

# 第92回

地球電磁気・地球惑星圏学会講演会

**92th SGEPPSS FALL MEETING**

講演予稿集

**ABSTRACTS**

と き 1992年10月20日（火）～22日（木）

ところ 板橋区立産文ホール

*October 20 - 22, 1992*

*Itabashi-kuritsu SANBUN HALL*

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92回総会・講演会プログラム

日時 1992年10月20日(火)～22日(木)

場所 板橋区立産文ホール

〒173 東京都板橋区柴町36番1号 TEL 03-3579-2221

	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10月20日(火)	A	磁気圏構造			(昼休み)	磁気圏プラズマ波動				
	B	電離圏			(昼休み)	ULF波動		大気圏力学		
	C	大気圏化学・放射			(昼休み)	岩石磁気・古地磁気				
10月21日(水)	A	ポスターセッション (PA)	(昼休み)	ポスターセッション (PP)						懇親会
	B					特別講演会		総会		
10月22日(木)	A	磁気圏電離圏結合		(昼休み)	オーロラ・ダイナミクス					
	B	GEOTAIL		(昼休み)	宇宙線		太陽圏			
	C	固体惑星	ダイナモ・主磁場	(昼休み)	地殻活動電磁気学・磁気異常・電気伝導度					

A会場：1階ホール B会場：2階ホール C会場：2階第1集會室

- 講演時間15分(発表12分 討論3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
- ポスターの展示は各セッションの開始時刻までに行い、撤去は時間終了後速やかをお願いいたします。

# PROGRAM AT A GLANCE

## 92th SGEPPS FALL MEETING

	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Tue (20/10)	A	Magnetospheric Structure			(Lunch)	Magnetospheric Plasma Waves					
	B	Ionosphere			(Lunch)	ULF Waves		Atmospheric Dynamics			
	C	Atmospheric Chemistry & Radiation			(Lunch)	Rock magnetism & Paleomagnetism					
Wed (21/10)	A	Poster Session (PA)	(Lunch)	Poster Session (PP)							
	B						SGEPSS Lectures	Plenary Meeting			
Thu (22/10)	A	MI coupling			(Lunch)	Auroral Dynamics					
	B	GEOTAIL			(Lunch)	Cosmic Rays	Heliosphere				
	C	Solid Planet	Dynamo & Main Field		(Lunch)	Tectonoelectromagnetism, Magnetic Anomaly & Electric Conductivity					

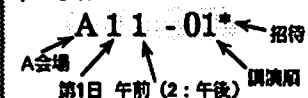
Buffet Party

Itabshi-ku-ritsu Sanbun Hall (Phone: 03-3579-2221)

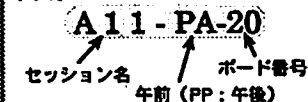
A (1st Fl.) Hall B & C (2nd Fl.)

### 講演番号の読み方

オーラル

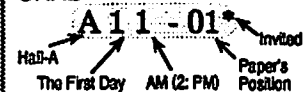


ポスター

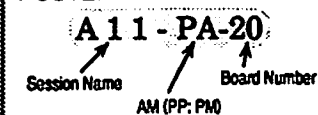


### Paper Information Key

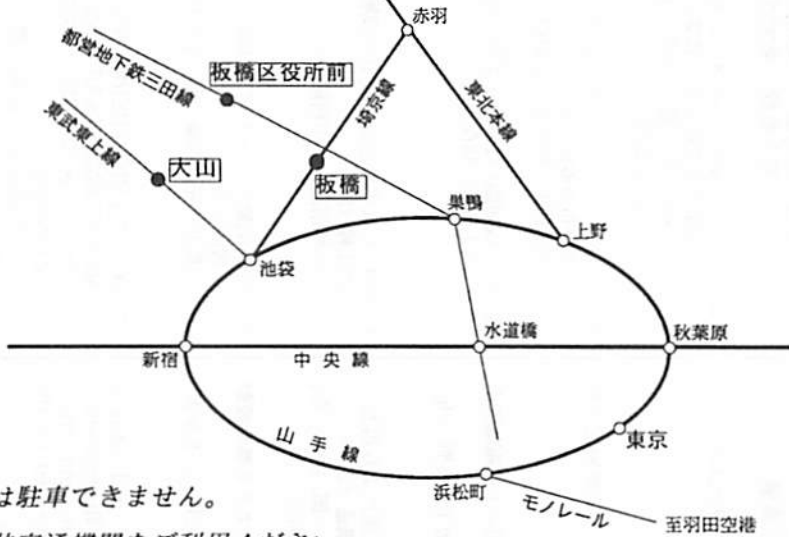
ORAL



POSTER

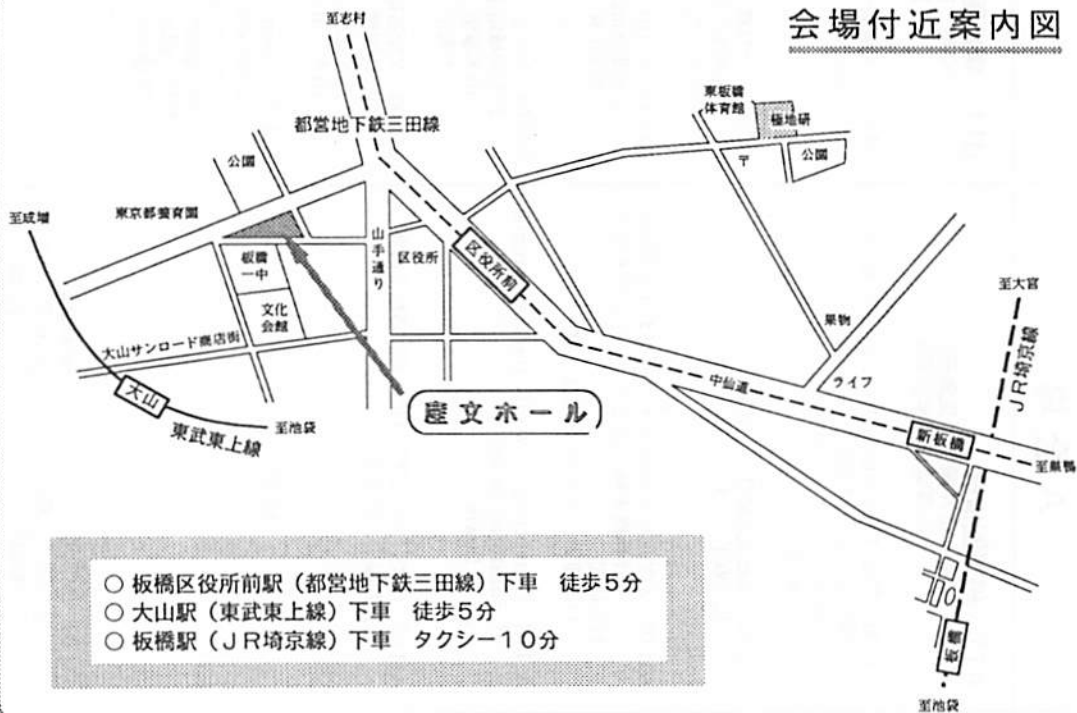


## 会場への主な交通路



\* 会場には駐車できません。  
公共交通機関をご利用ください。

## 会場付近案内図



- 板橋区役所前駅（都営地下鉄三田線）下車 徒歩5分
- 大山駅（東武東上線）下車 徒歩5分
- 板橋駅（JR埼京線）下車 タクシー10分



開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
	<b>A11 磁気圏構造</b> 座長 長井嗣信 (気象研) 小原隆博 (宇宙研)	<b>B11 電離圏</b> 座長 田中高史 (通総研) 高見友幸 (京大超高層)	<b>C11 大気圏化学・放射</b> 座長 岡野章一 (東北大理) 岩上直幹 (東大理)
9:30	A11-01 The Tangential Stress by the Kelvin-Helmholtz Instability at the Magnetospheric Boundary 三浦 彰	B11-01 太陽風-金星相互作用の二次元モデル 品川裕之	C11-01 水田・湖沼からのメタン発生及び飛行船による関東上空でのメタン濃度の観測 北 和之、新 健二、村田 功、小川利紘、宮田 明、原園芳信
9:45	A11-02 地磁気活動度の $\chi$ 効果 坂井麻里子、村山 喬、前次 洲	B11-02 計算機トモグラフィによる電離層電子密度分布像の再生 (1) 片山 浩、奥澤隆志、柴田 喬	C11-02 レーザーヘテロダイン分光計によるメタン高度分布の導出 (1) 小出理史、岡野章一、田口 貞、福西 浩
10:00	A11-03 2次元ハイブリッドコードおよびMHDコード計算機実験によるティアリング不安定性の研究 村田建史、大村善治、松本 紘	B11-03 S-310-21号機による夜間の下部電離圏電子密度分布計測 満保正喜、深見哲男、岡田敏美、長野 勇	C11-03 成層圏OHのドップラー分光測定 岩上直幹、猪俣 敏
10:15	A11-04 Convecting Towards the Catastrophe of Substorm Onset Z. V. Lewis	B11-04 MUレーダー多ビーム観測により得られたF領域電子密度勾配の波状構造 (2) 山本泰史、高見友幸、深尾昌一郎、山本 衛、山中大学、津田敏隆、中村卓司	C11-04 EXOS-CとSAGE IIの成層圏オゾンデータの比較 (2) 小林信之、小川利紘
10:30	A11-05 GMS-3とGMS-4による同時粒子観測 長井嗣信、宮武貞一	B11-05 NNSS衛星とMUレーダによる電離圏波動の同時観測 小川忠彦、大高一弘、高見友幸、山本泰史、山本 衛、深尾昌一郎	C11-05 気象ロケットMT-135による成層圏オゾン観測 (3) 波辺 隆、内藤一郎、小川利紘
10:45	(休憩)	B11-06 Relation between the mid-latitude ionospheric electric field fluctuations observed by DE-2 satellite and the ionospheric irregularities observed by the MU radar 齊藤昭則、家森俊彦、杉浦正久、N. C. Maynard、竹田雅彦、山本 衛	C11-06 STRATOSPHERIC NO <sub>2</sub> AND OZONE MEASUREMENTS DURING INSTRUMENT TEST FOR OBSERVATION IN INDONESIA A. Budiyoно、近藤 豊、小池 貞、中村 圭
11:00	A11-06 IMF $B_y = B_z = 0$ 時の極域電場 中川朋子、鶴田浩一郎、向井利典、西田篤弘、松岡彩子、早川 基、R. Lepping	(休憩)	(休憩)

11:15

A11-07 あけぼの衛星で観測された極冠電位差と IMF の依存性  
林 信哉、鶴田浩一郎、向井利典、早川基、松岡彩子

11:30

A11-08 極冠域降下電子出現の IMF 依存性 (II)  
小原隆博、向井利典、西田篤弘、早川基、鶴田浩一郎

11:45

A11-09 Characteristics of the particle precipitation over the polar cap during IMF Bz > 0  
篠原 育、山本達人、金田栄祐、向井利典、関分 征

12:00

A11-10 カस्प等侵入域から磁気圏に入った熱的イオン  
渡辺成昭、佐川永一、巖本 巖、B. A. Whalen、A. W. Yau、鶴田浩一郎、早川基 向井利典、賀谷信幸

12:15

A11-11 ALTITUDE PROFILE OF THE POLAR WIND VELOCITY AND ITS RELATIONSHIP TO IONOSPHERIC CONDITIONS  
阿部琢美、B. A. Whalen、A. W. Yau、渡部重十、小山孝一郎

(ポスター)

A11-PP-47 磁力線再結合の3次元特解 (厳密解)  
寺沢敏夫、星野真弘、藤本正樹

A11-PP-48 あけぼの衛星で観測された対流電場の赤道面への Tsyganenko 磁場モデルによる投影  
今崎 篤、西田篤弘、鶴田浩一郎、山本達人

B11-07 12/20 GHz 電離圏シンチレーションと赤道異常との関係  
西牟田一三、小川忠彦、皆越尚紀

B11-08 地磁気日変化と熱圏風の周期変動  
山田雄二、中村卓司

B11-09 熱圏中性風の季節・太陽活動依存性  
猪木誠二、小川忠彦

B11-10 サブストーム時の熱圏風系変化のシミュレーション  
藤原 均、前田佐和子、岡野章一、福西 浩、T. J. Fuller-Rowell、D. S. Evans

B11-11 EISCATによる電離層電流密度、電気伝導度の高度分布  
佐藤真理子、上出洋介、野澤悟徳、A. Brekke

(ポスター)

B11-PP-54 太陽風と磁場の無い惑星との相互作用  
田中高史

B11-PP-55 バルーン搭載用ガーディアンプローブの開発計画  
渡辺勇三

C11-07 AIRCRAFT MEASUREMENT OF TROPOSPHERIC NO AND NO<sub>2</sub> OVER THE WESTERN PACIFIC  
H. Ziereis、近藤 豊、小池 貞、川上修司

C11-08 冬期北極成層圏における NO<sub>x</sub>、N<sub>2</sub>O、O<sub>3</sub> の大気球観測  
杉田考史、近藤 豊、小池 貞、H. Ziereis、岩坂泰信

C11-09 ピナツボ火山の噴火による成層圏エアロゾルの消長  
岩坂泰信、柴田 隆、林 政彦、長谷正博、中田 澁、小塩哲朗

C11-10 ピナトゥボ火山噴火後の成層圏エアロゾルの観測 (II)  
安松論史、井川誠司、秋吉英治、藤原玄夫

C11-11 封じ切り型新重水素セルを用いた DLy α 吸収実験  
川原琢也、岡野章一、福西 浩

(ポスター)

C11-PP-68 Numerical Modeling of the Vertical Motion of a Polar Patrol Balloon and Its Application to the Experiment in January, 1990  
門倉 昭

C11-PP-69 昭和基地における赤外および紫外・可視吸光分光観測  
村田 功、北 和之、岩上直幹、小川利敏

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
	<p>A11-PP-49 Near-tail Magnetic Configuration and Particle Precipitation During Convection-Dominated Period 園分 征、篠原 育</p>	<p>B11-PP-56 ネットワーク上でのイオノグラムディスプレイシステムの開発 加藤宗子、松本文子、細野繁男、加藤久雄、川村真文、五十嵐喜良</p>	<p>C11-PP-70 可視分光器を用いたNO<sub>2</sub>、オゾンの比較観測 中村 圭、近藤 豊、小池 貞</p>
	<p>A11-PP-50 Recovery of Magnetospheric Configuration Associated with Northward Turning from Southward IMF 荻野竜樹</p>	<p>B11-PP-57 日本周辺における fmin 冬季異常の緯度変化 大谷 晃、小川忠彦、五十嵐喜良、皆越尚紀、岡本 智、永井浩二、西牟田一三、黒岩博司</p>	<p>C11-PP-71 高々度気球観測用光学オゾンセンサーの開発 岡林昌宏、岡野章一、田口 貞、福西 浩、矢島信之</p>
	<p>A11-PP-51 IMF北向き時における真夜中オーロラオーバル付近のプラズマ対流と降下粒子特性 田口 聡、杉浦正久、J. D. Winningham、N. C. Maynard</p>	<p>B11-PP-58 GPS・NNSS 衛星を利用した電離圏共役観測 國武 学、大高一弘、田中高史、小川忠彦、近藤哲明、今江理人、加藤賢一、小野高幸、佐藤夏雄</p>	<p>C11-PP-72 A STUDY TO MEASURE THE EFFECT OF Mt. PINATUBO AEROSOL PARTICLES ON OZONE AMOUNTS OVER JAPAN S. Wilson、小出理史、田口 貞、岡野章一、福西 浩、中根英昭</p>
	<p>A11-PP-P52 「あけぼの」衛星の5m伸展マストのアライメント変化 河野克巧、遠山文雄、田中 貞、広川英治</p>	<p>B11-PP-59 Super flux event associated with the low-latitude aurora 大高一弘、國武 学、田中 高史</p>	<p>C11-PP-73 OI 630.0nm 亜熱帯大気光画像にみられる構造 大久保一郎、久保田実、岡野章一、田口 貞、阿部利弘、中島英彰、福西 浩、木山喜隆</p>
	<p>A11-PP-P53 The New System of KASMMER 角村 悟、山崎 明、徳本哲男</p>	<p>B11-PP-60 HFD 観測データにみられる Pc3-4 領域の脈動 (1) 片岡弘幸、奥澤隆志、柴田 喬</p>	<p>C11-PP-74 多波長全天撮像装置による夜間大気光観測 その2 久保田実、岡野章一、大久保一郎、田口 貞、阿部利弘、中島英彰、福西 浩、木山喜隆</p>
		<p>B11-PP-61 HF Doppler Experiment in Antarctica 野崎憲朗、菊池 崇</p>	<p>C11-PP-75 紫外分光計による火星水素コロナ観測のモンテカルロ・シミュレーション (II) 西川 拓、田口 貞、岡野章一、福西 浩</p>
		<p>B11-PP-62 MU レーダー IS 観測による F 領域電子密度勾配の日変動・年変動 高見友幸、深尾昌一郎、津田敏隆、山本 衛、山本泰史</p>	<p>C11-PP-76 金星大気 CO<sub>2</sub> 10.33 μm 熱的放射観測のシミュレーション 浅沼孝祐、田口 貞、岡野章一、福西 浩、石津美津雄</p>
		<p>B11-PP-63 MU レーダーによる E 領域沿磁力線イレギュラリティの波動構造の研究 古茂田典夫、山本 衛、小川忠彦、津田敏隆、深尾昌一郎</p>	<p>C11-PP-77 PLANET-B 搭載紫外撮像分光計による火星大気観測計画 岡野章一、田口 貞、川原琢也、福西 浩、鈴木勝久</p>
		<p>B11-PP-64 南極昭和基地におけるオーロラブレークアップに伴う熱圏風速と温度の観測 中島英彰、福西 浩、岡野章一、小野高幸</p>	
		<p>B11-PP-65 30MHz の混信の発生源について</p>	

12:30

(休憩)

## A12 磁気圏プラズマ波動

座長 大村善治(京大超高層)  
橋本弘蔵(東京電機大)

13:30

A12-01 銀河中心デカメートルパルサーの6周波  
数同時観測  
永瀬文昭、大冢 寛、飯島雅英、森岡 昭、  
福崎順洋

13:45

A12-02 GEOMETRICAL BEAM-MODELING  
OF A COMPONENT OF JOVIAN  
DECAMETRIC IO-RELATED RADIATION  
前田耕一郎

14:00

A12-03 ダクト出口におけるホイストラ波動法線分  
布  
中村義勝

14:15

A12-04 テザーロケット実験(Charge-2B)におけ  
る電磁波動現象の観測  
臼井基文、阿部琢美、佐々木進、小山孝一  
郎、河島信樹、W. J. Raitt

14:30

A12-05 テザー電流によるプラズマ波動励起及び  
伝搬特性  
臼井英之、松本 紘、大村善治

14:45

A12-06 計算機実験による再突入宇宙機のブラッ  
クアウト回避に関する研究  
竹中 聡、松本 紘、臼井英之

15:00

(休憩)

(休憩)

## B12 ULF波動

座長 高橋主衛(名大STE研)  
坂 翁介(九大理)B12-01 AMPTE CCE OBSERVATIONS OF  
Pi 2 PULSATIONS IN THE INNER  
MAGNETOSPHERE  
高橋主衛、大谷晋一、湯元清文B12-02 Satellite and Ground Signature of  
Electron Flux Modulations by Toroidal  
Pc5 Pulsations in the Morning Sector  
佐藤夏雄、坂 翁介、山岸久雄、ペイカーB12-03 1991年3月24日のEVENTに見られる地  
磁気脈動(Pc5)  
藤谷攝子、荒木 徹、湯元清文、塩川和夫、  
山田雄二、林 幹治、篠原 学、D. Orr、  
D. K. Rao、L. Chang-Fa、H. LuehrB12-04 A local excitation of pulsations by  
the plasma sheet particle injections as  
observed by the ground magnetometers  
at dip-equator and at auroral zone  
坂 翁介B12-05 オーロラブレイクアップと赤道Pi2脈動  
魚住禎司、坂 翁介B12-06 赤道域Pc4型ULF波動の夕側からの伝播  
篠原 学、北村泰一B12-07 赤道からDPIを考える  
北村泰一、法泉徳子

(休憩)

## C12 岩石磁気・古地磁気

座長 中西正男(東大海洋研)  
船木 實(国立極地研)C12-01 火星古地磁気観測のためのPlanet-B火星  
探査機の軌道について  
柳澤正久C12-02 北西太平洋の海山の古地磁気学的研究—深  
海掘削計画(ODP)第144次航海の成果—  
中西正男、J. S. Gee、ODP第144次航海乗船  
研究者一同C12-03 Contribution of Oceanic Gabbros to  
Seafloor Spreading Magnetic Anomalies  
木川栄一、小沢一仁C12-04 Magnetic properties of some volcanics  
from Mt. Unzen  
小嶋美都子、橋本武志、田中良和C12-05 片麻岩類の岩石磁気的性質(南極・スカル  
プスネスの片麻岩について)  
中井睦美、Peter Wasilewski、船木 實C12-06 大阪層群海成粘土層の一次磁化の崩壊  
兵頭政幸、高次かおりC12-07 石灰華の磁気的性質  
米沢隆文、劉 育燕、森永連男、安川克己



開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
15 : 15	<p>A12-07 高周波電磁波の自己収束に関する計算機実験Ⅱ 上田裕子、松本 紘、大村善治、奥澤隆志</p>	<p>B12-08 ブラジルにおける赤道エレクトロジェットの解析 山本 太、北村泰一、N. A. Trivedi</p> <p>(ポスター)</p> <p>B12-PA-42 CHARACTERISTICS OF POLAR CUSP ULF WAVES AND MAGNETIC FIELD VARIATIONS OBSERVED AT GODHAVN 桜井 亨、利根川豊、加藤健一、巻田和男、江尻全機、佐藤夏雄、山岸久雄、林 幹二、園分 征</p> <p>B12-PA-43 OCCURENCE CHARACTERISTICS OF ULF WAVES IN THE MAGNETOSPHERE OBSERVED BY THE EXOS-D SATELLITE 町屋広和、利根川豊、桜井 亨</p> <p>B12-PA-44 Pc-1 Waves in the Ionosphere Observed by DE-2 岡重伊子、家森俊彦、杉浦正久、J. A. Slavin</p> <p>B12-PA-45 衛星及び地上の同時観測に基づく Pc3-4 の伝播特性 松岡 均、湯元清文、高橋主衛</p> <p>B12-PA-46 区分的3次多項式による地磁気データの平滑化—SCの解析— 糸長雅弘、北村泰一</p>	<p>C12-08 走磁性バクテリアの培養と磁化方位測定法の開発 船木 實、酒井英男</p>
15 : 30	<p>A12-08 大振幅マイクロ波と電離層プラズマの非線形相互作用の研究 篠原貞毅、松本 紘、D. R. Shklyar</p>	<p>(休憩)</p>	<p>(休憩)</p>

B12 大気圏力学

座長 前川泰之 (大阪電通大)  
山本 衛 (京大超高層)

15 : 45

A12-09 Nonlinear Propagation of Intense EM Wave Through the Ionosphere  
D. R. Shklyar, 松本 紘

B12-09 境界層レーダーによるプラネタリー境界層の観測  
橋口浩之、山本 衛、深尾昌一郎、山中大学、中村卓司、佐藤 亨、津田敏隆

C12-09 PALEOMAGNETIC RECORD OVER THE PAST 35,000 YEARS OF A SEDIMENT CORE FROM OFF SHIKOKU, SOUTHWEST JAPAN  
大野正夫、浜野洋三、村山雅史、松本英二、中村俊夫

16 : 00

A12-10 DE-1で観測された静電的VLF放射  
恩藤忠典、中村義勝

B12-10 梅雨前線近傍の鉛直流変動に関するMUレーダー3週間連続観測  
柴垣佳明、山中大学、橋口浩之、深尾昌一郎、佐藤 亨、津田敏隆、上田 博、渡辺 明、高敷 出

C12-10 A short normal polarity event within Matuyama Reversed Chron from the SE Sulu basin, ODP Leg 124  
小田啓邦、波谷秀敏、Dean Merrill

16 : 15

A12-11 磁気圏BPSにおけるパルス性静電プラズマ波動の発見——‘さきかけ’によるPWP観測結果  
大家 寛、飯島雅英、森岡 昭

B12-11 MUレーダー3週間連続観測結果の鉛直ウェーブレット解析  
下舞豊志、山中大学、深尾昌一郎、津田敏隆

C12-11 福井県中新世国見累層の古地磁気特性  
中島正志、中川登美雄、渡辺美子、今澤泰秀

16 : 30

A12-12 磁気赤道付近における静電的プラズマ波動——あけぼの衛星によるPWS観測  
岡本幸三、大家 寛

B12-12 MUレーダー干渉計観測による大気乱流層の研究 (2)  
西山和博、深尾昌一郎、山本 衛、R. D. Palmer、山中大学、津田敏隆

C12-12 兵庫県北部に分布する新第三紀から第四紀火山岩類のK-Ar年代と古地磁気 (1)  
森永遠男、後藤 篤、松田高明

16 : 45

(休憩)

B12-13 MUレーダーによる中層大気鉛直渦拡散係数の季節・経年変動度 (2)  
黒崎 聡、山中大学、橋口浩之、津田敏隆、深尾昌一郎

C12-13 オーストラリア ヘロン島ビーチロックの古地磁気学的研究  
時枝克安、E. Frankel、伊藤晴明

17 : 00

A12-13 あけぼの衛星によるオメガ信号強度の観測  
秦 穰、長野 勇、八木谷聡、宮村和俊、木村磐根

(休憩)

C12-14 CLOCKWISE ROTATION OF THE RED RIVER FAULT INFERRED FROM PALEOMAGNETIC STUDY OF CRETACEOUS ROCKS IN THE SHAN-THAI-MALAY BLOCK OF WESTERN YUNNAN, CHINA  
船原尚武、西脇信和、村田史之、乙藤洋一郎、Yi Zhao Wang

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
17:15	A12-14 HIPAS実験における地上・あけぼの衛星同時観測の full wave解析 宮村和俊、八木谷聡、長野 勇、木村磐根、岡田敏美、橋本弘蔵	B12-14 Distribution of Turbulent Scattering Intensities at VHF Band in the Equatorial Upper Stratosphere 前川泰之、深尾昌一郎、山本 衛、山中大学、津田敏隆、加藤 進、R. F. Woodman	C12-15 中国華南ブロックの先カンブリア紀から古生代の古地磁気 東 美奈、山崎京子、米沢隆文、劉 育燕、足立泰久、森永速男、兵頭政幸、井口博夫、安川克己
17:30	A12-15 Linear Mode Coupling in Nongyrotropic Plasmas A. L. Brinca, L. B. Agua, D. Winske, 松本 紘	B12-15 レーダーによる上部中間圏から下部熱圏におけるプラネタリー波の多点観測 堤 雅基、中村卓司、津田敏隆、深尾昌一郎、A. H. Manson, R. A. Vincent	C12-16 Greenland Nuuk地域の約25億年前のdykeの古地磁気—contact testの結果— 森本千代、三木雅子、乙藤洋一郎
17:45	A12-16 Stimulated electromagnetic emission from turbulence: A new remote plasma diagnostic S. Goodman, 松本 紘	B12-16 ライダー観測された成層圏エアロゾル層の波状構造 阿保 真、長澤親生	
18:00	A12-17 磁気圏尾部リコネクション領域におけるプラズマ波動伝搬特性 大村善治, J. L. Green	B12-17 中間圏ナトリウム層のライダー観測 長澤親生、阿保 真	
	(ポスター)	(ポスター)	(ポスター)
	A12-PA-14 火星探査機搭載用低周波観測装置 橋本弘蔵、松村知己、長野 勇、岡田敏美、筒井 稔、松本 紘	B12-PP-66 京都大学流星レーダーシステムの改良—インドネシア赤道域での観測に備えて— 中村卓司、藤岡直人、堤 雅基、津田敏隆、深尾昌一郎	C12-PP-81 Reliability and possibility of the Shaw method 綱川秀夫
	A12-PA-15 低周波電磁波動計測機(LFA)による火星電磁気圏の研究 岡田敏美、橋本弘蔵、長野 勇、筒井 稔、松本 紘	B12-PP-67 国立環境研レーザライダーで観測された中層大気重力波の活動度の季節変動 村山泰啓、津田敏隆、R. Wilson、中根英昭、林田佐智子、杉本伸夫、松井一郎、笹野泰弘	C12-PP-82 ニューゼaland、タウポ火山帯で得られた逆転途中の地球磁場 田中秀文、内村英雄、河野 長、Gillian Turner, Bruce Houghton
	A12-PA-16 高速A/D変換による木星デカメータ電波・Sパースト解析 平田浩司、大家 寛、森岡 昭、飯島雅英		C12-PP-83 Result of paleomagnetic measurement of Late Cretaceous pillow basalt in the central Axial Belt, Pakistan 吉田充夫、Iftikhar Mustafa Khadim, Haider Zaman
	A12-PA-17 木星電波の偏波特性 三澤浩昭、大家 寛、飯島雅英		
	A12-PA-18 位相解析による空電の到来方位推定		C12-PP-84 逆問題としての、古地磁気による大陸の復元

A12-PA-19 LFデッカ電波ホイスラ・モード波の伝搬について

田中義人、高橋文明、西野正徳、加藤泰男、池神優司

A12-PA-20 ホイスラモードとLモードの非線形相互作用による電子加熱およびプラズマ密度変化

八木谷聡、大村善治、松本 紘、長野 勇

A12-PA-21 局在化した電波源が作る偏波楕円の分布等について

池田 慎、長野 勇

A12-PA-22 SEPAC変調電子ビーム放射に伴う地上観測：full wave計算値との比較

遠藤恒常、長野 勇、森田慎一郎、河島信樹、水野英一

A12-PA-23 電離層プラズマ中での非線形波動一波動相互作用の観測と解析

大浪 哲、早川正士

A12-PA-24 磁気圏VLF/ELF電磁波動の地上方位測定

山口 勝

A12-PA-25 A SURVEY OF WAVES NEAR THE EARTH'S MAGNETIC EQUATOR

劉 洪、關分 征

A12-PA-26 あけぼの衛星によって観測された地球ヘクトメートル波のモード変換過程

飯島雅英、大家 寛

A12-PA-27 あけぼの衛星で観測された極域静電Burst現象のスペクトル解析

松本英児、大家 寛

A12-PA-28 BRIFLEスペクトルパターンの数値シミュレーション

菊池雅行、大家 寛、森岡 昭、飯島雅英



開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
	<p>A12-PA-29 あけぼの衛星で観測された VLF 波動の Analytic Signal Method による振幅・位相解析 笠原植也、P. A. Rosen、秦 稔、大森康伸、木村賢根</p> <p>A12-PA-30 あけぼの衛星 (EXOS-D) で観測された磁気音波 (MSW) のレイトレイシングと最大エントロピーモデルによる <math>\mathbf{k}</math> ベクトルの推定 剣持秀紀、笠原植也、吉田健一郎、木村賢根</p> <p>A12-PA-31 斜め伝播の磁気リコネクション 屋野良弘</p> <p>A12-PA-32 Modern Bayesian Approach to Automatic Transaction for the Separation of Spin Synchronized Signals 樋口知之、C. T. Russell</p>		

開始時間	
9:30~11:30	ポスターセッション (PA) A会場
12:30~14:30	ポスターセッション (PP) A会場
14:45~16:15	特別講演会 B会場 Unanswered Questions about the Plasmopause D.L. Carpenter (Stanford University)  マイクロデータロガーの開発と海洋生物研究への応用 内藤靖彦 (国立極地研究所)
16:30~18:00	第92回総会 B会場
18:15~20:00	懇親会 A会場

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
9:00	<p>A31 磁気圏電離圏結合 座長 家森俊彦 (京大理) 藤井良一 (名大STE研)</p>	<p>B31 GEOTAIL 座長 早川 基 (宇宙研) 山本達人 (宇宙研)</p>	<p>C31 固体惑星 座長 山越和雄 (東大宇宙線研)</p> <p>C31-01 Studies on acid residues in various meteorites [III] 狩野直樹、山越和雄、松崎浩之、野上謙一</p>
9:15	<p>A31-01 A THEORY FOR IONOSPHERIC COUPLING OF AURORAL OMEGA BANDS 山本 隆、尾崎政男</p>	<p>B31-01 GEOTAIL : 磁気圏尾部研究の新たな幕開け 西田篤弘</p>	<p>C31-02 鉄質宇宙塵の大気突入の際の熱変成によるサイズ分布の変化 松崎浩之、山越和雄</p>
9:30	<p>A31-02 Electric Field and Potential Structures with Northward Interplanetary Magnetic Field ; EXOS-D Observation 松岡彩子、鶴田浩一郎、西田篤弘、早川基、向井利典</p>	<p>B31-02 Start Up Operation of the Electric Field Experiment onboard GEOTAIL 鶴田浩一郎、早川 基、中村正人、岡田敏美、松岡彩子、小原隆博、GEOTAIL EFD班</p>	<p>C31-03 宇宙物質中の貴金属の挙動 (I) 野上謙一、大森理恵、松崎浩之、狩野直樹、山越和雄</p>
9:45	<p>A31-03 極風域での電離層イオンの加速機構 波部重十、阿部琢美、B. A. Whalen、A. W. Yau、佐川永一</p>	<p>B31-03 GEOTAIL 衛星搭載ブーメラン法電場計測機 (EFD-B) の初期運用報告 早川 基、鶴田浩一郎、中村正人</p>	<p>C31-04 LDEF 試料の分析 (I) 山越和雄、大橋英雄、野上謙一、大森理恵、桜井敬久、野間元作</p>
10:00	<p>A31-04 EXOS-D/SMSで観測されたイオン温度異方性 佐川永一、波部重十</p>	<p>B31-04 GEOTAIL プローブ電場計測機 (EFD-P) 及びイオン銃 (EFD-IE) の初期運用 鶴田浩一郎、早川 基、岡田敏美、中村正人、松岡彩子、小原隆博、R. Schmidt、H. Arends、M. Foeringer、B. Narheim</p>	<p>C31-05 形成期原始太陽系星雲の温度分布 中本泰史、中川義次</p>
10:15	<p>A31-05 ディフューズオーロラ領域に見えるイオンのエネルギーギャップの性質 白井仁人、前沢 洌、向井利典、賀谷信幸、鶴田浩一郎、早川 基</p>	<p>B31-05 GEOTAIL 低エネルギー粒子観測 (LEP) 初期結果 向井利典、町田 忍、平原聖文、斎藤義文、寺澤敏夫、小原隆博、賀谷信幸、江尻全機、西田篤弘</p>	<p>C31-06 Electromagnetic Induction Heating of Primitive Materials including the effect of Alfvén Wing 島津浩哲、寺澤敏夫</p>

10:30	(休憩)		(ポスター)
10:45	A31-06 磁気圏夜側テイルフランクで駆動される沿磁力線電流 福西 浩、向井利典、早川 基、鶴田浩一郎	(休憩)	C31-PP-78 Magnetic Braking in Low-Conductivity Plasmas 佐納康治、寺澤敏夫
11:00	A31-07 VIKING and DMSP-F7 Observations of Dayside Field-aligned Current System 大谷晋一	B31-06 地球磁気圏尾部における酸素イオンの観測 (GEOTAIL 衛星搭載イオンエネルギー質量分析器の初期結果) 平原聖文、町田 忍、斎藤義文、寺沢敏夫、向井利典	C31 ダイナモ・主磁場 座長 本蔵義守 (東工大理) 浜端広充 (大市大理)
11:15	A31-08 Distribution of Particle and Birkeland Currents: IMF Dependent North-South Conjugacy 飯島 健、T. A. Potemra、L. J. Zanetti、大谷晋一	B31-07 GEOTAIL 衛星搭載低エネルギー粒子観測器 (LEP) によるプラズマバルク流の観測 斎藤義文、向井利典、町田 忍、平原聖文、寺沢敏夫	C31-07 A mapping method for the geodynamo problems 中島崇裕、P. H. Roberts、河野 長
11:30	A31-09 Electrodynamic parameters in the nighttime sector during auroral substorms 藤井良一、R. A. Hoffman、J. D. Craven、杉浦正久、L. A. Frank、N. C. Maynard	B31-08 GEOTAIL 衛星搭載プラズマ計測器 LEP でとらえた磁気圏サブストーム 町田 忍、向井利典、斎藤義文、平原聖文、寺沢敏夫、小原隆博、長井嗣信、西田篤弘	C31-08 $\alpha^2$ ダイナモの小振幅解 河野 長
11:45	A31-10 Estimation of the Ionospheric Conductance Distribution over the Polar Ionosphere based on Ground Magnetic Perturbation Records B. -H. Ahn、H. W. Kroehl、A. D. Richmond、上出洋介、O. de la Beaujardiere	B31-09 GEOTAIL によるプラズマ波動観測一速報 松本 紘、長野 勇、R. R. Anderson、梶本弘藏、岡田敏美、筒井 稔、小嶋浩嗣、木村磐根	C31-09 磁場がある場合の2次元対流シミュレーション 豊島吉宏、本蔵義守
		B31-10 GEOTAIL 軌道における 'spike' の計算機実験による解析 松原正季、松本 紘、大村善治、小嶋浩嗣	C31-10 Double Diffusion Convection in a Rotating Spherical Shell 草野完也、佐藤哲也、西川泰治
			C31-11 不均一なCMBによる選択的VGPパス 飯島友邦、本蔵義守、松島政貴



開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
12:00	A31-11 中緯度磁場擾乱への電離層電流の寄与 家森俊彦、竹田雅彦、斉藤昭則、田中良和、 橋本武志、荒木 徹、山本 衛	B31-11 GEOTAIL ダイポールアンテナにおける 光電子放出 岡井 稔、小嶋浩嗣、岡田敏美、長野 勇、 松本 絃、PWIチーム	C31-12 地球回転変動による地球磁場逆転シミュ レーション (その1): 定常状態の定式化 関 美穂、浜野洋三
12:15	(休憩)	(休憩)	C31-13 地球磁場変動は地球回転変動によって引き 起こされている 吉田茂生、浜野洋三
12:30	(ポスター)	(ポスター)	(ポスター)
	A31-PA-38 Dayside Magnetosphere- Ionosphere Coupling in the Course of Substorm Development 渡辺正和、飯島 健	B31-PA-07 GEOTAIL 搭載磁力計による磁気圏尾 部探査-1 システム及び初期観測結果概要 國分 征、山本達人、林 幹治、塩川和夫、 亀井豊永、利根川豊、遠山文雄、M. H. Acuna、GEOTAIL-MGF班	C31-PP-79 An Exact Nonlinear Hydromagnetic Wave Solution in a Thermally Stratified Spherical Shell 浜端広充
	A31-PA-39 夜側オーロラ・オーヴァル極側境界域 の電流構造と対流電場の関係 長妻 努、福西 浩、向井利典、早川 基、 松岡彩子	B31-PA-08 GEOTAIL 搭載磁力計による磁気圏尾 部探査-2 観測磁場データ処理 (速報) 山本達人、國分 征、林 幹治、塩川和夫、 亀井豊永、利根川豊、遠山文雄、M. H. Acuna、GEOTAIL-MGF班	C31-PP-80 日変化磁場による地球自転速度の減速 日向清孝、行武 毅
	A31-PA-40 あけぼの衛星で観測された沿磁力線 加速過程 坂野井健、福西 浩、向井利典	B31-PA-09 科学衛星GEOTAIL プラズマ波動デー タ処理システム 竹下佳利、岡田雅樹、西村長実、藤田篤志、 宮武 督、横山浩之、小嶋浩嗣、松本 絃、 大村善治、PWIチーム	
	A31-PA-41 あけぼの衛星で観測された磁気嵐時 におけるリングカレント及び沿磁力線電流の 発達過程 巨智部陽一、福西 浩、高木俊治	B31-PA-10 GEOTAIL 搭載波形補捉受信器による プラズマ波動観測 小嶋浩嗣、竹下佳利、宮武 督、松本 絃、 長野 勇、PWIチーム	

B31-PA-11 GEOTAIL搭載スペクトル受信器によるプラズマ波動観測  
西村長実、藤田篤志、小嶋浩嗣、松本 紘、長野 勇、R. R. Anderson、岡田敏美、筒井 稔、橋本弘蔵、PWIチーム

B31-PA-12 GEOTAIL搭載ELF/VLFサーチコイルの特性  
長野 勇、村田 肇、岡田敏美、筒井 稔、橋本弘蔵、小嶋浩嗣、松本 紘、GOETAIL PWI班

B31-PA-13 Geotail衛星HEP-LD、BD観測器の初期観測結果  
道家忠義、永田勝明、前沢 洸、藤本正樹、福井隆司、船橋保夫、菊池 順、村上浩之、中本 淳、柳町朋樹、長谷部信行、河野毅、柳田昭平、村木 綾、宗像一起、寺沢敏夫、西田篤弘、B. Wilken

**A32 オーロラ・ダイナミクス**  
座長 小野高幸 (極地研)  
湯元清文 (名大STE研)

**B32 宇宙線**  
座長 榑原志津子 (名大STE研)

**C32 地殻活動電磁気学・磁気異常・電気伝導度**  
座長 大志万直人 (京大防災研)  
歌田 久司 (東大地震研)

13:15 A32-01 Secular Variation in the Auroral Zone  
小口 高

B32-01 水溶性蛍光物質を用いた水シンチレータの特性〔I〕  
増丸太郎、山越和雄、手嶋政広

13:30 A32-02 地磁気静穏時におけるオーロラ・オーバルの形態変化  
平澤威男

B32-02 大型シンチレータ望遠鏡による太陽中性子観測準備実験報告  
村木 綾、松原 豊、榑原志津子、高橋俊典、柴田祥一、村上一昭、境 孝祐、三井清美

C32-01 伊豆大島における地電位差データの周波数解析とその潮汐成分について  
川瀬隆治、下村高史、歌田久司

13:45 A32-03 Substorm Size  
上出洋介、W. D. Gonzalez

B32-03 感星間空間磁場 (IMF) のBz成分の高揚に伴う宇宙線南北非等方性  
藤本和彦、長島 一男

C32-02 近畿地方に於ける全磁力観測ネットワークの構築について  
住友則彦、大志万直人、坂中伸也

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
14:00	A32-04 Signatures of Dayside Aurora A. Egeland	B32-04 大きい地磁気嵐と共に発生した宇宙線嵐中に起こる10~60分間の宇宙線強度変動 榑原志津子、山田良実、藤井善次郎、長島一男	C32-03 地中電界鉛直成分のVLF帯における間欠的変動と地震との関係 藤縄幸雄、高橋耕三
14:15	A32-05 TRANS-POLAR ARCの特性 金田栄祐、篠原 育	B32-05 ~10 <sup>12</sup> 電子ボルトにおける南北非対称恒星時異方性の日豪観測 森 覚、宗像一起、安江新一、小山守一、塩崎嘉之、横田有一、茅野 基、赤羽重信、藤井善次郎、J. E. Humble、K. B. Fenton、A. G. Fenton、K. Bolton、M. L. Duldig	C32-04 変換関数の推定法の比較 高山寛美
14:30	A32-06 極冠サイズのIMF、サブストーム依存性 伊藤勝尚、上出洋介、小口 高、萩野竜樹、西谷 望、J. S. Murphree、J. D. Craven、L. A. Frank	(休憩)	C32-05 帯磁地殻内部における地殻活動磁場の増幅効果 笹井洋一
14:45	(休憩)	B32 太陽圏 座長 渡辺 堯(名大STE研) 徳丸宗利(通総研)	C32-06 空中磁気異常データによる雲仙岳周辺の地下構造解析 中塚 正
15:00	A32-07 Changes of Particles and Currents in the Magnetotail During Substorm Phases 日下 拓、飯島 健、渡辺正和	B32-06 A Solar-Flare Associated CME Observed with YOHKOH SXT 渡辺 堯、小島正宜、小塚幸央、大山政光、常田佐久、J. R. Lemen、H. Hudson、J. A. Joselyn、J. A. Klimchuck、YOHKOHチーム	C32-07 雲仙岳における自然電位観測(続報) 橋本武志、田中良和、増田秀晴、歌田久司、鍵山恒臣、増谷文雄
15:15	A32-08 オーロラ加速域低高度側における捕促粒子の多重構造 斎藤博幸、町田 忍、向井利典	B32-08 「ようこう」軟X線観測にもとづくセクター構造急変の解釈 斎藤尚生、高橋忠利、小塚幸央、H. Hudson、常田佐久、渡辺 堯	C32-08 雲仙火山周辺でのULF帯電磁場観測 山本哲也、鍵山恒臣、歌田久司、雲仙火山IMT観測グループ

15 : 30	A32-09 カサブ緯度における午後側電離層吸収現象 西野正徳、田中義人、小口 高、ホルテット	B32-09 0.1~0.3での太陽風加速の太陽活動依存性 小島正宜、三澤浩昭、山内洋平	C32-09 Volcanic Activities on Aso as Inferred from Geomagnetic Observations in the Vicinity of the Crater 田中良和、橋本武志、増田秀晴
15 : 45	A32-10 アイスランド・オーロラステレオ観測画像のトモグラフィー解析(II) 麻生武彦、江尻全機、宮岡 宏、小野高幸、橋本 岳、飯 哲郎、安陪 稔	B32-10 S/X帯同時IPS観測から求められた太陽近傍の太陽風速度 徳丸宗利、森 弘隆、田中高史、近藤哲朗、高羽 浩、小山泰弘	(休憩)
16 : 00	A32-11 地上オーロラ観測による降下電子エネルギーの推定 3. オーロラ粒ダイナミクス理解への応用 小野高幸、守嶋 圭、國分 征、平澤威男	(休憩)	C32-10 Calculation of the Bimodal Induction around the Izu-Bonin Arc using Non-uniform Thin Sheet Approximation 藤 浩明
16 : 15	(休憩)	B32-11 低速太陽風とコロナ磁場の三次元構造 袴田和幸、小島正宜、荻野竜樹	C32-11 二宮-グアム間の海底の見かけ比抵抗 藤井郁子、歌田久司、浜野洋三、行武 毅、田中良和、湯元清文
16 : 30	A32-12 オーロラアークの西端における50MHzレーダエコー 五十嵐喜良、小川忠彦	B32-12 4Rsにおける太陽風と飛翔体との相互作用の計算機実験 岡田雅樹、松本 紘、B. T. Tsurutani、B. E. Goldstein	C32-12 地磁気長周期変化による地球の電磁感応 山崎英樹、本藤義守、松島政貴
16 : 45	A32-13 Conjugacy of Auroral Absorption Images Observed by a Geomagnetic Conjugate Pair of Imaging Riometers 山岸久雄、山崎一郎、西野正徳、菊池 崇、佐藤夏雄	B32-13 太陽圏外圏構造に於けるヘリカル磁場効果 鷺見浩一	C32-13 ネットワークMT法を用いた青森地方の深部比抵抗構造 仲山 洋、上嶋 誠、西田泰典、歌田久司
17 : 00	A32-14 STEP Polar Network、極冠磁場変動を中心に 林 幹治、國分 征、STEP Polar Network観測グループ	B32-14 太陽圏外圏の3次元MHD解析 野澤 恵、鷺見浩一	C32-14 軌条漏洩試験電流を用いた四国での電磁気観測 浜野洋三、歌田久司、大野正夫、神田 隆、住友則彦、大志万直人、坂中伸也、後藤忠徳、下泉政志、福岡晃一郎、伊達裕樹、渡部重雄、藤原輝芳、田中 裕
17 : 15	A32-15 CHARACTERISTICS OF MAGNETIC VARIATIONS CAUSED BY LOW-LATITUDE AURORAE OBSERVED AROUND 210° MAGNETIC MERIDIAN 湯元清文、塩川和夫、田中義人、小口 高	B32-15 太陽磁気圏構造における星間中性風の効果 南 繁行	C32-15 四国西部地域での比抵抗構造 下泉政志、茂木 透、福岡晃一郎



