995, at northern point and southern point of the new domes, respectively. In general, the magnetic changes supposed to be caused by thermal demagnetization beneath the domes. The source position will be decided by many other observed data and discuss the thermal state beneath the domes.

筆者らは今期の雲仙の火山活動に際して、普賢岳の山頂部に多くのプロトン磁力計を配置して、火山活動に伴う地磁気変化を観測してきた。1995年春以来、溶岩

の噴出はほぼ停止し、火砕流や溶岩の崩落も殆ど無く推移している。

このような見かけ上の火山活動の停止が本質的なもの(地下深部からの熱の供給が断たれている)か否かを判断する上で、熱磁気モデルに準拠した地磁気変化を考察することは重要である。

このためには、火道に近い部分での磁場変化を必要とするが、ドームの成長や、火砕流の発生により観測資料が得られなかった。しかし、1995年4月に火山活動がほぼ鎮静化した機会をとらえて、ドームの北(昔の鳩穴のやや北)及び南(鳩の峰のやや南西部)にプロトン磁力計を新設することが出来た。

その結果、1995年4月11日から7月27日までの間に、北で+7 nT、南で-10 nTの磁場変化を観測した。このように、ドームの北側で正、南側で負を示す地磁気全磁力の変化は、その源が観測位置より下に存在すれば、ドーム直下での消磁が進行している事で説明されるが、ドーム頂部の帯磁であっても説明が可能である。予稿の段階でこの源の位置決定は出来ていないが、相反する結論が得られるため重要である。ドーム西部の数地点で実施している磁場観測値を用いて決定し発表する。

## C42-12 伊豆半島東部域で観測された全磁力変化のモデル化

大志万直人<sup>○</sup> (京大防災研)

Interpretation of geomagnetic changes observed around a crustal active region in the eastern part of the Izu Peninsula

N.Oshiman ( D.P.R.I., Kyoto Univ.)

The total intensity of the geomagnetic field have been observed in the eastern part of the Izu peninsula with using a dense network of proton magnetometers since the sea-floor eruption in 1989.

Several geomagnetic changes associated with the crustal activities were observed in the Izu region. In particular, after the occurrence of the earthquake swarm in May-June, 1993, changes in the total intensity, showing good correlation with the anomalous changes in the crustal movements in the inland of the peninsula, were remarkable.

We will try to give an interpretation to the geomagnetic changes observed during June, 1993 to May, 1994 in the eastern part of the Izu Peninsula with using non-uniform Mogi Model.

1989年の伊東沖での海底噴火以降、高密度の全磁力連続観測が伊豆北東部で実施されている。そして、これまでの結果については、既に、SGEPSSの92春、92秋、93春、94秋の学会等で報告されてきている。特に、前回の合同大会でも報告されているように1993年5-6月の群発活動以後に見られた変化は顕著で、地殻変動のデータとの相関も良く、全磁力変化自体も地域的にグループ分けされ、そのグループ内での変化に良い相関が見られている。この観測された変化を総合的に解釈するモデル化は、まだ試みられて来ていなかった。そこで今回は、これ

を行なう最初の試みとして、Mogiモデルを用いた非均質化モデルにより、どこまで、観測量を説明できるかを試みることにする。

伊豆東部での群発活動は、1989年の伊東沖での海底噴火ということでも見られたように、マグマ活動との関連が深く、事実、1989年の海底噴火の前には、初島と伊東間の地下での熱消磁現象が、初島での全磁力の増加、伊東での減少という形で観測されている。一方、Oshiman et al.(1983)に報告されているように、Mogiモデルで説明可能な、隆起に伴う全磁力変化が、観測されている(ただし、現論文にあるようにキュリー点深度は深くなく、力源よりも浅い状況を考えなければ、隆起中心部付近で観測された、全磁力減少を説明できない。)

以上のことを考えると、観測された1993年5-6月の群発活動以後の変化を、説明するためには、力学現象と、熱現象を同時に考えなければならないと思われる。そこで、今回は、すでに上に述べたように、消磁効果を非均質という形で取り入れたモデル、つまり非均質Mogiモデルにより、観測された変化をどこまで説明できるかを検討することにする。

## C42-13 1978年伊豆大島近海地震 M7.0に伴う地震地磁気効果 笹井洋一・石川良直 (東大・地震研)

SEISMOMAGNETIC EFFECT OF THE 1978  
IZU-OSHIMA-KINKAI EARTHQUAKE OF M 7.0  
Y. SASAI and Y. ISHIKAWA (ERI, Univ. Tokyo)

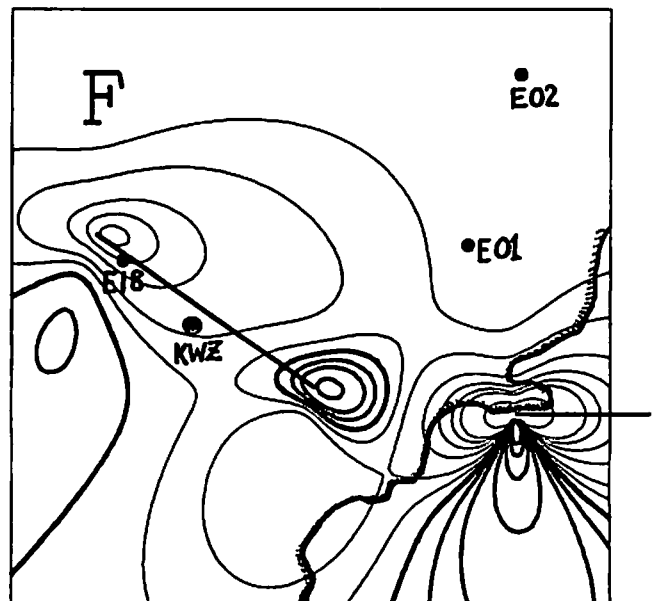
Coseismic piezomagnetic changes are computed for the 1978 Izu-Oshima Kinkai earthquake of M 7.0. Fault model is based on SHIMAZAKI & SOMERVILLE's (1979). It consists of two faults: the main fault appears on the sea floor close to the coast running E to W, while the subsidiary one lies inland at a shallow depth running WNW to ESE. Piezomagnetic effect can well explain the observations near the faults.