開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
17:30	<p>A32-16 北海道母子観測所、陸別天体観測所で観測された低緯度オーロラ 塩川和夫、湯元清文、田中義人、小口 高、木山喜隆</p> <p>(ポスター)</p> <p>A32-PA-33 磁気圏擾乱に同期したプラズマ圏へのエネルギー流入 森岡 昭、大家 寛</p> <p>A32-PA-34 Development of giant undulations on the equatorward edge of the diffuse auroral region observed at SANAE, Antarctica 西谷 望、G. Hough、Malcom W. J. Scourfield</p> <p>A32-PA-35 Analysis on Auroral Conjugacy using TV data from Multi-stations in 1991 港屋浩一、小野高幸、佐藤夏雄、山岸久雄、藤井良一、巻田和男、芳野起夫</p> <p>A32-PA-36 IONOSPHERIC DISTURBANCES ASSOCIATED WITH A LOW LATITUDE AURORAL EVENT 前田耕一郎、渡辺 堯</p> <p>A32-PA-37 極域電離層におけるオーロラ輝度と電気伝導度との関係 (Ⅲ) 石井 守、木村和典、家森俊彦、杉浦正久、J. A. Slavin、J. D. Craven、L. A. Frank</p>	<p>B32-16 The Wave-Shock Interaction Revisited: The Effect of Finite Shock Width 羽田 亨</p> <p>(ポスター)</p> <p>B32-PA-01 高層気象データに見られる太陽活動の影響 渡辺 堯、藤田恵理子、大和田道雄</p> <p>B32-PA-02 「ようこう」軟X線望遠鏡によるコロナ像と太陽風構造の比較 小塚幸央、渡辺 堯、小島正宜、大山政光、常田佐久、斎藤尚生、巨 慎一、ようこうグループ</p> <p>B32-PA-03 感星間磁場 (IMF) を回転した時の地球磁気圏の応答 後藤貞治、荻野竜樹</p> <p>B32-PA-04 A Multi-Instrument Study of Impulsive Events near the Dayside Magnetopause 河野英昭、國分 征、大谷晋一、D. M. Klumpar</p> <p>B32-PA-05 Anomalous Ion Mixing Inside a K-H Vortex 藤本正樹、寺沢敏夫</p> <p>B32-PA-06 MHD乱流での密度ゆらぎのスペクトル: 連星系X線パルサーでの降着プラズマの構造 星野真弘、竹島敏明</p>	<p>C32-16 中央構造線 (四国東部) の電気伝導度構造 (1) = 地殻浅部構造について = 後藤忠徳、山口 覚、宝谷博久、安川克己</p> <p>(ポスター)</p> <p>C32-PP-85 北フィジー海盆のリフト周辺部の磁気異常—YOKOSUKA 90, 91 のデータを加えて— 上嶋正人、棚橋 学、岸本清行</p> <p>C32-PP-86 ODP 第 143 次航海における孔内 3 成分磁力計観測 野木義史、ODP 第 143 次航海乗船研究者一同</p> <p>C32-PP-87 1990.0 年磁気圏について 藤原 智、海津 優、大滝三夫</p> <p>C32-PP-88 小田原周辺における精密全磁力測量 上嶋 誠、藤原 智、上村和彦、藤縄幸雄、海津 優</p> <p>C32-PP-89 伊豆大島火山の比抵抗断面 (その 2) 小川雄雄、高倉伸一、光畑裕司、曾屋龍典</p> <p>C32-PP-90 伊豆半島東部、特に伊東周辺での全磁力変化について 大志方直人、笹井洋一、石川良寛、本藏義守</p> <p>C32-PP-91 琵琶湖西部花折断層周辺における TDEM 観測結果 地殻比抵抗研究グループ、歌田久司</p>

C32-PP-92 TDEMデータの解析：スタッキングと  
デコンボリューション  
神田 径、歌田久司

C32-PP-93 南部沖繩トラフの電気伝導度構造（I）  
一北岳夫、歌田久司、長岡雅史、日向清孝、古  
川雅英、藤田清士、木下正高

C32-PP-94 桜島山麓で観測されたPi2脈動とその  
誘導によって生じた地電位差の偏波主軸の違い  
について  
大崎裕生、湯元清文、日高耕一、田中義人、田  
中 稔、角田寿喜

C32-PP-95 人工地震の爆破開始から10msec以内  
に観測された電位変動パルスの性質とその起源  
沼澤一郎、山田功夫

C32-PP-96 冬至時の地磁気Sq外電流系のUT変化  
のシミュレーション  
竹田雅彦

# ポスター発表一覧表 (ボード番号順)

B32-PA-01 高層気象データに見られる太陽活動の影響

渡辺 堯、藤田恵理子、大和田道雄

B32-PA-02 「ようこう」軟X線望遠鏡によるコロナ像と太陽風構造の比較

小塚幸央、渡辺 堯、小島正宜、大山政光、常田佐久、斎藤尚生、亘 慎一、ようこうグループ

B32-PA-03 惑星間磁場 (IMF) を回転した時の地球磁気圏の応答

後藤貞治、荻野竜樹

B32-PA-04 A Multi-Instrument Study of Impulsive Events near the Dayside Magnetopause

河野英昭、園分 征、大谷晋一、D. M. Klumpar

B32-PA-05 Anomalous Ion Mixing Inside a K-H Vortex

藤本正樹、寺沢敏夫

B32-PA-06 MHD乱流での密度ゆらぎのスペクトル: 連星系X線パルサーでの降着プラズマの構造

星野真弘、竹島敏明

B31-PA-07 GEOTAIL搭載磁力計による磁気圏尾部探査-1 システム及び初期観測結果概要

園分 征、山本達人、林 幹治、塩川和夫、亀井豊永、利根川豊、遠山文雄、M. H. Acuna、GEOTAIL-MGF班

B31-PA-08 GEOTAIL搭載磁力計による磁気圏尾部探査-2 観測磁場データ処理(速報)

山本達人、園分 征、林 幹治、塩川和夫、亀

井豊永、利根川豊、遠山文雄、M. H. Acuna、GEOTAIL-MGF班

B31-PA-09 科学衛星GEOTAILプラズマ波動データ処理システム

竹下佳利、岡田雅樹、西村長実、藤田篤志、宮武 督、横山浩之、小嶋浩嗣、松本 紘、大村善治、PWIチーム

B31-PA-10 GEOTAIL搭載波形捕捉受信器によるプラズマ波動観測

小嶋浩嗣、竹下佳利、宮武 督、松本 紘、長野 勇、PWIチーム

B31-PA-11 GEOTAIL搭載スペクトル受信器によるプラズマ波動観測

西村長実、藤田篤志、小嶋浩嗣、松本 紘、長野 勇、R. R. Anderson、岡田敏美、筒井 稔、橋本弘蔵、PWIチーム

B31-PA-12 GEOTAIL搭載ELF/VLFサーチコイルの特性

長野 勇、村田 肇、岡田敏美、筒井 稔、橋本弘蔵、小嶋浩嗣、松本 紘、GOETAIL PWI班

B31-PA-13 Geotail衛星HEP-LD、BD観測器の初期観測結果

道家忠義、永田勝明、前沢 洸、藤本正樹、福井隆司、船橋保夫、菊池 順、村上浩之、中本淳、柳町朋樹、長谷部信行、河野 毅、柳田昭平、村木 綏、宗像一起、寺沢敏夫、西田篤弘、B. Wilken

A12-PA-14 火星探査機搭載用低周波観測装置

橋本弘蔵、松村知己、長野 勇、岡田敏美、筒

井 稔、松本 紘

A12-PA-15 低周波電磁波動計測機 (LFA) による火星電磁気圏の研究

岡田敏美、橋本弘蔵、長野 勇、筒井 稔、松本 紘

A12-PA-16 高速A/D変換による木星デカメータ電波・Sバースト解析

平田浩司、大家 寛、森岡 昭、飯島雅英

A12-PA-17 木星電波の偏波特性

三澤浩昭、大家 寛、飯島雅英

A12-PA-18 位相解析による空電の到来方位推定

本郷義太加、島倉 信、早川正士

A12-PA-19 LFデッカ電波ホイスラ・モード波の伝搬について

田中義人、高橋文明、西野正徳、加藤泰男、池神優司

A12-PA-20 ホイスラモードとLモードの非線形相互作用による電子加熱およびプラズマ密度変化

八木谷聡、大村善治、松本 紘、長野 勇

A12-PA-21 局在化した電波源が作る偏波楕円の分布等について

池田 慎、長野 勇

A12-PA-22 SEPAC変調電子ビーム放射に伴う地上観測: full wave計算値との比較

遠藤恒常、長野 勇、森田慎一郎、河島信樹、水野英一

A12-PA-23 電離層プラズマ中での非線形波動-波動相互作用の観測と解析

大浪 哲、早川正士	A32-PA-33 磁気圏擾乱に同期したプラズマ圏へのエネルギー流入 森岡 昭、大家 寛	A31-PA-41 あけぼの衛星で観測された磁気嵐時におけるリングカレント及び沿磁力線電流の発達過程 巨智部陽一、福西 浩、高木俊治
A12-PA-24 磁気圏 VLF/ELF 電磁波動の地上方位測定 山口 勝	A32-PA-34 Development of giant undulations on the equatorward edge of the diffuse auroral region observed at SANAE, Antarctica 西谷 望、G. Hough、Malcom W. J. Scourfield	B12-PA-42 CHARACTERISTICS OF POLAR CUSP ULF WAVES AND MAGNETIC FIELD VARIATIONS OBSERVED AT GODHAVN 桜井 亨、利根川豊、加藤健一、巻田和男、江尻全機、佐藤夏雄、山岸久雄、林 幹二、園分 征
A12-PA-25 A SURVEY OF WAVES NEAR THE EARTH'S MAGNETIC EQUATOR 劉 洪、園分 征	A32-PA-35 Analysis on Auroral Conjugacy using TV data from Multi-stations in 1991 港屋浩一、小野高幸、佐藤夏雄、山岸久雄、藤井良一、巻田和男、芳野超夫	B12-PA-43 OCCURENCE CHARACTERISTICS OF ULF WAVES IN THE MAGNETOSPHERE OBSERVED BY THE EXOS-D SATELLITE 町屋広和、利根川豊、桜井 亨
A12-PA-26 あけぼの衛星によって観測された地球ヘクトメートル波のモード変換過程 飯島雅英、大家 寛	A32-PA-36 IONOSPHERIC DISTURBANCES ASSOCIATED WITH A LOW LATITUDE AURORAL EVENT 前田耕一郎、渡辺 堯	B12-PA-44 Pc-1 Waves in the Ionosphere Observed by DE-2 岡垂伊子、家森俊彦、杉浦正久、J. A. Slavin
A12-PA-27 あけぼの衛星で観測された極域静電 Burst 現象のスペクトル解析 松本英児、大家 寛	A32-PA-37 極域電離層におけるオーロラ脚度と電気伝導度との関係 (Ⅲ) 石井 守、木村和典、家森俊彦、杉浦正久、J. A. Slavin、J. D. Craven、L. A. Frank	B12-PA-45 衛星及び地上の同時観測に基づく Pc3-4 の伝播特性 松岡 均、湯元清文、高橋主衛
A12-PA-28 BRIFLE スペクトルパターンの数値シミュレーション 菊池雅行、大家 寛、森岡 昭、飯島雅英	A31-PA-38 Dayside Magnetosphere-Iono-sphere Coupling in the Course of Substorm Development 渡辺正和、飯島 健	B12-PA-46 区分的3次多項式による地磁気データの平滑化—SCの解析— 米長雅弘、北村泰一
A12-PA-29 あけぼの衛星で観測された VLF 波動の Analytic Signal Method による振幅・位相解析 笠原植也、P. A. Rosen、秦 穰、大森康伸、木村磐根	A31-PA-39 夜側オーロラ・オーヴァル極側境界域の電流構造と対流電場の関係 長妻 努、福西 浩、向井利典、早川 基、松岡 彩子	
A12-PA-30 あけぼの衛星 (EXOS-D) で観測された磁気音波 (MSW) のレイトレイシングと最大エントロピーモデルによる $k$ ベクトルの推定 劍持秀紀、笠原植也、吉田健一郎、木村磐根	A31-PA-40 あけぼの衛星で観測された沿磁力線加速過程 坂野井健、福西 浩、向井利典	
A12-PA-31 斜め伝播の磁気リコネクション 星野真弘		
A12-PA-32 Modern Bayesian Approach to Automatic Transaction for the Separation of Spin Synchronized Signals 樋口知之、C. T. Russell		

A11-PP-47 磁力線再結合の3次元特解 (厳密解)  
寺沢敏夫、星野真弘、藤本正樹

A11-PP-48 あけぼの衛星で観測された対流電場の赤道面へのTsyganenko磁場モデルによる投影  
今崎 篤、西田篤弘、鶴田浩一郎、山本達人

A11-PP-49 Near-tail Magnetic Configuration and Particle Precipitation During Convection-Dominated Period  
園分 征、篠原 育

A11-PP-50 Recovery of Magnetospheric Configuration Associated with Northward Turning from Southward IMF  
狭野竜樹

A11-PP-51 IMF北向き時における真夜中オーロラオーバル付近のプラズマ対流と降下粒子特性  
田口 聡、杉浦正久、J. D. Winningham、N. C. Maynard

A11-PP-52 「あけぼの」衛星の5m伸展マストのアーイメント変化  
河野克巧、遠山文雄、田中 貞、広川英治

A11-PP-53 The New System of KASMMER  
角村 悟、山崎 明、徳本哲男

B11-PP-54 太陽風と磁場の無い惑星との相互作用  
田中高史

B11-PP-55 バルト搭載用ガーディアンプローブの開発計画  
渡辺勇三

B11-PP-56 ネットワーク上でのイオノグラムディスプレイシステムの開発  
加藤宗子、松本文子、細野繁男、加藤久雄、川村貞文、五十嵐喜良

B11-PP-57 日本周辺におけるfmin冬季異常の緯度変化  
大谷 晃、小川忠彦、五十嵐喜良、皆越尚紀、岡本 智、永井清二、西牟田一三、黒岩博司

B11-PP-58 GPS・NNSS衛星を利用した電離圏共役観測  
園武 学、大高一弘、田中高史、小川忠彦、近藤哲朗、今江理人、加藤賢一、小野高幸、佐藤夏雄

B11-PP-59 Super flux event associated with the low-latitude aurora  
大高一弘、園武 学、田中 高史

B11-PP-60 HFD観測データにみられるPc3-4領域の脈動(1)  
片岡弘幸、奥澤隆志、柴田 喬

B11-PP-61 HF Doppler Experiment in Antarctica  
野崎憲朗、菊池 崇

B11-PP-62 MUレーダーIS観測によるF領域電子密度勾配の日変動・年変動  
高見友幸、深尾昌一郎、津田敏隆、山本 衛、山本泰史

B11-PP-63 MUレーダーによるE領域沿磁力線イレギュラリティの波動構造の研究  
古茂田典夫、山本 衛、小川忠彦、津田敏隆、深尾昌一郎

B11-PP-64 南極昭和基地におけるオーロラブレイクアップに伴う熱圏風速と温度の観測  
中島英彰、福西 浩、岡野章一、小野高幸

B11-PP-65 30MHzの混信の発生源について  
行松 彰、江尻全機、門倉 昭、荒木 徹

B12-PP-66 京都大学流星レーダーシステムの改良一

インドネシア赤道域での観測に備えて一  
中村卓司、藤岡直人、堤 雅基、津田敏隆、深尾昌一郎

B12-PP-67 国立環境研レーザライダーで観測された中層大気重力波の活動度の季節変動  
村山泰啓、津田敏隆、R. Wilson、中根英昭、林田佐智子、杉本伸夫、松井一郎、笹野泰弘

C11-PP-68 Numerical Modeling of the Vertical Motion of a Polar Patrol Balloon and Its Application to the Experiment in January, 1990  
門倉 昭

C11-PP-69 昭和基地における赤外および紫外・可視分光分光観測  
村田 功、北 和之、岩上真幹、小川利紘

C11-PP-70 可視分光器を用いたNO<sub>2</sub>、オゾンと比較観測  
中村 圭、近藤 豊、小池 貞

C11-PP-71 高々度気球観測用光学オゾンセンサーの開発  
岡林昌宏、岡野章一、田口 貞、福西 浩、矢島信之

C11-PP-72 A STUDY TO MEASURE THE EFFECT OF Mt. PINATUBO AEROSOL PARTICLES ON OZONE AMOUNTS OVER JAPAN  
S. Wilson、小出理史、田口 貞、岡野章一、福西 浩、中根英昭

C11-PP-73 OI 630.0nm垂熱帯大気画像にみられる構造  
大久保一郎、久保田実、岡野章一、田口 貞、阿部利弘、中島英彰、福西 浩、木山喜隆

C11-PP-74 多波長全天撮像装置による夜間大気光観測 その2  
久保田実、岡野章一、大久保一郎、田口 貞、阿部利弘、中島英彰、福西 浩、木山喜隆

C11-PP-75 紫外分光計による火星水素コロナ観測のモンテカルロ・シミュレーション (II)  
西川 拓、田口 貞、岡野章一、福西 浩

C11-PP-76 金星大気CO<sub>2</sub> 10.33  $\mu$ m熱的放射観測のシミュレーション  
浅沼孝祐、田口 貞、岡野章一、福西 浩、石津美津雄

C11-PP-77 PLANET-B搭載紫外撮像分光計による火星大気観測計画  
岡野章一、田口 貞、川原琢也、福西 浩、鈴木勝久

C31-PP-78 Magnetic Braking in Low-Conductivity Plasmas  
佐納康治、寺澤敏夫

C31-PP-79 An Exact Nonlinear Hydro-magnetic Wave Solution in a Thermally Stratified Spherical Shell  
浜端広充

C31-PP-80 日変化磁場による地球自転速度の減速  
日向清孝、行武 毅

C12-PP-81 Reliability and possibility of the Shaw method  
綱川秀夫

C12-PP-82 ニュージーランド、タウポ火山帯で得られた逆転途中の地球磁場  
田中秀文、内村英雄、河野 長、Gillian Turner、Bruce Houghton

C12-PP-83 Result of paleomagnetic measurement of Late Cretaceous pillow basalt in the central Axial Belt, Pakistan  
吉田充夫、Iftikhar Mustafa Khadim、Haider Zaman

C12-PP-84 逆問題としての、古地磁気による大陸の復元  
内村英雄、河野 長

C32-PP-85 北フィジー海盆のリフト周辺部の磁気異常-YOKOSUKA 90, 91のデータを加えて—  
上嶋正人、棚橋 学、岸本清行

C32-PP-86 ODP第143次航海における孔内3成分磁力計観測  
野木義史、ODP第143次航海乗船研究者一同

C32-PP-87 1990.0年磁気図について  
藤原 智、海津 優、大滝三夫

C32-PP-88 小田原周辺における精密全磁力測量  
上嶋 誠、藤原 智、上村和彦、藤縄幸雄、海津 優

C32-PP-89 伊豆大島火山の比抵抗断面 (その2)  
小川康雄、高倉伸一、光畑裕司、曾屋龍典

C32-PP-90 伊豆半島東部、特に伊東周辺での全磁力変化について  
大志方直人、笹井洋一、石川良寛、本蔵義守

C32-PP-91 琵琶湖西部花折断層周辺におけるTDEM観測結果  
地殻比抵抗研究グループ、歌田久司

C32-PP-92 TDEMデータの解析：スタッキングとデコンボリューション  
神田 徑、歌田久司

C32-PP-93 南部沖繩トラフの電気伝導度構造 (I)  
一北岳夫、歌田久司、長岡雅史、日向清孝、古川雅英、藤田清上、木下正高

C32-PP-94 桜島山麓で観測されたPi2脈動とその誘導によって生じた地電位差の偏波主軸の違いについて  
大崎裕生、湯元清文、日高耕一、田中義人、田中 稔、角田寿喜

C32-PP-95 人工地震の爆破開始から10msec以内に観測された電位変動パルスの性質とその起源  
富澤一郎、山田功夫

C32-PP-96 冬至時の地磁気Sq外電流系のUT変化のシミュレーション  
竹田雅彦

# 磁気圏構造

oral: A11-01~11

poster: A11-PP-47~53

座長

長井嗣信 (気象研)

小原隆博 (宇宙研)

Akira Miura (Department of Earth and Planetary Physics, University of Tokyo)

It has recently been demonstrated, by means of a two-dimensional MHD simulation, that a finite thick velocity shear layer with super-Alfvénic velocity jump at the magnetospheric boundary is unstable to the Kelvin-Helmholtz (K-H) instability no matter how large the magnetosheath sonic Mach number ( $M_S$ ); a result suggesting that the tail flank boundary of the magnetosphere is also unstable to the K-H instability. In order to investigate this consequence further, particularly in order to clarify the dependence of the tangential stress on  $M_S$ , the dependence of the development of the K-H instability on  $M_S$  is studied in detail.

For all magnetosheath sonic Mach numbers a velocity boundary layer is formed by the instability inside of the magnetopause and it becomes wider for a smaller magnetosheath sonic Mach number. A flow vortex is excited at the inner edge of the velocity boundary layer for all sonic Mach numbers and the magnetopause boundary is more highly nonlinearly corrugated by the instability for a smaller sonic Mach number. The net energy and momentum flux densities into the magnetosphere are calculated just prior to the saturation stage; for  $1.0 < M_S < 3.0$  the energy flux density into the magnetosphere is approximated by  $0.054M_S\rho_0C_S^3/2 = 0.045V_0p_0$ , where  $\rho_0$  is the unperturbed magnetosheath plasma density,  $p_0$  is the unperturbed magnetosheath pressure,  $V_0$  is the unperturbed magnetosheath flow velocity, and  $C_S$  is the magnetosheath sound speed, and the momentum flux density into the magnetosphere or the tangential (shearing) stress at the boundary is approximated by  $0.083p_0$ . *That is, the momentum flux density into the magnetosphere or the tangential stress at the boundary is proportional to the static pressure in the magnetosheath and not proportional to the dynamic pressure in the magnetosheath.* The anomalous viscosity by the instability decreases in the absolute magnitude with increasing  $M_S$ ; this result suggests that the dayside (except the subsolar region) and the dawn-dusk magnetopauses, where the magnetosheath flow remains subsonic, are the most viscous parts of the boundary, although the tail flanks are also found to be viscous enough for the viscous interaction.



名古屋大学理学部物理    ° 坂井麻里子、村山喬、前沢列

**Abstract**

Analyses were made on the semiannual variation of geomagnetic am index to investigate quantitatively the contribution of the so called equinoctial mechanism to the amplitude of the variation. It was found that the am index has a peak at  $\chi = 0$ , where  $\chi$  is the angle between the sun-earth line and the magnetic axis of the earth, and is about 40% higher than the value at  $\chi = \pm 35^\circ$ , showing the important contribution of the equinoctial mechanism to the semiannual variation.

地磁気活動度が半年変化をすることはよく知られており、その成因については3つの説があげられている。

[ 1 ] Axial hypothesis

(e.g. Priestor and Cattani, 1962)

地球が太陽面緯度の絶対値の最大値に達したとき地磁気活動度が最大になる。

(3/5, 9/6に最大になる)

[ 2 ] Equinoctial hypothesis (e.g. McIntosh, 1959)

地球の磁軸と Sun-Earth Line の角度 ( $\chi$ ) が  $90^\circ$  になったとき地磁気活動度が最大になる。(3/21, 9/23に最大になる)

[ 3 ] Russell-McPherron hypothesis

(Russell and McPherron, 1973)

IMFの南向き成分を地球がGSM系で感じるための効果。

(4/5, 10/6に最大になる)

今回の発表では、amインデックスの  $\chi$  依存性 (図1) から Equinoctial Mechanism の寄与を定量的に求める。解析に当たってはamインデックスを用いた。また、カップリングファンクション (C. F. と略記) として、

$B_s \cdot V^{1.9} \cdot D^{0.3}$ を導入する。C. F. は  $\chi$  に依存しない。よって (am - C. F.) から  $\chi$  によって am が何%増加するかがわかる。

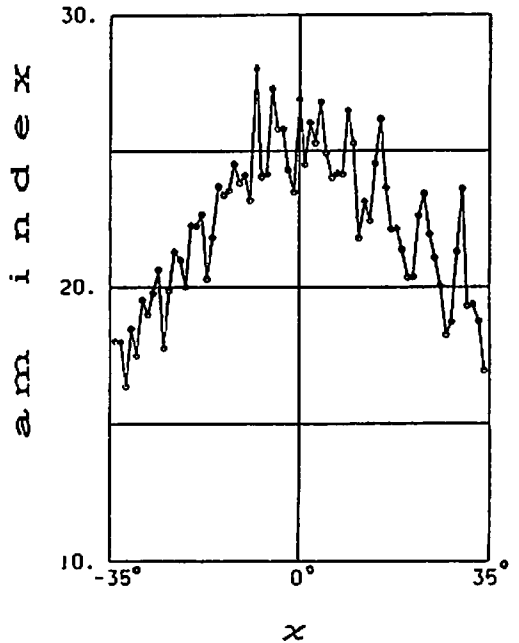


図1 amインデックスの  $\chi$  による変化

# A11-03 2次元ハイブリッドコードおよびMHDコード 計算機実験によるティアリング不安定性の研究

村田 健史      大村 善治      松本 敏  
京都大学超高周電波研究センター

## EVOLUTION OF TEARING INSTABILITY: 2D HYBRID CODE AND MHD CODE SIMULATION

Takeshi MURATA      Yoshiharu OMURA      Hiroshi MATSUMOTO  
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University.

We study the evolution of the ion tearing mode instability using a two-dimensional electromagnetic hybrid code. Most of the previous computational studies of the ion tearing instability have been performed using magnetostatic hybrid codes, where electron dynamics are neglected. However, in our hybrid code, electrons are treated as a massless fluid. Our results suggest that the presence of the electron fluid will stabilize the ion tearing mode instability but destabilize the following coalescence instability. A zero resistivity electron fluid cannot move through X points. This is due to the fact that the electron motion is frozen into magnetic field lines. We therefore artificially insert a finite resistivity into the electron momentum equation. The results of our computer experiments are compared to zero resistivity experiments already presented. Additionally, we evaluate the kinetic effects of ion particles in comparison with 2D MHD simulation results.

本年(1992年)8月、地球磁気圏尾部探査衛星 GEOTAIL が打ち上げられ、様々な物理現象を解明することが期待されている。磁気リコネクションは磁気圏エネルギー大規模輸送(変換)の原因と考えられている。この過程においてX点における物理現象は特に興味をもたれている現象の一つでありGEOTAILによる解明が期待されている。2次元で考える場合、理想MHD(電磁流体)の仮定の下では磁気束(magnetic flux)はX点を横切ることができず、したがって磁力線のつながりかえ(リコネクション)は許されていないからである。すなわち、リコネクションが実現されるためには、X点において磁場のつながりかえを許すメカニズム(おそらく、粒子波動相互作用などの微視的な物理過程)必要である。

一方、このメカニズムはティアリング不安定性の成長に過程における合体モード(coalescence mode)においても同様に必要である。合体モードはX点を間にはさむ2つの磁気島(O点)が、X点付近において1つの磁気島へと合体する不安定性であるが、この不安定性の成長の過程においてもX点における磁力線のつながりかえが起こるからである。

我々は、これまで2次元ハイブリッドコードを用いた計算機実験によってティアリング不安定性と合体モードの成長過程について研究を行ってきた。特に合体モードの成長における電子流体の果たす役割について調べ、電子流体がX点において成長を増長することを明らかにしてきた。しかしこの研究で用いたハイブリッドコードでは、電子は質量が0の理想流体であると仮定しており、本来X点における磁力線のつながりかえは禁じられている。

したがって、このコードの電子の運動方程式に人工的に抵抗項を加え、計算機実験を行なった。この結果を抵抗を仮定せずに不安定性の成長を見たこれまでの結果と比較して、数値抵抗(numerical resistivity)および電子流体における実効的な抵抗が現象におよぼす効果について考察する。さらに、以上の結果を2次元MHDコードによる計算機実験の結果とも比較する。これによって、MHDシミュレーションでは得られないイオンのkineticな効果が、ティアリング不安定性の成長に与える影響について調べる。

**A11-04**

**Convecting Towards the Catastrophe of Substorm Onset**

**Z. V Lewis (Univ. of Tokyo)**

The "directly driven" and "loading-unloading" systems are united within a self-consistent dynamical model of substorm evolution using the single principle that the magnetosphere minimise its potential energy with respect to external (solar wind) conditions. The model predicts both the conditions required and the energy released at substorm onset and thus can be directly related to empirical results.

A consideration of the magnetospheric response to constant solar wind conditions enables explicit model equations of the time evolution of the system to be constructed which are equivalent to trajectories upon the cusp catastrophe surface.

## Energetic Particle Observations by GMS-3 and GMS-4

T. Nagai (Meteorological Research Institute)

S. Miyatake (Meteorological Satellite Center)

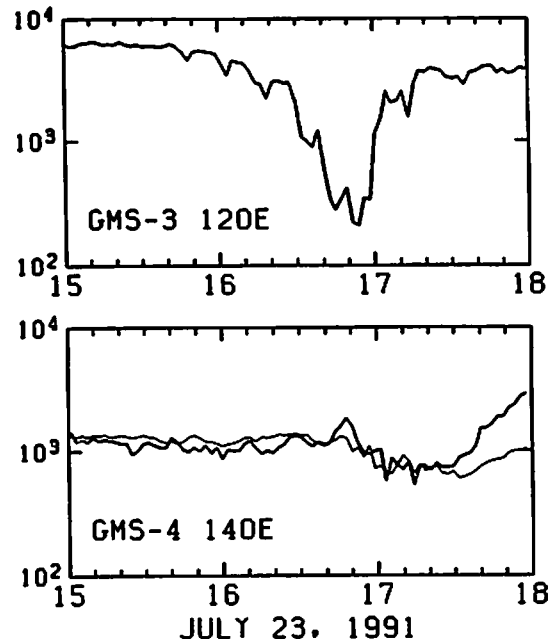
Energetic particles are observed by GMS-4 at 140°E and GMS-3 at 120°E. Substorm-associated flux variations can be compared at these two positions. In the evening region (18-21 MLT) and the post-midnight region (23-04 MLT), the flux variations are generally small and the flux recovery is delayed relative to that occurring in the pre-midnight region (21-23 MLT). Near noon, the magnetopause crossing can be detected in the flux data.

気象衛星「ひまわり」としては、東経140°の静止軌道にあるGMS-4が運用されている。一方、GMS-3は東経120°の静止軌道に待機している。GMS-3の宇宙環境モニター(SEM)による観測は、昼の1時間程度のものが月数回、一日連続のものが月一回の割合で、おこなわれている。従って、1989年12月以降、わずかではあるが、経度方向20°離れた2地点での同時粒子観測がおこなわれている。ここでは、GMS-4のELチャンネル(2MeV以上の電子)と、GMS-3とGMS-4のP1チャンネルのデータについて報告する。P1チャンネルは、1MeV程度のプロトン用ではあるが、通常MeV以下の電子をカウントしていると考えられる。従って、地球磁場に捕捉された粒子を見ていることになる。ただし、GMS-3のP1チャンネルのほうが、やや低いエネルギーの粒子まで観測しているため、高いフラックスをもっている。GMS-3は、磁気赤道面から10.6°南にあり、GMS-4は、9.6°南となっている。

図1には、1991年7月23日の観測を示す。GMS-3は、1700UTには、01.0LTに位置している。サブストームの開始(a substorm expansion phase onset)の前に減少していたフラックスが、開始の1700UT頃に元のレベルに回復していることがわかる。GMS-4は、1700UTには、02.3LTに位置している。サブストーム開始前のフラックスの減少は、あまり顕微ではないが、1650UT頃より減り始め、1730UT頃に増加に転じている。高いエネルギーの電子を計測している(EL)チャンネルのフラックスは、ほぼ元のレベルに回復しているだけであるが、より低いエネルギーの電子まで計測しているP1チャンネルのフラックスは、正味の増加があるように見える。

ここで、GMS-3とGMS-4のまん中(東経130°)の位置に対応して地方時を決めて、2つの衛星でのフラックスの増加の時刻のズレを調べてみる。21-23LTでは、2つの衛星ではほぼ同時に粒子フラックスの増加が起こる。21LTより早い地方時と、23LTより遅い地方時には、21-23LTに位置する衛星でのフラックスの増加が早くおこり、またフラックスの変動も大きくなっている。

なお、昼間側においては、正午に近い衛星のみでフラックスの減少が起きることがあり、地上の磁気データとの対応から、磁気圏境界(magnetopause)が、静止軌道の内側にはいつていることを示唆する現象もある。



中川朋子<sup>1</sup>、鶴田浩一郎<sup>2</sup>、向井利典<sup>2</sup>、西田篤弘<sup>2</sup>、松岡彩子<sup>2</sup>、早川基<sup>2</sup>、R. Lepping<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> 東北工業大学 <sup>2</sup> 宇宙科学研究所 <sup>3</sup> NASA/GSFC

### Convection in the Polar Cap in Intervals of $B_y = B_z = 0$ in the Solar Wind

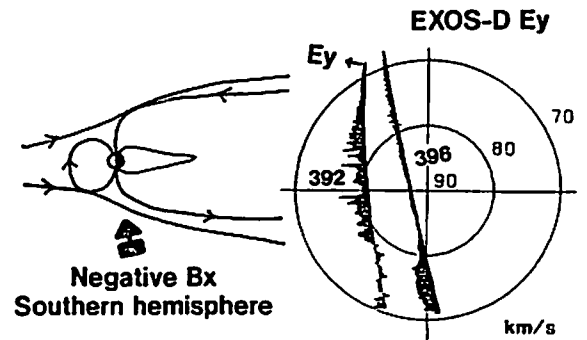
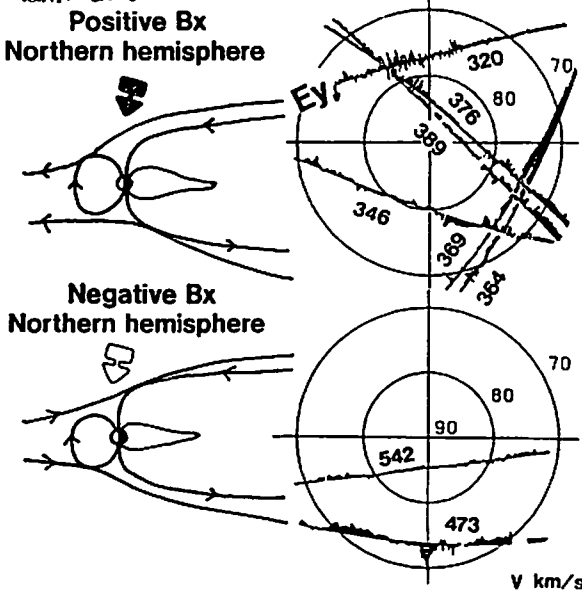
T. Nakagawa<sup>1</sup>, K. Tsuruda<sup>2</sup>, T. Mukai<sup>2</sup>, A. Nishida<sup>2</sup>, A. Matsuoka<sup>2</sup>,  
 H. Hayakawa<sup>2</sup>, and R. Lepping<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Tohoku Institute of Technology, <sup>2</sup> ISAS, <sup>3</sup> NASA GSFC

Electric field characteristics of the polar cap in the minimum energy state of the magnetosphere are investigated by using the electric field data obtained by EXOS-D satellite during the period when the y- and z-components of the interplanetary magnetic field (IMF) are zero. In intervals of  $B_y = B_z = 0$ , the polar cap electric field tended to be small. An extremely calm polar cap was found, but the convection velocity had significant magnitude and never vanished. There was a case where solar wind energy and plasma entered into the magnetosphere even when  $B_y$  and  $B_z$  were zero, but global convection pattern was not clear. Sometimes electric field in the polar cap was different under almost the same solar wind condition. The difference was not explained uniquely by the solar wind speed nor by the sign of  $B_x$ .

太陽風エネルギーの地球磁気圏への侵入は IMF によって強くコントロールされているが、その主要過程が反平行磁場の磁気リコネクションであるとすれば、 $B_y, B_z$ 成分のほとんど無い IMF は地球磁場とリコネクションを起こしにくいいため、太陽風エネルギーの地球磁気圏への侵入を最小にし、最も静かな磁気圏状態をひきおこすと予想される。本研究では、1989年9月-1990年6月の IMP-J IMF データから  $B_y = B_z = 0$  となる期間を9例集め、「あけぼの」による電場観測にもついでポーラーキャップ内の対流構造の解析を行った。観測された電場のy成分は高度120kmの値に換算し、軌道に直角に、正の値が夜側になるよう(近似的に対流の向きとなるよう)表示した。扱う電場が微弱であるため、誤差の大きくなりやすい  $E_x$  はここでは用いない。

$B_y = B_z = 0$  の期間中は極域電場は比較的弱くなる傾向があり、高度120kmの換算値で  $|E_y|$  が10mV/m以下になる場合もあった (cf. 北向き IMF の場合50mV/m程度の  $E_y$  がある)。しかし  $E_y$  は零にはならず、 $B_y = B_z = 0$  であってもポーラーキャップの対流は止まることはなかった。真昼側 磁気緯度80度においては、はっきりした正の  $E_y$  (反太陽方向の対流に相当) と太陽風起源とみられるイオンとが観測され、 $B_y = B_z = 0$  の期間中も太陽風エネルギーおよび粒子が磁気圏に入り得ることが示された。ポーラーキャップ全体を記述できるような対流構造は見つかっていない。太陽風条件(速度や密度)がほとんど同じであるにも関わらず  $E_y$  の様子が激しく異なる場合もあった。この  $E_y$  の様相の違いは  $B_x$  の極性や太陽風速度では説明することができない。これらの観測結果より、太陽風条件から磁気圏の状態を一意に決めることはできないことが示唆される。



# A11-07 あけぼの衛星で観測された極冠電位差と IMF の依存性

林信哉 (青山学院・理工/宇宙研)、 鶴田浩一郎、 向井利典、 早川基、 松岡彩子 (宇宙研)

## IMF Dependence of the Polar Cap Potential Difference Observed by AKEBONO Satellite

\*S.Hayashi (Aoyama Univ./ISAS), K.Tsuruda, T.Mukai H.Hayakawa, A.Matsuoka (ISAS)

The electric potential difference across the polar cap (the polar cap potential difference) is studied using AKEBONO (EXOS-D) electric field data. It has been considered that its being made by merging of the magnetospheric field with the interplanetary magnetic field (IMF). It is well-known that the magnitude of the polar cap voltage depends on the  $B_z$  of IMF. The polar cap potential difference increases from 30kV to 160kV as negative  $B_z$  increases, and it becomes about 20kV which the viscous interaction seems to cause when  $B_z$  is positive. The value of the polar cap potential difference is related with the interaction between the magnetosphere and the solar wind. We have found that the dependence of the polar cap potential difference on  $B_z$  from AKEBONO's data is similar to that from S3-3 satellite's.

科学衛星「あけぼの」により観測された電場を用いて、極冠の dawn-dusk 方向の電位差を求めた。期間は 1989 年 3 月から 1990 年 4 月、測定高度は約 7500~10000 km の間で、あけぼの衛星が dawn-dusk の軌道を通り、かつ、IMP-J の太陽風データがあるパス 85 例を用いた。

極冠電位差の発生する原因は

1. 磁気圏と IMF が昼側で reconnection する
2. 磁気圏と太陽風の間の粘性によって磁気圏内に運動量が輸送される

と考えられている。つまり、極冠電位差を解析することは、磁気圏と太陽風との相互作用の強さを調べることになる。本研究では IMP-J の太陽風データを用いて極冠電位差との相関関係を研究した。

一般に極冠電位差は  $B_z$  に強く依存することが知られており、本研究でも、IMF が南向きになるにつれて、電位差が約 30 kV から 160 kV に増加する IMF 依存性が見られ、北向きの時は粘性によると思われる約 20 kV の電位差が発生することが観測された。これは、過去に行なわれた AE-C&D、S3-2、S3-3 衛星による同様な研究と非常によく一致した。

また、極冠を開いた磁力線として定義する場合、 $E_y$  の反転 (プラズマの convection の反転) (Fig. 1) と polar rain による境界設定の二通り考えられるが、この二つの境界は必ずしも一致しない。本研究では、この二つの境界を使って解析を行なった。

本研究で得られた [極冠電位差 - IMF  $B_z$ ]

のグラフ (Fig. 2) に興味深い結果が得られた。この解釈について議論をする予定である。

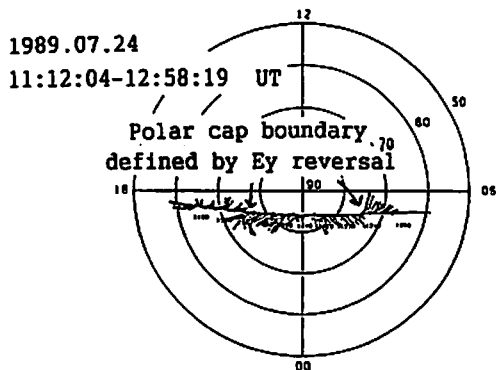


Fig.1 Polar cap convection pattern

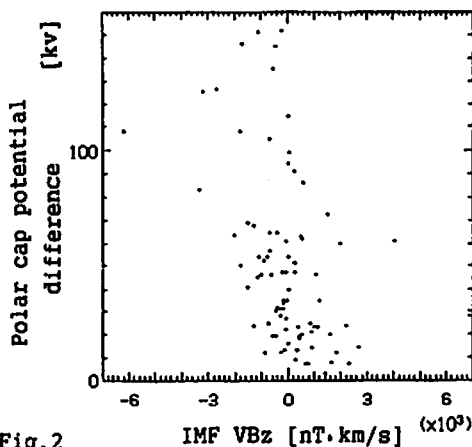


Fig.2

# A11-08

## 極冠域降下電子出現の IMF 依存性 (II)

◦小原隆博、向井利典、西田篤弘、早川基、鶴田浩一郎 (宇宙科学研究所)

## IMF Control of the Spike-like Electron Precipitation in the Polar Cap Region(II)

◦T Obara, T Mukai, A Nishida, H Hayakawa and K Tsuruda ( ISAS )

EXOS-D observation revealed that an entire polar cap region was sometimes filled with the spike-like electron precipitation. Features of the spike-like electron precipitation have been investigated as follows.

Comparison with IMF data by IMP-J has shown that the spike-like electron precipitation appeared when IMF  $B_z$  was positive ( see Fig.1(a) ), whereas there was no dependency on  $B_y$  and  $B_x$  ( see Fig.1(b)-(c) ). Regardless of large  $B_y$ , they covered an entire polar cap region ; no spatial ( dawnside or duskside ) concentration was found ( see Fig.2 ). The spike-like precipitation should occur simultaneously in both hemispheres in spite of large  $B_x$  value.

Fitting an accelerated Maxwellian to the spectra of spike-like precipitation yielded a temperature of  $\sim 50\text{eV}$ . This temperature is very similar to that of magnetosheath/mantle electrons.

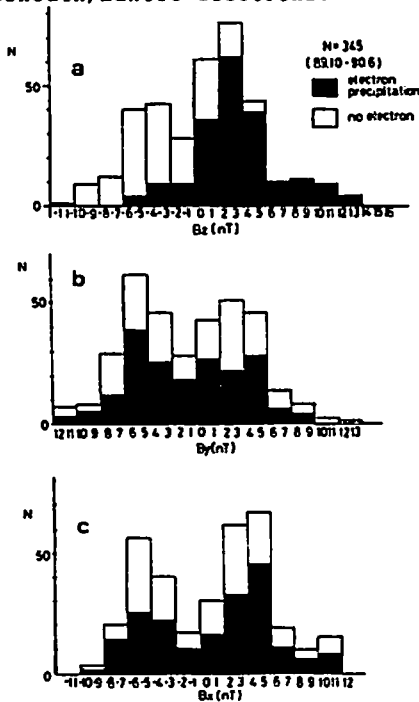


Fig.1 Plots of number of cases as a function of  $B_z$ (a),  $B_y$ (b) and  $B_x$ (c) where fluxes above the polar rain were observed (hatched portions). Occurrence of spike-like electron precipitation is strongly controlled by IMF  $B_z$ , whereas there was no dependency on  $B_x$  and  $B_y$ .

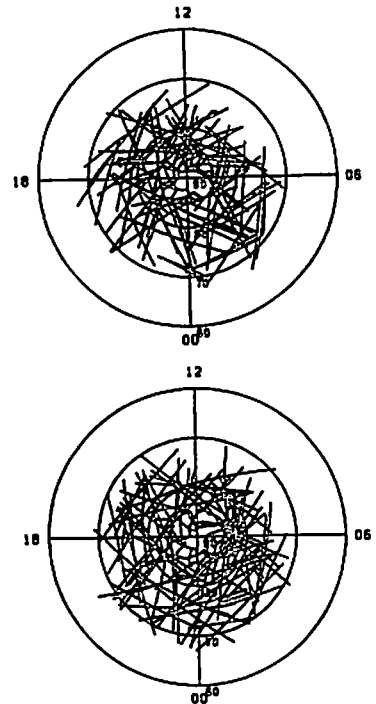


Fig.2 Distribution of the spike-like electron precipitation in the northern polar cap for  $B_y > 0$  (top) and  $B_y < 0$  (bottom). There is no control of IMF  $B_y$ .

# A11-09

## Characteristics of the particle precipitation over the polar cap during IMF $B_z > 0$

<sup>1</sup>I.Shinohara,<sup>1</sup>T.Yamamoto<sup>2</sup>,E.Kaneda<sup>1</sup>,T.Mukai<sup>2</sup>,S.Kokubun<sup>1</sup>

1: *The Department of Earth and Planetary Physics, The University of Tokyo*

2: *The Institute of Space and Astronautical Science*

The electron precipitation over the polar cap region was first reported by *Winningham and Heikkila*[1974]. They classified its characteristics into 3 types : (1) a uniform soft electron precipitation, "polar rain" (2) structured localized fluxes of more energetic electrons ( $\sim 1\text{keV}$ ), "polar showers" (3) intense "polar shower" activity "polar squalls". "Polar shower" usually appears when the IMF  $B_z$  component is positive, and has relation to occurrence of polar cap aurora.

We have studied the transpolar arc event in January.11,1990, using EXOS-D auroral images, plasma data, and plasma data obtained by DMSP-F8,9 satellites. The results are following :

- from low altitude(840km) observation, the dusk part of the auroral oval bounded by the transpolar arc was filled with soft electron precipitation (like "polar shower") like as the case reported in previous papers (e.g. *Makita et al.*[1991]).
- but at high altitude(10,000km), weak uniform electron precipitation (like "polar rain") was observed in both dusk and dawn parts.
- because more structured fluxes could be seen at low altitude, the formation mechanism of "polar shower" may be operative in lower altitudes.
- spacial distribution of "polar shower" has a dawn-dusk asymmetry. it suggests that "polar shower" depends on IMF the  $B_y$  component.
- because "polar rain" was observed in both sides of the transpolar arc, it is more likely to bifurcate the magnetotail lobes with plasma from the plasma sheet boundary layer, as suggested by *Frank et al.* [1982].

Based upon these results, we selected the cases in which almost simultaneous observation was operated by EXOS-D and DMSP-F8,9, from November,1989 to March,1990 and have investigated the characteristics of "polar shower". In this presentation, we will show the altitudinal difference of "polar shower" and discuss its formation mechanism.



カスプ等侵入領域から磁気圏に入った熱的イオン

渡辺成昭、佐川永一、巖本 巖 (通信総研)

B.A. Whalen, A.W. Yau, (カナダ NRC, HIA)

鶴田浩一郎、早川基、向井利典 (宇宙科学研)、賀谷信幸 (神戸大)

Thermal Ions from Solar Wind through Cusp Region to Geomagnetosphere

S. Watanabe, E. Sagawa, I. Iwamoto (CRL)

B.A. Whalen, A.W. Yau (Canada, NRC, HIA)

K. Tsuruta, H. Hayakawa, T. Mukai (ISAS), N. Kaya (Univ. Kobe)

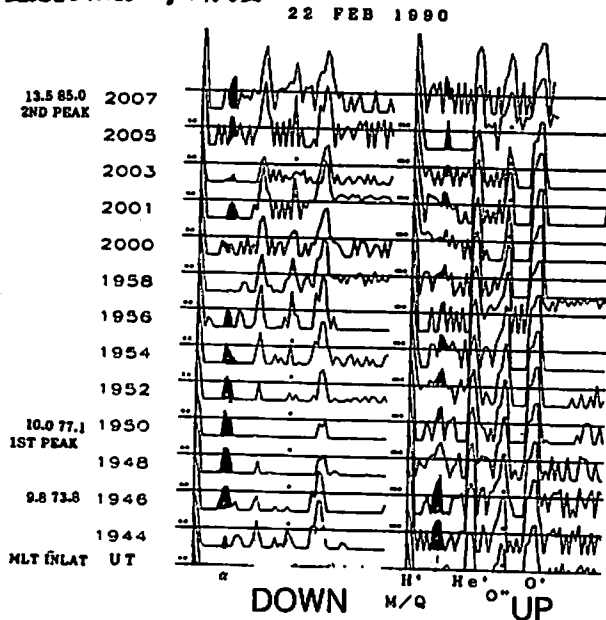
Thermal ions ( $H^+$ ,  $He^{++}$ ) from the solar wind through the cusp region in the dayside magnetosphere are controlled by IMF from a statistical point of view. This report also shows the property about the penetration and the relaxation process of  $He^{++}$  and  $H^+$  from solar wind under upflowing ionospheric ions using EXOS-D/SMS.

太陽風からカスプ等の領域から磁気圏に入り込むイオン ( $H^+$ ,  $He^{++}$ ) は IMF に強く支配される。大きな  $He^{++}$  のフラックスが観測される時の概略的フラックス方向分布に注目すると、多くの場合  $He^{++}$  はおおよそ等方的である。尚、下降  $He^{++}$  のピークが大きい時はほとんど下降  $H^+$  のピークと同時に多くその他でも数分ずれる程度が多い。この事は  $H^+$  は  $He^{++}$  と同じ様な所に到着する事を示唆している。しかしあまり相関の無い場合も少数有る事には注意しなければならない。

$H^+$  に関しては2つの特徴的場合が有ることが見られた。すなわち略式ビッチ角度分布を次式で表わして見ると、 $Flux(up)/Flux(down) < 2 \sim 3$  の場合はほぼ等方的と見なし、 $10 \sim 100$  以上の場合は Outflow とする。一般に  $He^{++}$  フラックスが特に大きい時には等方的である傾向が見られる。特に初めは Outflow であるが  $He^{++}$  の増大に伴って等方的になる例が多い。IMF の  $B_z$  成分が変動しその符号が変化する時、下降  $He^{++}$  の極大値が複数見られた。  $B_z$  の符号変

化により、侵入イオンの流れは対流の影響を強く受け、イオン流は東西に変化振動しながらやがて散乱して行くと思われる。EXOS-D の軌道によってはこのジグザグ流を2回以上観測する。第1図はその例である。UT1950 (MLT=10, IN-LAT=77) に LEP につき合せると侵入口付近で第1の  $He^{++}$  のピーク遭遇する。この時熱的  $H^+$  は上方へのフラックスが下方へのそれに比べて2桁以上多く、他のイオンとともに強い Outflow となっている。しかし UT200 に極めて高い緯度で第2の熱的  $He^{++}$  が観測された。この時は第一のピークと異なり熱的  $H^+$  はほぼ極大値をとり、かつ等方的である。複数の  $He^{++}$  観測極大値をもつパスに同様な傾向が見られた。但し、第2のピークと LEP と何の相関も無いので熱的エネルギー以上の成分は他の所に移動しているか、散乱消滅したものかと思われる。

下図は下降  $He^{++}$  フラックスの極大が2個存在した時の質量スペクトル図



## ALTITUDE PROFILE OF THE POLAR WIND VELOCITY AND ITS RELATIONSHIP TO IONOSPHERIC CONDITIONS

°T. ABE, B.A. WHALEN, A.W. YAU (Herzberg Institute of Astrophysics  
National Research Council of Canada)

S. WATANABE (Hokkaido Institute of Information Technology)

K. OYAMA (Institute of Space and Astronautical Science)

Polar wind observations above collision-dominated altitudes from the Suprathermal Ion Mass Spectrometer (SMS) on Akebono satellite are discussed with a particular emphasis on the relationship of ionospheric conditions to ion outflow signatures. SMS routinely observes the polar wind ion outflow, which includes heavy ( $O^+$ ) ion as well as light ( $H^+$  and  $He^+$ ) ions. From these data, altitude profiles of the parallel (field-aligned) ion velocities in the polar cap region were obtained. These altitude profiles were compared with simultaneously measured electron temperatures for a number ( $> 40$ ) of Akebono passes in which both the ion parallel velocities and electron temperatures were available. Shown in Figs. 1 and 2 are examples of the parallel velocity altitude profiles for  $H^+$  ions during 20 day periods in May 1991 (left side) and August 1990 (right side). These observations were limited to the polar cap ( $> 80^\circ$ ) latitudes to exclude other types of upflowing ion events which occur in lower latitude regions. Auroral zone energization was excluded by rejecting high temperature ( $T_e > 15,000$  °K) events. Figure 1 indicates that the  $H^+$  ions acquire statistically significant upward velocities near 2,500 km, and that the velocity increases from  $< 1$  km/s at 2,000 km to 8 km/s at 3,800 km. The monotonic increase in the parallel velocity with altitude may be qualitatively understood in terms of the continuous acceleration of the polar wind in the course of its upward expansion. On the other hand, the altitude profiles in Figure 2 display somewhat different characteristics; significant flow starts at lower altitudes ( $< 2,000$  km) and the vertical gradient is steeper than that shown in Figure 1. Since the solar zenith angles during these events are similar, seasonal effects are not probably responsible for the difference in the two profiles. Significant differences in thermal electron energy distributions from TED observation were found in the two intervals (Figs. 1 and 2) studied. Electron temperatures during the August 1990 events are typically higher than 6,000 °K at 2,400 km altitude, while those in May 1991 are near 4,000 °K at the same altitude. Further, electron densities in the May 1991 events are estimated to be  $7 \times 10^3$  /cm<sup>3</sup> on an average, which are as much as a factor of three larger than those in August 1990. These data suggest that the difference in the polar wind velocity profiles is a direct consequence of the electron temperature and density variations in the low-altitude polar cap region where the polar wind flow originates.

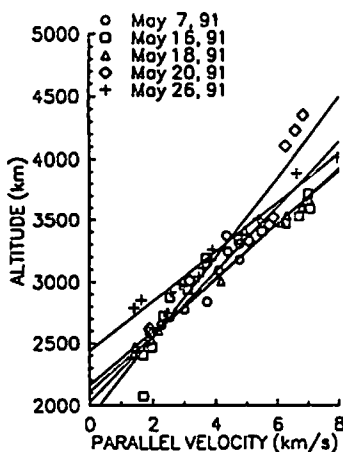


Figure 1.

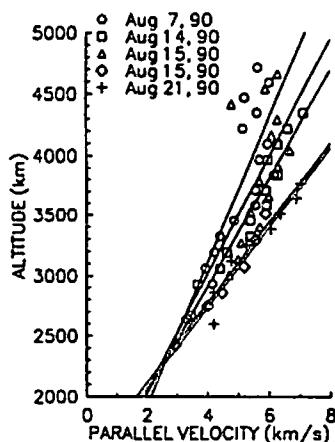


Figure 2.

# A11-PP-47 磁力線再結合の3次元特解（厳密解）

寺沢敏夫（東大理），星野真弘（理研），藤本正樹（名大）

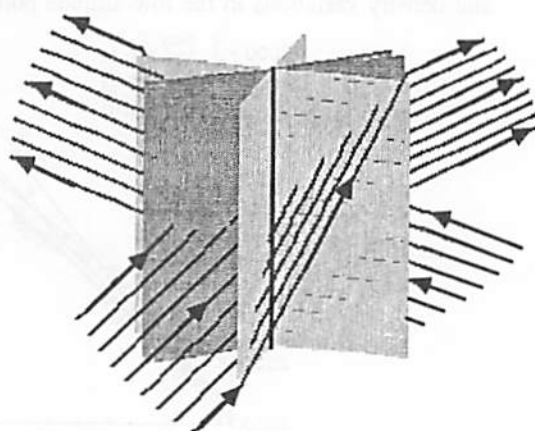
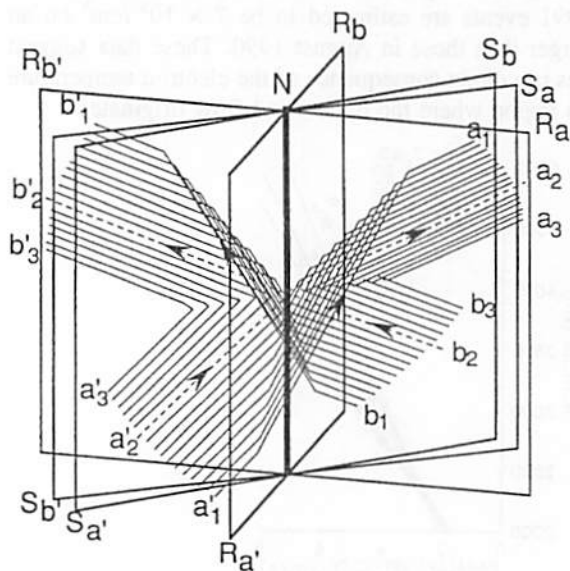
## An Exact Solution of 3D Compressional Reconnection Problem

Toshio Terasawa (U. Tokyo), Masahiro Hoshino (Riken), and Masaki Fujimoto (Nagoya U.)

For a three-dimensional reconnection problem in a compressional plasma, we have found a new analytic solution, which consists of ideal-MHD regions, MHD singularities (slow shocks and rotational discontinuities), and a neutral line. This solution predicts the existence of plasma jetting parallel to the neutral line, in addition to the usual plasma jetting in the direction perpendicular to the neutral line. However, contrary to the suggestion by Lau and Finn [1990], and Priest and Forbes [1992], that three-dimensional reconnection regions should have velocity singularities, our solution has well-behaved velocity fields without any singularity.

磁気圏前面・太陽フレアにおける磁力線再結合機構では磁気中性線に沿った磁場成分が存在するのが普通である（この成分を縦磁場成分と呼ぼう）。また、磁気圏尾での磁力線再結合でも惑星間空間By成分のしみこみにより、縦磁場が存在する場合がある。これまで縦磁場の存在は磁力線再結合機構にとって本質的ではなく、2次元的な解に縦磁場を重ね合わせれば、3次元解が得られるとする思い込みがあった。しかるに最近Lau and Finn (Ap. J., 350, 672, 1990), Priest and Forbes (J.Geophys. Res., 97, 1521, 1992)は

3次元解は重ね合わせでは得られず、separatrix近傍の速度構造に特異性（速度→無限大）が現われるという「革命的」な見解を表明した。本講演の目的は、速度に特異性の無い3次元磁力線再結合の特解を提出し、「革命」的な解は少なくとも一般的とは言えないことを示すことである。ただし、ここでの議論は特解によるものであって一般解による議論ではない。最終的な決着の為にはまだしばらく議論を続けなければならないだろう。



↑ 3次元磁力線再結合問題の厳密解の構造図

# A11-PP-48 あけぼの衛星で観測された対流電場の赤道面への Tsyganenko 磁場モデルによる投影

・今崎 篤, 西田 篤弘, 鶴田 浩一郎, 山本 達人 (宇宙研)

## Equatorial Mapping of the Electric Field Convection of Akebono(EXOS-D) satellite by the Tsyganenko magnetic field model

A.Imasaki, A.Nishida, K.Tsuruda, T.Yamamoto (the Institute of Space and Astronautical Science)

The electric field has been observed by EFD instrument on Akebono(EXOS-D) satellite in the polar orbit. Although the polar ionospheric mapping of the electric field convection vector has been carried out and the polar ionospheric convection has been investigated in detail, the convection in the outer magnetosphere has been investigated little based on in-situ observation. We will investigate the electric field and convection in the magnetosphere by mapping the electric field convection vector observed by Akebono satellite into the magnetic equatorial plane using the Tsyganenko magnetic field model. Since the magnetic field lines in the magnetosphere are quite variable and can deviate greatly from the Tsyganenko magnetic field model when the magnetic activity is high, we choose the quiet case when the Kp index is low when the Tsyganenko magnetic field model may be valid for the projection for mapping.

これまでに幾つかの極軌道衛星が打ち上げられて、大体数百ないし数千 km 高度における電場の観測が行われて来た。そして、これらの高度における電場及びこれによる convection についての研究が詳細に行われて来ている。また、convection を地球の電離層高度に投影する事によって電離層高度における convection についても様々な研究がなされて来ている。しかし、これまではこれらの領域の外側の比較的地球から離れた磁気圏については実際に電場を観測した例がほとんどないため、外側の領域の実際の観測による研究がほとんどなされていなかった。そこで、あけぼの (EXOS-D) 衛星から得られた電場による convection を磁力線に沿って磁気赤道面に投影する事によって磁気圏の数  $R_e \sim$  数  $10 R_e$  ( $R_e$ : 地球半径) の地点における convection の様子を推測する事を試みた。赤道面へのトレースには Tsyganenko の磁場モデルを用いた。実際の磁力線は変動があるので磁場モデルによるトレーシングの有用性については疑問点もあるが、今回は比較的トレーシングの有用性があると思われる  $K_p$  の低い状態の続いた穏やかな時期を選んで投影を行って赤道面における convection の様子について報告する。

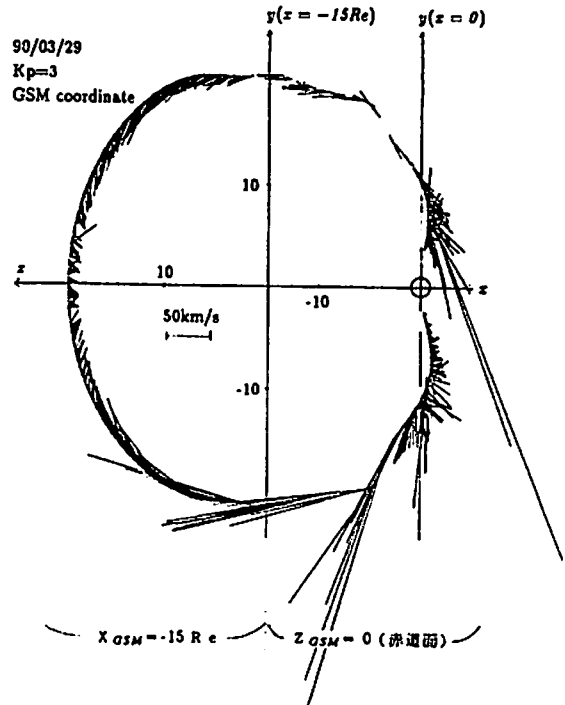


図 convection の投影例  
(  $X_{GSM} > -15 R_e$  で  $Z_{GSM} = 0$  の面、  
 $X_{GSM} < -15 R_e$  で  $X_{GSM} = -15 R_e$  の面 )

# A11-PP-49 Near-tail Magnetic Configuration and Particle Precipitation During Convection-Dominated Period

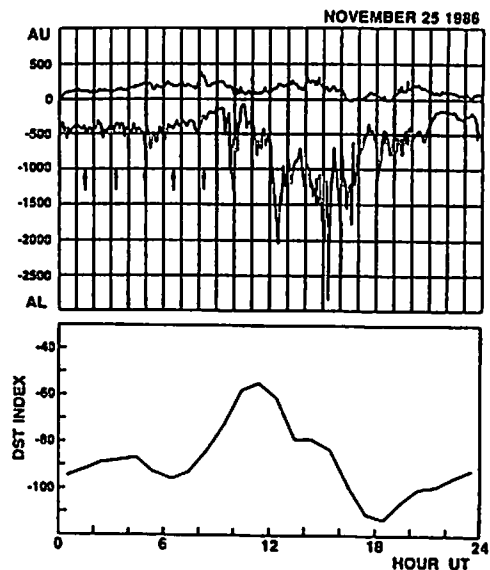
Susumu Kokubun<sup>o</sup> and Iku Shinohara (Department of Earth and Planetary Physics, University of Tokyo, Tokyo 113)

A magnetospheric substorm has been defined to be "a transient process initiated on the nightside of the Earth in which a significant amount of energy derived from the solar wind-magnetosphere interaction is deposited in the auroral ionosphere and in the magnetosphere"(Rostoker et al., 1980). It is generally considered that a substorm sequence consists of the three phases, growth, expansion and recovery phases, and is of duration of 2-4 hours. On the other hand, prolonged AE activity with duration of more than 4 hours does not occur so frequently, but is observed in association with the southward interplanetary magnetic field. The recovery phase and such prolonged disturbed periods are perhaps the least understood aspect of magnetospheric disturbances.

In this study we will examine two day periods, November 24-25, 1986, which contain several substorm sequences, a prolonged quasi-steady AE activity and quiet periods. As is shown in the Figure, AL and Dst indices were in a quasi steady level during the period from 22 UT on November 24 to 08UT on November 25. Strong substorms were observed before and after this interval.

One of interesting features found in this analysis is that a stretched magnetic field configuration was observed in the near tail region. The inclination of magnetic field during quasi-steady AE interval was  $\sim 0^\circ$ , similar to the field configuration during the growth phase of strong substorm. The Dst index was fairly stable around  $\sim -90$  nT. Thus, the polar current system during this period is due dominantly to quasi steady convection driven by the solar wind.

We compare electron and ion precipitation characteristics during periods corresponding to quiet condition, expansion phase and convection-dominated period by using DMSP image and particle data.



Recovery of Magnetospheric Configuration Associated with  
Northward Turning from Southward IMF

Tatsuki Ogino

Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

We used a global magnetohydrodynamic (MHD) model of the interaction between the solar wind and the earth's magnetosphere in order to investigate magnetic reconnection in the magnetotail and following recovery of magnetospheric configuration when the interplanetary magnetic field (IMF) turned from southward to northward. In the simulation, a near-earth magnetic neutral line is formed at  $x = -14R_e$  and a plasmoid is ejected tailward during southward IMF ( $B_z = -5nT$  and  $t < 57m$ ). After the northward IMF reaches the dayside magnetopause, reconnection region moves from subsolar point to high latitude tail and a wavy phenomenon at the dayside magnetopause disappears. Closed field lines which are added near subsolar region due to the high latitude tail reconnection convect tailward along flank magnetosphere and shift toward the center of plasma sheet to give recovery of long magnetotail.

$B_z = 0nT \rightarrow -5nT \rightarrow 5nT$   $t = 66.5m$  ( 9.5m)

$B_z = 0nT \rightarrow -5nT \rightarrow 5nT$   $t = 104.5m$  ( 47.5m)

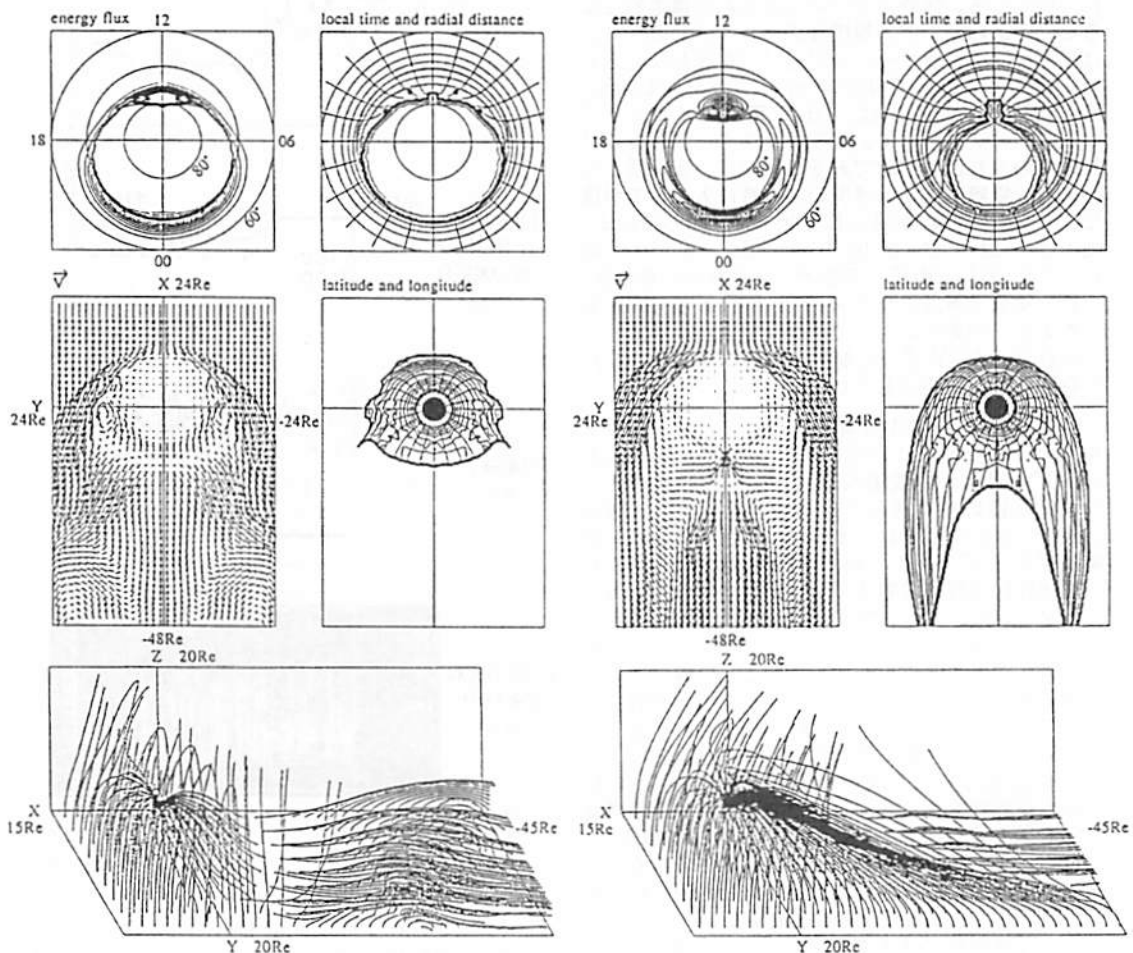


Fig.1. Polar cap and equatorial patterns of the earth's magnetosphere, and 3-dimensional magnetic field configuration when the IMF orientation turned from southward to northward.

IMF 北向き時における真夜中オーロラオーバル付近の  
プラズマ対流と降下粒子特性

°田口 聡 (京大理)、杉浦正久 (東海大開発技術研)

J.D. Winningham (Southwest Research Institute), N.C. Maynard (Phillips Laboratory)

Characteristics of the plasma convection and the precipitating particles  
near midnight auroral oval for northward IMFS. Taguchi<sup>1</sup>, M. Sugiura<sup>2</sup>, J.D. Winningham<sup>3</sup>, and N.C. Maynard<sup>4</sup><sup>1</sup> Faculty of Science, Kyoto University<sup>2</sup> Institute of Research and Development, Tokai University<sup>3</sup> Southwest Research Institute, U.S.A.<sup>4</sup> Phillips Laboratory, U.S.A.

Plasma flow near the midnight auroral oval for northward IMF is highly structured in some cases, but in others the flow shows a coherent large-scale convection pattern. In particular, when the IMF is stable and large, a flow pattern controlled by IMF *By* appears. We examine characteristics of the precipitating particles for various patterns of the plasma convection and discuss the corresponding state in the magnetospheric source region using the DE-2 electric field and particle data.

惑星間空間磁場が北向きになると、一般に電離圏極域真夜中オーロラオーバル付近のプラズマの流れは弱くなる。同時にプラズマの流れが構造的になることとあわせて、大規模なプラズマの対流パターンは真夜中オーロラオーバル付近には存在しないと考えられてきた [e.g. Bythrow et al. 1985]。しかし、Heelis et al. [1986] は、DE-2 衛星のイオンドリフトのデータを用いて、真夜中セクターにおけるプラズマの流れは構造的であることが多いと判断しながらも、電離層電気伝導度のよい時に大規模で明確なプラズマの流れが見られるケースも示している。我々は、これまで (第 90, 91 回学会、submitted to J.G.R.) DE-2 衛星の電場データの解析に基づき、比較的電気伝導度が良く IMF *Y* 及び *Z* 成分が安定したある一定条件のもとで、真夜中オーロラオーバル付近に IMF *Y* 成分に制御されるプラズマの流れが存在することを示している。

本研究では、DE-2 衛星の電場及び粒子データを用いて、上記のようないくつかのパターンを示すプラズマ対流が生成領域である磁気圏の状態のどのような違いを反映しているのかを考察する。図は premidnight のオーロラオーバル付近で得られた電場及び粒子データの 1 例である。電場データにおいて比較的大規模な対流パターンが認められる。粒子データとして、上から電子 (>35 keV) の粒子フラックス (ピッチアングル 0° と 90°)、イオン及び電子のスペクトログラムを示している。低緯度から高緯度に向かって、35 keV 以上の電子が等方的になるところ、keV レンジのイオンが消失するところが一致している。電子のスペクトログラムでは、より高緯度側にまで 1 keV にとどくエネルギーの粒子降下が観測されるが、同様の場所で降り込み構造にある種の変化が見られる。この特徴的な場所は、open/closed 境界面の有力な候補と考えられそうである。そして、この場所はプラズマ対流のリバーサルよりわずかに高緯度側の位置に対応している。このような対応がプラズマ対流のパターンの違いによってどのように変わるのかを検討する。

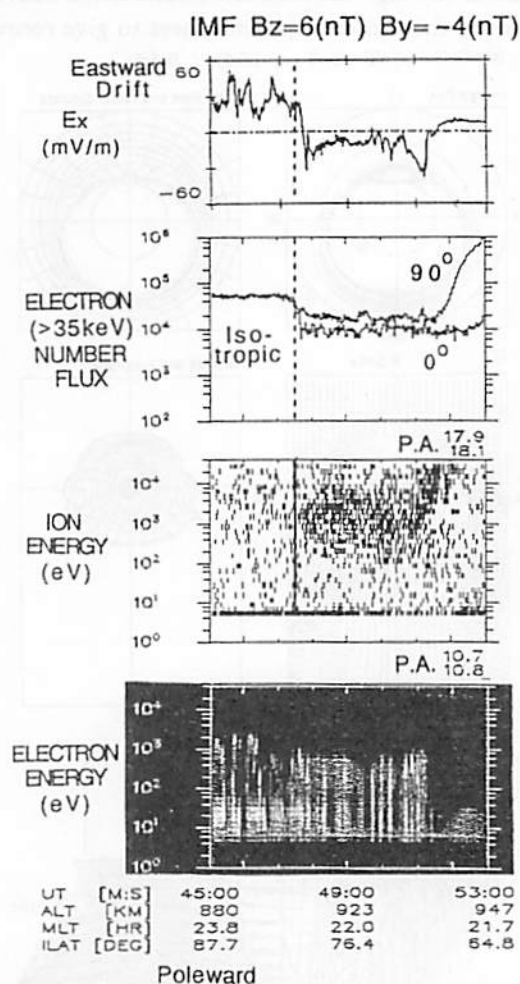


Figure. Electric field and particles near pre-midnight auroral oval in the northern hemisphere observed by DE-2.

# A11-PP-52

## 「あけぼの」衛星の5m伸展マストのアライメント変化

河野 克巧・逸山 文雄・田中 真 (東海大工) 広川 英治 (ISAS)

### Measurement for mast alignment of the Akebono satellite

K. Kohno, F. Tohyama, M. Tanaka (Tokai Univ.), E. Hirokawa (ISAS)

The Akebono satellite carries a fluxgate magnetometer (MGF) with the sensors mounted on a 5-m extension mast. For the magnetic field data processing, it is very important to eliminate periodic spin effects by the deviation between the sensor frame and the satellite frame. From the data of the sun sensor (TSAS) mounted on the spacecraft itself and the MGF data, the directional alignment and the annual changes of the mast were measured. In result, distortional twist of the mast is exist with  $0.4-0.7'$ . The annual change of the alignment increases gradually with  $0.15'$ /year and periodical changes with 4-months were observed. It correspond to the time of the sun shade in the satellite orbit.

科学衛星「あけぼの」に搭載されている磁力計 (MGF) センサは5m伸展マストの先端に取り付けられていて、磁場の精密解析にはマストのアライメント変化を決定する必要がある。マストのアライメント解析は磁力計と二次元太陽センサ (TSAS) のデータを用い、それぞれの座標系におけるスピン軸方向を求めることによって求めることができる。MGFデータからセンサ軸と磁力線方向とのなす角度を求め、MGF座標系でのスピン軸方向を推定する。TSASデータより太陽角を求め、機体座標系でのスピン軸方向を推定する。両座標系で求めたスピン軸方向は一致していると仮定することにより、マストの曲げ、ねじれが検出できる。

外部磁場変動のない時間でのデータを選び1週間ごとに解析して、スピン軸方向の経年変化を調べた。さらに1パス内でのスピン軸方向の変化も調べた。

その結果、マストのねじれは増加傾向にあり、その大きさは1年当たり約 $0.15'$ である。さらに4カ月程の周期で $\pm 0.1'$ の変化をしていて、衛星軌道の日陰時間に強い相関を示した。それに対しスピン軸方向と機体とのなす角は $0.8^\circ \sim 0.9^\circ$ の範囲でほぼ一定であることから衛星本体のスピン軸方向変動はほとんどない。

今後さらに解析するパスを増やし、長期間におけるマストの経年変化および日照・日陰との関係について調べて行く予定である。

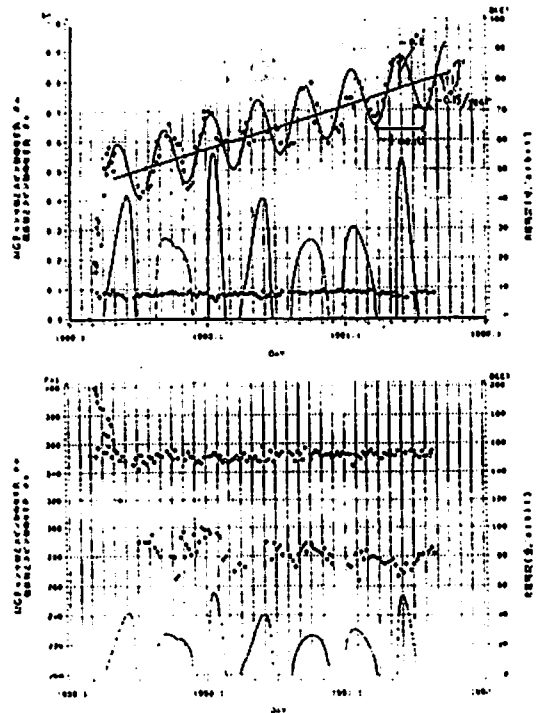


図1 打ち上げから1991年9月までのスピン軸方向の経年、Z軸からの角度 $\theta_z$ 、 $\theta_x$  (a) 及びX軸からの方位角 $\phi_z$ 、 $\phi_x$ の変化 (b)



# A11-PP-53

The New System of KASMMER

\* Satoru Tsunomura, Akira Yamazaki and Tetsuo Tokumoto (Kak. Mag. Obs.)

The optical pumping magnetometers have been used as the main instrument of Kakioka Automatic Standard Magnetometer (KASMMER) since 1972, but now they are apt to be out of order frequently after long time use. Examining the requirements for geomagnetic data and recent progress of technology and considering the cost performance of equipment, we decided to replace them with other instruments.

The new system consists of a fluxgate magnetometer and 4 Overhauser magnetometers with 3 Fanselleau-Braunbek coils. The former is for high sensitivity data with the resolution of 0.01 nT and the other is superior in the stability of base lines. Coils, canceling the geomagnetic field in the direction of coil axes and providing wide area of uniform zone, make it possible to perform the component observation by scalar magnetometers as Overhauser Magnetometer.

In 1989, the fluxgate magnetometer (Shimadzu Corporation) was installed at the depth of 5m in the new observation house underground. From 1990 to 1992, we have got 4 Overhauser magnetometers (GEM SYSTEMS through KOKUSAI Electronics Corporation-KEI-) and 3 Fanselleau-Braunbek Coils with 65 cm radius (GAUSS through KEI). We are now testing component observation by Overhauser magnetometers. Figure 1 shows one of the results of component observation by an Overhauser Magnetometer.

A new computer system will also be installed by the end of the fiscal year of 1992. The new computer system consists of 7 Work Stations and is expected to be effective in the progress of data processing, especially in data exchanges through telecommunication lines.

In the lecture, following matters will be discussed

1. the limitation of the accuracy of data
2. the averaging interval of one second values

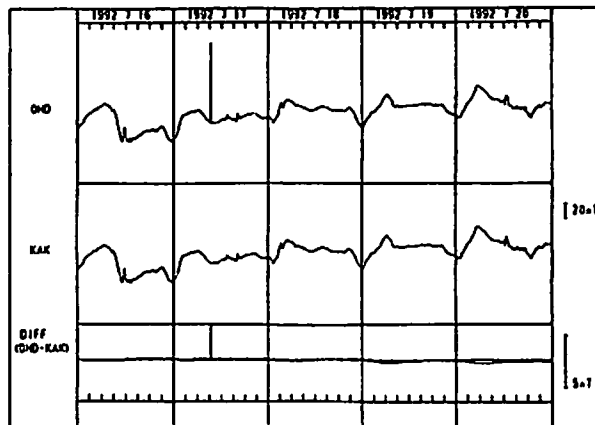


Fig. 1 One second values of H component observed by Overhauser Magnetometer(OHD), optical Pumping Magnetometer(KAK) and the difference.

# 磁気圏プラズマ波動

oral: A12-01~17

poster: A12-PA-14~32

座長

大村善治 (京大超高層)

橋本弘蔵 (東京電機大)

# A12-01

## 銀河中心デカメートルパルサーの 6周波数同時観測

° 永瀬 文昭、大家 寛、飯島 雅英、森岡 昭、福崎 順洋  
東北大学・理学部

Simultaneous Observations of Decametric Pulsar in our Galactic Center at 6 point frequencies

° F. Nagase, H. Oya, M. Iizima, A. Morioka, Y. Fukuzaki  
Geophysical Institute, Tohoku Univ.

The decametric pulsar with a period of  $421.602 \pm 0.002$  msec has been observed in a frequency range from 21.9 to 38 MHz since its discovery in 1984. In the present observation carried out in 1992, simultaneous observations have been made at 6 different frequencies in a wide frequency range from 21.86MHz to 65.4MHz together with tracking observation of north pole region in terms of the galactic coordinate. Although the present data analysis is in a preliminary stage, the result confirms that a clear image of pulse form can detectable only when the observations are made in galactic center tracking mode.

### 1. 序

1984年に発見された (Oya et al., 1988) デカメートル波帯のパルサーは、1983年から91年までの継続観測により、その周期は421.602msecであり、その波形は、ディップ波形であることが明らかになってきた。そのパワーは銀河雑音レベルに比べ0.6%と非常にS/Nの低い信号であるにもかかわらず、そのパルスは、Boxcar methodにより明確に検出されている。現在まで観測周波数は、21.9MHzから38MHzまで進められてきたが、本研究では、さらに、新たにメートル波帯も加え、21.9MHz から65.4MHzまでの広帯域にわたって6周波数で同時観測を行いpulse波形の検出を試みた。また、対比観測として、29.3MHzで銀河北極にアンテナを向けた場合の観測を同時に行った。

### 2. 手法

東北大学のデカメータ電波観測室においては、観測周波数20~65MHzでデカメートル及びメートル波電波が観測されている。受信システムは、Three Stage-Super Heterodyne 方式で、最終信号は、PCMデータレコーダに周波数標準を用いたタイムコードとともに記録される。A/D変換された信号は、計算機によって Boxcar methodを適用しpulse波形を再現する。

### 3. 観測結果

図1及び図2に、銀河中心と銀河北極のそれぞれにアンテナを向けた場合の同時観測の結果を示す。銀河中心を追跡したものは、pulse波形が明確に出現しているが一方、銀河北極を追跡観測したものは、パルス成分は含まれていない。これは、パルスが銀河中心から到来することを積極的に示す例となりうる。

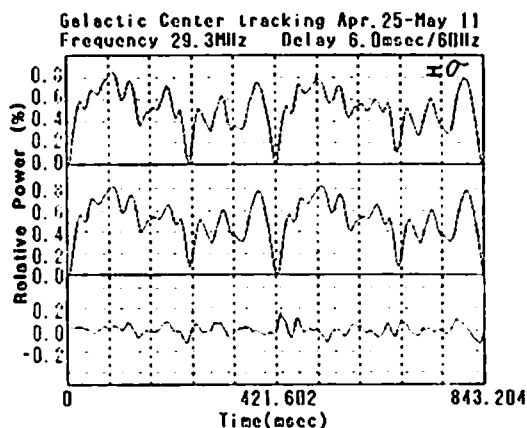


Fig. 1 銀河中心に向けた時の結果

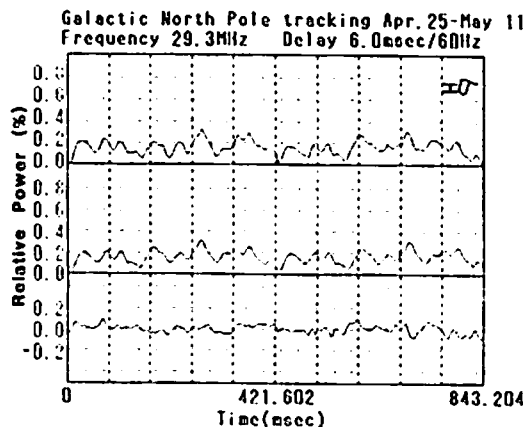
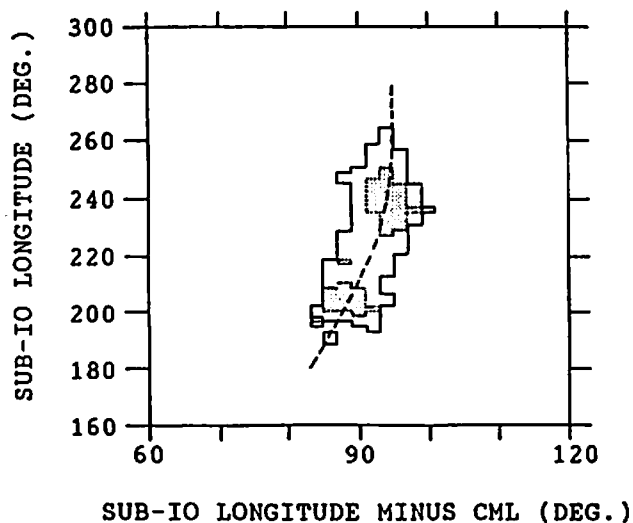


Fig. 2 銀河北極に向けた時の結果

Koitiro Maeda (Hyogo College of Medicine)

We discuss the beaming geometry of a component of Jovian decametric Io-related radiation (so-called Io-B radiation) on the basis of the 22.2 MHz occurrence probability data of a ground-based observatory (University of Texas Radio Astronomy Observatory). The Texas occurrence probability data were originally plotted as a function of the central meridian longitude in System III (CML), i.e., sub-observer longitude, and the orbital phase angle of Io measured from its superior geocentric conjunction (Io phase). In order to see the beam directions with respect to the orbital position of Io we replotted the same data as a function of sub-Io longitude and the difference between the sub-Io longitude and CML. In such a plot we found that the longitude difference changes as a function of sub-Io longitude (referred to as a "longitude-difference drift"). We made a simulation based on a hollow cone beaming hypothesis and a standard model of the Jovian magnetic field (O4 field model) to account for the observed longitude-difference drift.

In our model it is assumed that the radiation frequency is close to the electron cyclotron frequency at the emission point, and the radiation is emitted into a thin hollow cone with its axis tangent to the local magnetic field. It is also assumed that the Alfvén waves excited near Io propagate along the flux tube to excite the 22.2 MHz radio source close to the cloud tops of the planet. Since the angular velocity of the corotating magnetic field exceeds that of Io's orbital motion, the 22.2 MHz source presumably lies in a flux tube ahead of Io. We used a "lead angle", which is defined by the difference between sub-Io longitude and the equatorial longitude of the Io-excited flux tube, to take account of the Alfvén-wave propagation time. We determined the lead angle and cone half-angle that account best for the observed longitude-difference drift. It is concluded that the longitude-difference drift is strongly related to the non-dipolar characteristics of the Jovian magnetic field represented by the O4 field model.



中村 義勝  
通信総合研究所

WAVE NORMAL DISTRIBUTION OF A WHISTLER AT THE DUCT EXIT

Yoshikatsu NAKAMURA

Communications Research Laboratory, Koganei, Tokyo, 184

Wave normal directions of a whistler at the duct exit are calculated when initial wave normals are upward at the conjugate duct entrance (Fig. 1). Vertically downward wave normals (dip:90°) appear quasi-periodically at the duct exit for the wave injection positions at the duct entrance (Fig. 2). Figure 3 shows the distribution of whistler wave normals at the duct exit for the case of Figure 2. The abscissa is a horizontal distance from the center of the duct normalized to the duct half-width  $\Delta$ . Two kinds of wave normals appear in the duct's central region. One is vertically downward wave normals shown by solid line, corresponding to the lobes near dip 90° in Figure 2, which are responsible for the penetration to the ground. The other is shown by dotted line, which is supposed to be related with the propagation near the Gendrin angle.

沖縄での方探観測によれば、ホイッスラは直径10~20 km程度の天頂付近の狭い領域から到来する。この性質を調べるため、沖縄を通過するL=1.120のIGRF磁力線の周りに直径20 kmのダクトを付けた電子密度分布モデルを用い、レイトレーシング法により検討を行った。

共役点側における、ホイッスラのダクトへの入射位置を、ダクト中心からずらして、ダクト出口でのホイッスラの波動法線の向きを調べたところ(第1図参照)、入射位置に対して準周期的に鉛直下向き(dip:90°)の波動法線が現れた(第2図参照)。波動法線が鉛直下方のトランスミッションコーン内を向いたとき、ホイッスラは電離層を貫通し地上で受信されると考えられる。

第3図は、第2図の例に対し、ダクト出口におけるホイッスラの波動法線分布を示したものである。横軸は第2図と同様にダクト半値幅で規格化してある。ダクトの中心部には二種類の波動法線が現れる。一種類は、実線で示す、鉛直下方を向く波動法線で、第2図に現れた伏角90°付近の鉛直下向きの波動法線ローブに対応するものである。ホイッスラの地上への透過に寄与するのは、この実線で示す波動法線である。第2、3図において、ダクトの下端高度を400 kmに仮定したが、既に講演会で発表したように、地上ホイッスラを生ずる大部分のダクトの下端は高度200 km以下にまで降りていると考えられるので、ダクト下端高度を下げた場合についても考察する。

Fig.1 SCHEMATIC DIAGRAM OF WAVE INJECTION

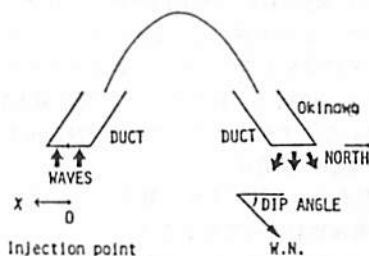


Fig.2

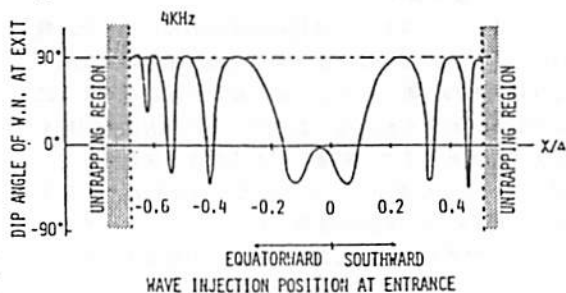
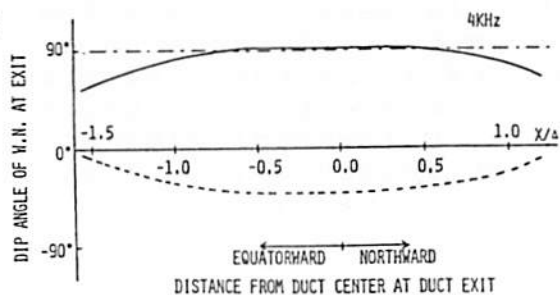


Fig. 3



# A12-04

## テザーロケット実験 (Charge-2B)における 電磁波動現象の観測

・ 白井基文(電通大)、阿部琢美(NRC)、佐々木進(宇宙研)、小山孝一郎(宇宙研)、  
河島信樹(宇宙研)、W. J. Raitu(ユタ州立大)

### Wave generation in the tethered rocket experiment (Charge-2B)

・ M. Usui(Univ. of Electro-Comm.), T. Abe(NRC), S. Sasaki(ISAS), K.-I. Oyama(ISAS),  
N. Kawashima(ISAS), W. J. Raitu(Utah State Univ.)

The tethered rocket experiment, CHARGE-2B, was carried out in March 1992. The experiment had two purposes. The first was to clarify the possibility to stimulate Very Low Frequency(VLF) electromagnetic waves by modulating a propagating electron beam at an energy of 3 keV with a current of 2 Amperes. Second was to study the charging of vehicle and beam propagation over a wide altitude range. The charging effect, wave generation and current induction on the wire by the beam emission were studied by these experiments.