1976年から開始された伊豆半島における全磁力観測を通じて、これまでで最大規模の地震は1978年伊豆大島近海地震(M7.0)である。当時は地震活動監視のための地磁気観測の信頼性向上のため、様々な試行錯誤を行っていた段階であり、くり返し観測で「検出」された全磁力変化にも、今日の水準から見れば、色々な誤差が含まれている。一方、ピエゾ磁気起源の地震地磁気効果の見積りも、この地震をきっかけに本格的な追求が始まった。笹井・石川(1978)はSTACEYモデルを採用し、OISHIMAN(1980)はくい違いの弾性論に基づく応力場を用いて、傾いた断層の地震地磁気効果を初めて計算した。SASAI(1980)は垂直換ずれ断層の解析解を求めたが、その解の振幅は伊豆大島近海地震に伴った変化とうまく一致しなかった。

ここではSASAIの解の改訂版(SASAI, 1991)を用いて、再度モデルと観測との比較を行って見た。右図はSHIMAZAKI & SOMERVILLE(1979)の断層モデルを用いて求めた、この地震に伴うピエゾ磁気変化の計算結果である。主断層は稲取から海底を東に伸び、副断層が内陸部を走っている。磁気点は3ヶ所あって、地震を挟む約4ヶ月間の変化が観測さ

れた。(KWZ観測点は当時まだ開設されていなかった。)観測値 vs 計算値(単位 nT)は

$E18 = -4.3$  vs  $-3.0$ ;  $E01 = -0.6$  vs  $-0.33$ ;  $E02 = [4.3]$  vs  $-0.12$ ; である。E02の変化は磁気嵐による見掛けのもので、真の変化は小さいと推定されている。従って断層近傍の観測値は、ピエゾ磁気効果で説明できる、と考えられる。



# 仙北地震地域の磁気異常

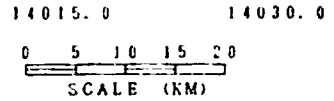
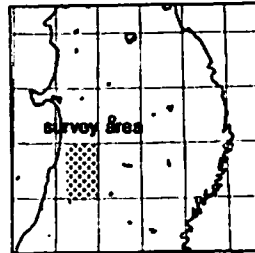
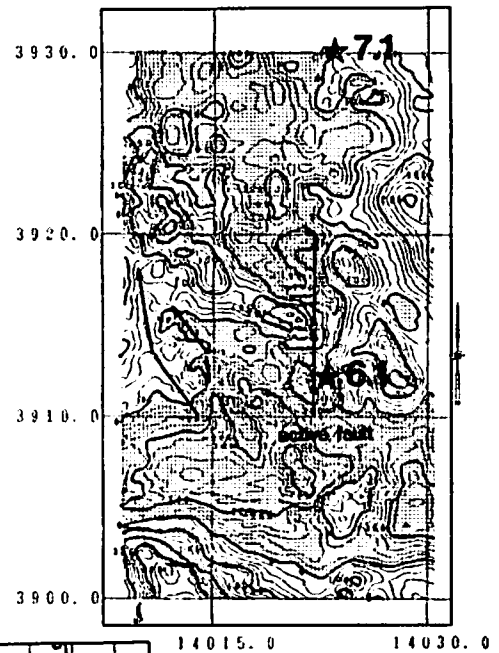
牧野理彦・中塚 正 (地質調査所)

## Aeromagnetic Anomalies In the Senboku Earthquake Region M. Makino and T. Nakatsuka (Geological Survey of Japan)

Aeromagnetic Survey using the Differential Global Positioning System has been carried out in the Senboku Earthquake region, Akita Prefecture. The observed magnetic anomalies have steep gradient along the active seismic fault. The Senboku Earthquakes (M 7.1, M 6.1, 1914) occurred in the boundaries of magnetic structure.

秋田仙北地震は1914年3月15日にM7.1、3月28日にM6.1が奥平盆地の西縁部で発生した内陸型地震である。1994年にディファレンシャルGPSを用いた空中磁気探査を実施したところ、従来のシングルGPSを比べて良好で十分な位置データを得ることができた。データ処理の結果、観測された磁気異常は、この仙北地震に対応する南北方向に伸びる濁の沢活断層に沿って急峻な勾配を示すことがわかった。帯磁率計による現地測定から、この磁気異常のソースはグリーンタフの飯沢層の安山岩溶岩(0.06-0.08 SI)に対応すると考えられる。

奥平盆地には飯沢層に対応する高磁気異常が存在し、太平山の高磁気異常との間に、長さ20km程度のグラーベン状の低磁気異常が存在し、M6.1の震源はそのグラーベン内に位置する。つまり、仙北地震はこの構造境界を利用して発生したと考えられる。



Observed aeromagnetic anomalies.  
Contour interval is 20nT.