1992年3月に第5回目の日米共同テザー・ロケット実験が行なわれた。この実験では、図1のように、ロケットのペイロード部分を上空で分割し、親子ロケット間に導電性のワイヤーで結び、親子ロケット間に最大500Vの電圧を印加した。テザー・ワイヤーは約422mまで伸展した。この実験の目的は

- 1・電子ビーム及びテザー電流によるVLF電波放射の可能性を探る
- 2・広い高度範囲における飛翔体の帯電現象を観る

ことであった。ロケットは最高高度267kmに達した。飛行中ロケットの機軸は、まず頭部を地球磁場の東に向くように、かつ、電子ビームと磁力線が平行になるように姿勢制御され、それ以後、親ロケットに軸方向の回転を加えて最大90°まで、磁場に対する角度を変化させて、親ロケットから電子ビームの放出が行なわれた。電子ビームは4,8,14,17kHzに変調されて放出された。それと同時に、窒素ガスの放出も行なわれ、中性ガスの放出によるプラズマ環境の変化も計測できるようになっていた。

搭載観測器により、両ロケット間の電位差、電子ビーム放出にともなう電磁波動の変化など、様々な計測が行われた。図2は日本側が用意した計測器のうちのVLF波動測定の結果である。斜めの軸は時間で、窒素ガスと電子ビームのON、OFFを帯表示で示した。窒素ガスの放出によって、ビームの変調周波数とその高調波に対応するVLF波動のレベルが変化しているのがわかる。現在、このデータを詳しく解析中である。

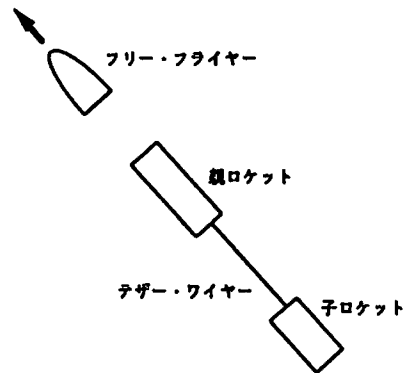


図1:テザーロケット

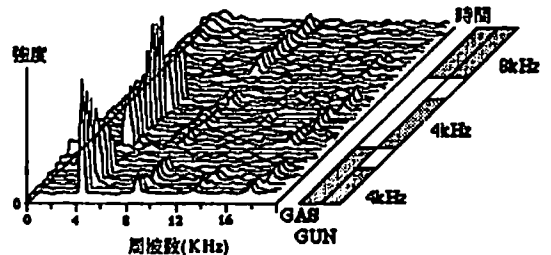


図2:VLF波動の測定結果

# A12-05 テザー電流によるプラズマ波動励起及び伝搬特性

°白井 英之      松本 紘      大村 善治  
 京都大学超高層電波研究センター

## A Study on Wave Excitation and Propagation induced by Electrodynamic Tether Current

°Hideyuki USUI    Hiroshi MATSUMOTO    Yoshiharu OMURA  
 Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University.

To study the excitation of plasma waves by the electrodynamic tether system, we performed computer experiments using electromagnetic particle code. In a model region, a cross-field current source is placed which represents a tether current. The current intensity is modulated with various frequencies. We adopt 1D and 2D models for the computer experiments. In the 1D case, we examine the basic characteristics of the induced waves such as wave mode and propagation angle with respect to  $B_0$ . It is found that a wave packet is enhanced and propagates mostly along  $B_0$  for the case that the frequency of the current oscillation  $\omega$  is less than  $\Omega_e$ . Judging from its polarization and propagation velocity, the wave packet can be determined as whistle mode. As the propagation angle approaches to a right angle with respect to  $B_0$ , the wave becomes damped. By performing 2D computer experiments, we confirm the 1D results and examine the detail of the wave propagation. A model of moving current source is also adopted for 2D computer experiments.

地球磁場を横切る大型宇宙建造物中には  $V \times B$  効果により起電力が生じる。このため、建造物自体が電流源となり、周辺プラズマ、建造物を含む電流系を形成する。この電流源より、アルフベン波 (Alfvén wings)、また、LHR 周波数付近、ホイッスラーモードにおけるプラズマ波動励起が生じることが知られている。宇宙空間中のテザー系においても、それ自身が電流源となりプラズマ波動を励起させるものと予想される。

これまで、我々は、シャトルテザー衛星システム、そして高電位衛星の電磁力学過程について、2次元電磁粒子および3次元静電粒子コードを用いた計算機実験を行ってきた。これにより、テザー系近傍のプラズマ密度分布、テザー系の電位変動、また電子ビームによる LHR 波動励起など、テザー系に付随する基本的な物理を理解すること

が出来た。<sup>1)</sup>

今回は、前回に引続きテザー電流によるプラズマ波動励起の定量的解析を計算機実験によって行なう。今回は1次元モデルを用い、磁力線を横切る電流線によるホイッスラー波動励起について検討を行なったが、今回、その結果を踏まえて2次元計算機実験を行なった。固定テザー電流に周波数変調を加えた場合 (Fig.1)、また、一定値のテザー電流を磁場に対して移動させた場合について計算機実験を行ない、励起されるプラズマ波動の伝搬特性について考察を行なう。

### 参考文献

- [1] 白井 他、第 83~87 回、第 90 回 第 91 回 SGPSS、講演予稿集

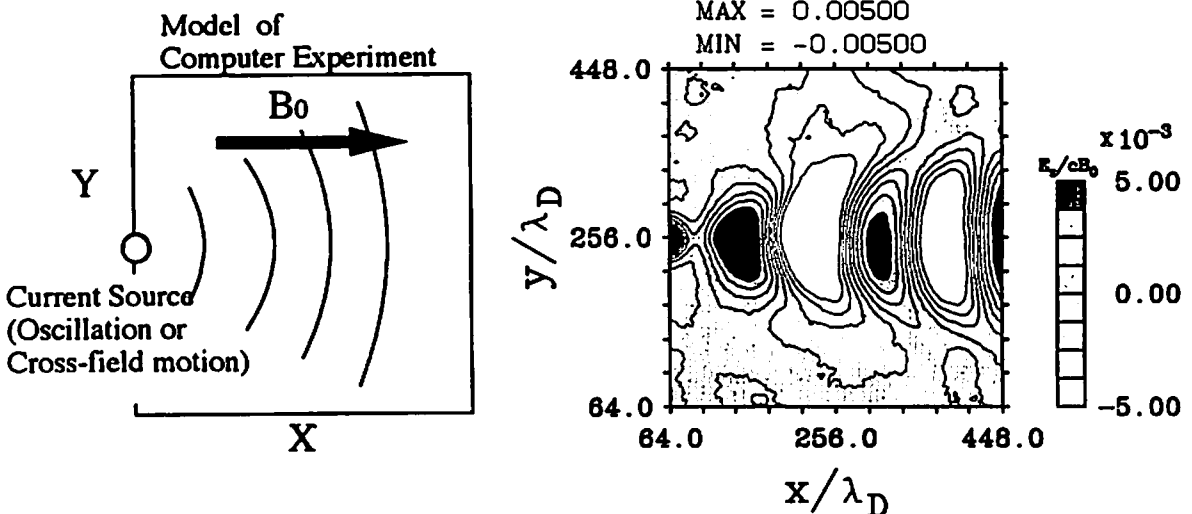


Fig. 1: Spatial distribution of whistler mode wave packet.

計算機実験による再突入宇宙機の  
ブラックアウト回避に関する研究

°竹中 聡                      松本 紘                      白井 英之  
京都大学超高層電波研究センター

Study on avoiding the blackout  
by computer experiments

°Satoshi TAKENAKA      Hiroshi MATSUMOTO      Hideyuki USUI  
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University.

Blackout is an inevitable phenomenon which disables radio transmission from a spacecraft in reentering the atmosphere. In search of the possibility to avoid the blackout, we perform computer experiments with 2D electromagnetic particle code. In a model region of the computer experiment, we radiate a wave from one of the boundaries toward a nonuniform dense plasma. In 1D model, we give uniform  $B_0$  in the dense plasma so that the radiated wave could propagate in the whistler mode. In case of  $\Omega_e \geq 2\omega_0$  where  $\omega_0$  denotes the frequency of the source wave, the whistler wave can propagate without loss. In 2D model, to realize a realistic situation, we adopt a dipole field as  $B_0$  which is created by DC current fixed at the body surface. Taking account of the results obtained in the 2D computer experiments, we study and present the characteristics of the whistler propagation through the dense plasma as well as the transmission ratio of the wave.

再突入宇宙機が大気圏に再突入する際に、衝撃波によって発生した宇宙機周囲の高密度プラズマのため、宇宙機と地上局との通信が不可能となる。この現象は、ブラックアウトと呼ばれており、リアルタイムの通信が必要な誘導宇宙機、有人宇宙機においては解決すべき問題といえる。我々は電磁粒子コードを用い、ブラックアウト回避を目的とした計算機実験を行っている。モデルとしては、宇宙機後方のアンテナ近傍のみを対象としており、プラズマは急激な密度勾配を持っている。1) 今回は2次元のモデルにより、ブラックアウト回避の方法の一つとして、アンテナ近傍の高密度プラズマに磁場を加えることにより、伝搬可能なモードであるホイッスラー波を発生させる計算機実験を行っている。

前回の1次元モデルでは、高密度プラズマに加える磁場は一様磁場を仮定しており、その大きさが $\Omega_e = 1.79\omega_0$ ( $\omega_0$ :電波の発振周波数)のとき、プラズマ中においてLモード波は反射、減衰されているのに対し、ホイッスラー波はほぼ減衰することなく伝搬し、真空において光速モード波となって伝搬していく様子が確認された (Fig.1)。結果として、1次元で一様磁場を加える計算機実験では磁場の大きさが $\Omega_e \geq 2\omega_0$ であれば減衰することなくホイッスラー波が伝搬し、その効果が確認された。

それに対し今回は、より現実的なモデルとして2次元モデルにおいてダイポール磁場を与えている。これは、+zおよび-z方向に流れる無限長直線電流を仮定した際に生じる磁場であり、このダイポール磁場を運動方程式を解く際に考慮した計算機実験を行っている。2次元ダイポール磁場は、1次元一様磁場とは違い磁場の大きさは距離とともに減衰し、また磁力線は電波の伝搬方向と平行でなくなる。つまり、ホイッスラー波は様々な角度を持つ斜め伝搬となると思われるがこのときのホイッスラー伝搬の様子、

電波透過率の変化についても考察、議論する予定である。

参考文献

- [1] 竹中 他、第91回SGEPSS、講演予稿集

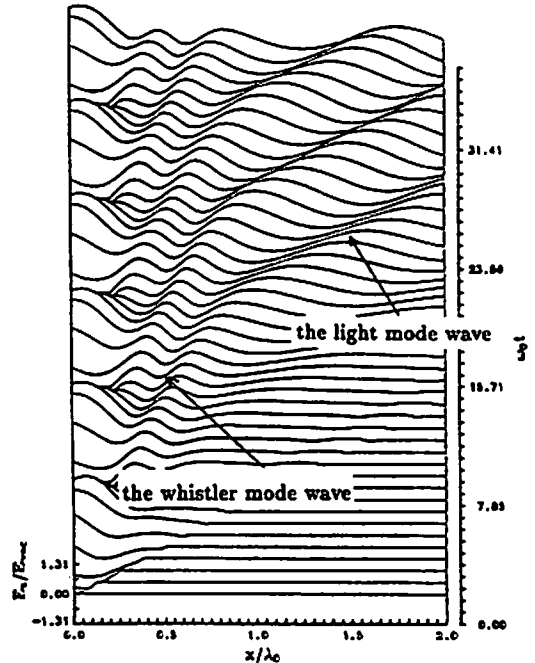


Fig. 1: Propagation of the whistler mode wave in dense plasma and the light mode wave in vacuum.



# A12-07 高周波電磁波の自己収束に関する計算機実験 II

上田 裕子<sup>1</sup> 松本 紘<sup>2</sup> 大村 善治<sup>2</sup> 奥沢 隆志<sup>3</sup>

<sup>1</sup>千葉大工 <sup>2</sup>京大超高層 <sup>3</sup>電通大

## Computer Experiment of Self-focusing of a High-Frequency Wave II

H. Ueda<sup>1</sup> H. Matsumoto<sup>2</sup> Y. Omura<sup>2</sup> T. Okuzawa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Chiba Univ. <sup>2</sup>RASC Kyoto Univ. <sup>3</sup>Denki-tsushin Univ.

Possibility of self-focusing of high-frequency electromagnetic wave in inhomogeneous plasma are studied by 2D computer experiments to investigate the nonlinear interaction of microwave transmitted by Solar Power Satellite with ionospheric and magnetospheric plasma. It is assumed for initial condition that electron and ion density distribution are Gaussian along the direction perpendicular to the wave normal of O-mode wave. It is discussed the electron density distribution are nonlinearly unstable because of self-focusing and charge separation.

太陽発電衛星 (SPS) 計画において電力を輸送するマイクロ波が電離層の水平方向プラズマ密度の局所的非一様性のために自己収束するという可能性を検討するため、これまでも2次元周期境界モデルシミュレーションコード (KEMPO) を用いて計算機実験を行ってきた。このモデルの場合、初期条件としては少なくとも線形理論の範囲内で安定な解を与える必要があるが、今回はそのひとつの例として図1に示すように電子およびイオン密度が共にOモード波の伝搬方向と垂直方向にガウス分布をもつプラズマを仮定して行った計算

機実験の結果を示す。

図2はX方向について平均化した電子密度のY方向分布の時間変化を表す。定性的な予測によれば高密度の領域は電磁波の自己収束の効果によりさらに密度が上昇すると考えられているが、図2からはより複雑な非線形効果が見られる。これは安定なイオン密度に対して電子密度分布は自己収束によって変化するため電荷分離が生ずるといったプロセスと考えられる。さらには、このようなプロセスに伴い励起される静電波、電磁波についても議論する。

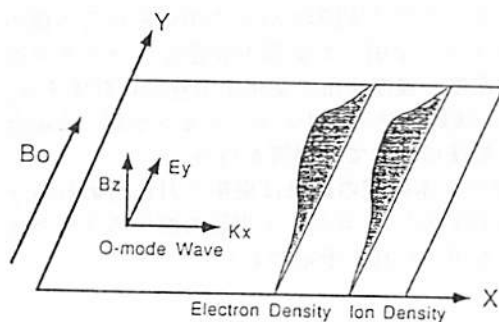


Fig.1 Initial condition of computer experiments

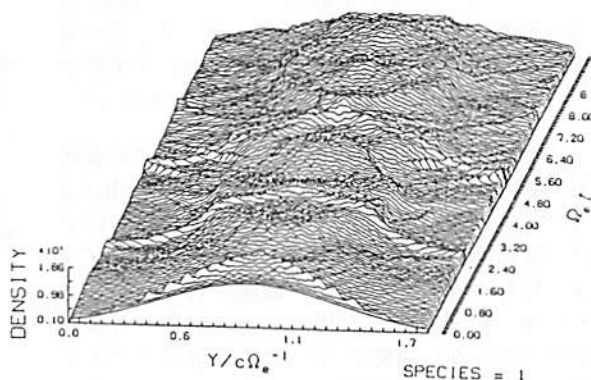


Fig.2 Time history of electron density distribution averaged along the direction of wave normal.

# A12-08

## 大振幅マイクロ波と電離層プラズマの非線形相互作用の研究

° 篠原 真綾 松本 紘 David Shklyar  
京都大学超高層電波研究センター

### The study of a nonlinear interaction between an intense microwave beam and ionosphere plasma

° Naoki SHINOHARA Hiroshi MATSUMOTO David SHKLYAR  
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University.

In the near future, the SPS (Solar Power Station) will be constructed in space and provide electric power by the transmission of 2.45GHz microwave beam from space to the earth. Prior to this, we need to analyze the interaction induced by the intense microwave beam radiated into the ionosphere plasma, which may cause the energy loss of the electric power from SPS. Previously we studied the interaction by computer experiments and a rocket experiment (MINIX). However, we have not studied the interaction with the realistic parameters for the future SPS. In this study we carried out two kinds of the numerical analysis, one of which is the study on an excitation and a saturation of electrostatic plasma waves, and the other of which is a modulated instability of the intensive wave beam caused by a nonlinear frequency shift due to a ponderomotive force under the realistic parameters of the SPS.

21世紀まであと8年に迫った今、地球規模でのエネルギー政策の転換が必要となっている。そんな中、未来のエネルギー源として期待されているものに宇宙太陽発電所 (SPS: Solar Power Station) がある。SPSは宇宙空間で発生させた電気エネルギーを2.45GHzのマイクロ波に変換し、地上に送電、利用しようというものである。SPSでは大電力をマイクロ波で送電するため、そのマイクロ波送受電の技術の確立と電離層を通過する際のマイクロ波と電離層プラズマとの相互作用の理解、その対策が重要となってくる。本研究ではその中でも2つの相互作用について実際のSPSのパラメーターを用いた数値解析を行った。

1983年に行われた電離層中でのマイクロ波送電実験、MINIX (Microwave Ionosphere Nonlinear Interaction eXperiment) ロケット実験においては、波励-波励-粒子相互作用による静電プラズマ波の励起とその飽和現象が観測された。そしてその後、粒子コードを用いてその現象の再現が試みられたが、実際のSPSなどの状況下での相互作用の定量的な研究はなされなかった。そこで、我々は励起波の飽和作用についての定量的な予測を行った。

また、MINIX実験において確認はされなかったが、ポンディロモーティブ力によるマイクロ波ビームの変調不安定性が理論的に予測されている。これは電離層プラズマ中を強いマイクロ波が進行してゆくと、自らの作る電界によって周波数変調を起こし、マイクロ波電界強度分布にフィラメンテーションが起こり得る。SPSを運用する際にマイクロ波電界強度の分布を予測しておくことは、電力の送電の観点から非常に重要である。そこで、今回は実際のSPSで用いられる各種のパラメータを用いて変調不安定性、マイクロ波電力密度の強度分布の変化を定量的に評価する。また、実際にフィラメンテーションが起こる場合の対処法についての提言を行う。

また、本研究の結果は来年1月に行われる予定のISY-METSロケット実験の結果の予測と比較にも用いられる予定である。

# A12-09

## Nonlinear Propagation of Intense EM Wave Through the Ionosphere

° David R. Shklyar, Hiroshi Matsumoto

Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University, Uji, Kyoto 611, JAPAN

In this paper we examine modulational instability of very intense wave beam from SPS (Solar Power Station), interest being restricted to the wave propagation in the upper ionosphere and magnetosphere.

The electromagnetic field is described by its vector potential

$$\vec{A}(\vec{r}, t) = \text{Re}\{\vec{A}(\vec{r}, t)\}, \quad \vec{A} = \vec{a}(x, y, z)e^{i \int k dx - i\omega t}, \quad (1)$$

where  $z$  axis is along the vertical, corresponding to the main direction of the wave propagation. The equations of particle motion, which constitute the characteristic set of the kinetic equation, are written in Hamiltonian form and solved by the averaging method. Then the set of Maxwell's equations with the nonlinear current determined by the electron distribution function is reduced to two complex equations of the form:

$$2ik \frac{\partial a_\alpha}{\partial z} + \Delta_\perp a_\alpha = -\frac{\omega_p^2}{c^2} a_\alpha \frac{|\vec{a}|^2}{2v_{th}^2}, \quad \alpha = x, y, \quad (2)$$

where

$$\Delta_\perp \equiv \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}; \quad k^2 = \epsilon_o \mu_o (\omega^2 - \omega_p^2), \quad (3)$$

and other notations are standard. For analytical consideration we limit ourselves by linear polarization of the wave and neglect its dependence upon  $y$  coordinate. More precisely, we put

$$a_x = a_z = 0; \quad a_y = a(x, z)e^{i\varphi(x, z)} \quad (4)$$

and rewrite the equation for  $a_y$  in a form of two equations:

$$\frac{\partial a}{\partial z} + \frac{1}{k} \frac{\partial a}{\partial x} \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \frac{a}{2k} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = 0; \quad \frac{\partial \varphi}{\partial z} + \frac{1}{2k} \left( \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right)^2 - \frac{1}{2ka} \frac{\partial^2 a}{\partial x^2} = \frac{\omega_p^2}{4kc^2 v_{th}^2} a^2. \quad (5)$$

The right hand side of the equation for  $\varphi$  which is proportional to the potential of ponderomotive force and is nothing but nonlinear frequency shift causes the modulational instability which develops with the spatial growth rate

$$\kappa = \frac{\omega_p^2 a_o^2}{4kc^2 v_{th}^2}. \quad (6)$$

Numerical estimation of the quantity  $\kappa$  with the parameters relevant to the problem under discussion yields  $\kappa \sim 2 \cdot 10^{-8} \text{m}^{-1}$ . The transversal scale of modulations which have maximum growth rate is of the order  $\lambda_x \sim 7 \cdot 10^2 \text{m}$ .

恩藤 忠典、中村 義勝 (通信総合研究所)

## Electrostatic VLF Emissions Observed by DE-1

T. Ondoh and Y. Nakamura (Communications Research Laboratory)

VLF electric field data(650Hz-40kHz) from DE-1 were received at Kashima, Japan during June, 1986 to January, 1991 as one of the NASA Dynamics Explorer Guest Investigator Program. Whistler-induced hiss, electrostatic banded hiss and magnetospheric chorus were observed by DE-1 in the vicinity of the equatorial plasmasphere.

Whistler-induced hiss occurs often in the equatorial outer plasmasphere, its occurrence latitude is dependent on geomagnetic activity, and frequencies of whistler-induced hiss is mainly below 10 kHz. The oscillation of electrons trapped in potential well of oblique electrostatic whistler waves produces a frequency broadening at each frequency component of whistler depending on whistler wave amplitude. This process may cause wide band whistler-induced hiss as transient remaining effect after a whistler trace. The upper limit frequency of the whistler-induced hiss may be due to decrease of frequency broadening with increasing whistler frequency.

Banded hiss(3-6 kHz) was observed only during electric field minimum period of narrow band 1 kHz hiss of electromagnetic whistler mode. The electric field minimum or lack of ELF hiss is caused by the spin effect of DE-1 long wire antenna since the wire antenna rotates around the spacecraft spin axis in the anti-cart wheel mode. Therefore, the banded hiss(3-6 kHz) observed in the outer equatorial plasmasphere is electrostatic waves.

Magnetospheric chorus consisting of upper band(6-7 kHz) and lower band (4.0-5.5kHz) was observed at geomagnetic latitude 1.4°S ( $L = 3.83$ ) outside the midnight plasmasphere in the recovery phase( $K_p = 4$ ) of a great geomagnetic storm ( $K_p = 9$ ). Frequency gap(5.6-6.0 kHz) of the magnetospheric chorus is smaller than 7.0 kHz which is estimated from the Burtis's expression of  $0.45f_H$  for the magnetospheric chorus frequency gap, where the IGRF electron gyrofrequency is 15.6 kHz at the observation point of magnetospheric chorus. The observed lower frequency gap of magnetospheric chorus implies that the geomagnetic field around the observation point was depressed by about 20 % inside the equatorial ring current in the storm recovery phase.

# A12-11 磁気圏BPSにおけるパルス性静電プラズマ波動の発見

————— 'さきがけ' によるPWP観測結果

・大家 寛, 飯島 雅英, 森岡 昭 (東北大・理)

Discovery of Periodic Pulse of ESCH Waves in BPS of the Magnetosphere

Hiroshi Oya, Masahide Iizima, and Akira Morioka

Institute of Astronomy and Geophysics

Tohoku University

In the data of the first magnetosphere crossing of the Sakigake spacecraft, a large amplitude electrostatic plasma waves with intensity of several 10 mV/m have been identified while the spacecraft was passing through the BPS region of the magnetospheric tail. The analyses show that the pulses are generated with period of about 27 sec.

1992年1月7日、'さきがけ'は、わが国の宇宙観測史上はじめて磁気圏尾部58 Reの点に進入し、1月8日地球最接近のちBow Shockを経て、再び惑星間空間に入った。この間4~5時間にわたり磁気圏BPS領域を通過した。このとき観測されたデータは、数10 mV/mという極めて大きな振幅を持ったパルス性の波動で100 Hz - 2 kHzにわたる周波数帯域をもつものであった。これはBENとひと続きのものであるが、このスペクトルは、明らかにこの波動が静電的電子サイクロトロン波(ESCH波)であることを示した。

特に新しい発見は、この静電的波動が27秒前後の周期性パルスとして発生していることが検出されたことである。これは、謎となっているBPSの生成にかかわる重要な内容で、このパルス発生の原因の究明を行っている。

# A12-12 磁気赤道付近における静電的プラズマ波動

## - あげぼの衛星による PWS 観測

° 岡本幸三、大家 寛 (東北大理)

Electrostatic Plasma Waves around the Magnetic Equator  
- Observation results by PWS onboard the Akebono satellite

K.Okamoto and H.Oya (Geophysical Institute, Tohoku Univ.)

Among the plasma wave data obtained by PWS onboard the Akebono(EXOS-D) satellite, new type of the electrostatic plasma waves is found in the region of near magnetic equator. The resulted frequency domain of these electrostatic plasma waves shows that the wave is the ESCH wave( electrostatic electron cyclotron harmonic plasma wave ). The occurrence of the ESCH waves shows two types, i.e., type A for the ESCH wave emissions with discrete patches and type B for continuous occurrence. The occurrence periods of the type A ESCH waves show very systematic values with the variation of the observation altitude. The present study shows that the origin of the periodic occurrence of type A ESCH waves is plausibly related to some unknown plasma instability associated with gravity-MHD waves( new type of MHD waves ).

あげぼの衛星に搭載されている PWS (Plasma Wave and Sounder experiment) によって極域および、赤道付近の全てにわたり様々なプラズマ波動が存在することが確認されている。ここでは磁気赤道近傍の外部プラズマ圏で新たな現象が発見されたことを報告する。

この波動はそのスペクトラムから、離散的な特徴を示す A-TYPE と、主に連続的な特徴を示す B-TYPE の 2 種類に分類される。図 1 に A-TYPE の例を挙げる。いずれもその発生域は、磁気赤道を中心に ± 30°、高度 5000km 以上であり、磁気活動の比較的静かな時にのみ現れる。

この波動はその周波数 (図 2) から E S C H (ElectroStatic Cyclotron Harmonic) wave であり、その周波数を  $f_{ESCH}$ 、電子サイクロトロン周波数を  $f_c$  とすると

$$f_{ESCH} = f_c(n + a)$$

$$a = 0.6 \sim 0.9$$

が成り立つ。そして次数  $n$  が等しいものが集まって集団を作り、図 1 では 2 つの集団が観測されているが、左側が  $n = 5$ 、右側が  $n = 6$  である。

離散的な波動に関しては、その明滅の時間間隔が観測高度に対して顕著な依存性を示す (図 3)。当初このような周期性はアンテナ長とのマッチングによって生じていると仮定していた。しかしそれらは否定され、現在は磁場擾乱や密度擾乱、あるいは温度擾乱を生む未知の MHD 波動によってこのような周期性をもった E S C H 波動が励起されたり、あるいは B-TYPE のような周期性がなく狭帯域な E S C H 波動が励起されると考えて、そのモデル作りにとりかかっている。

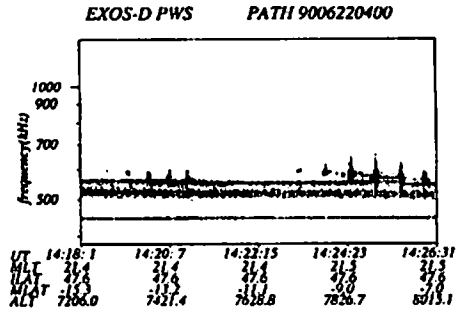


図 1 A-TYPE の例

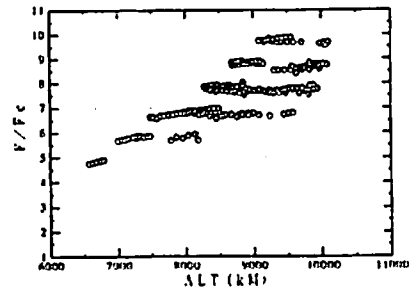


図 2 周波数と高度の依存性

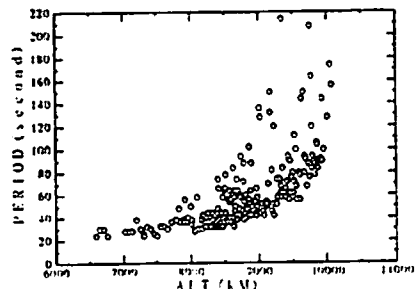


図 3 周期と高度の依存性

# A12-13 あけぼの衛星によるオメガ信号強度の観測

兼積\* 長野勇\* 八木谷聡\* 宮村和俊\* 木村肇根\*\*

\*金沢大工 \*\*京都大工

## Omega signal intensities observed by the Akebono satellite

Minoru Hata\* Isamu Nagano\* Satoshi Yagitani\* Kazutoshi Miyamura\* Iwane Kimura\*\*

\*Kanazawa University \*\*Kyoto University

The Akebono satellite observed the Australia, Argentina and Tsushima Omega signals as it passed 1000~2000km over these Omega stations. In this report, we compare the observed Omega signal intensities with the values obtained using a full wave calculation. The spatial variations of the calculated Omega intensities are quite consistent with those observed, but the calculated intensities themselves are a few dB larger than the observed intensities. This difference in intensity may be due to the horizontal inhomogeneity of the D region, which is not modeled in the full wave calculation, or to the incorrect assumption about the radiation characteristics of the Omega antenna.

これまで、オメガ送信局から放射されている 10.2kHz の信号が衛星で多く観測されてきたが、観測高度が高く、あるいは送信局の反対半球での測定であったため、送信局から電離層へどのようなパスを通過して衛星にたどり着くか等については明らかではなかった。今回、オーストラリア、アルゼンチン、対馬の各オメガ信号の強度分布を送信局の真上付近で観測することができたので、その観測値と full wave 計算値との比較について報告する。

1991年10月9日に、あけぼの衛星はオーストラリアにあるオメガ送信局のほぼ真上を通過した。この時にオメガ信号の観測を行なった。衛星の軌道と磁界  $B_x$  成分の観測値の変化の様子を図1に示す。ここでは、観測した実信号は複素信号に変換され、解析信号としてオメガ信号強度やそのポインティングフラックス等が計算されている [1]。図1において、\*はオメガ送信局の位置を表しており、○はオメガ送信局の位置から出ている地球磁場が、高度 1000km でどの位置を通過するかを、ダイポールモデルで計算した結果を表している。衛星は北から南へ高度を下げながら、オメガ送信局のほぼ真上を通過して飛行しているのが分かる。

今回、full wave 計算値と衛星による観測値を比較した。full wave 計算に用いた電子密度分布は、観測値より求めた屈折率からその観測高度の電子密度を計算し、D 層領域では観測日時の IRI モデルを採用し、中間層はそれらを外挿して決定した。送信局のオメガ電波の放射電力は 10kW と知られているので [2]、大地を完全導体としたダイポールアンテナの放射インピーダンスから full wave 計算に用いるダイポールモーメントを求めた。図2に衛星がオーストラリアにあるオメガ送信局の上空を飛行した時の、約3分間の観測値(点線)と full wave 計算値(実線)を示す。横軸である時間、つまり観測場所に対する両者の強度変化の傾向は非常に良く合っている。しかし、絶対値については full wave 計算値の方が大きくなっている。これは、下部電離層電子密度分布に IRI モデルを仮定したことや、ダイポールモーメント(アンテナインピーダンス)の見積り時の誤差に原因があると思われる。

### 参考文献

- [1] I. Nagano et al., ISAP92.1992.
- [2] E.R. Swanson and C.P. Kugel, Proc. IEEE, 60, pp.540-551, 1972.

911009

Poynting vector (0dB=1pW/m)

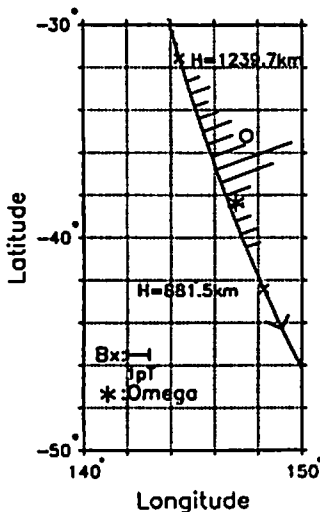


図1. オーストラリアの送信局上空で観測されたオメガ信号の衛星軌道上の強度

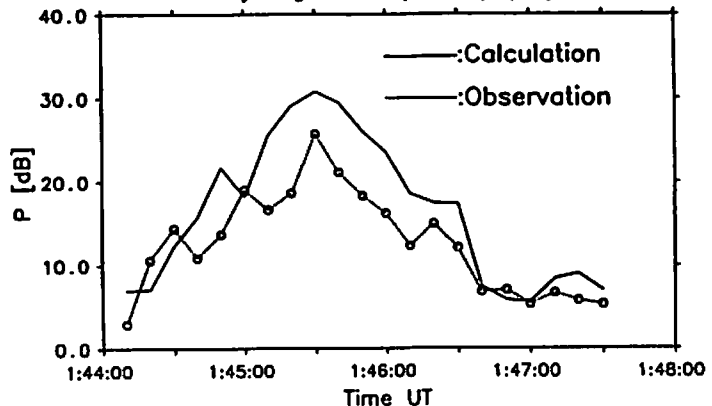


図2. オーストラリア局上空での観測値と full wave 計算値との比較 (ポインティングベクトル)

# A12-14 HIPAS 実験における地上・あけぼの衛星同時観測の full wave 解析

°宮村 和俊\* 八木谷 聡\* 長野 勇\* 木村 警根\*\* 岡田 敏美† 橋本 弘蔵††

\*金沢大学工学部 \*\*京都大学工学部 †富山県立大学 ††東京電機大学

## Full wave analysis on simultaneous VLF observations on the ground and at Akebono during HIPAS experiment

°K. Miyamura\* S. Yagitani\* I. Nagano\* I. Kimura\*\* T. Okada† K. Hashimoto††

\*Kanazawa Univ. \*\*Kyoto Univ. †Toyama Pref. Univ. ††Tokyo Denki Univ.

The VLF waves radiated from the polar electrojet currents modulated at a frequency of 2.5kHz over HIPAS HF heating facility were observed simultaneously on the ground and on the Akebono satellite. We tried to estimate the PEJ antenna altitude and an equivalent dipole moment by comparing the simultaneously observed field intensities with those calculated by a full wave method. As a result, the observed values were in agreement with the calculated values when the source dipole is located at an altitude of 66km in the east-west direction and its moment is  $4.3 \times 10^4$  Am.

電離層加熱設備の1つであるHIPAS実験設備からELF/VLFで振幅変調した2.5MHzの大電力HF電波を放射して下部電離層を加熱し、オーロラジェット電流(PEJ)からELF/VLF波を発生させる実験において、地上と上空を通過するあけぼの衛星でのELF/VLF波の同時観測が試みられた。地上と衛星との同時受信(2.5kHz)は2度成功しており、このうち1989年11月28日0551UTのあけぼの衛星のPFXデータを解析し、また、VLF波源を微小ダイポール、電離層を平面層状媒質と仮定してfull wave計算法を用いて地上および衛星高度の電磁界強度分布を求め、地上及び衛星の観測値と比較した。

あけぼの衛星ではPFX及びWBAの両観測装置で観測が行なわれた。PFXの観測周波数は2.5kHzに固定された。衛星のPFXデータの解析によって得られた0551~52UTの1分間の磁界強度を示したのが図1(a)である。0551:30~34の4秒間受信されていることがわかる。一方、地上ではHIPAS設備から北西約35kmの地点に設置された直交2軸ループアンテナを用いて磁界の水平直交2成分が観測された。この時刻前後ではほぼ一定の強度で受信された[1]。

計算結果と観測結果の比較は以下のように行なった。まず、波源高度をパラメータとして地上の電磁界分布を計算し磁界の水平面の偏波を求めると、ダイポールの方向によらず直線偏波から円偏波へと変化した。そこで偏波の観測値と比較して波源高度は約66kmと推定された。次に、磁界強度の計算値と観測値の比較よりダイポールの電流モーメント $I$ の大きさは東西方向のダイポールを想定したとき $4.3 \times 10^4$  Amで、南北方向のとき $8.7 \times 10^4$  Amと推定された。そして、電流モーメントの方向と大きさをこの二通りにおいて衛星高度(約2200km)の電磁界強度を計算した。

観測データから得られた0551~0552UTの1分間のポインティングフラックス強度に計算結果を重ねて示したのが図1(b)である。受信された4秒間で強度を比較すると東西方向の計算値と観測値が比較的近く、このとき波源はおおよそ東西方向であったと推測することができる。しかし計算結果が、この1分間全体にわたって受信され得る強度が続くことを示している点が観測と一致しない。地上ではほぼ一定強度で受信されていることから、VLF波源上空にVLF波の放射もしくは伝搬を妨げるなんらかの別の要因があることが考えられる。

参考文献 [1] I. Kimura et al: Geophys. Res. Lett., 18(2), pp.309-312, (1991)

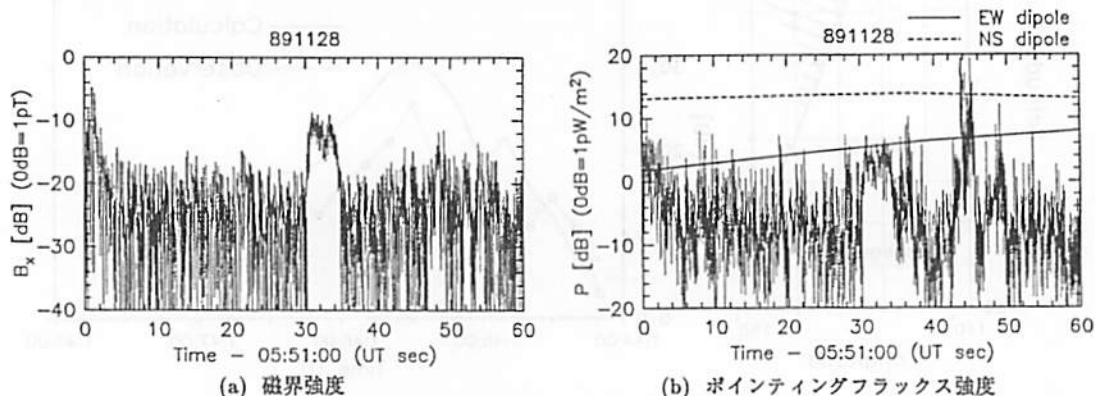


図1 あけぼの衛星による観測値と計算値



# Linear Mode Coupling in Nongyrotropic Plasmas

°Armando L. BRINCA

Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

Luis Borda de Agua

Instituto Superior Tecnico, Lisbon Technical University

Dan Winske

Los Alamos National Laboratory

Hiroshi Matsumoto

Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

The wave and dispersion equations for perturbations propagating parallel to an ambient magnetic field in magnetoplasmas with nongyrotropic (i.e. exhibiting gyrophase organization) particle populations show, in general, the occurrence of coupling among the three parallel (left- and right-hand circularly polarized electromagnetic and longitudinal electrostatic) eigenmodes of the associated gyrotropic medium. These linear interactions brought about by gyrophase organization can: (i) enhance growth and enlarge the unstable spectral range of pre-existent (gyrotropic) instabilities, (ii) excite electrostatic (and electromagnetic) perturbations in media whose free energy sources are solely electromagnetic, and (iii) drive hybrid (both electrostatic and electromagnetic) wave growth in thoroughly stable Maxwellian plasmas. Simulations with a hybrid code (fluid electrons and nongyrotropic particle protons) illustrate the first effect and follow wave growth beyond the linear regime.

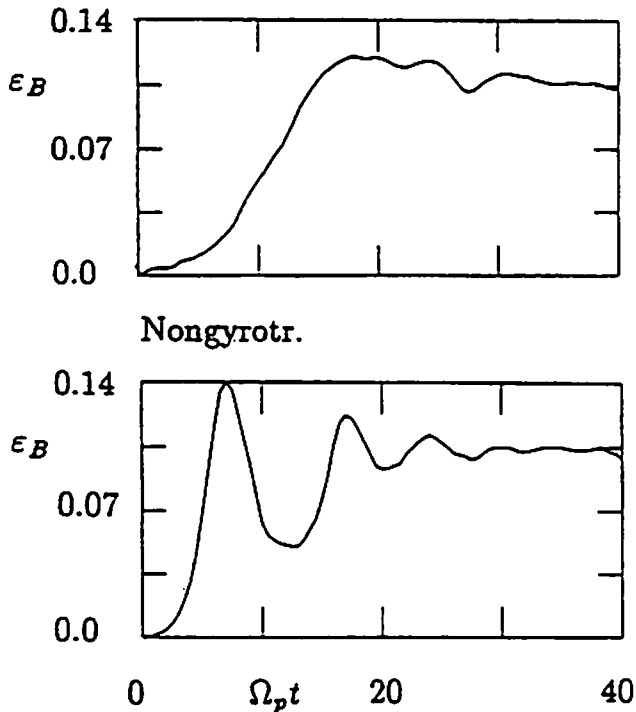


Fig. 1. Temporal evolution of the normalized wave magnetic field energies obtained from the gyrotropic (top panel) and nongyrotropic (bottom panel) simulation runs.

# A12-16 Stimulated electromagnetic emission from turbulence: A new remote plasma diagnostic

Simon Goodman and Hiroshi Matsumoto  
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

Disturbance of space plasma by external sources, such as waves or beams, can produce a state of turbulence. Turbulence is able to excite both electrostatic and electromagnetic waves but it is only the electromagnetic waves that can escape the plasma to be directly observed at long distances away. The phenomena of stimulated electromagnetic emissions (SEE) may turn into a useful turbulent plasma diagnostic. Reported here will be experimental measurements of SEE from ionospheric turbulence produced by high power radio frequency heating facilities and also a newly developed theory for the phenomena. SEE at electron cyclotron harmonics will be concentrated on. A typical spectra is shown in Figure (2). The theoretical interpretation involves a three wave decay of the pump wave into electron Bernstein and low frequency waves, the direct conversion of the pump wave on pre-existing turbulent density depletions into upper hybrid waves, and the merging of the upper hybrid waves and low frequency decay waves which then produces SEE. The mechanism is depicted in Figure (1). Electron cyclotron harmonic emissions may be useful in being able to accurately measure the ambient magnetic field. One of the most easily observed features of SEE spectra is so sensitive to frequency changes relative to the electron cyclotron harmonic that it is possible to measure the local ambient magnetic field to an accuracy of 1nT. SEE has also been reported from laboratory beam plasma experiments and may therefore be a general plasma phenomena.

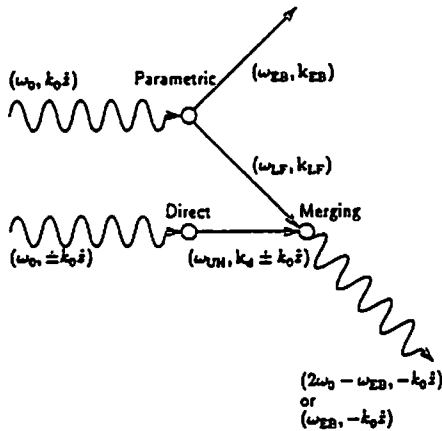


Figure 1:

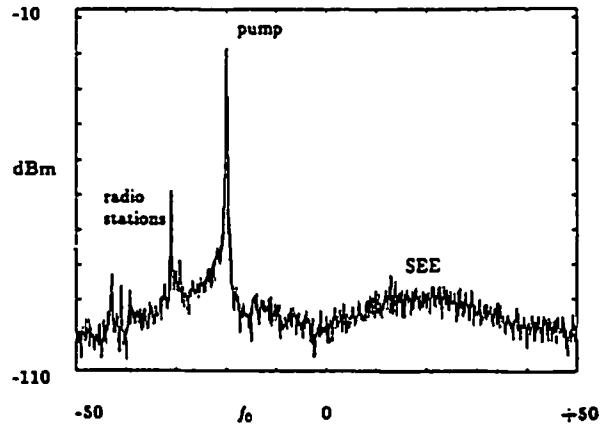


Figure 2:

Stimulated electromagnetic emission (SEE) away from the cutoff. The pump is the largest signal, and the broad upshifted maximum is the symmetric feature to the right of the pump. Data from Lavangdalen campaign, May 11, 1988 16:14:25;  $\Delta f$  kHz from  $f_0$ :  $f_0=5.443$  MHz;  $f_0$  is the pump frequency.

°大村 善治  
James L. Green

京都大学超高層電波研究センター  
NASA/Goddard Space Flight Center

Plasma Wave Signatures of the Magnetotail Reconnection Region :  
MHD Simulation and Ray Tracing

°Yoshiharu OMURA  
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University  
James L. Green  
NASA/Goddard Space Flight Center

We present the results of an innovative and powerful new technique to be used in the interpretation of GEOTAIL plasma wave data when the spacecraft is in the deep magnetotail during potential reconnection events. To provide the best possible magnetotail structure of magnetic fields and plasma densities, an MHD simulation is performed. At precisely the moment of reconnection, during the simulation, the magnetotail structure is used in the ray tracing calculations of various plasma waves expected to be generated in the X point region. Several wave modes are studied in detailed (L-mode ion cyclotron, R-mode ion cyclotron, lower hybrid waves, whistler mode waves, and L-O and R-X mode waves). Ray tracing calculations are performed in these modes as generated from a point source at all wave normal angles in the reconnection region.

Assuming each ray is generated at the same intensity, a ray density distribution is derived for the entire spatial reconnection region for several frequencies that each of the plasma wave modes can support in the MHD magnetotail model. As a hypothetical spacecraft transverse the tail reconnection structure along a typical trajectory a pseudo-frequency time spectrogram can then be constructed. It is clear that each of these wave modes has a distinctive pattern of propagation, along the magnetic field, transverse to the magnetic field, or trapped within the resulting plasmoid or reconnection region and should be easily distinguished in GEOTAIL measurements.

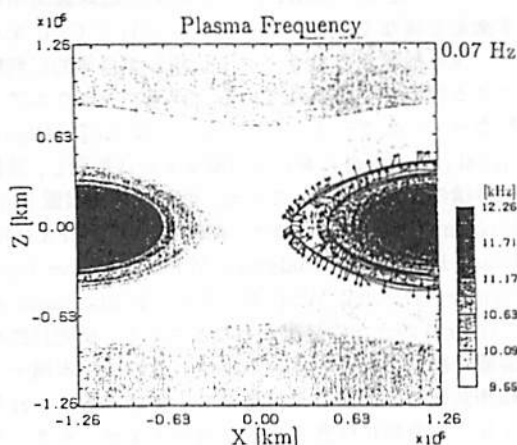


Fig. 1: Contour map of the electron plasma frequency, and ray paths for L-mode ion cyclotron waves at 0.07 Hz.

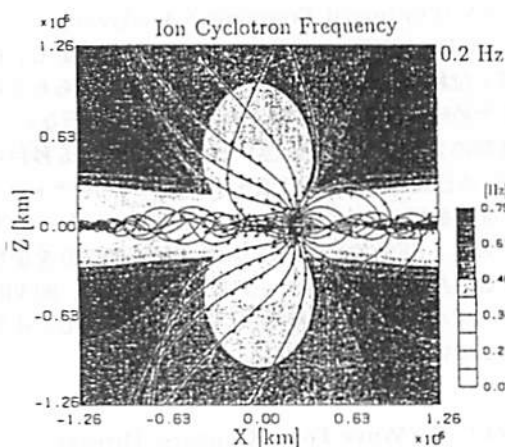


Fig. 2: Contour map of the ion cyclotron frequency, and ray paths of R-mode ion cyclotron waves at 0.2 Hz.

橋本弘蔵(電機大), 松村知己, 長野勇(金沢大工),  
岡田敏美(富山県立大), 筒井稔(京都産業大), 松本紘(京大超高層)

### Low frequency wave analyzer on board PLANET-B

K. Hashimoto (Tokyo Denki U.), M. Matumura, I. Nagano (Kanazawa U.),  
T. Okada (Toyama Pref. U.), M. Tsutui (Kyoto Sangyo U.), H. Matsumoto (Kyoto U., RASC)

Design of the low frequency wave analyzer on board PLANET-B is discussed. This system has its own CPU and DSP. Some data analysis, data compression and management are done the CPU and DSP.

#### はじめに

火星探査機 PLANET-B は従来の地球観測用科学衛星と異なり, 各サブシステム (SI) で CPU をもち, 遠い地球からのコマンドに頼らず自律的に判断できる機能が要請されている。従来ハードウェアで行なっていたことも, CPU もしくは DSP (Digital signal processor) において可能なものは処理し, 重量や容積の軽減に配慮している。低周波観測装置 (Low Frequency wave Analyzer, 略称 LFA) は OFA (On-board Frequency Analyzer), WFC-D (Wave Form Capture-Direct), WFC-M (Wave Form Capture-Memory) の三つの装置からなっている。研究目的や装置の概要は別に<sup>[1]</sup>述べられているので, 本稿では観測装置の処理内容や特徴について述べる。これらは互いに直角に伸展される 2 対のダイポールアンテナの出力を処理する 2 チャンネル構成となっている。

#### OFA (On-board Frequency Analyzer)

30Hz-30KHz の信号を 1024 点複素 FFT し, 振幅と位相差を求める。送れるデータ量が限られているため時間および周波数での平均化処理を行ない, 3 種類のデータとして伝送する。すなわち 0.5 秒毎に 240 点程度の振幅の dB 表示 (8 ビット), 2 チャンネル間の振幅比 (2 ビット) および位相差 (2 ビット) をである。FFT には TI の DSP TMS320C30 を使用する。A/D 変換は各チャンネル 16 ビット, 90 kHz サンプルを行ない直接 DSP に Serial 入力し, 小型化している。

#### WFC-D (Wave Form Capture-Direct)

直流から 40Hz までの超低周波の電場を観測する。レコードモードでは 14 ビット 128Hz サンプル

で A/D 変換を行ない, データを圧縮して 64kbps でデータレコーダに書き込む。一方 1kbps 程度のテレメータ伝送となるリアルモードでは, 128Hz サンプルしたデータを, 小型化のためハードウェアではなく上記 DSP により, 1Hz までのデジタルフィルタ (DFT) を通した後, 3Hz サンプルを行ない伝送する。

#### WFC-M (Wave Form Capture-Memory)

10Hz-1kHz までの信号を 12 ビット 2.5kHz サンプルで A/D 変換の後 8 ビットに疑似対数圧縮し一旦 4M バイトのメモリに貯める。これは 10 分程度の観測データとなるが, これをデータレコーダに何回かに分けて記録した後, テレメトリ伝送される。疑似対数圧縮回路の改良やメモリ管理を CPU で行なうことにより部品を軽減している。また 2 チャンネルのデータを送るためには時間がかかるので, 1 チャンネル伝送した後はデータの様子から, 他のチャンネルを送るかどうかを判断し時間の節約を図っている。

#### まとめ

従来の衛星と異なり, CPU や DSP が大きな役割を担った構成となっている。CPU 回りは LFA のさまざまな処理の他, プラズマ波動およびサウンダー (PWS) の処理も同時に行なうことになっている。DSP は処理時間に余裕がとれることが分かれば, もっと多くの処理を行なわせる計画である。

#### 参考文献

[1] 岡田他, 低周波電磁波動計測機 (LFA) による火星電磁気圏の研究, 本予稿集, 1992.

# A12-PA-15 低周波電磁波動計測機 (LFA) による火星電磁気圏の研究

岡田 敏英\*、橋本 弘蔵\*\*、長野 勇\*\*\*、筒井 稔\*\*\*\*、松本 絃(研究代表者)\*\*\*\*\*、LFA班

\*富山県立大、\*\*東京電機大、\*\*\*金沢大、\*\*\*\*京都産業大、\*\*\*\*\*京大・超高層電波研究センター

Study of Martian Ionosphere-Magnetosphere by Low Frequency radio wave Analyzer onboard PLANET-B

T. Okada (Toyama Prefectural Univ.), K. Hashimoto (Tokyo Denki Univ.), I. Nagano (Kanazawa Univ.),

M. Tsutsui (Kyoto Sangyo Univ.), H. Matsumoto (Kyoto Univ, RASC)

## 1、研究目的

PLANET-B計画(宇宙研)における火星周回衛星の軌道は、従来の米ソのものとは違って近火点が数100kmの長楕円軌道となる。このため火星の上層大気が太陽風と相互作用を行っているボーンショック領域から電離層領域までを詳しく測定できるという利点がある。このような領域では、電子およびイオンビームによって励起される種々の波動や、ラングミュア波、イオン音波、さらにはソリトンのような非線形波動の存在も期待できる。これらの波動の観測により、火星電磁気圏プラズマの組成、構造はもとより、波動を介してのエネルギー伝送に関する新しい知見を得ることが期待できる。

特に、LFA班では以下のようなミッションの目的に直接関係する問題の解明に寄与する観測を実施する。

- 1、BowshockやPlanetopauseなどの境界領域の形成プロセスにおける波動-粒子相互作用による等価粘性の効果およびDC電場の役割
- 2、電離気体のMass Loadingプロセスにおける電磁波動の効果
- 3、Bowshockの上流側の高エネルギー電子のオリジンおよび加速機構
- 4、Tail 領域における高エネルギーイオンのオリジンおよび加速機構
- 5、電離層プラズマと磁場の高度プロファイル測定による電離層生成機構
- 6、非磁化電離層中の電波の存在と伝搬特性
- 7、太陽風の組成

このような問題を解明するためには、電磁波動の計測を磁場、電場、プラズマなどとともに総合的に観測を行うことが是非必要である。

## 2、LFA の概要

### 2-1 センサー

直流電場および超低周波からVLF帯までの電磁波動を検出するために、探査機の側面からお互いに直交する方向に伸展される2対のワイヤーアンテナを用いる。微弱な電磁波動を検出するのに十分なS/Nを得るために伸展長として Tip-to-Tip 40m 程度を計画している。

### 2-2 エレクトロニクス

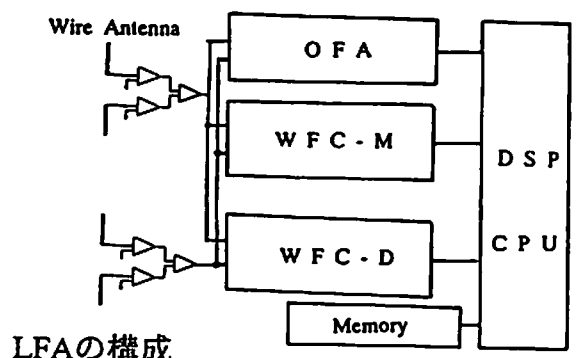
LFAのエレクトロニクスの構成を下図に示す。2対のアンテナからの信号はOFA (Onboard Frequency Analyzer), WFC-D (Wave Form Capture-D), WFC-M (Wave Form Capture-M) によってそれぞれ解析する。

OFAでは、10Hz-30kHzの帯域の信号を増幅し、DSP (Digital Signal Processor) によって複素フーリエ変換を行い、2成分信号のそれぞれの振幅と位相差をオンボードで求める。これらの情報から波動の偏波を知り、波動モードの決定を行う。この偏波計測はPhobos-2探査機では行われなかった。

WFC-Dでは、直流から40Hzまでの超低周波波動の波形を精密に観測する。そのために、A/D変換器は14ビット精度とする。WFC-Dにより、火星電磁気圏における空間的な電場と超低周波の強い非線形波動を検出することができる。一方、WFC-Mでは、10Hz-1kHzの帯域の信号の波形を伝送する。Phobos-2探査機では、数100Hz-1kHz ボーンショック近傍においてこの帯域の強い波動が観測されているが、本LFAではさらに超低周波帯のイオンに関わる波動も測定する。

PLANET-B探査機が電離層領域をサーベイするのに要する時間はおよそ10分である。その間の観測データは4M BYTESのメモリーにいったん蓄え、その後地上へテレメトリ伝送される。その伝送レートは約 1kbps である。また、低速のデータレートではあるが、実時間でデータを伝送するリアルモードも用意する。

このような観測データの処理、テレメトリデータの編集、各電子機器の制御は DSP (Digital Signal Processor) とCPU(Central Processing Unit) によって行う。



LFAの構成

# A12-PA-16 高速 A / D 変換による 木星デカメータ電波・Sバースト解析

平田 浩司、大家 寛、森岡 昭、飯島 雅英（東北大理）

Analysis of the Jovian decametric S-bursts by high speed A/D converter

K. Hirata, H. Oya, A. Morioka and M. Iizima  
Geophysical Institute, Tohoku Univ.

The generation mechanism of Jovian decametric radiations has been studied using newly developed wideband polarimeter. To analyze short duration S-bursts, the detected signals are digitized through a high speed A/D converter with the aid of a computer PC-98. The set up became the first digital system so far in the history of the studies on S-bursts.

## 1. 序

木星デカメータ電波は、そのタイムスケールから変動周期が分単位のLバーストと、ミリ秒単位のSバーストに大別される。そして東北大学理学部木星電波観測室では、広帯域偏波システムによって、それぞれのバーストの発生機構を明らかにするための研究を行なっている。Sバーストに関しては、その時間変動の速さからアナログ処理を中心としたデータ解析が行なわれてきたが、今回高速A/D変換を行なうことによって、データをデジタル化し、Sバーストの解析をより高度に行なうことが可能となった。

## 2. 手法

信号をPC-98の制御により、サンプリング周波数50kHzでA/D変換することで、デジタル的に周波数分解能30kHz、時間分解能2nsecでダイナミックスペクトル化することに成功した。また、パソコンに12MbyteのRAMボードを設置することで、連続して最大2分間のデータを取り込むことが可能である。

## 3. 結果

下に今回得られたダイナミックスペクトルの1例を示す。1992年3月13日のI<sub>o</sub>-B電波源中の約0.6秒間のデータで、下線が引いてある部分が右旋偏波成分で、それ以外は左旋偏波成分である。この表示ではSバーストの構造を見るため疑似的に同様の強度にしているが、実際のポーラリゼーション等容易に解析されることになった。

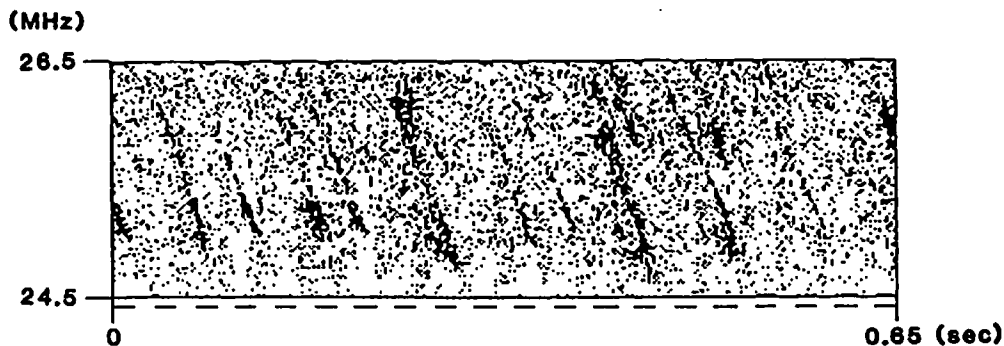


図1. 高速A/D変換によって得られたSバーストのダイナミックスペクトル

\*三澤浩昭(名大STE研)、大家 寛、飯島雅英(東北大理)

The Polarization Characteristic of Io-related Jovian Decametric Radio Bursts

H. Misawa(STE Lab., Nagoya Univ.), H. Oya, M. Iizima(Geophys. Inst., Tohoku Univ.)

The analyses of polarization characteristic of the Io-related Jovian decametric radio bursts have been performed with estimating the effect of following factors; 1) the polarization mixture occurring in anisotropic plasmas, 2) the interference by reflected waves from the ground, 3) the mixture of the non-polarized component with the polarized component in radio bursts. The full wave analysis along ray paths shows that the effect of 1) is a negligible quantity as compared with 2) and 3). The quantitative analyses for 2) and 3) suggest that the Io-related radio bursts are characterized by the elliptical polarization with a mean absolute value of about 0.35 for the axial ratio.

1. 序

木星デカメートル電波の偏波特性は、その電波発生機構及び発生域近傍の伝搬路における諸プラズマ・パラメータを解明する上で重要な情報を提供する。

地上で観測される偏波には、1)電波が異方性媒質中を伝搬する際に生じる異mode波間の相互energy変換の影響、2)地上反射波の混入の影響があると想定され、発生域での電波固有の偏波特性の導出のためにはこれらの影響の見積りが不可欠である。また、偏波状態を完全に捉えるためのStokes Parameter解析等がなされていない場合は、3)無偏波成分混入の影響も考慮する必要がある。

東北大学では1987年より広帯域の偏波強度観測を行ってきたが、本講演では、観測に伴う上記 1)~3)の影響を考慮して得られた、衛星Ioに関係した電波の偏波特性について報告する。

2. 偏波特性解析における誤差因子の影響

1)異mode波間の相互energy変換：L-O mode波、R-X mode波が異方性媒質中を伝搬する際に生じる相互energy変換量を、a)木星電離層、b)地球電離層、c)惑星間空間を多層モデル化し、full wave解析法を用いて導出した。結果として、相互energy変換量が最大となるのは b)であったが、両mode波とも相互energy変換量の最大値は0.01%程度である(図1)。

2)地上反射波の混入：第83回SGEPSS講演予稿集II-2に示した様に、この影響は地球電離層のFaraday回転に対応して周波数に関して周期的に出現する。単一周波数での観測の場合、軸比変化にして最大0.5程度の影響が生じるが、広帯域観測の場合は、軸比変化の周期性に基づき偏波特性が導出される。

3)無偏波成分の混入：偏波強度のみの観測の場合は無偏波成分の混入により偏波特性に誤差が生じる。Io関連電波の場合、偏波度(Polarized Power/Total Power)は0.9以上と報告されている(Lecacheux et al., A&A., 251, 339, 1991, Barrow, J.G.R., 97, 8169, 1992)、偏波度0.9の場合、真の軸比に対し観測される軸比誤差の変化は最大は0.4となる(図2)。

3. 結果：Io依存性電波源の偏波特性

図3に 2)の地上反射波の影響を考慮して得られた1987年~1990年の間の28現象に対する偏波特性を示す。観測された偏波特性に影響を図より右旋偏波(○)の卓越が明かであるが、各Io関連電波源の右旋偏波についての軸比の平均は、Io-A:-0.35、Io-B:-0.29、Io-C:-0.30と各電波源間で若干の違いがある。3)の無偏波成分混入による軸比変化は図2より軸比-0.35付近で高々-0.1程度、1)の異mode波間の相互energy

変換による軸比変化は高々0.01程度である。従って、図3の結果は有意であり、Io関連電波は軸比の大きさが0.35程度の楕円偏波性を示す事が強く示唆される。

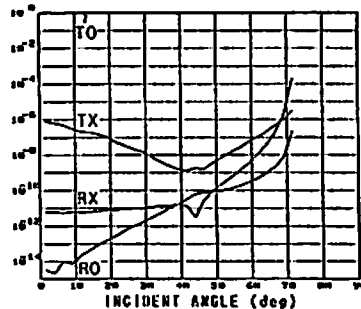


図1. Full wave法により得られた地球電離層に入射したL-O mode波からR-X mode波へのenergy変換率。T0:透過L-O, TX:透過R-X, RO:反射L-O, RX:反射R-X

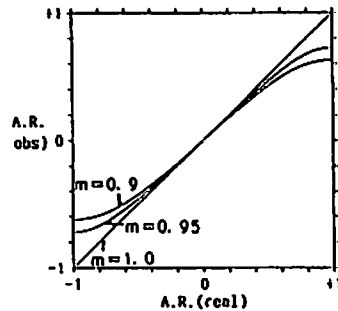


図2. 無偏波成分が混入する場合に得られる軸比特性。偏波度(m)=0.9, 0.95, 1.0の場合の、真の軸比(横軸)に対する観測される軸比(縦軸)を示す。

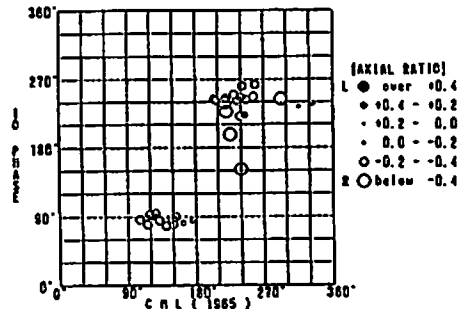


図3. 1987年~1990年に得られた21~25MHzの軸比特性。○、●は夫々右旋、左旋偏波特性を示す。

# A12-PA-18 位相解析による空電の到来方位推定

°本郷 義太加<sup>1)</sup>、島倉 信<sup>1)</sup>、早川 正士<sup>2)</sup>

1) 千葉大・工

2) 電通大

## THE ESTIMATION OF TWEEK ATMOSPHERICS'S AZIMUTH ANGLE BY THE PHASE ANALYSIS.

°Y.HONGO<sup>1)</sup>, S.SHIMAKURA<sup>1)</sup> and M.Hayakawa<sup>2)</sup>

1)Dept. of Electrical Eng., Chiba Univ.

2)Univ. of Electro Communications

It is possible by the phase analysis to estimate the effective height of the lower ionosphere and to locate the sources of atmospherics with sufficient accuracy. This method is based on the phase of atmospherics. We present the result of simulation and discuss the property of this method.

これまで、昼夜に渡る空電の位相解析から、電離層高度と伝搬距離を十分な精度で推定可能である事を示した [1]。更に、到来方位を推定する事ができれば、空電の発生源である雷のロケーションを行い、空電が飛来した伝搬路を決定する事ができる。そこで、今回は位相解析による到来方位の推定の方法およびシミュレーションデータに対して適用した結果について示す。

図1は、到来方位推定の流れ図である。推定には、一般化された磁場3成分を使用する。各成分に疑似信号を乗算し Low Pass Filter を通して、信号と疑似信号の位相差を抽出する。この時系列データから、到来方位を求める事ができる。ただし、空電の1次モードの偏波は、左回り偏波であるという仮定を用いている [2]。

シミュレーションの結果、ガウス性白色ノイズがかなりのっている場合でも、十分な精度で雷のロケーションが可能である事が明らかになった。図2は、シミュレーション結果の例である。

今後は、1992年12月に2地点観測した実際のデータで解析を進めていく。また、問題点を解決し本システムの完成をめざす。

[1] 本郷他:「空電による昼夜間電離層擾乱観測」地球惑星科学関連学会 1992年合同大会発表

[2] 馬場他:「トウィーク空電の波動特性の周波数依存性」電子情報通信学会論文誌 (B-II), J74-B-II, 11, pp587-593 (1992-11)

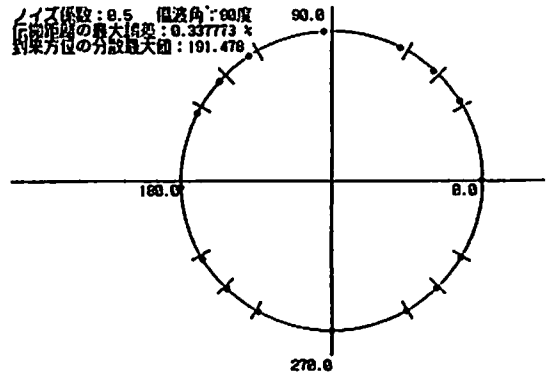


図2. 到来方位推定例

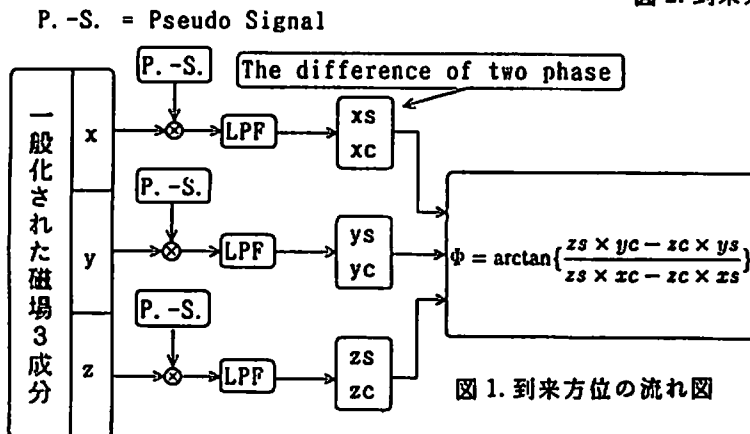


図1. 到来方位の流れ図



# A12-PA-19 LFデッカ電波ホイスラ・モード波の伝搬について

° 田中義人、高橋文明、西野正徳、加藤泰男、池神優司 (名大STE研)

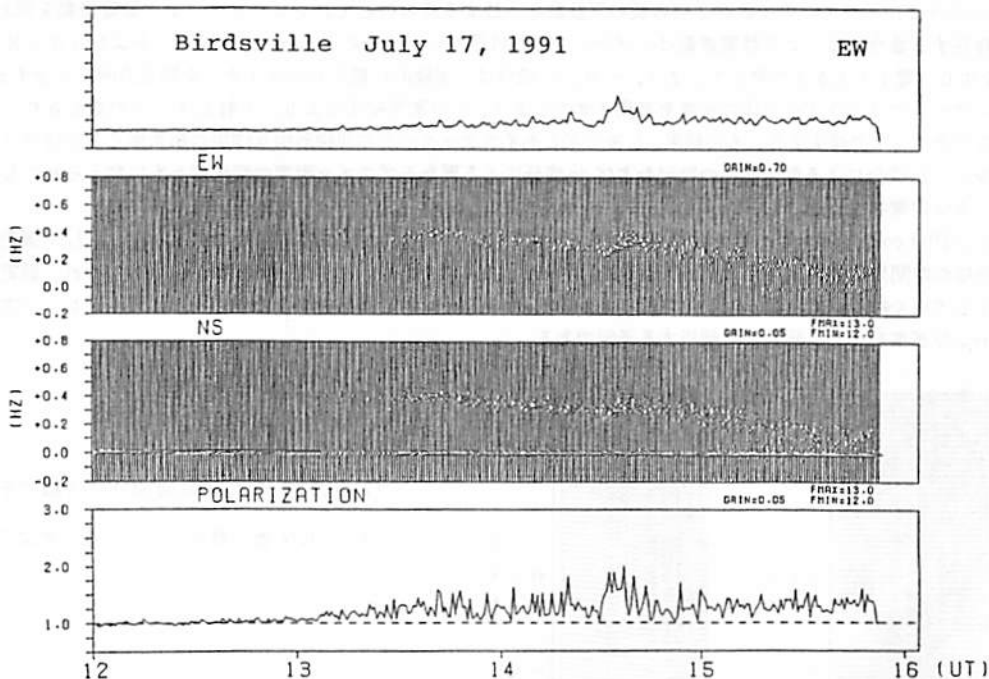
Propagation mechanism of whistler-mode waves in the low-latitude magnetosphere deduced from observed results of conjugate measurements of LF Decca navigation signals

Y. Tanaka, H. Takahashi, M. Nishino, Y. Kato and Y. Ikegami (STE Laboratory, Nagoya University)

Mechanisms of ducted propagation and transmission through the lower ionosphere down to the ground are deduced from observed results of whistler-mode waves of LF Decca signals transmitted from Biei and Akkeshi in Hokkaido, at the conjugate points of the transmitters. Intensities, Doppler shifts from transmitted frequency, and the ratio of right- to left-handed polarized components are investigated. The obtained results are compared with the ones from conjugate observations of VLF waves from Alpha station in Eastern Russia.

地上で観測されるホイスラ・モード波はダクト（磁力線に沿って電子密度が周囲より濃い部分）内を伝搬し、電離層を透過し、地上で受信されると考えられている。しかし、低緯度におけるダクトの生成、消滅、ダクトへの捕捉、電離層から地上への射出、等に関しては、必ずしも明確でない。そこで、北海道のデッカ局電波のホイスラ・モード波を共役点で受信し、強度、ドップラ偏移とその広が

り、及び偏波のデータを用いて、ホイスラ・モード波の伝搬機構を検証する。また、LFデッカ電波の観測結果と、ロシアのコムソモルスクのAlpha局からのVLF電波の共役点(南緯57°・東経177°)でのホイスラモード波の観測結果を対比させ検討する。また、美瑛、厚岸局デッカ電波を経度方向に約300km離れた2地点で同時観測を行った。これらの観測結果より、ダクトの経度方向の広がりについて推論する。



上から、LFデッカ電波のホイスラ・モード波のEW成分（ループ・アンテナ面が地磁気のEW方向を向いたアンテナで受信された成分）、EW、NS成分のドップラ偏移、NS成分の $\Delta f = 0$ のものは導波管モードに対応。下図はホイスラモード波の右旋成分と左旋成分の比。

# A12-PA-20 ホイスラーモードとLモードの非線形相互作用による 電子加熱およびプラズマ密度変化

°八木谷聡\* 大村善治\*\* 松本紘\*\* 長野勇\*  
\*金沢大工 \*\*京大超高層

## Heating of cold electrons and plasma density modification due to nonlinear interaction between a whistler mode and an L mode

°Satoshi Yagitani\* Yoshiharu Omura\*\* Hiroshi Matsumoto\*\* Isamu Nagano\*  
\*Kanazawa University \*\*Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

A whistler mode wave and an L mode wave at a frequency of  $\omega$  propagating parallel to the external magnetic field  $B_0$  interact with each other to produce a nonlinear  $v \times B$  force, which accelerates electrons along  $B_0$ . In a cold nonuniform plasma the  $2\omega$  oscillating component of the nonlinear force resonates with the local plasma oscillation around the resonance point given by  $2\omega \sim \omega_p$ , exciting a large-amplitude ES oscillation. With the mobile ions the excited ES oscillations generate a couple of ES solitary waves accompanied by ion density cavities, which strongly heat the electrons. On the other hand, the stationary (dc) component of the nonlinear force strongly modifies the initial plasma density profile. In such a plasma density the energy of the incident L mode wave decreases because of the scattering due to the modified density profile. This in turn decreases the nonlinear force to reduce both ES excitation and associated density modulation by the dc component. We will present theory and analyses of the electron heating and density modification observed in the particle simulation by the KEMPO code.

不均質コールドプラズマ中に入射し、外部磁場と平行に伝搬する大振幅のホイスラーモード波とLモード波は、非線形相互作用により非線形ローレンツ力を生じ、外部磁場方向に電子およびイオンを加速する。

この非線形力は2次の量であるため、電磁波の周波数の2倍で振動する成分 ( $2\omega$  成分) と時間的に定常な成分 (dc成分) を持つ。 $2\omega$ 成分は、プラズマ周波数が2倍の波の周波数と一致する点の付近で、レゾナンスにより静電振動を励起する。イオンが存在する場合には、この静電振動はレゾナンス点の付近でいくつかのLangmuirソリトンおよびイオン密度の穴 (cavity) を生じ、電子を大きく加熱してしまう。一方、dc成分は、連続的に電子およびイオンを同じ方向に加速するため、長い時間スケールではプラズマ自体の密度を変化させてしまう。この密度変化により、入射Lモードが散乱され、その振幅は不均質プラズマ中で減少する。その結果、Lモードとホイスラーモードの非線形相互作用の結果生じる非線形ローレンツ力も減少し、 $2\omega$ 成分による静電振動の励起およびdc成分による更なるプラズマ密度の変化がともに抑えられてしまうため、システムは定常状態に近づく。

図に、KEMPO codeを用いた一次元粒子シミュレーションにより得られた結果の一例を示す。これは、 $2\omega$ で振動する静電振動の振幅の時間発展およびプラズマ密度の時間変化を示したものであり、プラズマ密度が変化するにつれ、静電振動の励起が減少していく様子が見られている。発表では、シミュレーションの結果を紹介しながら、非線形ローレンツ力による電子加熱および密度変化を、定量的に解析する予定である。

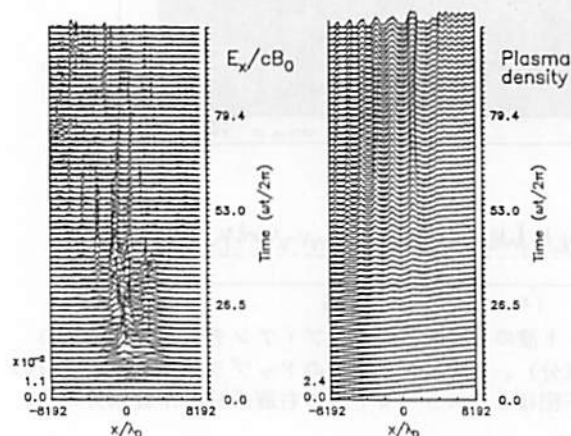


図: Time evolution of the amplitude of the excited ES oscillation and of the plasma density profile

### 参考文献

- (1) 八木谷 他、第86回SGEPSS講演子稿集.
- (2) 八木谷 他、第90回SGEPSS講演子稿集.

# A12-PA-21 局在化した電波源が作る 偏波楕円の分布等について

池田 慎 (武蔵大)、長野 勇 (金沢大)

On a Distribution of Polarization Ellipse Formed by a Localized Wave Source

M. Ikeda ( Musashi Univ.), I. Nagano ( Kanazawa Univ. )

By analyzing wave intensity distribution data acquired on the ground, one of the authors (M.I.) has inferred positions and extents of VLF wave exit areas located on the ionospheric lower boundary. It was found that a triggered emission was radiated only from a localized exit area with the extent of 25-50 Km. We compare the distribution of polarization ellipse formed by the small wave source, with the result of the simulation executed by Prof. I. Nagano.

これまで筆者(池田)は、地上の6点で観測された磁気圏VLF電波の強度分布から、電離圏下面におけるその透過領域の位置と広がりをも推定してきた。その結果、あるトリガード・エミッションは、25~50 km程度の広がりをもつ非常に局在化した透過領域を示す事がわかった。今回は、その局在化した電波源が地上に作る強度分布、偏波率分布、偏波楕円分布と、長野先生のフルウェイブ法によるそれらの結果とを比較し、その検討結果を報告する。

このトリガード・エミッションの偏波楕円の分布をFig.1に示す。偏波楕円の長軸に対する短軸の比が偏波率を与える。観測点Gから50 km程度離れた位置にこのエミッションの透過領域がある。地上で観測される1つのトリガード・エミッションは、ある1つのダクトを伝搬してきたエミッションであると一般的に考えられる。したがってFig.1に示された透過領域は、このトリガード・エミッションが伝搬してきたダクトの何らかの特徴を表していると考えられる。

一方、ホイスラービーム波が地上に作る偏波楕円の分布はFig.2に示され、長野先生のフルウェイブ法によるシミュレーションによって得られた。周波数は上記のトリガード・エミッションのものと同程度で、電子密度分布、電子サイクロトロン周波数、Dip角等も、観測地のRoberval付近のものと同程度に選ばれた。Fig.1とFig.2を比べると、これらは非常に良く一致している事が分かる。この事は地上強度分布解析法の妥当性を証明していると共に、透過領域について得られた結果も意味があると考えられる。これらの解釈については、当日報告する。

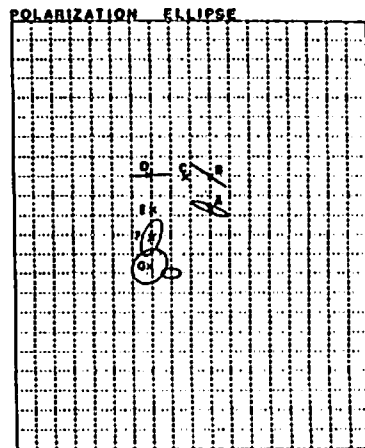


Fig.1  
Distribution in relation to a triggered emission observed at Roberval

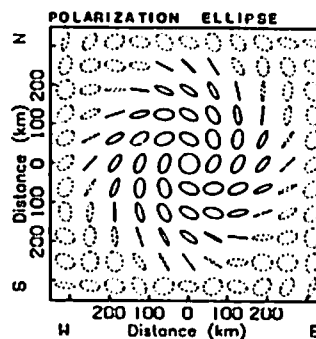


Fig.2  
Distribution computed by the full wave technique of whistler beam

# A12-PA-22 SEPAC 変調電子ビーム放射に伴う地上観測： full wave 計算値との比較

遠藤恒常\* 長野 勇\* 森田慎一郎\* 河島信樹\*\* 水野英一\*\*  
\*金沢大工 \*\*宇宙科学研究所

Ground observation associated with SEPAC modulated electron beam experiment:  
comparison with the intensity calculated by full wave method

K.Endo\* I.Nagano\* S.Morita\* N.Kawashima\*\* E.Mizuno\*\*  
\*Kanazawa Univ. \*\*ISAS

The ATLAS-1 Shuttle mission was launched at Kennedy Space Center on March 23, 1992. Plasma wave injection was carried out as one of the SEPAC experiment when the shuttle passed by the region where the footpoint of magnetic lines passing the shuttle are close to Japan and U.S.A. areas. We observed the wave radiated from shuttle with Search Coil antenna during this campaign at Kanazawa. The intensity was too weak to receive at Kanazawa. In this report, we discuss the reason on the basis of a full wave calculation and consider the conditions of success to receive the wave on the ground.

スペースシャトルが日本上空にさしかかった 1992 年 3 月 25 日、15 時 19 分 27 秒 (JST) から 15 時 24 分までに、1 分間毎の繰り返しで High Power (ビーム電圧 6.2kV, ビーム電流 1.25A), Medium Power (4.7kV, 0.75A), Low Power (2.5kV, 0.5A) で各々周波数を 500Hz から 7.04kHz までの間で 20 点選ばれた周波数で変調された電子ビームがそれぞれ 0.1 秒間放出された (ビームの放出角は 180°で地球磁力線と反対方向であった)。この変調電波は全国 7ヶ所でワイドバンド受信機で観測され、DAT に記録された。

金沢では、記録した DAT テープを狭帯域 (30Hz) バンドパスフィルタによって解析した。図 1 に変調電子ビーム放射時に測定したワイドバンドデータの解析結果の一部を示す。図 1(a) には JJY の秒信号が示されている。図 2(b),(c) には 20 点の変調周波数から 5.10kHz, 4.95kHz を選んでいる。H, M, L マークは最大、中、小の電子ビーム電力が放射された時刻を示す。この時刻 (15 時 23 分...秒) のスペースシャトルの位置から観測点まで約 500km なので、伝搬時間はほぼ無視され、変調波が雑音レベルより強いなら図 2(b),(c) の  $\Delta$  上に 0.1 秒間のドットがあらわれることになる。しかし、図 2 には (他のすべての周波数および放射時間においても)  $\Delta$  と対応するドットが見当たらなかった。なお、図 2(b),(c) の強度スケールは対数で  $0.025 \text{ pT} / \sqrt{30 \text{ Hz}} (45 \text{ fT} / \sqrt{\text{Hz}})$  となっている。

シャトルから放射された変調電子ビームによる VLF 波の電磁界強度を full wave 計算により予測する。[1] ダイポールモーメントの大きさを  $It = 200,000 \text{ Am}$ 、ダイポールの位置を高度 300km とした。電子密度モデルは、実験時刻 (15:00)、緯度を参照して IRI モデルより計算した。周波数 5kHz の場合に大地上での磁界強度を計算したものを図 3 に示す。図 3 の中心はビームの放射位置であり、金沢の位置は  $\times$  で示される。B<sub>x</sub> の金沢における磁界強度は約 0.03pT と予測される。これは金沢での雑音強度より弱い。

full wave 計算の予測によれば今回変調電子ビームによる変調波が金沢で測定できなかった理由は測定値のノイズレベルが高かったことが主な原因と考えられる。今後の変調ビーム波の実験としてはビーム放射角を 0°つまりシャトルから地上に向けること、放射されたビームが減衰しないように D 層の消滅している夜に実験を行なうこと、さらにビーム放射時間を秒オーダーとすることなどが考えられる。観測地として山間部などの都市ノイズの低いところを選べば、観測に成功するだろう。

参考文献 [1] 長野、北岸、八木谷: "ダイポール波源による電離層上部の VLF 波電磁界マッピング", 信学論 J74-B-II, 5, 285-293, 1991.

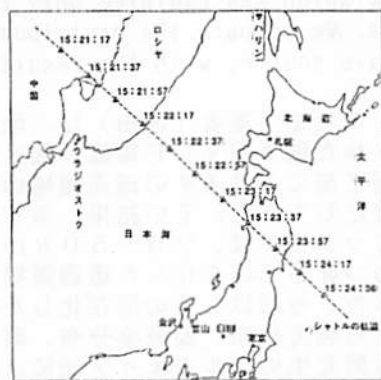


図 1 実験が行われた日本上空のシャトル軌道  
↓ 15時23分40秒

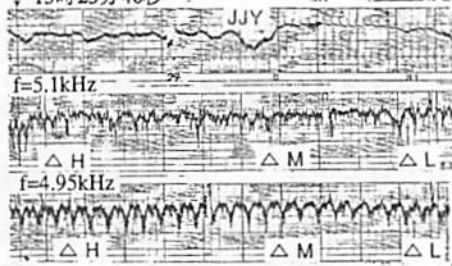


図 2 地上測定結果の例

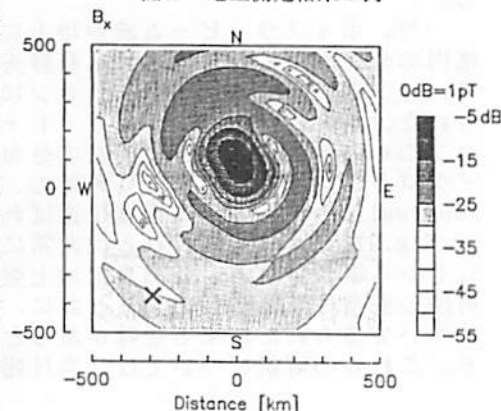


図 3 full wave 計算により求められた地上の磁界強度分布、f=5kHz  
 $\times$  は金沢の位置を示す

# A12-PA-23

## 電離層プラズマ中での非線形波動-波動相互作用の観測と解析

○大浪 哲、 早川 正士 (電気通信大学)

### OBSERVATION AND ANALYSIS OF NONLINEAR WAVE-WAVE INTERACTIONS IN THE IONOSPHERE

Satoru OHNAMI Masashi HAYAKAWA  
(The University of Electro-Communications)

#### Abstract

Nonlinear interaction between signals from a ground-based VLF transmitter and ELF emissions in the auroral ionosphere is studied by means of the bispectrum analysis. A bicoherence analysis has indicated that the sideband structure around the Siple transmitter signal received onboard the ISIS satellite is due to the nonlinear interaction between the Siple VLF signal and the pre-existing ELF emission.

#### 1. はじめに

電離層・磁気圏のような宇宙プラズマ中では、様々な電磁波放射が発生しているが、その発生機構として、波と粒子との相互作用が主なものであることが分かっている。しかし、非線形三波過程によるとの考えも提案されている。前者に関しては、既に多くの実験的及び理論的論文が発表されているが、後者に関しては、実験的にその存在を検証する報告は田中、早川らの Arcad 衛星でのデータについてのみであり、その解析箇所についても非常に少ない。そこで本研究では、このような非線形三波過程の研究を発展させるため、初めて別の衛星を用いて、しかもより多くのデータを用いて解析、検討を行った。

#### 2. 本研究使用データと解析結果

本研究使用データは、南極サイプル局 VLF 信号を用い、その上空を飛翔する ISIS-2 衛星にて受信したものであり、観測は 1987 年 12 月と 1988 年 1 月の 2 カ月間に実施された。ISIS-2 衛星はほぼ高度 1400km 前後を飛翔しており、アンテナとしては電界アンテナのみを搭載している。本研究ではこのデータに対し、非線形三波過程の解析に有効なバイコヒーレンス解析を適用し、極域電離層中にて非線形三波過程が発生しているかどうかを検証した。観測は 9 パスに対して行われ、2 パスは信号が観測されず、7 パス中 4 パスに非線形相互作用を示唆するデータが得られた。その内の 1 パスについてのサイドバンドがみられる部分での解析結果を右図に示した。図 1 のパワースペクトル解析結果より、ELF 放射、サイプル VLF 信号、そしてサイドバンドが見て取れる。また、図 2 のバイコヒーレンス解析結果を見ると、ELF 放射 (0.47kHz) とサイプル VLF 信号 (2.34kHz) との間のバイコヒーレンス値が  $b^2(k, l) = 0.800$  となっている。バイコヒーレンス値は 0 ~ 1 の間の値を取り、非線形結合が起こっている場合、1 に近い値になることから、この解析箇所でのサイドバンドは ELF 放射とサイプル送信信号との非線形三波過程により生じたものであると言える。

#### 3. 結論

バイコヒーレンスを用いて解析を行った結果、7 パスのうち 4 パスに対し観測された VLF 送信信号の周りに生じたサイドバンド構造は、強力な VLF サイプル信号と自然 ELF 放射との非線形波動・波動相互作用によっていることが明らかになった。

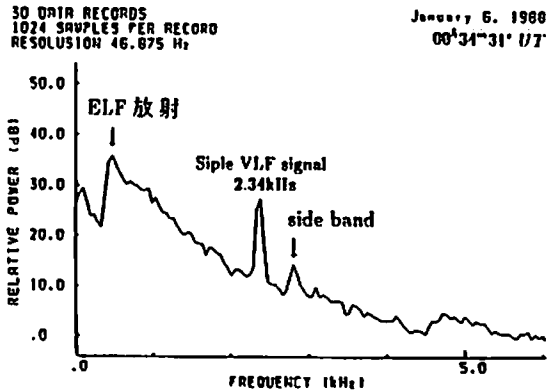


図 1 パワースペクトル解析結果

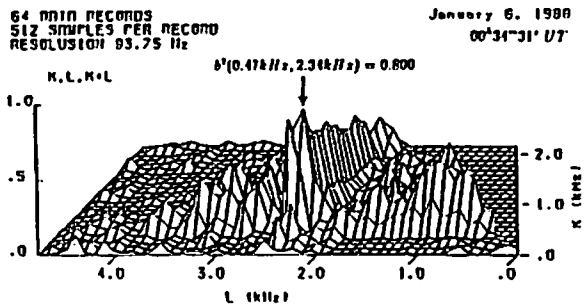


図 2 バイコヒーレンス解析結果

# A12-PA-24 磁気圏 VLF/ELF 電磁波動の地上方位測定

## Ground-based Direction Finding of Magnetospheric VLF/ELF Radio Waves

山口 勝十 服部 克己 岩間 尚文 早川 正士

Masaru YAMAGUCHI Katsumi HATTORI Naofumi IWAMA Masashi HAYAKAWA

I 電気通信大学

II 富山県立大学

The University of Electro-Communications

Toyama Kenritsu University

### 1. はじめに

地球磁気圏内では、いろいろな周波数においていろいろな特性のプラズマ波動が存在しているが、そのうち最もポピュラーなのが放射線帯で生じる VLF/ELF 電磁波動である [1]。これらの電磁波動の発生機構の解明には、その伝搬方向 (k ベクトル) を測定すること (方位測定) が非常に重要である。本研究では、従来は測定が困難であった、電離層下端面での透過域が広がりをもっている場合や透過域が複数存在する場合にも適用可能な波動分布関数方位測定法の一つとして、フィリップス-ティコノフ正則化法およびその客観的評価法である Generalized Cross Validation (GCV) を提案する [2]。

### 2. スペクトルマトリクスと波動分布関数

まず地上で観測された信号を、従来のように単一平面波ではなく、定常不規則過程不規則に従い異なる振幅、位相、周波数、伝搬方向をもつ無数の平面素波の和ととらえる。スペクトルマトリクスは地上で観測された電磁界 3 成分間の平均自己、相互パワースペクトルであり、 $3 \times 3$  の複素エルミート行列である。スペクトルマトリクス  $S_{ij}$  と波動分布関数  $F$  (波動空間における電磁波のエネルギー分布) の間には以下のような関係がある。

$$S_{ij}(\omega) = \frac{\pi}{2} \int_0^{2\pi} \int_0^1 k_{ij}(\omega, \theta, \phi) F(\omega, \theta, \phi) d(\cos \theta) d\phi$$

ここで  $k_{ij}$  は積分核と呼ばれ、自由空間の伝搬特性のみに依存する量である。つまりスペクトルマトリクス  $S_{ij}$  から波動エネルギー密度分布  $F$  を求める逆変換問題なので、本研究では上式を離散化し代数的に計算を行なう。これは弱制約問題 (ill-posed problem) の一つとなるため、本研究では正則化の一つであるフィリップス-ティコノフ正則化法により計算を行い GCV により解を客観的に評価している。

### 3.1 波源および 2 波源でのシミュレーション

本方式の有効性を確かめるために、電離層下端に波動エネルギー分布 (波源) を仮定し逆変換を行って、もとの分布と比較を行なうシミュレーションを行った。再生領域は地上 80km の電離層下端面 (東西方向および南北方向 300km の正方形平面) とした。ここでは 2 波源の結果についてのみ示す。図 1 は仮定した波動分布関数、図 2 は GCV が最小となる  $\gamma$  における再生像である。このように、GCV が最小となる  $\gamma$  における再生像は仮定像をよく推定している。従って GCV は解の有効な評価手段となることが確かめられ、従来の方法では方位の測定が困難であった複数のダクトが存在する場合にも本方式が適用可能であることが示された。

### 4. おわりに

今後はオーロラヒスなどの実際の磁気圏 VLF/ELF 電磁波動について本方法を適用し、地上方位測定を行なう予定である。

### 参考文献

1. 服部, 早川; 「磁気圏コーラスの方位測定とその発生・伝搬機構」, 信学会論文誌, Q-2, J-75-B-2, pp.217-228, 1992
2. Iwama, N., Yoshida, H., et al.; "Phillips-Tikhonov regularization of plasma image reconstruction with the generalized cross validation", Appl. phys. Lett. 54(6), pp.502-504, 1989

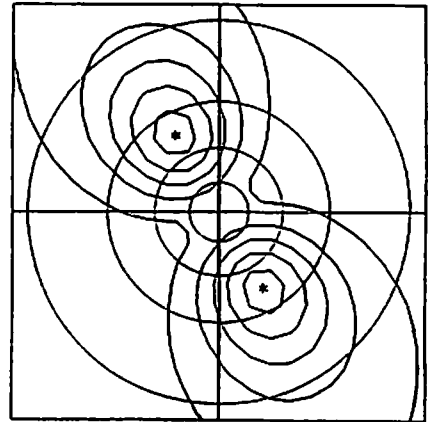


図 1 仮定像  $(\theta, \phi) = (45, 60)$  [deg] S/N:10[dB] 波源の広さ:30[deg]

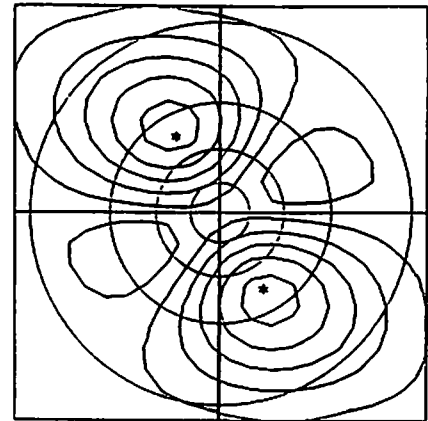


図 2  $\gamma = 1 \times 10^3$ : GCV 最小における再生像



劉 洪 国分 征  
東京大学理学部

A SURVEY OF WAVES NEAR THE EARTH'S MAGNETIC EQUATOR

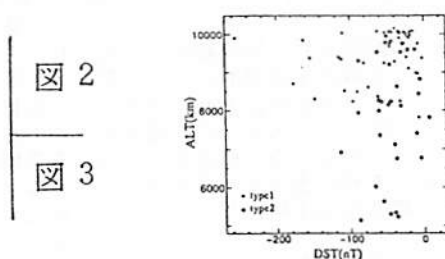
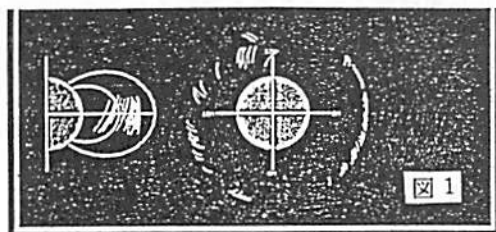
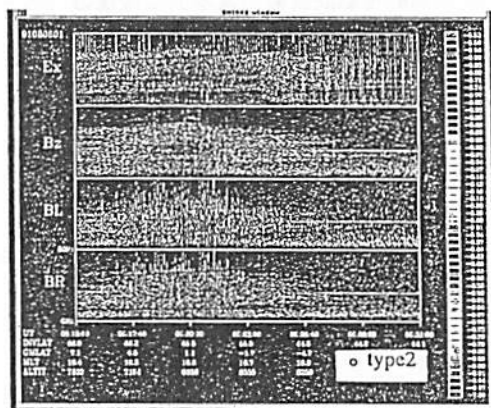
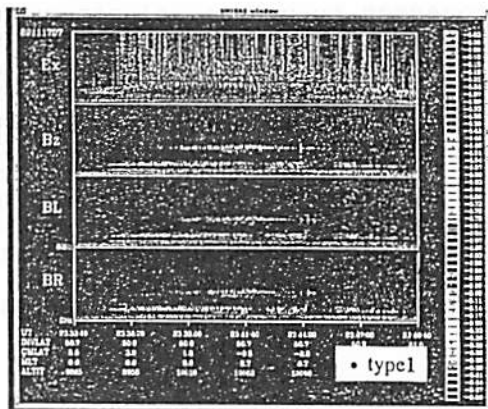
Hong Liu and Susumu Kokubun

Department of Earth and Planetary Physics, University of Tokyo

Electromagnetic ELF emissions are often observed in the deep plasmasphere of  $L=1.5\sim 2$  by the AKEBONO (EXOS-D) satellite. Analyzing the twelve month data (from 1989 to 1991), we have found some characteristic phenomenon of ELF waves near the magnetic equator. Here some results are reported.

'70年代から赤道付近のELF波動現象が本格的に観測され始め、アメリカのOGO-3を初め、日本のEXOS-Dに至るまで、多数の衛星が打ち上げられ、多くのプラズマ波動現象が明らかにされつつあり、特にEXOS-Dの場合は比較的低高度なので、プラズマ圏内の波動現象を観測できるようになった。EXOS-DのSearch Coilのデータに基づいた解析により、約二倍の地球半径以内の領域に特徴的なELF波動が存在することが分かった。

解析しているデータは、'89年9月~12月の4ヶ月分と'90年1月~4月の4ヶ月分と'91年6月~9月の4ヶ月分の合計12ヶ月分である。現段階の解析結果をまとめると、(1)図1のようにELF現象は、地方時によらず、地球赤道面の付近、緯度 $10^\circ$ 以内の領域で観測される。従って、この現象は赤道環電流との関係が深いのではないかと考えられる。(2)データのダイナミックスpekトルから現象を大まかに分類すると、2種類のタイプに分けられる。(図2)TYPE1は、現象が起こる周波数領域が狭く、それに対して、TYPE2の方は広いという特徴がある。また、図3で見られるように地球から遠いほどTYPE1の方が多く、逆に地球に近いほどTYPE2の方が多いと言う傾向がある。さらにDSTが発達した場合は、TYPE1が多く観測される傾向が認められる。(2)についてのさらなる研究と波の発生メカニズムの解明が今後の課題となる。



# A12-PA-26

## あけぼの衛星によって観測された 地球ヘクトメートル波のモード変換過程

○飯島 雅英、大家 寛(東北大・理)

### Mode Conversion Processes of Terrestrial Hectometric Radiation Observed by Akebono Satellite

M. Iizima and H. Oya  
( Institute of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ. )

Since the first proposal of mode conversion processes from electrostatic plasma waves into electromagnetic waves by Oya (1971), mode conversion processes have been considered as one of the main processes to produce electromagnetic waves in the space plasma. Very clear evidences of Terrestrial Hectometric Radiations (THR) with discrete multi-band emissions in their spectra have been obtained by PWS on board the Akebono (EXOS-D) satellite in the many polar orbits. Numerical calculations have been carried out using multi-layer model of plasma density distribution to seek a possible mechanism of multi-band emissions in the THR spectra. The effect of finite slabs have been identified in the present numerical calculations; i.e., the energy conversion rates of escaping electromagnetic waves periodically become large when the wave lengths are matched with the condition of standing waves in a given slab. These finite slab effects can be the origin of discrete multi-band structure in the THR spectra.

#### [序]

静電的プラズマ波動から電磁波へのモード変換過程はその提唱(Oya, 1971)以来、宇宙空間プラズマ中の非熱的電磁波放射の基本的な機構の一つとなり、木星デカメートル電波に適用され(Oya, 1974)、さらにJones(1976)によってもプラズマポーズからの continuum radiation に適用されている。あけぼの (EXOS-D) 衛星搭載の PWS

(Plasma Wave Sounder)によって、このモード変換過程が宇宙空間プラズマ中で実在する機構であることを示す多くの観測例が赤道域プラズマ圏、プラズマポーズ、極域電離層トップサイドにわたって得られているが、そのいずれの場合にも、発生域で強いUHRモード波が存在し、それに顕著な密度不均一を伴っている(Oya et al., 1990)。

#### [地球ヘクトメートル波の観測例]

これらのモード変換にかかわる観測の中で、地球ヘクトメートル波 (THR) はすでに、おおぞら (EXOS-C) 衛星によってその存在が発見されていたが (Oya et al., 1985)、あけぼの衛星の極域での観測では多数の観測例が得られ、AKRとともに地球が宇宙空間に向けて放射している電磁波であることが確認され、されにその振舞いの詳細が判明しつつある。この観測されたTHRのスペクトルには、特に構造をもたない広帯域放射の他に、それに重なってディスクリートのマルチバンド構造を示す場合がある。このTHRのディスクリートエミッションは以下の性質をもつ。

(1) 地磁気活動度が高い場合に多く発生する。

- (2) トップサイドサウンダーの観測から衛星の下方にあたる電離層  $f_oF_2$  より低い周波数で観測される。
- (3) 周波数は比較的安定であるが緩やかに変化する。
- (4) オーロラ粒子降下に伴ってAKRと呼応してその強度が変化する。

#### [マルチレイヤーモデルによる数値計算]

これら、THRの諸性質にかかわるモード変換過程を解明するために、マルチレイヤーモデルを用いて数値実験を実施した。数値計算の結果は密度構造が単斜構造の場合には、広帯域にわたる弱い放射が生じるが、スラブ状にエンハンスした密度構造を与えた場合、そのスラブの中でUHRモード波が定常波の条件を満たす場合に電磁波へのエネルギー変換率が大きくなり、結果としてディスクリートなバンド状の放射を生ずることが示された。THRのディスクリートエミッションの発生には電離層トップサイドでのスラブ状の密度不均一が深くかかわっていると結論される。

#### References

- Oya, H., Radio Sci., 6, 1131, 1971.  
Oya, H., Planet. Space Sci. 22, 687, 1974.  
Jones, D., Nature, 260, 686, 1976.  
Oya, H. et al., J. Geomag. Geoelectr., 37, 237, 1985.  
Oya, H. et al., J. Geomag. Geoelectr., 42, 411, 1990.



松本 英児・大家 寛 (東北大理)

The analysis of electrostatic bursts  
observed by the Akebono satellite in the polar region

E. Matsumoto and H. Oya ( Geophysical Institute, Tohoku Univ.)

Using the high frequency resolution plasma wave detector, PWS, onboard the EXOS-D (Akebono) satellite, intense wave bursts have been detected in the polar region in the magnetic latitude range from 75° to 80°. The observed spectra show three types, i.e., (1) Broadband spectra ( beyond electron plasma frequency up to UHR frequency ), (2) Coupling spectra between UHR frequency and electron plasma frequency, (3) 2nd and 3rd harmonics of UHR frequency. The generation of these bursts is closely related to the precipitating energetic particles at the polar cap edge (or inside), and indicates the strong non-linear wave-particle interaction process.

序

磁気圏尾部においてIMP67などの衛星により発見された広帯域静電Burst現象 (BEN) は、多くの研究者によって研究されてきたが、あけぼの衛星やViking衛星によって地球極域上空においても静電的なBurst現象が観測された。このBurst現象は、低周波部において極めて強度が高く、解析に用いた現象は受信機ゲインを下げinstrumentalなsaturationすなわちinternal modulationがないことをまず充分確認したもののみ用いた。

データ解析

この静電Burst現象は、そのスペクトルの形から3つのタイプに分類された。それは、

(1) 連続的なスペクトル (プラズマ周波数を越えてUHR周波数にまで至る。細かい構造が重畳している。)

(2) UHR周波数とプラズマ周波数とがカップリングするスペクトル

(3) 第2、第3までのびるUHR周波数の高調波成分を持つスペクトル

の3種類で、これら3つとも共通してパルス性を持っており、降下粒子によって励起されin situに観測している現象と結論される。図1に

(2)のタイプの1例を示す。Whistler mode波とUHR波、そして $f_p + f_{UHR}$ に第3のピークがあらわれている。また、発生場所は、高度は8000kmから10000km程度、磁気緯度は70度から80度、Local timeでは昼側に多く見つっている。

発生機構の考察

本質的に非線形現象であるこの極域静電Burst現象の発生は、電子ビームによる単なる線形範囲のビーム不安定でなく、高次の非線形波動-粒子相互作用が大きく支配している。線形範囲のビーム不安定では、観測された帯域に正の成長率が存在しないことは、数値計算によって確認されている。そこでまず2次の非線形波動-粒子相互作用を考えてみると、共鳴条件式

$$(\omega_{UHR} \pm \omega_p) - (\vec{k}_{UHR} \pm \vec{k}_p) \cdot \vec{v}_b = 0$$

において仮想的に粒子と相互作用する $\omega_{UHR} \pm \omega_p$ という波は実在する波ではないので

観測にかかることはなく、観測事実に反する。従ってさらに強い高次の非線形現象である三次の非線形波動-粒子相互作用、すなわち

$$(\omega_{UHR} \pm \omega_p - \omega_{Event}) - (\vec{k}_{UHR} \pm \vec{k}_p - \vec{k}_{Event}) \cdot \vec{v}_b = 0$$

が生じていると結論される。これにより線形領域では正の成長率を持たないビームモードに対し、高次の非線形波動-粒子相互作用によってエネルギーの供給が行われていると結論される。

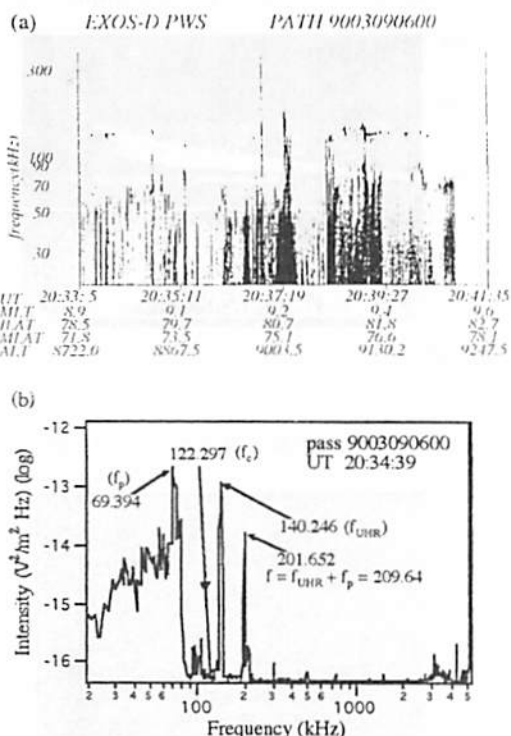


図1 ダイナミックスペクトル(a)と静電Burstのスペクトル(b) UHRとWhistlerがカップリングした例

\* 菊池雅行 大家寛 森岡昭 飯島雅英 (東北大学・理)

## Numerical simulation of the spectra of BRIFLE

M.Kikuchi, H.Oya, A.Morioka and M.Iizima (Geophys. Inst. Tohoku Univ.)

To understand the generation mechanism and the model for observed BRIFLE, the numerical simulations of the BRIFLE spectra have been carried out, setting the the source region around L=1.6 with height of 1500Km. The results show that simulations can be completely made to fit with the observed spectra showing that the present generation model of BRIFLE is completely acceptable.

今までの研究によりBRIFLEのスペクトルパターンはホイッスラー波の伝播特性によるものであり、そのソース域はL値1.6、高度1000km付近であることが判明した。このモデルの正しさを確認するため、我々は仮定したソース域から発生した波動が伝播中に空間的に広がる様子と、衛星が通過して観測する状況をレイトレーシングを行って計算し、得たシミュレーション結果を実際の観測と比較した。図1は実際に観測されたBRIFLEのダイナミックスペクトラムである。これに対して、ソース域をL値2、高度1500KMの領域において、高エネルギー粒子の磁力線方向の速度を0.5cとした場合を考える。レイの初期放射角は、共鳴条件によって波数が決定された場合を想定してシミュレーションを行った結果を図2に示す。これらはそのパターンに於いてよく一致しており、BRIFLEのスペクトルパターンの発生に対するモデルの正しさを表している。

さらに、BRIFLEは幾つかのタイプに分類することが出来、これらのタイプの違いがパスの違いによって生じることが考えられていた。ソース域をさきほどのように固定し、対称性のよい型が観測されたパスによるダイナミックスペクトルの計算例を図3に、片方の半球のみのブランチが観測されたパスによる計算例を図4に示す。このようにスペクトルの形状の違いは衛星のパスとソースの関係によっていることが判明した。

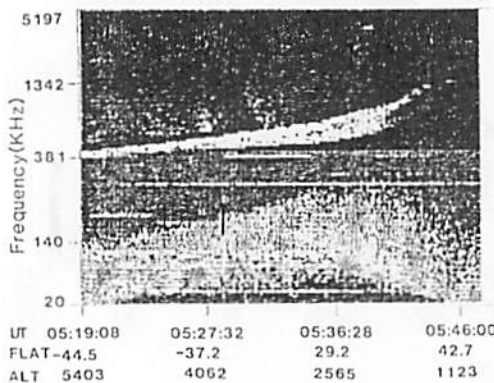


Fig.1:実際に観測されたBRIFLEの例

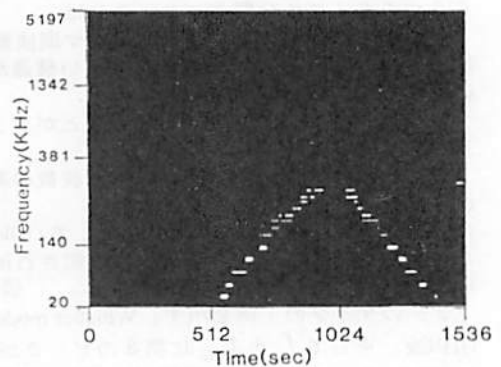


Fig.3:対称性のよいスペクトルの計算例

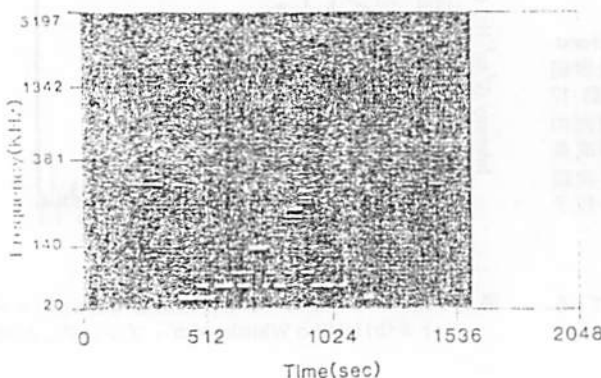


Fig.2:計算によって得られたBRIFLEの例

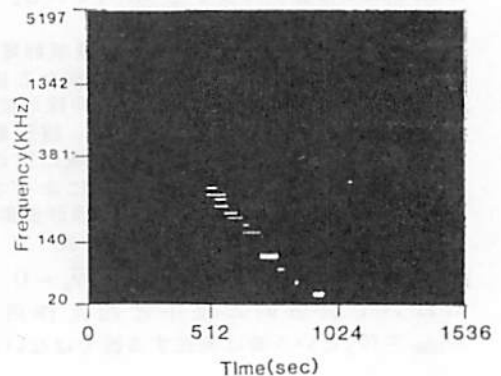


Fig.4:片半球のみのBRIFLEの計算例

# A12-PA-29 あけぼの衛星で観測された VLF 波動の

## Analytic Signal Method による振幅・位相解析

°笠原 慎也<sup>1</sup> Paul A. Rosen<sup>2</sup> 秦 稔<sup>3</sup> 長野 勇<sup>3</sup> 大森 康伸<sup>4</sup> 木村 磐根<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>京都大学工学部 <sup>2</sup>J.P.L. NASA, USA <sup>3</sup>金沢大学工学部 <sup>4</sup>宇宙科学研究所

### Time Variation of Amplitude and Phase of VLF Waves Observed by the Akebono Satellite (Application of Analytic Signal Method)

°Y. KASAHARA<sup>1</sup> P. A. Rosen<sup>2</sup> M. HATA<sup>3</sup> I. NAGANO<sup>3</sup> Y. OHMORI<sup>4</sup> I. KIMURA<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Dept. of Electr. Eng. II, Kyoto Univ. <sup>2</sup> J.P.L. NASA, USA  
<sup>3</sup> Dept. of Electr. Eng., Kanazawa Univ. <sup>4</sup> Inst. of Space and Astronautical Science

Wideband dynamic spectra in the frequency range from 100Hz to 15kHz are observed by WBA (Wideband Receiver) subsystem onboard the Akebono satellite for either the electric or magnetic field component. The observed data are sent to the ground by analog telemetry and are recorded in DAT (Digital Audio Tape). In order to analyze the time variation of amplitude and phase of VLF signals, analytic signal method<sup>1)</sup>, which yields the instantaneous amplitude and phase of the signal, has been applied to WBA data. Precise analyses of the time variation of amplitude and phase shift of the VLF signal such as Omega signal and triggered emissions are expected.

あけぼの衛星搭載の広帯域スペクトル受信器(WBA)では、100Hz から 15kHz までの周波数帯における波動の電磁界どちらか1成分を観測する。この観測データは、アナログテレメトリで地上に伝送され、地上にて DAT (Digital Audio Tape) に録音される。これらのデータは順次、ワークステーション上で FFT 処理され、様々な波動現象の解析を行なう上で有効に利用されている。

一方、通常の WBA データ処理手順とは別に、DAT からの出力を、FFT 処理せず A/D 変換のみ行なった時系列データを得ることもできる。この時系列データに対して、より点数の多い FFT 処理を別プログラムで施すことによって、さらに周波数分解能の細かい解析を行なうことが可能になる。ところが従来の解析法には、次のような問題があった。まず、A/D 変換のみを行なったデータは、FFT 処理を施したデータ量よりも多いため、A/D 変換後のデータをリアルタイムでファイルに書き込む際の処理速度が追いつかず、一度に短時間のデータしか処理できなかった。それに対し今回は、新たに開発された WBA 処理装置によって、長時間にわたる A/D 変換データの取り出しが可能となった。またもう一つの問題として、周波数分解能をあげるために FFT 処理の点数を増やすと、時間分解能が悪くなる。この問題を克服するため今回我々は、A/D 変換によって得られた時系列データに、Analytic Signal Method<sup>1)</sup> を適用することを試みた。この方法を用いると、実数である時系列  $a(t)$  が、複素時系列  $Z(t)$  として表現され、時々刻々の波動の振幅および位相情報はそれぞれ、 $|Z(t)|$  および  $\angle Z(t)$  として定義される。これによって、オメガ信号などの単一平面波に関する微細な振幅の変化やドップラーシフトなどを、精密に求められる。

Fig.1 は、1989年3月22日に WBA によって観測された、オーストラリア局のオメガ信号を FFT によって周波数解析したものである。図中、0941:14UT 付近にオメガ信号の固定周波数である 10.2kHz の信号が見られるが、この信号成分を含む 0941:14.099UT から約 85msec 間の

時系列データを複素時系列に変換し、その振幅の変動と位相変化を表したものを Fig.2 に示す。ただし、位相変化はその変動分を周波数に換算して表わしている。Fig.2 より、このオメガ信号が約 5Hz のドップラーシフトを起こしていることがわかる。この時あけぼの衛星は南半球から北半球に向かって飛行しており、ドップラーシフトを起こす方向は正しいが、衛星の速度や屈折率などを考慮して理論的に計算した値は 3Hz 以下となり、この差が生じた理由を考察する必要がある。またこの手法は、トリガードエミッションに伴う位相変化の解析にも有効であると考えられる。謝辞 あけぼの運用に関し、追跡チームの方々へ感謝する。参考文献 1) Paul A. Rosen 他, 第90回地球電磁気・地球惑星圏学会予稿集, 1991.

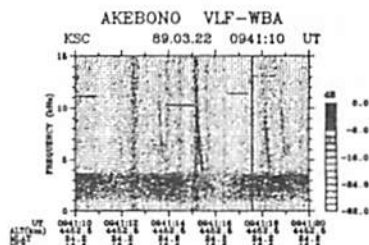


Fig.1 A f-t diagram of Omega signals from Australia station observed by WBA on March 22, 1989.

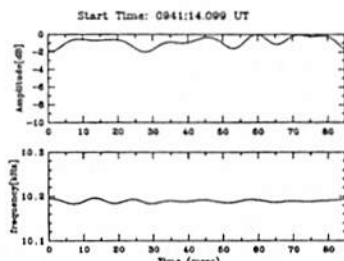


Fig.2 Amplitude and frequency shift of Omega signal observed at 0941:14.099UT on March 22, 1989.

# A12-PA-30

## あけぼの衛星 (EXOS-D) で観測された磁気音波 (MSW) のレイトレイシングと最大エントロピーモデルによる $k$ ベクトルの推定

◦ 剣持 秀紀      笠原 禎也      吉田 健一郎      木村 磐根  
京都大学工学部

### Ray tracing of magnetosonic waves (MSWs) observed by EXOS-D (Akebono) and their $k$ -vector estimation using maximum entropy model.

◦ Hideki KENMOCHI      Yoshiya KASAHARA      Ken-ichirou YOSHIDA      Iwane KIMURA  
Dept. of Electr. Eng. II, Kyoto Univ.

Magnetosonic waves (MSWs) are very frequently observed by EXOS-D (Akebono) in the vicinity of equatorial plane. Based on the electric field data of GEOS 2, Laako *et al.* [1990] presented new idea that MSWs are propagating in the azimuthal direction. On the other hand, Kokubun *et al.* [1990] suggested these waves are of distant origin and propagating radially inward because multi-band structures are seen also below the local proton gyrofrequency. Now we apply ray tracing study to MSWs and show they can propagate quasi-azimuthally considering the presence of plasmapause. Then we extend wave distribution function method of maximum entropy model (Lefeuvre *et al.* [1981]) to ion-concerning mode waves and estimate the direction of  $k$ -vector of MSWs.

あけぼの衛星 (EXOS-D) の ELF 帯スペクトル受信機 (ELF) では、主に赤道域で Fig.1 のようなマルチバンド状のスペクトル構造を持った磁気音波 (MSW) と呼ばれる波動が数多く観測されている。この波動はいくつかの高周波から成っており、その基本波は波源の位置の水素のサイクロトロン周波数  $f_{cH}$  に等しいと考えられている。Laako *et al.* [1990] は、GEOS 2 の電界成分のデータから磁気音波が回転角方向、すなわち磁気子午面に対して垂直方向に伝搬していることを示した。一方、Kokubun *et al.* [1992] は、衛星の位置の局所的な  $f_{cH}$  より低い周波数でも、このマルチバンド状のスペクトルが見られることから、衛星の位置より高度が高いところに波源があることを示した。ところが、これらの波動が  $f = n f_{cH}$  でのレゾナンスを除いて実質的にホイスラーモードで伝搬していると考えれば、これまでのレイトレイシング (Rough and Roux [1982]) では、地球から遠ざかる方向への伝搬しか起こり得ず、回転角方向への伝搬ないし、地球に近づく方向への伝搬はあり得ない。

我々はプラズマポーズの存在を考慮してレイトレイシングを行えば、回転角方向への伝搬が可能であることを示す。プラズマポーズが  $L = 3.0$ 、半値幅  $0.1R_e$  と仮定し、赤道面でも  $k$  ベクトルの初期値を  $(\theta, \phi) \simeq (90^\circ, 90^\circ)$ 、すなわち地球磁場に垂直で磁気子午面にも垂直方向に取った。基準高度 1100[km] で電子温度 5000[K] 組成比  $H^+ : He^+ : O^+ = 44 : 8 : 48$  とし各高度における電子密度、イオン組成比を決定している。結果は Fig.2 に示されるように、波源の位置がプラズマポーズ付近であれば、プラズマポーズに沿った回転角方向への伝搬が可能であることが明らかとなった。

更に、あけぼの衛星の ELF 受信機の磁界 3 成分のデータを用いて実際の  $k$  ベクトルの推定を行なった。推定方法は、最大エントロピーモデルを用いた波動分布関数法 (Lefeuvre *et al.* [1981]) を採用した。積分核にイオンの影響を加味することによって、イオンが関係するような低い周波数における波動に対してもこれを適用できるようにした。解析の結果、Fig.3 に示されるように、 $k$  ベクトルの方向が磁気子

午面に対しておおよそ垂直方向を向いているということ、すなわち回転角方向に伝搬していることがわかった。

#### <参考文献>

- 1) S. Kokubun *et al.*, *Geophys. Res. Lett.*, 18, 301, 1991.
- 2) H. Laako *et al.*, *J. Geophys. Res.*, 95, 10609, 1990.
- 3) F. Lefeuvre *et al.*, *J. Geophys. Res.*, 86, 2359, 1981.

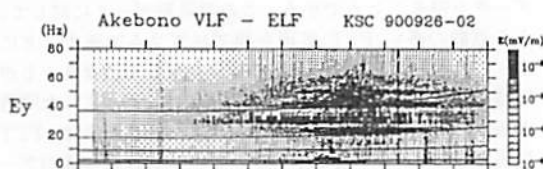


Fig.1: Multi band spectra of an MSW emission observed by EXOS-D (Akebono).

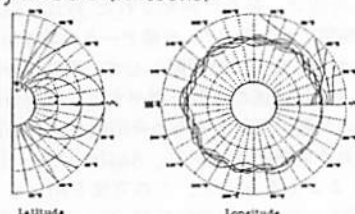


Fig.2: An example of ray paths. The altitude of source is varied from  $2.5R_e$  to  $3.4R_e$ .

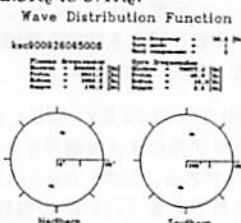
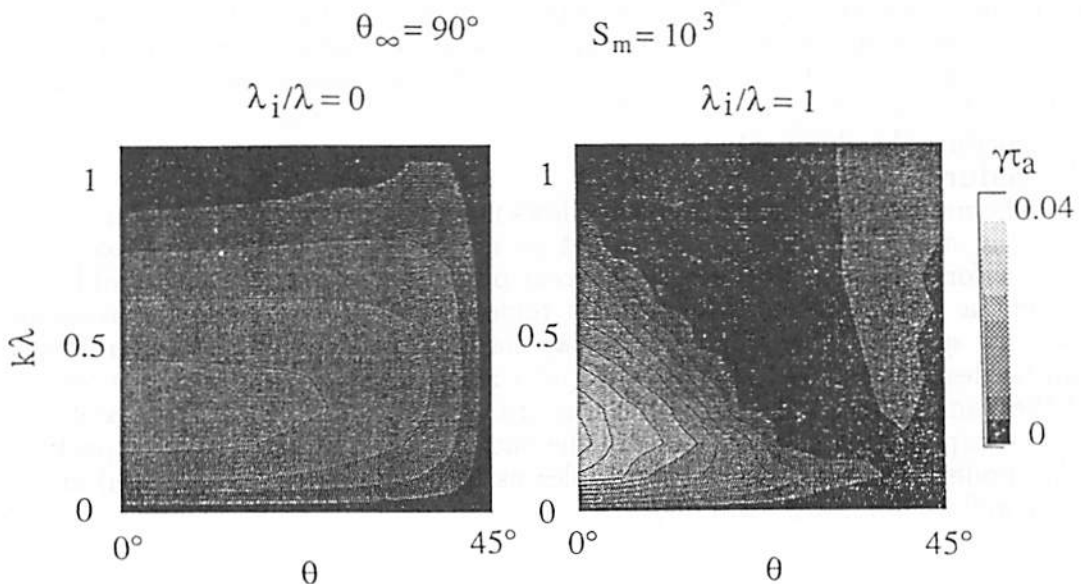


Fig.3:  $k$ -vector estimation of an MSW using maximum entropy model.



プラズマ・シートの不安定性として知られているティアリング・モードは、太陽風の地球磁気圏へのエネルギー流入の過程や磁気圏尾部での磁気嵐にともなう磁場のエネルギー開放の過程で重要な役割を果たしている。磁気リコネクションに関連した現象は様々な角度から研究されており、最近の研究の流れの一つの方向が、プラズマ・シートの厚さとイオンの慣性長が同じ程度になって、イオンの慣性が無視できない「薄い」プラズマ・シートでのティアリング・モードを理解することである。実際、磁気リコネクションの発展の初期段階では、プラズマ・シートが薄くなっていることが観測されており、また理論的にもLHD波にともなう局在化した電気抵抗や外部駆動型のリコネクションでは薄いプラズマ・シートの存在を示唆している。ここでは、これまでの薄いプラズマ・シートでのティアリング・モードの理論解析を進展させて、波数ベクトルがリコネクション面に対して傾いた場合、即ち、斜め伝播のティアリング・モードを考察する。また、夜側の尾部での磁気リコネクションだけでなく、昼間側の磁気リコネクションに対応する形状としてリコネクション面に対して縦磁場を考慮した系についても考える。

プラズマ・シートでのティアリング・モードの振る舞いを、2流体MHD近似のもとで線形化した方程式を一般化固有値問題に帰着させて調べる。下図には、磁気圏の磁場と太陽風の磁場が $90^\circ$ の角度をなす場合に、イオンの慣性長がプラズマ・シートの厚さに対して無視できる場合 ( $\lambda_i/\lambda=0$ ) と無視できない場合 ( $\lambda_i/\lambda=1$ ) の成長率を示してある。縦軸がプラズマ・シートの厚さで規格化した波数、横軸が波数ベクトルとリコネクション面とのなす角度で、成長率の大きな領域が明るくしてある。最大成長率は、どちらの場合もリコネクション面に波数ベクトルがあるときで、イオンの慣性を考慮したときの方が成長率は2倍程度大きい。しかし、斜め伝播に対しては、イオンの慣性を考慮したときの方が成長率が急激に小さくなり、局在化したモードになっていくことが解かる。これは、イオンの慣性を考慮した斜め伝播の場合は、ティアリング・モードはドリフト波と結合するからだ。このモードは、3次元的構造を持ち振動しながら成長する。ここでは、観測で示唆される昼間側での非定常な磁気リコネクションとの関連を議論する。





## Modern Bayesian Approach to Automatic Transaction for the Separation of Spin Synchronized Signals

T. HIGUCHI

*The Institute of Statistical Mathematics, Tokyo*

C.T. RUSSELL

*Institute of Geophysics and Planetary Physics,  
University of California, Los Angeles, USA*

### Motivation

Data taken aboard a spinning spacecraft frequently suffers from an unexpected modulation synchronized with the rotation of the spacecraft. If there is a strong noise source along some view direction, a resulting strong periodic noise appears in the measurements. Consequently, this spin-synchronized signals often dominate over the real signal and mask it eventually. A method to separate real signal from the several possible sources of noise would greatly enhance the scientific return.

### Problem

A specific problem we should solve is the extraction of useful information (i.e., natural real signal  $x(n)$ ) and the elimination of irrelevant information (i.e., background noise) from given data of the form  $(y(n), \theta(n))$  ( $n = 1, \dots, N$ ). The background noise is quite sensitive to the phase  $\theta$  and then can be described as a function of time,  $n$ , and phase,  $\theta(n)$ :  $B(n) = B(n, \theta(n))$ . An estimation of  $x(n)$  begins with determining  $B(n, \theta(n))$  at each  $n$ . In fact, it is impossible to uniquely define  $B(n, \theta(n))$  at each  $n$ . Hence we usually circumvent this problem by neglecting the time-dependence of  $B(n, \theta(n))$  during a relatively long interval. Furthermore this procedure based on the conventional digital processing technique inevitably involves human interpretation and interaction under the direction of a specialist of algorithm development.

### Procedure

The modern Bayesian approach allows us to flexibly model the observed data with too many parameters and to get an unique solution by taking account of prior information in an analysis process objectively as much as possible. We present a procedure to automatically remove the background noise associated with the spin by using this modern Bayesian approach in which the observation can be described as  $y(n) = w(n)t(n)f(\theta(n)) + x(n)$ , where  $f(\theta)$  is the phase response of the background noise.  $w(n)$  and  $t(n)$  are the stationary fluctuation and long-term components of the envelope of the background noise intensity, respectively. The modern Bayesian approach enables us to determine  $w(n)$ ,  $t(n)$ ,  $x(n)$  at each  $n$ , as well as unknown form of  $f(\theta)$ .

# 磁気圏電離圏結合

oral: A31-01~11

poster: A31-PA-38~41

座長

家森俊彦（京大理）

藤井良一（名大STE研）

\*Takashi Yamamoto<sup>1</sup> and Masao Ozaki<sup>2</sup>

1:Department of Earth and Planetary Physics, University of Tokyo,

2:Institute of Industrial Science, University of Tokyo

The formation mechanism for omega bands as observed on the poleward boundary of diffuse aurora in the morning sector was studied by a two-dimensional particle simulation for the motion of magnetospheric plasma perpendicular to the geomagnetic field (Yamamoto et al., 1990; SGEPS). The essence of the proposed mechanism is the magnetic-drift-induced (M-D) instability developing on the poleward boundary of the plasmashet, which is briefly described as follows (see Fig. 1). If the poleward boundary of the neutral hot plasma is spatially disturbed, positive and negative space charges start to accumulate just westward and eastward of a "crest" of the disturbed hot plasma, respectively, because the hot protons and electrons magnetically drift in opposite directions. Particles in the crest are pulled poleward by the EXB drift in the appearance of an electric field. The initial perturbation is thus amplified in a similar way to the Raileigh-Taylor instability. The formation of electric dipoles on the boundary results in a spatial modulation of the energetic electrons, which can be identified with auroral omega bands.

In this paper, we derive the linear growth rate of the M-D instability in the magnetosphere-ionosphere coupling system. To obtain the general formula for the growth rate, we should take into account the effect of the ion inertia drift as well as magnetic-drift-induced charge separation. Suppose a deformed isodensity contour in the  $x$ - $y$  plane as  $x(y) = \xi(t) \sin ky$  (see Fig. 1), where  $x$  and  $y$  are the latitudinal and longitudinal coordinates, respectively. From conditions of quasi-neutrality in the magnetosphere-ionosphere, we obtain the differential equation to govern the temporal evolution of the perturbation amplitude  $\xi(t)$ :

$$\partial^2 \xi / \partial t^2 + \gamma_{IN} \partial \xi / \partial t - \gamma_{IN} \gamma_{MD} \xi = 0$$

Here,  $\gamma_{MD}$  is the growth rate for the ionospheric-coupled M-D instability without inertia drift effect, and  $\gamma_{IN}$  is the inertial relaxation rate defined as  $\gamma_{IN} = \Sigma_p / C_M$  ( $C_M$  is the field line integrated inertial capacitance; see legend of Fig. 2). From the solution to the above equation, the linear growth rate  $\gamma$  is given by  $\gamma = (-\gamma_{IN} + \sqrt{\gamma_{IN}^2 + 4\gamma_{IN}\gamma_{MD}}) / 2$ . For parameter values appropriate for omega bands,  $\gamma_{MD} \sim 5 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$  and  $\gamma_{IN} \sim 0.1 \text{ s}^{-1}$ . In this case, the growth rate  $\gamma$  is approximately equal to  $\gamma_{MD}$ . It is then concluded that the perturbation on the poleward boundary of the plasmashet can be amplified with the growth rate of  $\gamma_{MD}$  which is determined from direct coupling of the M-D instability to the ionosphere.

Fig.1 Ionospheric coupling of current generator due to the M-D instability

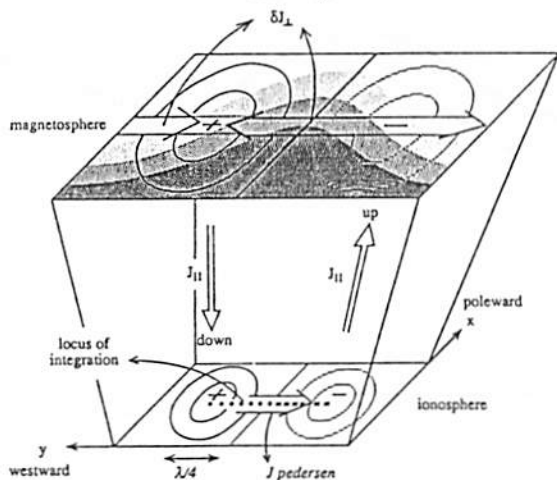
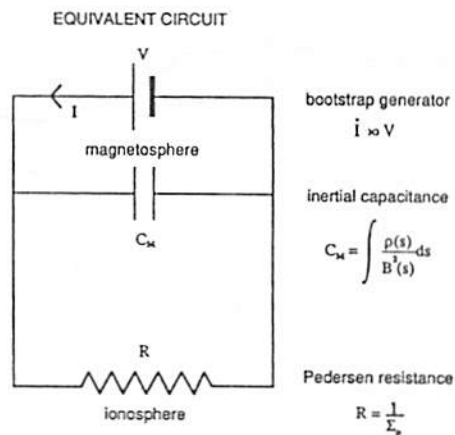


Fig.2 Equivalent circuit for M-D instability in the M-I coupling





°A. Matsuoka, K. Tsuruda, A. Nishida, H. Hayakawa and T. Mukai  
The Institute of Space and Astronautical Science

Many observations have been reported the electric field and the plasma convection associated with the northward interplanetary magnetic field (Maezawa [1976], Frank et al. [1986], Heppner and Maynard [1987]). Electric field data of EXOS-D also shows that complicated signatures appear in the polar region when the IMF is strongly northward as seen in Figure 1.

It has been considered that the flow caused by the rotation of the earth is negligible in the polar region because the flow caused by the solar wind-magnetosphere interaction overwhelms it (Hill [1979]). When IMF is northward, however, the convection velocity is generally slow and the co-rotation flow is sometimes comparable to it. In Figure 2 case the co-rotation flow produces considerable effect upon the potential structure in the system rotating with the earth. It is expected to make dawn-dusk asymmetry in the polar cap signature even when  $B_y$  is small.

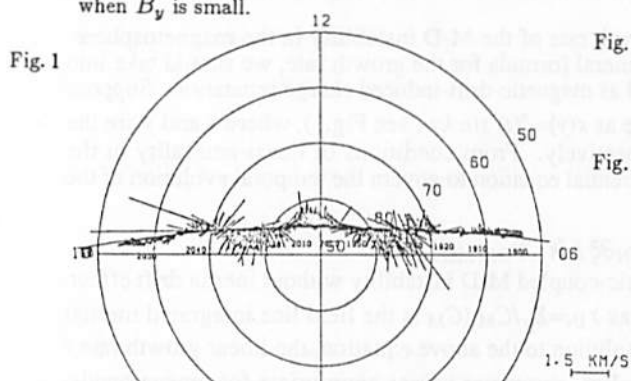
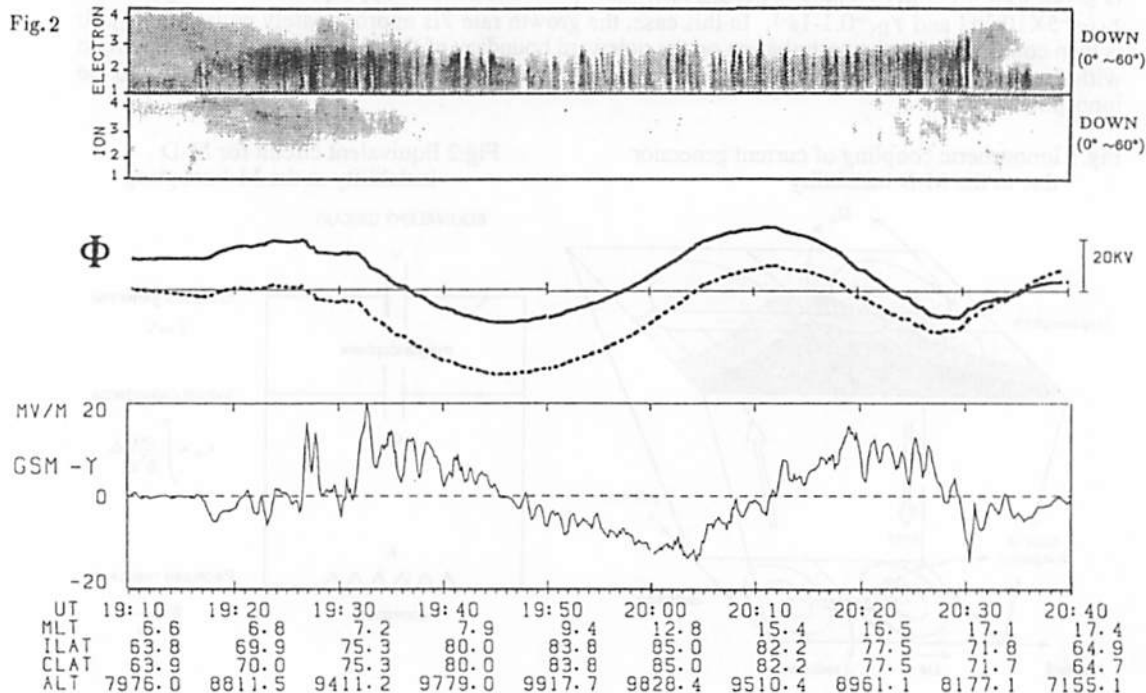


Fig.1. The convection flow mapped on the ionosphere of 120 km altitude. The data was obtained in March 30, 1990, 1900 - 2100 UT and averaged every 8 seconds.

Fig.2. Top panel: The E-t diagram for the downward electron and ion for the case of Figure 1. Middle panel: The variation of the electric potential plotted every 8 seconds. The solid and dash lines are before and after the subtraction of the co-rotation effect, respectively. Bottom panel: The GSM-Y component of electric field averaged every 32 seconds.



# A31-03 極風域での電離層イオンの加速機構

渡部重十<sup>\*</sup> 阿部琢美, B.A. Whalen, A.W. Yau 佐川永一  
 (北海道情報技術研究所) (Herzberg Institute of Astrophysics) (通信総合研究所)

## Characteristics of Ionospheric Ion Flow in the Polar Wind Acceleration Region

S. Watanabe (HIIT), T. Abe, B.A. Whalen, A.W. Yau (HIA), E. Sagawa (CRL)

Suprathermal Ion Mass Spectrometer (SMS) on the EXOS-D satellite has measured the ion energy distribution functions at mid-altitudes (< 10000 km). From the observed energy distribution functions we estimated ion temperatures, ion densities, ion velocities and the satellite potential to the plasma. The ionospheric ions are gradually accelerated with increasing of altitude along the local geomagnetic field line in the polar wind acceleration region. H<sup>+</sup>, He<sup>+</sup> and O<sup>+</sup> velocities reach about 10 km/s, 5 km/s and 4 km/s, respectively, at 10000 km altitude. H<sup>+</sup> and He<sup>+</sup> have similar drift energy. However, O<sup>+</sup> drift energy is larger than H<sup>+</sup> and He<sup>+</sup> drift energies. The results show that the H<sup>+</sup> and He<sup>+</sup> drift energies or momentums move to the O<sup>+</sup> by ion-ion interactions in the polar wind acceleration region.

### 1.はじめに

EXOS-D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、衛星のスピン面でイオンのドリフト速度、密度、温度等を得ることができる。ポーラーウィンドに対してこれらのパラメータを求め統計的に処理した結果を報告するとともに、ポーラーウィンドの加速機構について議論する。

### 2.ポーラーウィンド中でのイオンの速度とエネルギー

不変磁気緯度80度以上で磁力線に平行なイオン速度の高度分布を図1に示す。H<sup>+</sup>, He<sup>+</sup>, O<sup>+</sup>は高度とともに連続的に加速され、H<sup>+</sup>は5000 km以上の高度で10 km/s以上に達している。これらのドリフトの運動エネルギーを図2に示す。低い高度で同程度の運動エネルギーをもっているが、高度が高くなるとともにO<sup>+</sup>の運動エネルギーが増加し、高度5000 km以上ではH<sup>+</sup>に対し2~4倍の運動エネルギーを持つ

ている。

### 3.まとめ

ポーラーウィンド領域で、すべてのイオンが同一の力のもとで加速されるならば、すべてのイオン種は同じ運動エネルギーをもたなければならない。H<sup>+</sup>とHe<sup>+</sup>は同程度のエネルギーであることから同じ加速機構によって加速されているらしいことを示している。しかし、EXOS-D/SMSは重いイオン (O<sup>+</sup>) が軽いイオンより大きなエネルギーをもって運動していることを見いだした。この結果は、重いイオンはH<sup>+</sup>, He<sup>+</sup>とは異なる加速機構によって加速されていることを示している。H<sup>+</sup>とHe<sup>+</sup>の速度およびエネルギーは高度とともに増加しているが、その増加率は高度とともに減少していることから、イオン-イオン間の相互作用によりH<sup>+</sup>とHe<sup>+</sup>の運動量あるいは運動エネルギーがO<sup>+</sup>へ移行していることが考えられる。

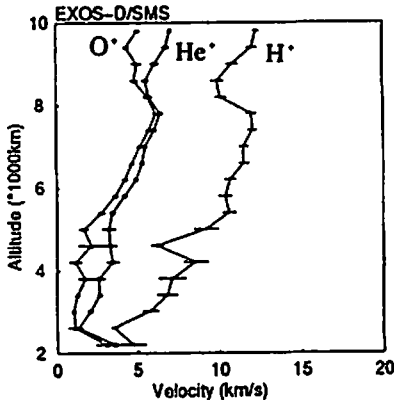


図1 イオン速度の高度分布

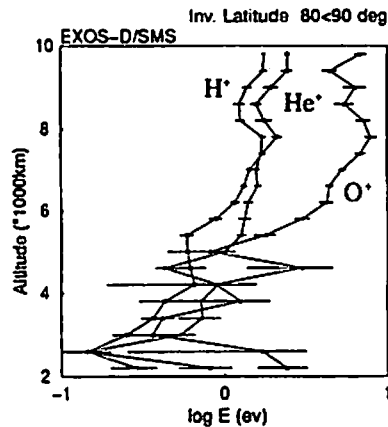


図2 イオン運動エネルギーの高度分布

Ion Temperature Anisotropy Observed by EXOS-D/SMS  
E. Sagawa (CRL), S. Watanabe (HIIT)

SMS on board the EXOS-D satellite measures ion distribution functions, for various ion species, projected on to the spin plane. By calculating moments of the observed two dimensional ion distributions, we can estimate various physical quantities, eg., densities, velocities, temperatures, and heat flow.  $T_{\perp}$  and  $T_{\parallel}$  can be calculated when the instrument samples near the field line. A statistical analysis of the  $T_{\perp}$  and  $T_{\parallel}$  data indicates that the  $T_{\perp}$  decreases with altitudes with smaller gradient than that predicted with the kinetic model, and that  $T_{\parallel He^+}$  decreases with altitudes while  $T_{\parallel He^+}$  and  $T_{\parallel O^+}$  remain constant.

1 はじめに

前回の学会ではSMSで観測されている2次元のイオン分布関数から、磁力線沿いと直角方向の温度を計算し、異方性が存在することを示した。今回の報告では以下の点について報告する予定である;

- 温度計算方法の改良と計算法の持つ問題点
- 91年3月~9月のデータを用いた統計的な解析結果。
- Heat Flow (3次のモーメント)の計算とその評価

2 極域電離圏でのイオン温度異方性について

電離圏は高度約1,500 km以上ではcollisionlessの領域になると考えられている。もしこの高度より高い領域でのイオンの運動をsingle particleとして考えれば断熱不変量のために磁力線に直角な温度 $T_{\perp}$ は磁場の強度 $B$ に比例して低下すると考えられる。このような単純化がほぼ成り立っていることが1970年代初頭に行なわれた"Polar Wind"のモデル計算では示されていた。"Polar Wind"の理論計算は、その後一層精密化し、イオン温度異方性についてさまざまな予測を行なっている。しかし、観測面ではこれらの理論に対応する報告はほとんど存在しない。EXOS-Dに搭載されたイオン質量分析器SMSは電離圏の熱的なイオンも含めた低エネルギー領域でのイオン分布関数を計測しており、温度異方性についても計算することが可能である。

ギヤ領域でのイオン分布関数を計測しており、温度異方性についても計算することが可能である。

3 統計的解析の結果

図は1991年3~9月のSMSの観測データの統計的な解析を行なった結果を示す。この時期は衛星高度が極域で広範囲に変化しているために観測データの高度変化を議論するのに都合が良い。EXOS-D衛星はスピン軸と磁力線のなす角が常に直角ではないので、 $T_{\parallel}$ をある程度の精度で求めるためには観測データの中からスピン軸と磁力線のなす角が直角に近いデータを選別する必要がある。図に示したデータはこの角度が $20^{\circ}$ 以下である。図の大きな特徴は $He^+$ と $O^+$ の $T_{\parallel}$ があまり高度に依存しないのに対して $T_{\parallel H^+}$ は高度と共に低下している。ここで注意する必要があるのは、この高度範囲では $H^+$ の $V_{\parallel}$ が大きくなっていることである。 $T_{\perp}$ はすべてのイオンについて高度とともにおおむね低下する傾向にあるが、断熱的な運動から予測される値に比べるとゆっくりと低下する。これらの事実はEXOS-Dの観測する高度域でも熱的なプラズマはcollisionlessの近似では記述できないことを示している。

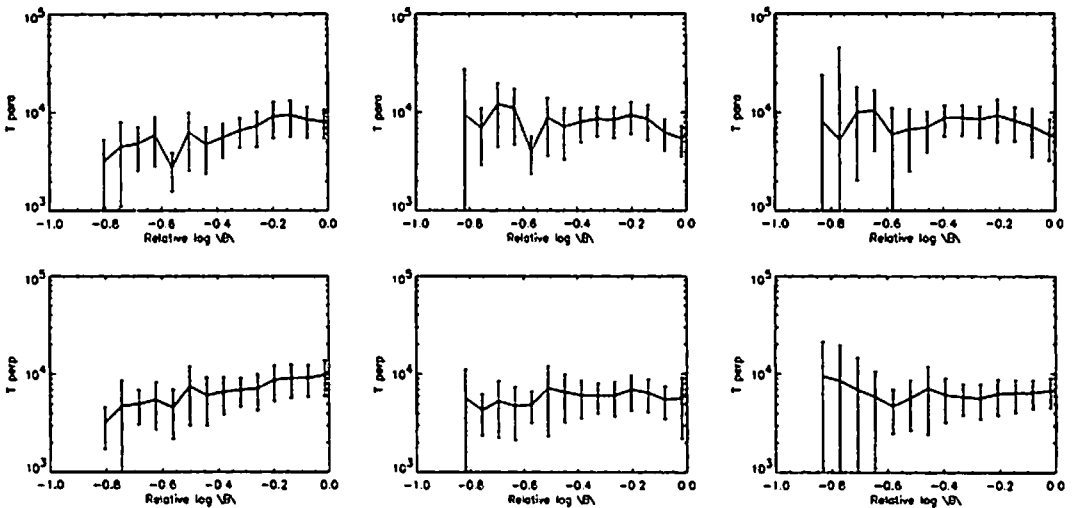


図1: 1991年3~9月のSMS観測データから得られた $T_{\parallel}$ (上段)と $T_{\perp}$ (下段)。縦軸は磁場の強度の対数値(相対値)。左から $H^+$ ,  $He^+$ ,  $O^+$ の3種のイオンのデータ

# ディフューズ・オーロラ領域に見える イオンのエネルギー・ギャップの性質

白井仁人<sup>1)</sup>、前沢例<sup>1)</sup>、向井利典<sup>2)</sup>、實谷信幸<sup>2)</sup>、鶴田浩一朗<sup>2)</sup>、早川基<sup>2)</sup>

1) 名古屋大学理学部、2) 宇宙科学研究所

Characteristics of the energy gap of the ions in the diffuse auroral region

H. Shirai, K. Maezawa, T. Mukai, N. Kaya, K. Tsuruda, and H. Hayakawa  
(Nagoya U.) (ISAS) (Kobe U.) (ISAS)

Using the data obtained by the Akebono satellite, we have examined the energy spectra of ions in the diffuse auroral region. In many cases, the spectra of the diffuse ions in this region have an dip at about 10 KeV. (It is seen as a white band in the example shown in the upper figure.) The occurrence frequency of this phenomenon has the dawn-dusk asymmetry and is larger in the dawn side. We will also discuss its relation with features in the electric field, magnetic field and KP index.

オーロラ帯の電子の降り込みはディスクリートな領域とディフューズな領域に分けて考えることができ、それぞれBPS, CPSにつながっていて異なった性質の領域であると考えられている。我々は、今回、あけぼの衛星のデータを用いて、ディフューズな電子の降り込み領域を中心に粒子スペクトル等について調べた。そして、その結果多くの例でこの領域のディフューズ・イオンにエネルギーのギャップ(10 KeV付近)が存在していることがわかった。

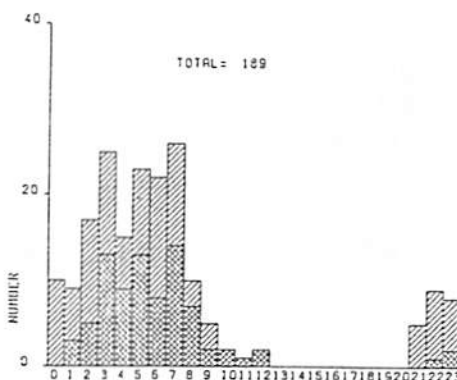
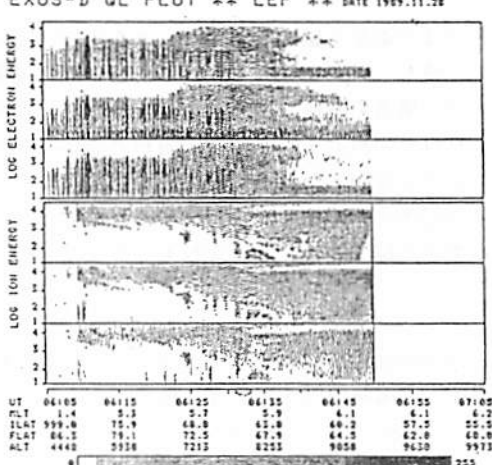
右上図がその一例で、1989年11月28日 第2パスで観測された電子(上3つ)とイオン(下3つ)のQL-PLLOTである。左側がpole側、右側がequator側でdawn sideのデータである。pole側から見て行くと、オーロラ帯のディスクリートな電子の降り込みが見えなくなるちょうどequator側から、白いバンド状のエネルギー・ギャップがディフューズなイオン中に存在しているのがわかる。

このようなギャップはたいてい10 KeV程度の所に見えるが、常に存在するわけではなく、またその存在頻度は地方時に依存していることがわかった。これを示したのが右下図で縦軸に頻度、横軸に地方時で表してある。これを見て明らかに出現頻度はdawn-dusk非対称性を持ち、MLT=7で最大となっている。

こうしたイオンのスペクトルのギャップはストームと関連した'NOSE EVENT'や'DIP'などが報告されており、これらとの関係についても調べている。

講演ではさらに、電場、磁場、KPindexなどとの関連についても考察する。

EXOS-D QL PLOT \*\* LEP \*\* PATH 891128-02-PR



・福西 浩<sup>1</sup>、向井利典<sup>2</sup>、早川 基<sup>2</sup>、鶴田浩一郎<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>東北大学理学部 <sup>2</sup>宇宙科学研究所

## Field-Aligned Currents Driven by Plasma Flows in the Nightside Tail Flanks

H. Fukunishi<sup>1</sup>, T. Mukai<sup>2</sup>, H. Hayakawa<sup>2</sup> and K. Tsuruda<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University

<sup>2</sup> Institute of Space and Astronautical Science

Using the Akebono magnetic field, charged particle and electric field data, the relationship between field-aligned currents, precipitating particles and convection flows has been examined in detail. It was found that the large-scale field-aligned current systems in the 04-10 MLT and 14-20 MLT sectors are collocated with the regions of magnetosheathlike electrons and ions and intense convection flows. It was also found that >1-keV electrons of plasma sheet origin occasionally appear in this field-aligned current region. These results suggest that field-aligned currents in the dawn and dusk sectors are driven by anti-sunward flows in the tail flanks which partly have a topology of open field lines.

あけぼの衛星の磁場・粒子データを用い、夜側の20時から04時MLT領域の沿磁力線電流構造と粒子構造の関係を明らかにしてきたが、今回はこれ以外のMLTにおいて両者がどのような関係にあるかを調べた。また沿磁力線電流領域とプラズマ対流との関係を明らかにするために、あけぼの衛星の電場データとの比較も行なった。その結果以下のことが明らかになった。

1) Tsyganenko 1989 磁場モデルを用い観測された沿磁力線電流領域を磁気圏赤道面にマッピングすると、昼側の12時前後(10-14時MLT)および夜側の20-04時MLT領域以外の時間帯では、沿磁力線電流領域はすべて夜側の磁気圏境界に近いテイルフランクにマッピングされる。

2) この領域では、夜側(20-04時MLT)の沿磁力線電流領域の極側境界付近で見られたエネルギーが低緯度側に向かって下降するIon Dispersion Event はほとんど見られない。

3) 沿磁力線電流は一般に下向き電流と上向き電

流がペアになって現れ、プラズマ対流が強まった領域に対応する。また、この領域には Magnetosheath 起源と思われる数 100 eV 以下の電子と 1 keV 前後のイオンが観測されるが、これらの粒子以外にプラズマシート起源と思われる 1 keV 以上のエネルギーをもつ電子もしばしば観測される。

以上の事実から夜側の20-04時MLTおよび昼側の12時付近以外の時間帯(午前側の04-10時MLT、午後側の14-20時MLT)では、沿磁力線電流領域は夜側磁気圏フランク部とつながっていると考えられ、この領域を流れる anti-sunward flow が沿磁力線電流の主要な駆動源になっていると思われる。またフランク領域は平均的には closed field line の領域と考えられているが、この領域にプラズマシート起源と考えられる電子が出現する場合と出現しない場合があることから、部分的に、また過渡的に open field line になると考えられる。これらの結果から、従来考えられていた Region 1/Region 2 電流系の構造とその駆動機構は大幅な見直しが必要と思われる。

# **A31-07**      **VIKING AND DMSP-F7 OBSERVATIONS OF DAYSIDE FIELD-ALIGNED CURRENT SYSTEMS**

**Ohtani, S., P. T. Newell, T. A. Potemra, and L.J. Zanetti  
Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Maryland, U.S.A.**

**M. Watanabe, and T. Iijima  
Department of Geophysics and Planetary Physics, University of Tokyo.**

Dayside large-scale field-aligned currents have been classified into region 1, region 2, and mantle systems; the mantle current current system has also been referred to as (traditional) cusp current system. Since various regions of the magnetosphere can be mapped along field lines toward the dayside high-latitude region, it is very difficult to determine the source region of each of these current systems. Particle precipitations would be informative as to the source region, and therefore would be useful for examining the generation mechanism of field-aligned currents. On the other hand, the spatial distribution of these current systems sensitively depends on the interplanetary magnetic field (IMF). Thus, multisatellite observations of field-aligned currents and particle precipitation are desirable for examining the current systems. In this paper we study the dayside current system by combining Viking and DMSP-F7 observations. Tens of events are selected in which Viking and DMSP-F7 traversed the dayside high-latitude region ( $09 < \text{MLT} < 15$ ,  $70^\circ < \text{InvLat} < 85^\circ$ ) simultaneously. While DMSP-F7 orbits are confined in the prenoon sector, Viking transverses the high-latitude region both at postnoon and at prenoon. The present data set should be most useful for examining the local time structures of the current systems, and also for comparing field-aligned currents and particle precipitations between different altitudes; the altitude of DMSP-F7 is about 840 km, while the apogee of Viking is 13500 km. The initial results will be presented at the meeting.

## Distribution of Particle and Birkeland Currents: IMF Dependent North-South Conjugacy

T. Iijima<sup>o</sup> (Univ. of Tokyo),  
T.A. Potemra, L.J. Zanetti, and S. Ohtani (APL/JHU)

By using the particle and magnetic field data acquired with the DMSP F7 satellite at an altitude of 840 km, we have investigated the distribution of particle and Birkeland currents in the midday to dawn sector for both the northern and southern hemispheres. Characteristics confirmed here include the following:

- Plasma precipitation pattern consists quasi-persistently of the cusp in the midday sector, the cleft adjacent to and dawnward of the cusp, the "hotter" cleft and HLPS in the dawn sector.
- Concurrent Birkeland currents comprise two modes.  
Mode 1: traditional Region 1 plus Region 0 (reversed Region 1-sense current, adjacent to and poleward of Region 1) with Region 1 mostly corresponding to the cusp precipitation and Region 0 to the plasma mantle.  
Mode 2: traditional Region 1 plus Region 2 with Region 1 corresponding to the cleft, "hotter" cleft and HLPS and Region 2 to the plasma sheet-core part.
- Mode 1 occurs in the midday sector, strongly depending on IMF  $B_y$ . For  $B_y > 0$ , in the north pole, downward Region 1 plus upward Region 0 appears and tends to intrude into the afternoon sector. Whereas, in the south pole, upward Region 1 plus downward Region 0 occurs and intrudes deeply into the dawn sector.

We suggest that our present confirmation of two-modes occurrence of dayside Birkeland currents will serve to solve the controversial issues on the source mechanisms of Birkeland currents.

藤井良一<sup>1</sup>, R. A. Hoffman<sup>2</sup>, J. D. Craven<sup>3</sup>, 杉浦正久<sup>4</sup>, L. A. Frank<sup>5</sup>, N. C. Maynard<sup>6</sup>

<sup>1</sup>名大STE研, <sup>2</sup>NASA/GSFC, <sup>3</sup>ワシ大, <sup>4</sup>東海大開発技研, <sup>5</sup>アイワ大, <sup>6</sup>AFGL

Electrodynamic parameters in the nighttime sector during auroral substorms

R. Fujii<sup>1</sup>, R. A. Hoffman<sup>2</sup>, J. D. Craven<sup>3</sup>, M. Sugiura<sup>4</sup>, L. A. Frank<sup>5</sup>, N. C. Maynard<sup>6</sup>

<sup>1</sup>STE lab., Nagoya Univ., <sup>2</sup>NASA/GSFC, <sup>3</sup>Univ. Alaska, <sup>4</sup>Tokai Univ., <sup>5</sup>Univ. Iowa, <sup>6</sup>AFGL

**Abstract** Field-aligned current (FAC) systems in the midnight sector during auroral substorm expansions have been investigated using plasma, magnetic field and electric field data obtained from the DE 2 satellite and auroral images obtained from the DE 1 satellite. Near the poleward boundary of the expanding auroral bulge, a pair of oppositely directed FAC sheets is observed. These current sheets in the premidnight sector are associated with a narrow eastward and/or anti-sunward convection drift in the region of equatorward electric field. The upward FAC sheet of the pair is located within the poleward portion of the bulge, and is accompanied by bursty electron precipitation. It is proposed that this pair of the FACs is either present only during the substorm, or, if present at other times, is only enhanced sufficiently during the substorm.

サブストーム期間 (DE)1及び2衛星で同時に観測されたオーロラ画像、磁場、電場、プラズマのデータを用いて、サブストーム開始から極大期に出現する夜側オーロラ帯に伴う、沿磁力線電流(FAC)、プラズマドリフト(電場配位)、オーロラ粒子の空間分布を求め、相互の関係を調べた。データはサブストーム開始から極大期にDE 1がオーロラ帯の発達を撮像し、同時にDE 2が夕方側から朝方面にかけての領域を観測した39例で、図1に示すようにオーロラ帯に対しどの位置を通過したかにより分類した。

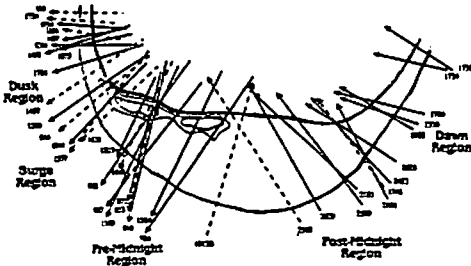


図1: 解析に使用したDE 2の軌道。

オーロラ帯に対する相対的な位置関係は、(a)オーロラ帯より西側(b)オーロラ帯内部西側(c)オーロラ帯内部東側(d)オーロラ帯より東側、の4領域に分類した。

例として、領域(b)で観測されたFACとプラズマドリフト(電場)の例を図2に示す。DE 2はオーロラ帯高緯度西部の強いオーロラ帯部分を通過した。図から分かる様に、(オーロラ帯)に対応して)上向きFACが、その高緯度側に下向きのFACが対となり観測されている。これら対のFACの低緯度側には、(オーロラ帯)に対応して)下向きのFACが観測されている。

上向きFACの内高緯度側の強いオーロラ帯に対応する部分は、通常オーロラ帯で観測される低緯度の方向を向いた電場(東向き又は反太陽向きのドリフト)の領域に存在している。この上向きFACと、その高緯度にある下向きの電流には、緯度的に狭く強い電場が対応して観測されている。この電場は東向き又は反太陽向きのドリフトに対応している。

上記の様に(a)-(d)の領域毎に、共通の性質を抽出することにより、サブストーム中のオーロラ帯に伴うFAC、電場(ドリフト)、オーロラ粒子の振込分布を求めることが可能となる。

解析の結果は以下のように要約される。

- (1)オーロラ帯の西側部分(b)は上向きFACに対応している。その低緯度部分には下向きFACがある。上向きFACの高緯度部分(強いオーロラ帯)と、その高緯度側の下向きの電流の対は、オーロラ帯に特徴的な低緯度向きの電場配位内にあり、緯度的に狭く且つ強い反太陽向き又は東向きの対流を伴っている。低緯度側の上向きFACと更に低緯度側の下向きFACは太陽方向のドリフト内に存在している。
- (2)オーロラ帯から離れた、夕方及び朝方領域(a),(d)では通常のregion 1と2の対の電流が見られる。この電流系は太陽方向のドリフト中に存在している。この電流系の高緯度側には、領域(b)と同様、反太陽向きの電場ドリフトが存在するが、有為な電流は伴わない。
- (3)オーロラ帯の東側部分(c)は領域(b)の電流系に朝方(d)の電流系が貫入した複雑な電流系が構成されている。
- (4)電流の緯度方向の取支は、領域(b)では上向きのネット電流が見られるが、領域(a)では有為なネット電流は見られない。

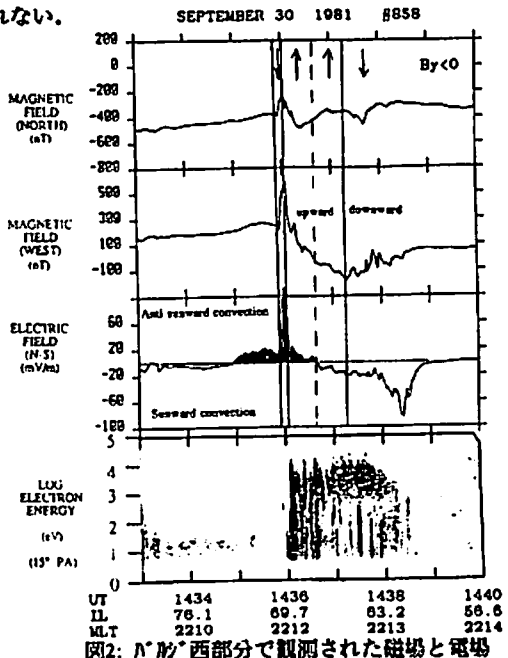


図2: オーロラ帯西部で観測された磁場と電場



B.-H. Ahn<sup>1,2</sup>, H. W. Kroehl<sup>3</sup>, A. D. Richmond<sup>2</sup>, Y. Kamide<sup>2,4</sup>, and O. de la Beaujardiere<sup>5</sup><sup>1</sup>Kyungpook National University, Taegu, 702-701, Korea<sup>2</sup>NCAR/HAO, Boulder CO 80303, U.S.A.<sup>3</sup>NOAA/NGDC, Boulder CO 80303, U.S.A.<sup>4</sup>STEL, Nagoya University, Nagoya, Japan<sup>5</sup>SRI International, Menlo Park, CA 95025, U.S.A.

In an effort to construct a global ionospheric conductance model, empirical relationships between magnetic perturbations ( $\Delta H$ ) recorded at the College magnetic observatory and Pedersen ( $\Sigma_P$ ) and Hall ( $\Sigma_H$ ) conductances deduced from the Chatanika incoherent scatter radar are examined. For the same purpose, two kinds of empirical formulas applicable to eastward and westward electrojet regions have already been proposed (Ahn et al., 1983). More recent observations (e.g., Foster, 1987), however, indicate that the relative importance of the electric field and the ionospheric conductance does vary spatially, even within an auroral electrojet. To include such relatively important factors in the global conductance model, it is desirable to reexamine the empirical relationship over various parts of the entire high-latitude ionosphere. The vertical component ( $\Delta Z$ ) of magnetic perturbations is used to determine the relative position of the College magnetic observatory with respect to the center of the auroral electrojet. With the signs of the two magnetic components ( $\Delta H$ ,  $\Delta Z$ ) the entire auroral electrojet system can be divided into four regions; that is, the poleward and equatorward halves of the eastward electrojet ( $\Delta H > 0$ ,  $\Delta Z < 0$ ;  $\Delta H > 0$ ,  $\Delta Z > 0$ ) and the same division for the westward electrojet ( $\Delta H < 0$ ,  $\Delta Z > 0$ ;  $\Delta H < 0$ ,  $\Delta Z < 0$ ).

This paper reports the results of our first effort for the midnight sector. The midnight sector, spanning the four-hour local time sector where the two auroral electrojets frequently coexist, is examined separately. It is found that the conductance is more enhanced in the westward electrojet region than in the eastward electrojet region for the same degree of magnetic perturbation in terms of  $\Delta H$ . Within the westward electrojet region the conductance enhancement is more prominent in the equatorward half compared to the poleward half. As expected, the midnight sector shows the most enhanced conductance for the same degree of magnetic variation.

The conductance ratio ( $\Sigma_H/\Sigma_P$ ) which provides information about the hardness of precipitating electrons is also examined. The most energetic particles are found to be precipitating into the equatorward half of the westward electrojet region while the particles precipitating into the eastward electrojet are generally soft and do not show any difference in terms of particle energy regardless of the poleward and the equatorward portions of the electrojet.

Based on the empirical formulas thus obtained, the conductance distribution for the entire polar ionosphere at the epoch of 1855 UT on April 1, 1986 is simulated (see Fig. 1) and compared with auroral image data taken simultaneously from the Viking satellite.

## REFERENCES

- Ahn, B.-H., R. M. Robinson, Y. Kamide and S.-I. Akasofu, *Planet. Space Sci.*, 31, 641-653, 1983.  
Foster, J.C., *Geophys. Res. Lett.*, 14, 160-161, 1987.

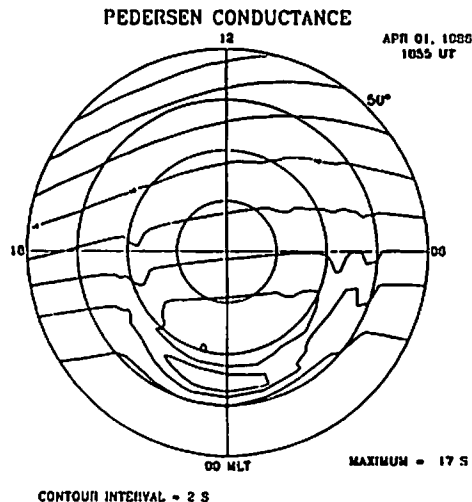


Fig. 1

・ 家森俊彦、竹田雅彦、斉藤昭則、田中良和、橋本武志、荒木徹（京大理）  
山本衛（京大超高層）

IONOSPHERIC CURRENT EFFECTS ON MID-LATITUDE GEOMAGNETIC DISTURBANCE FIELDS

T. Iyemori, M. Takeda, A. Saito, Y. Tanaka, T. Hashimoto, T. Araki  
(Faculty of Science, Kyoto University)

M. Yamamoto (Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University)

The effects of the ionospheric currents to the mid-latitude geomagnetic disturbance fields are quantitatively investigated. The ionospheric currents are estimated from the F-region drift observation by the MU radar and the ionospheric conductivities calculated from the International Reference Ionosphere (IRI90). The results indicate that the effects of the ionospheric currents on the disturbance fields are generally small even on the East-West component of the geomagnetic field in which the effects from the ring current and the magnetopause current are expected to be small. It is suggested that the effects of the field-aligned currents are much larger than those of the ionospheric currents.

中緯度で観測される擾乱時の磁場変動に電離層電流がどの程度寄与しているか明らかにするため、宿楽でのMUレーダー観測と磁場観測データを比較した。レーダーによるF層ドリフトから求めた電場と国際標準電離層モデル（IRI90）による電離層電気伝導度から電離層電流を計算し、それが地上につくる磁場と実際の観測値を比較した。その結果、電離層電流では地上の磁場変化がほとんど説明できないことがわかった。水平成分（H）についてはリングカレントとマグネトポーズカレントが大きく影響するので当然であるが、偏角成分の変動も電離

層電流ではほとんど説明できないことは、極域に流れ込む沿磁力線電流からの寄与が大きいことを示している。図1は、1991年8月19日に発生した磁気嵐の時の、宿楽における磁場変化と、レーダー観測から推定した電離層電流が地上に作る磁場変化を比較したものである。17 JST付近にみられるD（偏角方向）成分の磁場変化は、電離層電流ではほとんど説明がつかないことがわかる。講演ではこれまでに蓄積されたレーダー観測データを用い、定量的比較を行う。

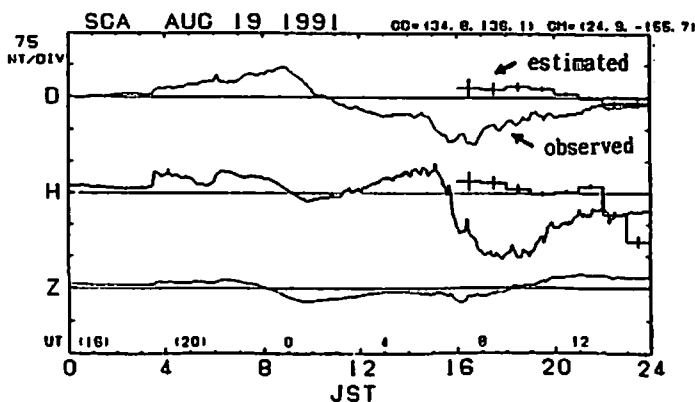


Fig. 1 An example of comparison of the observed geomagnetic disturbance field with that estimated from the MU radar observation and the IRI90 ionospheric model assuming an infinite sheet current. The disagreement between the observed and the calculated fields indicates that the contribution from ionospheric current is rather small for the disturbance fields in mid-latitudes.

# A31-PA-38

## Dayside Magnetosphere-Ionosphere Coupling in the Course of Substorm Development

○ M. Watanabe and T. Iijima (Faculty of Science, Univ. of Tokyo)

According to the traditional scenario for substorm development, in response to a southward turning of IMF (interplanetary magnetic field), the eroded dayside flux is convected to nightside and lobe flux increases (growth phase); after the expansion onset with drastically enhanced reconnection rate in the tail region, the flux returns to dayside gradually. Our present paper first intended to verify or falsify this conceptual model.

Using the precipitating particle data acquired with the DMSP F7 satellite, we have determined the large-scale precipitation pattern on the dayside as a function of substorm phases: pre-substorm (steady NBZ (northward IMF Bz) period), growth phase, expansion phase, recovery phase, and late recovery phase. Twenty-two of isolated substorms were selected for the present study. Preliminary results include the following:

(1) The basic precipitation pattern of dayside high latitude region consists of cusp, cleft, and HLPS (high latitude plasma sheet). This basic pattern, though it suffers the change of latitudinal width and location (the occurrence region shrinks to dayside with the substorm development), is not altered drastically by IMF, whereas the nightside precipitation pattern exhibits severe change (copaper by Kusaka et al., to be presented at this meeting). This suggests that the IMF plays little essential role in cusp formation. The existence of IMF-independent cusp ensures the classic picture that the cusp (neutral point at the front side of the magnetosphere) is formed by pressure balance of solar wind and magnetosphere. This picture is also supported by the fact that even in deadly quiet period when nearly zero IMF is maintained for a long time and the nightside FACs (field-aligned currents) become vanishingly small, significant FACs remain in the cusp region of sunlit hemisphere (Watanabe and Iijima, presented at the 91st SGEPS meeting).

(2) During the pre-substorm stage the ion precipitation of poleward part of cusp exhibits energy dispersion consistent with the sunward convection, which is contrastive to the reversed-sense trend when IMF Bz is negative. This fact implies that the NBZ associated neutral point is newly formed at the backward region, in addition to the IMF-independent neutral point at the front side.

The DMSP F7 satellite also carried fluxgate magnetometer. In the talk, we will also show the associated FACs together with the precipitation feature and discuss their manifestation.

## 夜側オーロラ・オーヴァル極側境界域の 電流構造と対流電場の関係

長妻 努<sup>1</sup>、福西 浩<sup>1</sup>、向井利典<sup>2</sup>、早川 基<sup>2</sup>、松岡彩子<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>東北大学理学部 <sup>2</sup>宇宙科学研究所

Relationship Between Field-Aligned Currents and Electric Fields  
 in the Polward Boundary Region of the Nightside Auroral Oval

T. Nagatsuma<sup>1</sup>, H. Fukunishi<sup>1</sup>, T. Mukai<sup>2</sup>, H. Hayakawa<sup>2</sup>, and A. Matsuoka<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University  
<sup>2</sup>Institute of Space and Astronautical Science

The relationship between field-aligned currents and electric fields in the nightside auroral oval region has been examined using the Akebono magnetic field, low energy particle and electric field data. It was found that anti-sunward convection in the polar cap stagnates at the poleward boundary of the oval, and then intense dawn to dusk convection flows appear in a latitudinally narrow region of the boundary field-aligned current system. The fine structure in the north-south component of electric field was found to show one-to-one correspondence with variations of field-aligned current density.

我々は今までに、夜側オーロラ・オーヴァル領域に関して、従来考えられてきた region 1、region 2 の大規模な電流構造の他に、極側境界域特有の電流構造 (Boundary Current System) が存在することを明かにし、この電流構造と電子バースト現象の対応関係について調べてきた。今回は沿磁力線電流の生成機構を明らかにするためにあけぼの衛星の磁場、粒子、電場データの詳細な解析を行った。その結果、以下の特徴が明らかとなった。

- 1) Polar Cap ではほぼ一様な anti-sunward の対流が観測されるが、Polar Cap 赤道側境界付近で対流は一度弱まり、そのすぐ低緯度側に dusk to dawn 対流が強まる領域が出現する。この領域が境界電流の領域に対応する (Fig. 1)。
- 2) 境界電流の領域で沿磁力線電流の微細構造に対応した強い電場変動が現れる。その関係は Fig. 2 に示すように、電場の GSE-Z 成分 (南北成分にはほぼ対応) と磁場を微分して得られる沿磁力線電流密度が一対一に対応する。

1) の事実は Boundary Current System がブ

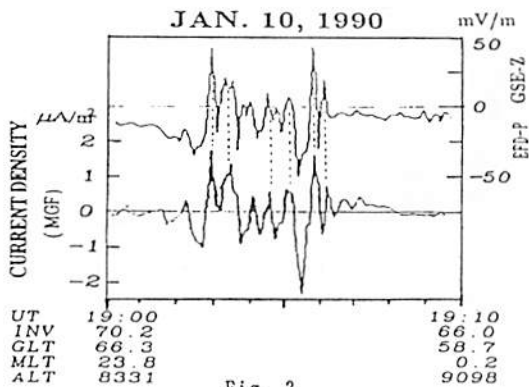


Fig. 2

ラズマシート境界層に沿って流れる強いプラズマ流によってつくり出されていることを示唆する。また 2) の事実は、プラズマ流が境界領域を一様ではなく、筋状になって流れ、沿磁力線電流の微細構造とそれに対応する S 型あるいは V 型沿磁力線ポテンシャル構造をつくり出していることを示唆する。

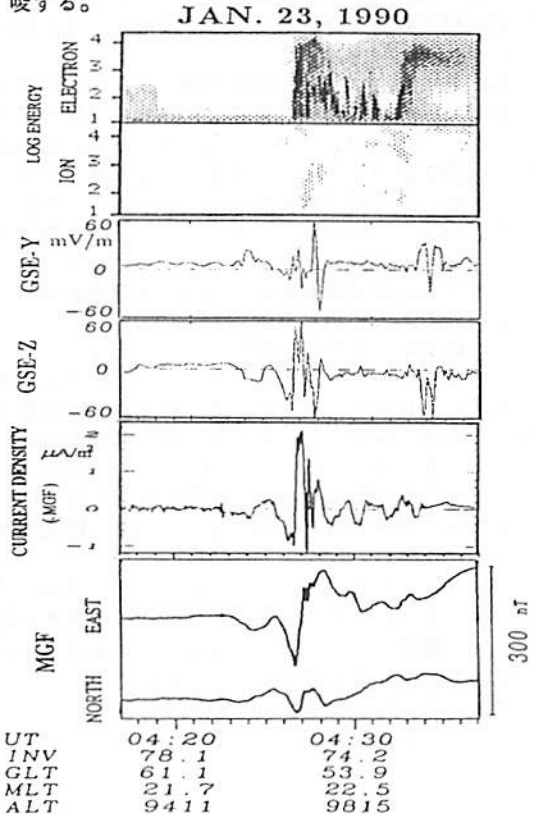


Fig. 1

# あけぼの衛星で観測された 沿磁力線加速過程

## A31-PA-40

<sup>1</sup>坂野井 健<sup>1</sup>、福西 浩<sup>1</sup>、向井利典<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>東北大学理学部                      <sup>2</sup>宇宙科学研究所

Field-Aligned Acceleration Process Observed by the Akebono Satellite

T. Sakanoi<sup>1</sup>, H. Fukunishi<sup>1</sup>, T. Mukai<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University  
<sup>2</sup>Institute of Space and Astronautical Science

Auroral field-aligned acceleration process have been examined using the Akebono particle and magnetic field data. We analyzed the Akebono data for 22 orbits in the altitude range of 5000-10000km for various MLT sectors. The Potential drop above the satellite was derived from downward electron peak energy. The potential drop below the satellite was calculated in two ways, one from electron loss cone and the other from upward ion peak energy. We found that the potential structures correspond to small-scale upward currents derived from the magnetic field data. In most cases, it is evident that the potential drop calculated from loss cone is greater than that derived from ion peak energy. It is suggested that turbulent processes on auroral field lines are important for these discrepancies.

あけぼの (EXOS-D) 衛星が極域沿磁力線電場加速領域中を通過した場合、加速された下向き電子と、上向きのイオンピークが観測される。磁気圏の様々な場所を起源とするプラズマの沿磁力線加速過程を明らかにするために、1989年11月-1990年2月の期間の、高度5000-10000kmでMLTの異なる22例について、あけぼの衛星の磁場・粒子データの解析を行なった。このうち7例は、DMSP-F8/F9衛星が低高度 (~850km) でほぼ同時に粒子観測を行っており、そのデータも解析した。

解析方法を次に示す。①磁気圏ソース領域の電子の温度・数密度を求めるために、加速された降下電子に Accelerated-Maxwellian fittingを行なう。②加速領域の構造を調べるために、衛星より高高度のポテンシャル差を、降下電子のピークエネルギーから求める。③また衛星より低高度のポテンシャル差を、電子ロスコーン分布と上向きイオンのピークエネルギーから別々に求める。④磁場観測から得られる電流密度分布と加速領域の対応を調べる。

この解析から次のことが明らかになった。

(1) 電子ロスコーンと上向きイオンピークからそれぞれ求められたポテンシャル差の緯度に対する変化の傾向はほぼ一致するが、その値は多くの場合前者から求めた方が大きい (Fig.1)。また、この傾向に関しては、MLTや高度による違いは特にみられない。

(2) 粒子加速領域と微細な上向き沿磁力線電流はよく対応する (Fig.1)。

ロスコーンとイオンピークからそれぞれ求めたポテンシャルが一致しないところでは、解析の誤差に加え、イオン、電子ともに、ピッチ角散乱やエネルギー拡散の効果も考慮する必要があると思われる。

講演では、多くの異なったMLT・高度における観測の解析結果について報告する予定である。

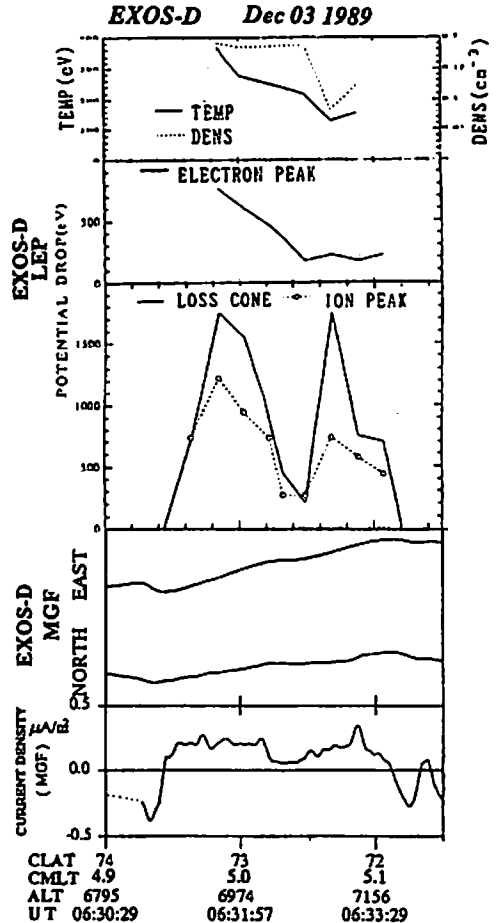


Fig.1 Relationship between potential drop derived from the the Akebono particle data and current density.

・ 巨智部 陽一<sup>1</sup>、福西 浩<sup>1</sup>、高木 俊治<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東北大学理学部

<sup>2</sup>東北大学ラジオアイソトープ・サイクロトロンセンター

### Growth Processes of Equatorial Ring Currents and Field Aligned Currents During Magnetic Storms Observed by the Akebono (EXOS-D) Satellite

・ Y. Kochibe<sup>1</sup>, H. Fukunishi<sup>1</sup>, T. Takagi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University

<sup>2</sup>Radioisotope-Cycrotron Center, Tohoku University

We analyzed magnetic field and high energy particle data obtained from the MGF and RDM on board the Akebono (EXOS-D) satellite to study the growth processes of equatorial ring currents and field-aligned currents during magnetic storms. The following features were found; (a) The depression of magnetic total force at the satellite altitude near the magnetic equator was twice the value of Dst, which suggests that the satellite was located close to the ring current region. (b) High energy (0.25-0.7MeV for electrons, 6.4-15MeV for protons) particle fluxes of the radiation belt increased and the poleward boundary of the radiation belt shifted equatorward during the main phase of a storm. (c) The equatorward boundary of the field-aligned current region was coincident with the poleward boundary of the radiation belt during the main phase of a storm.

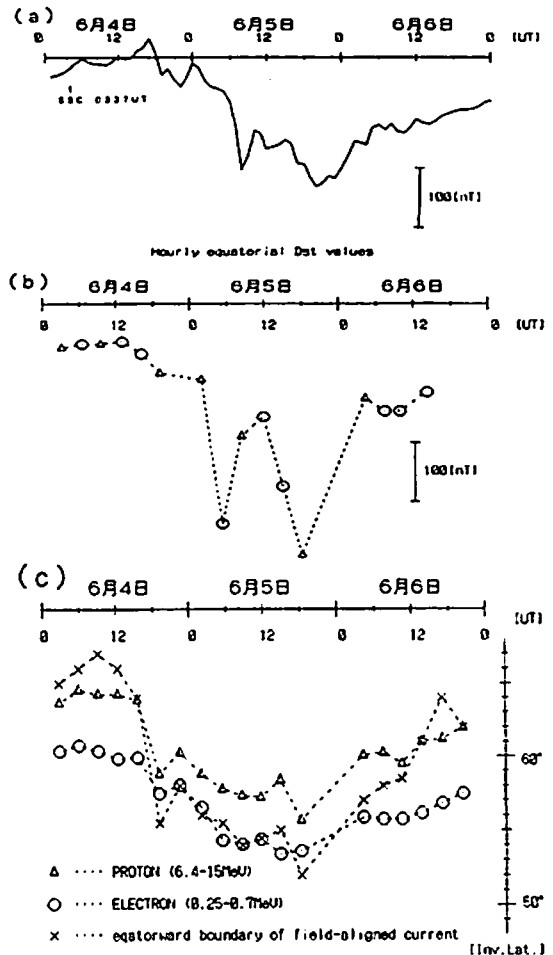
磁気嵐時のリングカレント及び沿磁力線電流の発達過程を明らかにするために、あけぼの衛星に搭載された磁力計のデータを解析するとともに、高エネルギー粒子観測として同衛星に搭載されているRDM（放射線モニター）のデータを用い、放射線帯との対応について調べた。1991年6月4日～6日に起きた磁気嵐によるDst値の変化をfig.1(a)に示す。また、同期間のMGFによる全磁力の変動をfig.1(b)に、RDMが観測した放射線帯の高緯度側境界とMGFが観測した沿磁力線電流領域の低緯度側境界の緯度変化をfig.1(c)に示す。これらの観測結果から以下のことがわかった。

a) 衛星高度(約9000km)での全磁力の減少量はDst値に比べて2倍程度とかなり大きいことから、リングカレントの中心領域は衛星高度にかなり接近していたと思われる。

b) リングカレントの発達とよい相関をもって放射線帯内の高エネルギー粒子のフラックスは上昇し、放射線帯の高緯度側境界は低緯度側へ移動する。

c) 沿磁力線電流領域の低緯度側境界は磁気嵐の主相中、0.25-0.7MeV電子フラックスから決めた放射線帯の高緯度側境界の位置とほぼ一致する。

fig.1 (a) 1991年6月4日～6日の間の1時間毎のDst値の変動。(b) 同期間にあけぼの衛星搭載のフラックスゲート磁力計(MGF)で観測された全磁力の各観測パスにおける最低値の変動。(c) 同期間にあけぼの衛星搭載のRDMが観測した放射線帯の高緯度側境界(フラックスが $10^3 \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ )を超える位置をとった)と、MGFのデータから求めた沿磁力線電流領域の低緯度側境界の緯度変化。



# オーロラ・ダイナミクス

oral: A32-01~16

poster: A32-PA-33~37

座長 小野高幸 (極地研)  
湯元清文 (名大STE研)



T. Oguti

Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, Toyokawa 442, Japan

Based upon secular variations in the geomagnetic field, especially a rapid decrease in the dipole moment as well as westward drifts of the non-dipole components, the change in the auroral zone distribution for the next 1000 years is estimated. The auroral zone will tend to expand to lower latitudes due to a decrease in the dipole moment, rotate westward and become considerably deformed, it will no longer be limited to a single zone in each high latitude 1000 years. Europe and even Japan may be within the auroral zone in a 1000 years from now.

At present, the northern auroral zone is skewed towards North America and the southern auroral zone to East Antarctica. Because of this fact Canada and Alaska, favourable for auroral observations, sometimes meet the problem of induced electric currents in power line systems and pipe lines. For example, during a large magnetic storm that broke out early morning on March 13, 1989, major power lines were shut down for several hours in Quebec, Canada, causing blackout and enormous economic losses. The purpose of this paper is to give a warning that the same thing could happen in Europe or even Japan within several hundred years due to the secular variation in the auroral zone.

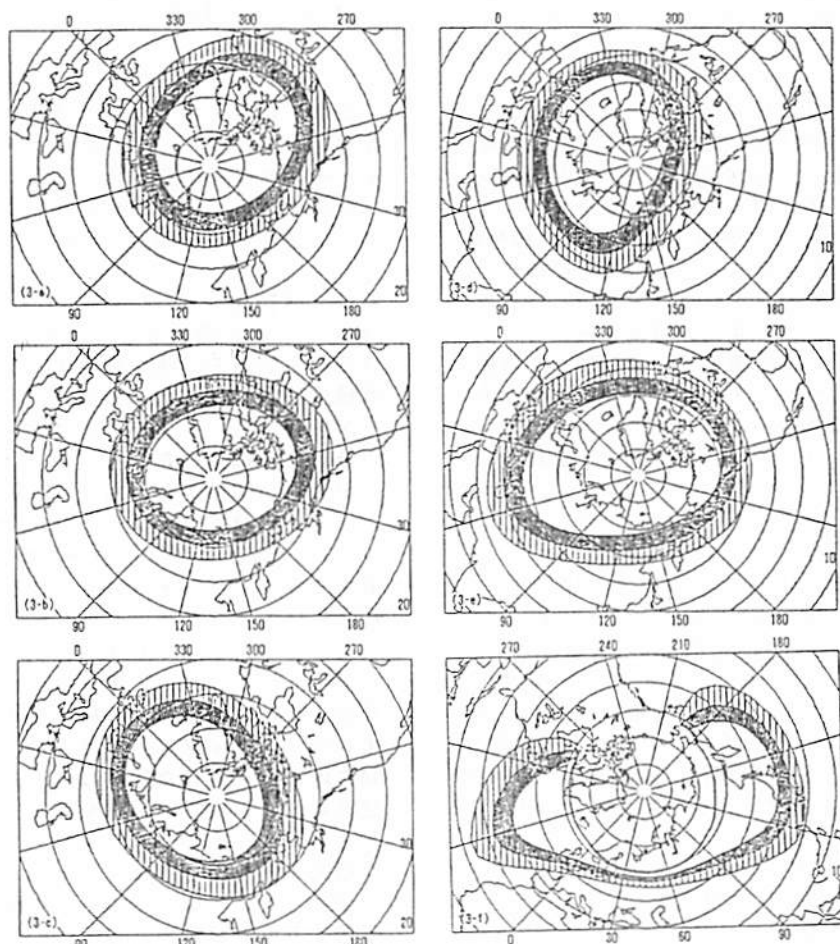


Fig. 1. Auroral zone (finely shaded) and subauroral zone (coarsely shaded) in the northern hemisphere. 3-a. Auroral and subauroral zones at present, 3-b. in 100 years, 3-c. in 300 years, 3-d. in 500 years, 3-e. in 700 years, and 3-f. in 1000 years. Note that the scale is reduced in the right hand column, i.e., 3-d to 3-f. Note also that the azimuth is rotated  $90^\circ$  in 3-f for convenience of plotting.



# A32-02 地磁気静穏時におけるオーロラ・オーバルの形態変化

平澤 威男 国立極地研究所

## Dynamic morphology of auroral oval during geomagnetic quiet condition

Takeo Hirasawa  
(National Institute of Polar Research)

The dynamic morphology of the discrete and diffuse auroral ovals during geomagnetic quiet condition is examined, using USAF-DAPP auroral photographs, particle data and auroral ground-based data at Syowa Station, Antarctica. Through the statistical analyses, it is found that the size of the quiet-time auroral ovals depend on IMF-Bz component. When Bz turns towards the south, the auroral ovals extend towards the low latitudes with the speed of 300-1000 m/sec.

前回は1985年11月12月、1986年11月12月、および1987年1月計5ヶ月間に取得された DMSP 衛星のオーロラ画像(約500例)と粒子データを用い、主として夕方-夜-朝方でのオーロラ・サブストームの各 phase に出現するオーロラの種類およびその時間的变化を調べ、地磁気静穏時からサブストーム発生・発達および回復時にいたるオーロラ・オーバルの変化の概要を報告した。今回は、DMSP による衛星データに加え、南極昭和基地で取得されたオーロラ地上データをも用い、地磁気静穏時からサブストーム発生にいたるまでのオーロラオーバルの変化を更に詳しく調べた。その結果、

- a. 地磁気静穏時(AE インデックス  $\leq 10$ nT 以下、 $K_p \leq 0$ 、 $B_z \geq 0$ )にはオーロラ・オーバルは殆どその存在が判定できぬか又は弱いディフューズオーロラよりなるオーバル(又はベルト)が存在する。また、衛星の粒子データで判定すると電子とプロトンの降り込みはどのような静穏時にも存在し、オーロラ・オーバルは常時存在するものといえる。
- b. この静穏時のオーロラ・オーバルは電子・オーロラ(高緯度側)とプロトン・オーロラ(低緯度側)よりなるディフューズオーロラオーバルである。

- c. このオーロラ・オーバルの IMF-Bz への依存性は非常に高く、 $B_z$  が南向きになるとともにそのサイズが急激に大きくなり、低緯度へと拡大する。その速度は300~1000km/secで、ほぼ  $B_z$  の変動量に比例している。
- d. 地磁気活動度が上昇しだす(サブストーム Growth Phase)時にはこのディフューズオーロラベルトがその強さを増すとともに、その高緯度側(極側)にディスクリット状のオーロラが発生する。このディスクリット状のオーロラには2種類存在する。一つはサブストームの発生に関係がないもので、時に輝きを増し、その形状を変え、サージ状(ホールディング)を示す。このオーロラの特徴はその位置がディフューズオーロラベルトからある距離においてその高緯度側に存在すること、またこのディスクリットオーロラが活動度を増しても、ディフューズオーロラベルトは殆ど変動しない。即ち、この種のディスクリットオーロラとディフューズオーロラベルトとの間にははっきりした相関は認められない。地磁気変動にも大きな影響を与えない。他方のディスクリットオーロラはサブストームと直接相関するもので、サブストーム発生前にディフューズオーロラベルトの高緯度側に殆ど密接する形で観測される。このディスクリットオーロラがサブストーム発生を事前に示す可能性がある。

1 Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University  
 2 Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), Brasil

In his recent review article, McPherron (1991) listed a number of questions which are crucial to an understanding of magnetospheric processes but remain unanswered. Some questions relating to substorms are:

- \* Why does the ionospheric expansion onset begin near midnight?
- \* Where does the expansion onset map to in the magnetotail?
- \* Why does a northward turning of the interplanetary magnetic field (IMF) so frequently trigger a substorm onset?
- \* Why do many substorms develop in discrete steps or intensifications?

The purpose of this presentation is to attempt to identify the sources of some controversial conclusions in the last 10 year's efforts to unveil the relationship between the solar wind/IMF and substorms. One of the major questions is: What controls the dynamic range of the substorm size?

It is well known that preceding the substorm expansion onset, the auroral oval tends to expand equatorward, signaling the expansion of the polar cap which is the area of 'open' field lines. Figure 1 shows the size of substorms, in terms of the total electrojet current in A, as a function of the latitude where the substorm expansion starts. Different symbols are used to differentiate different IMF conditions. It is noticed that 1) more intense substorms take place when the IMF has a stronger southward component, 2) the expansion onset of more intense substorms occurs at relatively lower latitudes, and 3) for a given IMF value and for a given latitude of the expansion onset, however, a variety of substorms in their size is observed.

This presentation attempts to account for the large dynamic range of the substorm size by touching upon (1) What is the smallest substorm? and (2) What is the minimum size of the polar cap?

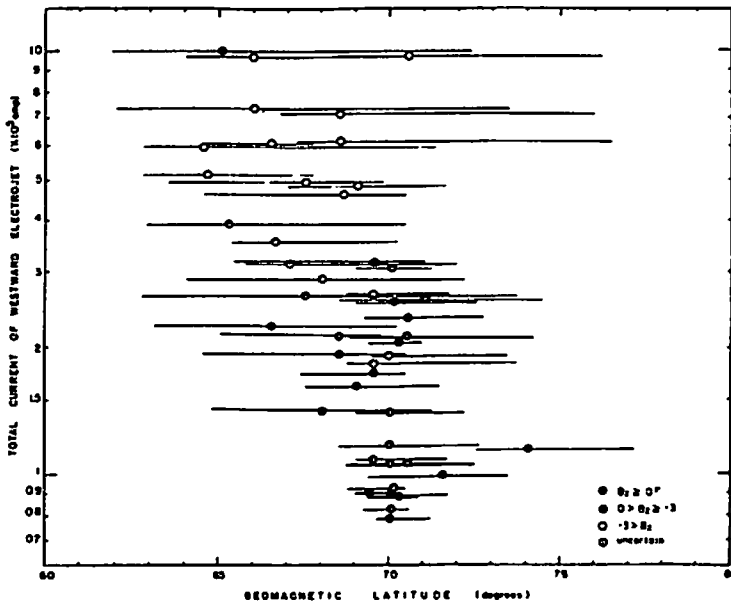


Figure 1

# **A32-04      SIGNATURES OF DAYSIDE AURORA**

**Alv Egeland  
(Department of Physics, University of Oslo)**

**Abstract - Research on low altitude and ground based signatures of the cusp/cleft are now generally looked to for important insight into the nature of space plasma processes in the magnetopause and boundary layers.**

**The height distribution of the dayside cusp aurora as well as the relation between optical emissions and net downward electron energy flux is the main subject of this talk. These two important characteristics of dayside cusp aurora still remain unknown. It is instructive to compare particle flux and optical luminosity because these two quantities should be proportional, if the cusp aurora is caused by electron impact, as has been found for nighttime aurora in the oval. Furthermore, there should then be a direct relation between auroral altitudes and particle energy. Based on recent coordinated auroral observations at Svalbard and Greenland, together with simultaneous, overhead F-9 satellite measurements, some preliminary quantities have been evaluated. These findings are discussed in relation to dayside cusp auroral characteristics and the main sources for these optical emissions. They bear on interpretation of cusp auroral signatures and space plasma processes.**

・ 金田 栄祐、 篠原 育  
 東京大学理学部地球惑星物理学科

Trans-Polar Arcs Observed by UV-Imager on AKEBONO

・ Eisuke Kaneda and Iku Shinohara  
 Dept. Earth Planet. Phys., Fac. of Sci., Univ. of Tokyo

Namings of wide varieties have given to families of auroral arcs in polar cap. These families are generally named 'Trans-Polar Arc'. Trans-Polar Arc is frequently embeded in diffuse emissions or contaminated its dayside end by strong albedo. To diminish these maleffects, a revised projection of aurora image is adopted in this morphological study.

オーロラ・オーヴァルに囲まれる領域を polar cap と呼んで居るが、最も直接的に境界を定め得ると目されるオーロラの総観測に於いても事は簡単ではない。事実、polar cap arc として形態学的に認知・確立されて居る殆どのものは [例えば sun-aligned arc,  $\theta$ -configuration aurora 等]、真夜中（真昼）付近のオーヴァルから大きな角度を以て cap 内に延び出してものに限られている。従って、空間分解能に優れた DMSP のデータの比較的頻繁に認められる明け方のオーヴァルの高緯度側にオーヴァルに並行して出現している細い arc の様に、オーヴァルに並行する形でその高緯度で検出される arc の属性には不明な点が残る為、上記の境界も決定し難い。

亦、sun-aligned arc 等の arc は形態的変容を伴わず比較的長時間継続して観測される事も特徴の一つである。従って、衛星による観測から確立された、この様な範疇に属する arc が、低い出現頻度しか有し得ない事は、地上観測からは長大な arc の polar cap への特異出現例として、僅かに報告されて居るのみである事実からも裏書される。これに対し、polar cap 内の全天カメラによって捕捉される、sun-earth line 方向に延びる低緯度レベルの arc は、その出現継続時間が数分と短いものの、約

10% 程度の出現確率を有して居り、polar cap のオーロラとして重要な一つの範疇をなして居る。これ等の、謂わば古典的な polar cap aurora は、DMSP のデータではその出現が確認されるが、他の衛星ではこの種のオーロラに関する研究発表が無い様に思われる。

AKEBONO の UV-imager に関しては、 $\theta$ -configuration に近いと思われる例もあるが、DE-1 に比して1軌道周回当りの観測時間が短い為、断定は不可能である。むしろ、sun-aligned arc,  $\theta$  aurora 等に類似し、且つ形態的变化を示す例が数多く発見される事が注目されるべき事実である。

この様にして見る場合、polar cap には多様なオーロラ・アークが発生すると考えるべきである。この様な観点から、これ等全体を総称して 'Trans-Polar Arc' と呼ぶ事とする。今回は、これ迄 AKEBONO によってオーヴァルの内側で観測された様々なオーロラ就いて、背景光の影響を軽減為に改正した写像方式に基づいた、新たな解析結果を述べる。

◎伊藤勝尚・上出洋介・小口高・萩野龍樹・西谷望 (名大・STE研)

J.S. Murphree (カルガリー大学), J.D. Craven (アラスカ大学), L.A. Frank (アイオワ大学)

## Dependence of the Interplanetary Magnetic Field and Substorms on the Size of the Polar Cap

K. Itoh<sup>1</sup>, Y. Kamide<sup>1</sup>, T. Oguti<sup>1</sup>, T. Ogino<sup>1</sup>, N. Nishitani<sup>1</sup>, J.S. Murphree<sup>2</sup>, J.D. Craven<sup>3</sup>, and L.A. Frank<sup>4</sup>

1. Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, 2. Department of Physics, University of Calgary, 3. Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks, 4. Department of Physics and Astronomy, University of Iowa

The dependence of the interplanetary magnetic field (IMF) and substorms on the size of the polar cap is examined on the basis of auroral image data obtained from the Viking and DE-1 satellites. This study indicates that the polar cap 'size' (i.e., the poleward boundary latitude of the auroral luminosity) varies considerably, depending on different local times and on the substorm phases.

極冠 (polar cap、磁力線が open の領域) のサイズは、太陽風-磁気圏相互作用の効率の尺度となるだけでなく、サブストームが磁気圏尾エネルギーをどのように消費しているかについてのグローバルな情報を与える。本研究では、人工衛星 (Viking、DE-1) によるオーロラ・イメージのデータから、オーロラ・オーバルの極側の境界、すなわち極冠の赤道側境界、を決定し、その位置のIMF依存性およびサブストームに伴う時間変化を調べる。

Frank and Craven (1988) はDE-1衛星オーロラ・イメージのデータから、またMakita et al. (1985) およびAkasofu et al. (1992) はDMSPシリーズ衛星の降下粒子データを使い、極冠サイズのサブストーム変化を調べ、お互いに矛盾する結論を得ている。すなわち、前者はサブストームのexpansion phaseに極冠サイズが小さくなるとし、後者の研究では、大きくなることを見つけている。なぜこのような異なる結論になるのか。扱ったデータの違いか、サブストームeventsが異なるためなのか？

粒子データを使うか、イメージ・データを使うかについては、それぞれ一長一短がある。イメージの輝度 (luminosity) は、thresholdの選び方、たとえば1kRによって境界緯度が違って来るが、極冠全体像が同時に見ることが

できるという特徴がある。輝度による境界緯度の差は、IMFやサブストーム時間変動についての相対運動を問題にする限り、影響は小さい。

この研究から、(1) 極冠は円形ではなく、極冠のサイズを問題にするときは、地方時 (MLT) による差を考慮に入れることが大事である；(2) 極冠の面積は、このMLTによる境界緯度の変化を平均してしまうので、物理的にusefulな情報が得られない；ことが判った。

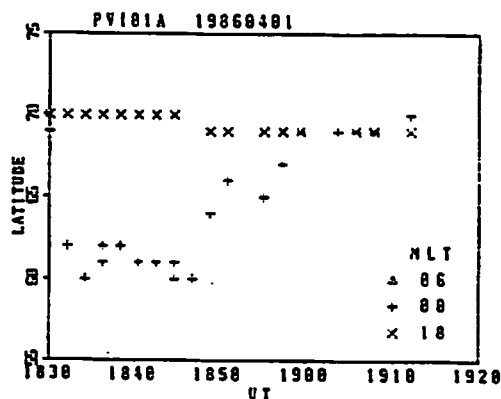


図1 Vikingによるオーロラ・オーバルの極側境界の時間変化

## Changes of Particles and Currents in the Magnetotail During Substorm Phases

S. Kusaka<sup>o</sup>, T. Iijima, and M. Watanabe  
(Faculty of Science, The University of Tokyo)

By using the data acquired with the DMSP F7 satellite (altitude ~840 km), the GOES 5 and 6 satellites (L ~ 6.6) and the AMPTE CCE (L = 4-9), we have determined various characteristics of particles and currents during substorm phases, which include the following:

### Quiet-growth phase

- Development of Birkeland currents.
- Development of ion core part.
- Association of cleft-like ion population at higher latitudes.

### Growth phase

- Enhancement of Birkeland currents.
- Enhancement of ion core part.
- Association of low-energy ions at lower latitudes.
- Enhancement of cross-tail current and its divergence in azimuth.

### Growth-expansion transition

- Energization of cleft-like ion population adjacent to and poleward of ion core part.

### Expansion phase

- Modulation of Birkeland current system.
- Equatorward displacement of ion core part.
- Association of low-energy ion band (latitude-energy dispersive) at lowest latitudes.
- Association of discrete/patchy ion structure at higher latitudes.
- Appearance of ion bulk motion at the highest latitudes.
- Degeneration of cross-tail current with a reversal of divergence in azimuth.
- Development of an arch-shaped electron precipitation structure at lower latitudes.

### Recovery phase

- Disappearance of low-energy ion band at lower latitudes.

We indicate the important role of the boundary layer as well as the low-energy ions presumably originated in the ionosphere, for the dynamical changes in the magnetotail plasma sheet during substorm phases.

# A32-08 オーロラ加速域低高度側における捕捉電子の多重構造

◎齋藤 博幸 (電通大/宇宙研) 町田 忍 (宇宙研) 向井 利典 (宇宙研)

## Multiplex Structure of the Trapped Electrons below the Auroral Acceleration Region

H.Saito(UEC/ISAS), S.Machida(ISAS), T.Mukai(ISAS)

Electron velocity distribution functions near the auroral acceleration region possess several interesting features. In a previous study, we have shown a cylindrical distribution of the electrons obtained from the Low Energy Particle (LEP) instrument aboard the AKEBONO (EXOS-D) satellite, and explained our formation mechanism by test-particle calculation assuming a time-developing parallel electric field. In this paper, we regard that the multiplex structure is formed in the electron velocity distribution at the altitude below the auroral acceleration region. We interpret that such a distribution can be created by the difference of the number of cycles experienced by electron that reflects back from the mirror point to the upward due to the magnetic force and returns to the downward due to the potential barrier. We investigate the motion of electrons which form this multiplex structure in detail and discuss the distribution functions observed by the LEP instrument aboard the AKEBONO (EXOS-D).

オーロラ加速域周辺における電子の速度分布にはいくつかの興味深い構造がみられる。その中で捕捉粒子により特徴付けられているものは多い。以前の研究で、我々は科学衛星「あけぼの」に搭載されている低エネルギー粒子観測器で観測されている電子の円筒状分布についての例を示し、電場を時間的に変化させるモデルでシミュレーションを行ないその生成メカニズムを説明した。前回、細部を省いたが、そのシミュレーションにおいて、加速域より下の領域に注目すると電子の多重構造がみられる。この構造は、磁気ミラーの作用によって反射され、磁力線に沿って平行な電場の存在により戻されるという過程を複数回繰り返すことにより形成されるものと考えられる。例えば、多重構造のより内側の分布はその過程を多く経験しており、外側の分布は一度しか往復運動を経験していない。我々はその多重構造を形成する電子の運動について詳しく調べ、また、「あけぼの」に搭載されている LEP で観測されたデータと比較、検討した。

定常的な電場のモデルで考えた場合、速度分布で表したときの捕捉領域に存在し得るのは、もともと加速領域に存在したもので、磁気圏や電離層ソースの粒子は捕捉領域に入ることはできない。ところが、電場が時間的に変化するモデルでは、磁気圏から供給された電子のうち一部は、加速域で下向きに加速され、磁気ミラーの作用により反射され、そして再び加速域にはいり、より増大した電場により下向きに加速され、下方に戻され捕捉電子となる。

今回行なったシミュレーションでは、磁気圏からの電子を与えている。他に電離層やもともと加速域に存在したものなどが考えられるが、磁気圏ソースより影響が少ないと考えられる。また、第一断熱不変量、第二断熱不変量、エネルギー保存則の成立を仮定しており、波動による散乱は無視している。

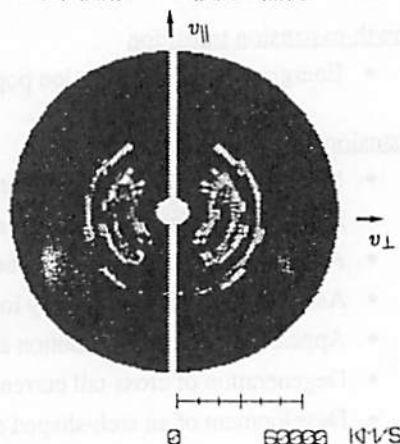


Fig.1 電子の速度分布に見られる多重構造

縦軸が  $v_{\parallel}$ 、横軸が  $v_{\perp}$  である。ポテンシャルを 5 秒間で 10keV まで発展させると同時にポテンシャルの高度を (13000km-12500km) から (13000km-10000km) にまで広げた場合のシミュレーション結果で、この図は、始めてから 3.5 秒後、高度 2000km から 3000km の間で得られた電子の速度分布である。

カusp緯度における  
午後側電離層吸収現象  
西野正徳<sup>1</sup> 田中義人<sup>1</sup> 小口 高<sup>1</sup> J. A. Holtet<sup>2</sup>  
1:名古屋大学太陽地球環境研究所 2:オスロ大学

Ionospheric Absorption Events in the Post-noon Sector  
at the Cusp Latitude

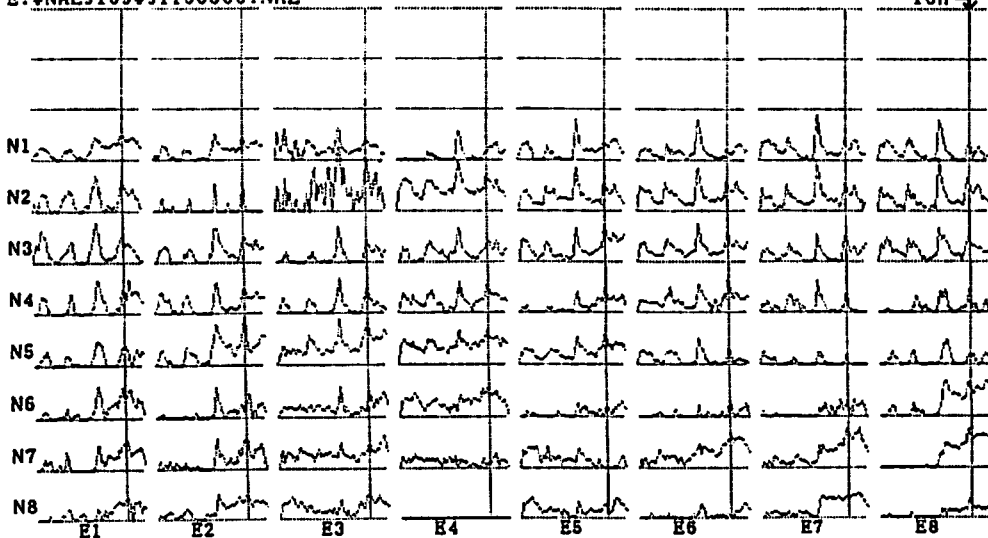
M. Nishino<sup>1</sup>, Y. Tanaka<sup>1</sup>, T. Oguti<sup>1</sup> and J.A. Holtet<sup>2</sup>  
(1: STE Lab. Nagoya Univ., 2: Univ. Oslo)

From two-dimensional measurement of the ionospheric absorptions by using the imaging riometer (f=30 MHz) installed at Ny-Alesund, Svalbard (Inv. Lat., 75.4°), the absorption events in the post-noon sector at the cusp latitude are presented in terms of periodic occurrences, form of the absorptions and drift motion.

Evans (1985)はTIROS/NOAA衛星 (850km高)による粒子観測データの統計から、77°不変緯度の14hMLTで局所的下降粒子 (<3keV)のエネルギーフラックスの増大を示した。Sandholt et al. (1990)はカusp緯度のニーオルスン (75.4° INV. LAT.)の14hMLT近くで630.0nm及び557.7nmの昼間側オーロラ強度の周期的現象 (~10分)を観測した。これらの結果は、昼間側磁気圏境界層への粒子流入と、その周期的変調をもたらす波動の存在を示唆している。

本講演では、1991年9月にニーオルスン基地に設置されたイメージングリオメータ (30MHz)観測から、14hMLT近辺での電離層吸収の観測例を示す。下図、は1991年10月6日9:00~10:10UT (12:30~13:40MLT)で観測された上空64方向 (視野角 ±45°)の電離層吸収の時間変化を示す。天頂の高緯度側では約15~20分の周期的強度変化が見られる。電離層高度90kmに投影した吸収画像では、磁北西から磁南東に延びた多重アーク状の吸収領域が東側へドリフト (~1.8km/s)する様子も見られる。

E: #NAL9109#91100600.NAL





○麻生武彦\*, 江尻全機\*\*, 宮岡宏\*\*, 小野高幸\*\*, 橋本岳\*

藪哲郎\*, 安陪稔\* (\*京大工, \*\*極地研)

## TOMOGRAPHY ANALYSIS OF AURORA STEREO OBSERVATION IN ICELAND (II)

○T. Aso \*, M. Ejiri \*\*, H. Miyaoka\*\*, T. Ono \*\*, T. Hashimoto \*, T. Yabu \*, and M. Abe \*

\* Kyoto University, \*\* National Institute of Polar Research

Analysis of computed auroral tomography has been under way based on the aurora stereo observation carried out at two sites in Iceland last winter. Sophisticated model description permits us to retrieve more realistic structure of aurora illuminating region.

アイスランドの Husafell ( $64^{\circ}40.4'N, 21^{\circ}1.5'W$ ) と Efri-Brunna ( $65^{\circ}23.4'N, 21^{\circ}52.5'W$ ) の 2 地点において昨年 11 月から 12 月の期間に行なわれたオーロラステレオ観測 [1],[2],[3] については、その後鋭意解析が進められている。観測の概要を改めて述べると、撮像は、干渉フィルターを用いた単色光 ICCD により、主に  $5577 \text{ \AA}$ 、(帯域幅約  $30 \text{ \AA}$ ) の波長帯で行われ、レンズはニッコール魚眼  $f 2.8$  で有効画角は  $50^{\circ}$  余である。2 観測点はほぼ磁気子午面内の距離約  $90 \text{ km}$  の位置にあり、これは南極昭和基地における従来のステレオ観測における  $20 \text{ km}$  から  $30 \text{ km}$  の基線長 [4],[5] に比して長い。したがって、非線形最小自乗法を用いた逆問題解析において、オーロラの位置・形状によっては推定の残差に対する雑音或はグレイレベルの不確かさのマージンを大きくし得るので、そのような場合には確度の高い推定が期待される。解析は (1) 発光モデル関数の改良ないし精密化、ならびに (2) 制約の少ない MART 法 (Multiplicative Algebraic Reconstruction Technique) の適用の 2 点から進められた。前者では、高度方向については従来からチャップマン関数および下縁の減少部がより急峻な変形チャップマン関数、Vallance Jones [6] 等の与えた高度分布に近い指数関数を組み合わせるものなどを考えているが、一方オーロラアークの厚み方向の発光強度分布は従来からのガウス関数やボックスカー関数またはそれらの合成での表現に加え、アークの重なった形状のものについて二重ガウス関数あるいは新たにスプライン関数での表現等を取入れ、またアークの長さ方向のアンデューレーションについても、これまでは区分的に 2 次元的な直線形状の合成としていたのを、画像の見かけ上の複雑さに対応してやはりスプライン関数や 2 次曲線による記述を取り入れている。さらに、長さ方向が有限のアークに対し端の水平構造を 2 次元のガウス関数で終端させるモデルをとるなどステレオ画像全域に亘ってよりよく整合しうる構造を仮定して解析を行なっている。図 1 はこの方法による再構成結果の一例である。一方、MART 法は発光領域の未知のセル値を、投影された値と観測されたグレイレベル値の比に適切な荷重を含めて乗法的に更新するもので、先ず鉛直エピソード面内の 2 次元構造の復元を試みた。得られた結果はモデル関数法と相い容れるもので、3 次元への拡張により立体的な

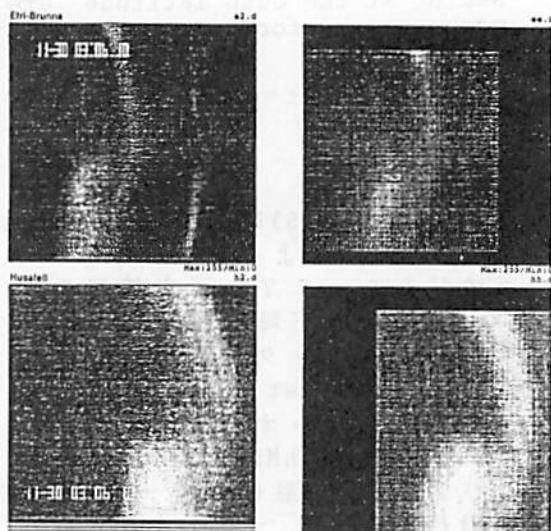


図 1: 1991 年 11 月 30 日 3 時 6 分の Efri-Brunna と Husafell におけるステレオ画像およびそれらの 3 次元発光構造の再構成結果にもとづく再生画像。

構造が明らかにされうる。

なお、今夏スウェーデン・キルナに於て開かれた光学による大気研究のセミナーでオーロラトモグラフィのセッションが設けられ、我々のこれまでの観測と解析結果を述べる機会を得たが、他にもいくつか計画中のもの等についても講演があり、ステレオ観測への関心の広まりが見られたことを付言しておきたい。

謝辞 データ解析には安陪研究生六車君の協力を得、またデータ処理の一部は京大工学部付属高度情報開発実験施設の計算機により行なわれた。

## 参考文献

- [1] 江尻他, 第 15 回極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム講演要旨, 1992. [2] 麻生他, 同, 1992. [3] 麻生他, 第 91 回 SGPSS 講演予稿集, 1992. [4] 麻生他, 第 86 回 SGPSS 講演予稿集, 1989. [5] Aso, T. et al., J. Geomag. Geoelectr., 42, 579, 1990. [6] Vallance Jones, A., Space Sci. Rev., 11, 776, 1971. [7] Aso, T. and M. Ejiri, Abstract for 19AM, 43, 1992.

○ 小野高幸 (極地研)、守嶋 圭 (東大理)、国分 征 (東大理)、平澤威男 (極地研)

Characteristics of the auroral particles measured by using a photometric observation technic.

○ Takayuki Ono (1), Kei Horisima (2), Susumu Kokubun (2), and Takeo Hirasawa (1)

(1: National Institute of Polar Research, 2: Univ. of Tokyo)

### Abstract :

Energy parameters of precipitating auroral particles have been measured by using a photometric observation technic based on the intensity ratios of auroral emissions. As it has been shown by preliminary data analysis, the optical method is an useful technic to obtain the information of precipitating auroral particles in active auroras. In this paper, we would like to discuss the dynamics of the auroral particles inferred by using the optical method. Expecting the optical method using a multi-channel photometer, we started to develop a scanning photometer of multi-wavelengths which is designed to obtain a distribution of auroral particles along the magnetic meridian plane. We would like to introduce the new type instrumentation to be tested in Iceland.

序 我々はこれまで、オーロラの光学観測より降下電子のエネルギーパラメータ (平均エネルギー及び全エネルギーフラックス) を求める手法について、酸素原子輝線(844.6nm)と窒素分子イオン輝帯(427.8nm) 或いは窒素分子輝帯(670.5nm)との強度比を用いた観測結果例を示してきた。これまでの解析結果からは、これらの輝線強度比を用いる方法は、活発な活動を呈するオーロラについては特に優れたものであることが明らかにされつつある。ここではこれまでの初期解析をさらに進めて、オーロラ粒子の特性及び分布並びにこれらのダイナミックな変化における新たな知見について述べたい。またこの観測及び解析手法がオーロラ粒子の地上からのモニターとして極めて有望であることから、現在開発並びに試験観測が始められている、多色掃天フォトメータの概要及び試験観測の結果の一部についても触れておきたい。

#### 降下電子エネルギーパラメータ推定手法の評価

ここで使用されている手法は、酸素原子許容線と窒素分子あるいはイオン輝帯との強度比を用いるものであることから、古くから行われてきた酸素原子禁制線(630.0nmあるいは557.7nm)を用いる手法に比べて、活発なオーロラ活動に伴う降下電子エネルギーパラメータを評価できるという、重要な特徴を持っている。特に酸素原子輝線(844.6nm)と窒素分子輝帯(670.5nm)強度比による観測では、ブレイクアップ時のオーロラについても不要光入射の影響を受けることなく観測が可能であることが示されている。一方、安定なオーロラに対する従来の解析手法との比較 (パルセーティングオーロラについて、 $I(844.6\text{nm})/I(427.8\text{nm})$ による結果と $I(630.0\text{nm})/I(427.8\text{nm})$ によるものとの比較) によれば、両者は非常に一致を示している。このことから、ここで使用されている手法は、定量的にも信頼性の高いもの

であると評価される。ただしモデル計算にて使用される大気モデルに於いて、酸素原子の絶対量には依全誤差を見込む必要がある為、これに起因する平均エネルギー推定値の誤差については考慮しておかなければならない。また窒素分子輝帯(670.5nm)の観測値には干渉フィルター透過特性に起因する装置関数の補正を加えることによってさらに決定精度を高めることを考慮する必要がある。

#### 降下電子パラメータの特徴

降下電子の特性は初期解析結果の範囲においても次のような重要な事柄が指摘されている。

- 1) Red Auroraにおける降下電子はエネルギーが約100eVと極めて低い。しかしながら全エネルギーフラックスは90年5月18日の例では約5erg/cm<sup>2</sup>/sec/sr程度と通常の明るいオーロラに匹敵している。さらに重要な事柄は、これらの値より推定される数フラックスの大きさである。この例で見られる数フラックスは $3 \times 10^{10}$ /cm<sup>2</sup>/sec/srとブレイクアップ時のアークの中心において観測される大きさ(例えば9月13日の事例: $6 \times 10^9$ /cm<sup>2</sup>/sec/sr)を大きく上回るものである。これは強いフラックスを持つ電子流であるにもかかわらず、強い加速は受けていないことを物語っている。
- 2) ブレイクアップに伴うアークにおける降下電子は約10keVと高いエネルギーを持ち、これにともない、非常に強いエネルギーフラックスを呈する。またアーク1本1本の通過に対応して、平均エネルギー、全エネルギーのフラックスが逆V型のスペクトル変化をしている。アークの厚さは数km程度であり、逆V型のスペクトルが粒子加速に対応しているとすれば、加速域は非常に狭い領域に分布し、毎秒1~2kmのスピードで水平に移動する領域であることになる。

五十嵐喜良<sup>1</sup>、小川 忠彦<sup>2</sup>

1:通信総合研究所、2:通信総合研究所・平磯宇宙環境センター

## Auroral Radar Echoes near the western edge of a discrete auroral arc

Kiyoshi Igarashi<sup>1</sup> and Tadahiko Ogawa<sup>2</sup>

1:Communications Research Laboratory(CRL), 2:Hiraiso Solar Terrestrial Research Center,CRL

Spatial correlations between Syowa Station 50MHz radio auroral echo intensity and optical auroral intensity are presented. A 4278 A photometer was installed at Mizuho Station which is located under the radio auroral echo region (radar slant range = 285 km). Sporadic radar echoes were observed near the western edge of a discrete arc. It is inferred that strong electron density gradients caused the generation of the electron density irregularities or the radio wave reflection.

昭和基地50MHzオーロラレーダによる散乱エコー強度と光オーロラとの空間的相関を調べるため、レーダの散乱エコー発生領域の直下(レーダの視線方向距離:285km)にあるみずほ基地に4278Aの天頂フォトメーターを設置して比較観測を行った結果について報告する。電波オーロラエコーは、間欠的に強いエコー強度を示すことがある。水平面内のアンテナビーム幅が約4度のアンテナ2基(GGSビーム及びGMSビーム;図1)を切り替えて観測を行った結果、最初にGGSビーム、次に約4分の時間の遅れで、GMSビームで突発的なエコーが検出された(図2)。21:28UT~22:00UTまでのオーロラに伴うレーダエコーは見られない。光オーロラ中では、電場が弱まるために、プラズマ不安定が抑えられレーダエコーが発生しづらいことは、知ら

れている。一方、地磁気のネガティブベイトに伴って、22:21UT頃から1時間以上にわたりフォトメーター強度は増加している。この区間の中で、22:28UT頃にGMSビームで観測されたインパルス的に発生したレーダエコー(図2;▽印)に着目する。図1に示す全天カメラ記録から、この時はオーロラアーク(ARC1)の西端がみずほ基地上空に近づいた状態であることが分かる。これらの観測結果から、電子密度の分布に強い勾配が発生したことに伴うレーダエコーであると考えられる。また、磁南から32.8度西に向いたGGSビームでも、22:24UT頃のオーロラアークに伴う、同様なエコーが観測された。これらの結果から、突発的な散乱エコーの発生が、オーロラアーク西端で起こる場合があることが示される。

22h28m30s AUGUST 31, 1985

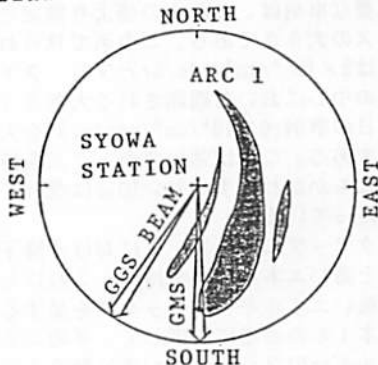


図1 昭和基地の全天カメラの記録  
(みずほ基地を黒い点・で示す)

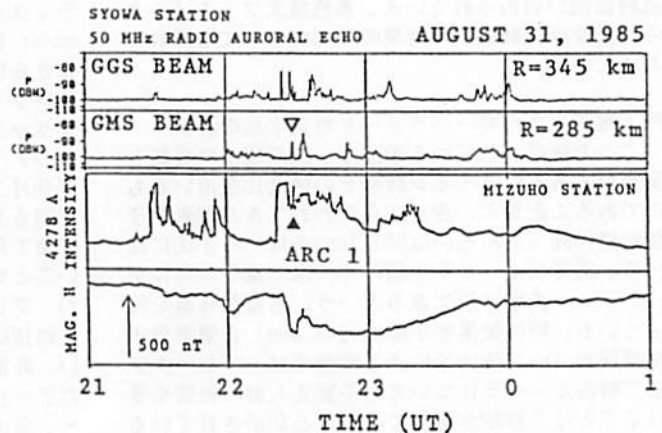


図2 レーダエコー強度とみずほ基地の4278A天頂フォトメーター強度との相関記録(着目しているレーダエコーを▽印、フォトメーター強度を▲印で示す)

○山岸 久雄 (極地研), 山崎 一郎 (通総研), 西野 正徳 (名大STE研),  
菊池 崇 (通総研), 佐藤 夏雄 (極地研)

### Conjugacy of Auroral Absorption Images Observed by a Geomagnetic Conjugate Pair of Imaging Riometers

H. Yamagishi (NIPR), I. Yamazaki (CRL), M. Nishino (STE Lab., Nagoya Univ.),  
T. Kikuchi (CRL), N. Sato (NIPR)

Conjugacy of auroras in the both hemisphere is studied by a pair of imaging riometer installed at Tjornes, Iceland (66.2N, 17.1E, L=6.4) and its geomagnetic conjugate point at Syowa Station in Antarctica (69.0S, 39.6E, L=6.1). The imaging riometer observes the absorption with 64 narrow antenna beams arranged in 8 by 8 array within a square view field of 170 km by 170 km. It is found from the conjugate observation in May 1992 that a better conjugacy is attained in the morning hours as compared with evening to night hours in accordance with the field line mapping of the conjugate point using Tsyganenko 1987 model (Fig. 1). There is a tendency that the lower portion of the Iceland riometer images correspond to the upper part of the Syowa riometer images as shown in Fig. 2. This feature also agrees with the model calculation that the conjugate point of Syowa is always located at the lower latitude side of Tjornes by several tens of km in the morning hours so that the Syowa riometer always see low latitude side of the field of view of the Iceland riometer. For pulsative absorption events in the morning hours, a good correspondence is found between the conjugate point when taking into account of the above-mentioned dislocation of the field of view. There is, however, a time lag of several minutes between the appearance of the absorption in the conjugate point. This time lag varies in the consecutive pulsations. This feature suggests a longitudinal fluctuation of the conjugate point in the order of 100 km within a time period of 10 minutes.

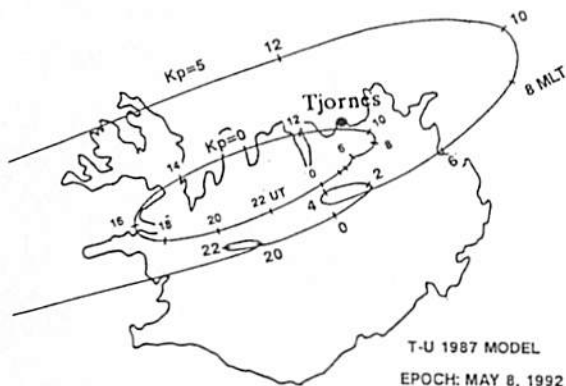


Fig.1 Local time variation of the conjugate point of Syowa Station mapped on Iceland using Tsyganenko 1987 model for Kp=0 and Kp=5 condition.

MAY 4, 1992

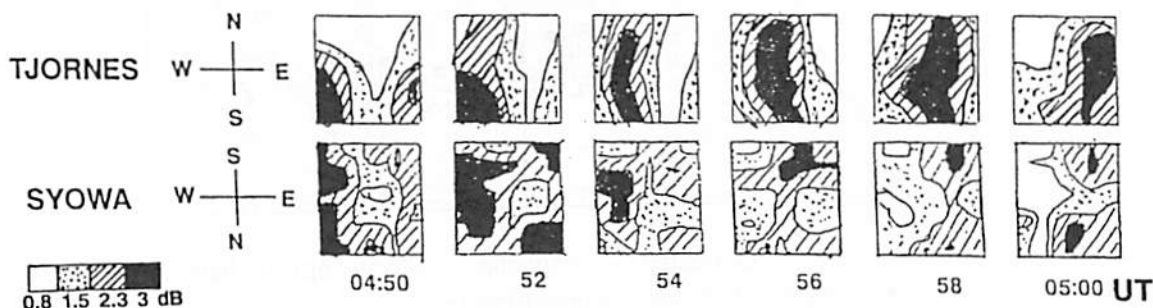


Fig.2 Comparison of a time series of the absorption images observed by the imaging riometers at the conjugate point.

## STEP Polar Network, 極冠磁場変動を中心に

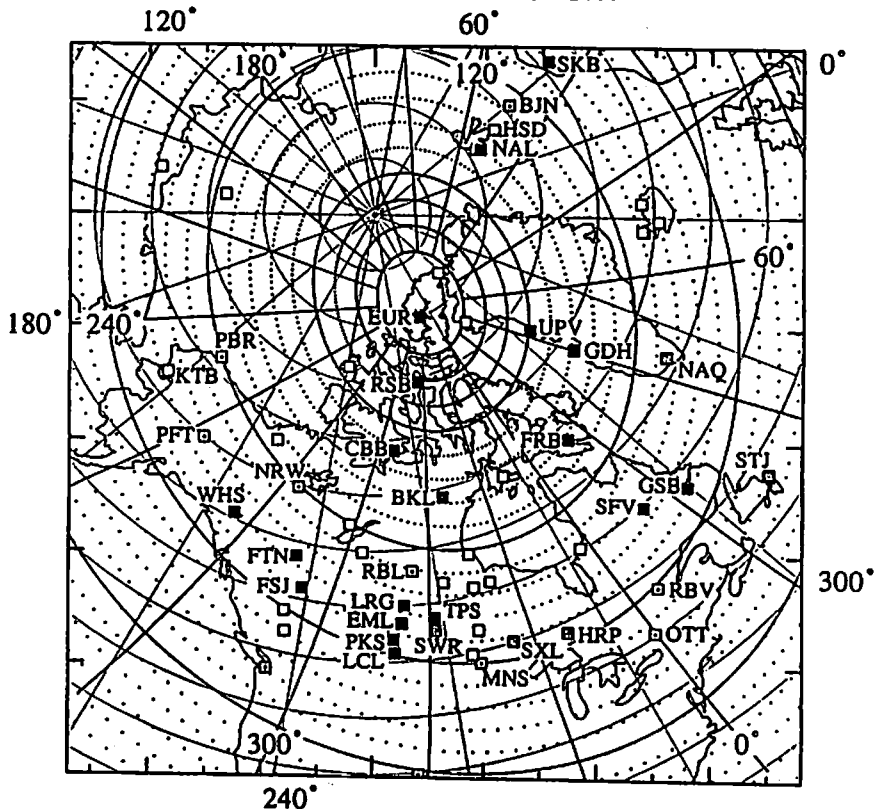
○林幹治、国分征（東大・理）、STEP Polar Network 観測グループ

STEP Polar Network, Magnetic field variations in the polar cap

K.Hayashi, S.Kokubun(Univ. Tokyo), STEP polar network group (Nagoya Univ., Takushoku Univ., Tohoku Univ., Japan; U.B.C., U.Sask., U.Vic, Canada; U. Alaska, U.S.A.; U.Oslo, U.Tromso, Norway)

Fluxgate-Induction (F-I) magnetometers observation of STEP Polar Network started at nine sites in the polar region of Canada and Norway 1992 summer and mostly continuous data have been obtained from 3~4 sites. In 1992 summer the network was maintained and enhanced up to 19 F-I sites and also with induction magnetometer sites. Here characteristics of magnetic field variations at a particular site, Eureka, located at the central polar cap (~89° corrected geomagnetic coordinate) is examined from a few Hz to  $10^{-4}$  Hz. 1) Diurnal variation due to polar cap convection electric currents indicates clear seasonal variation. 2) Diurnal variation due to sun lit effect is still significant except winter time although the site locates the geomagnetic pole. 3) An intense burst type Pc1 emissions appear as frequent as or more than in the cleft region. 4) Pc1's in propagation from lower latitudes are observed and rather strong in intensity. 5) Pc3 range phenomena are observed less frequently than in other latitudes, a few times a month at least. 6) Undulation of 20 to 60 minutes with a hundred nT is most popular in the horizontal magnetic variations.

### STEP Polar Network



Corrected Geomagnetic Coordinate, epoch 1990-01

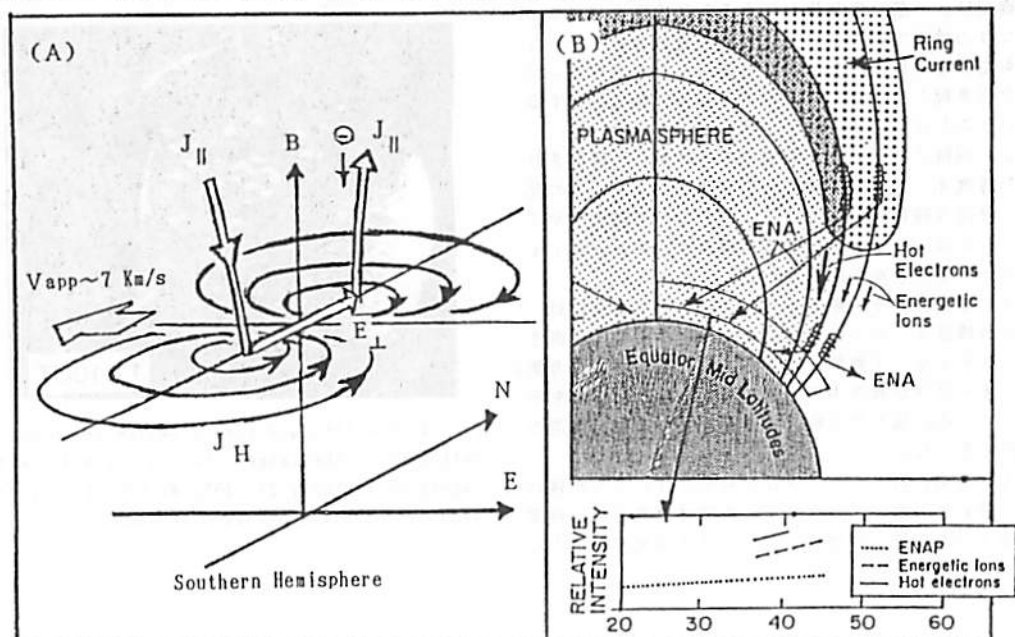
- Fluxgate & Induction magnetometers 1991~
- Fluxgate & Induction Magnetometers 1992~
- Induction Magnetometer (digital)
- Induction Magnetometer (analog)

CHARACTERISTICS OF MAGNETIC VARIATIONS  
 CAUSED BY LOW-LATITUDE AURORAE OBSERVED AROUND 210° MAGNETIC MERIDIAN

Yumoto K., K. Shiokawa, Y. Tanaka, and T. Oguti

 Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University,  
 Toyokawa, Aichi 442, Japan

Optical and magnetic observations at the Moshiri Observatory ( $L=1.6$ ) of Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, indicated that invisible low-latitude aurorae appear frequently in concert with H-component magnetic positive excursions with  $\geq 50$  nT and large-amplitude Pi pulsations during the main phase of ordinary magnetic storms, e.g., on February 9, 26, 27, and 29, and May 10, 1992, even with the minimum Dst index of  $\geq -150$  nT. From sets of H- and D-component magnetograms of the 210° MM chain stations, it is found that the positive excursions in  $\Delta H$  observed near the same longitude begin almost simultaneously in the northern and southern hemisphere, but there are large northern-southern asymmetries in the H- and, especially, D-component magnetic perturbations, indicating the presence of an additional asymmetric ionospheric current system localized around the low-latitude aurorae. The H- and D-component magnetic variations show phase delays, i.e., spatial movements of the ionospheric current patterns from the midnight toward the evening side during the pre-midnight and from the midnight toward the morning side during the post-midnight. The apparent longitudinal moving velocities of the ionospheric current patterns are about 7 km/s around 40° in the magnetic latitude. The magnetic field variations caused by the low-latitude aurorae also give a clear picture of ionospheric Hall current vortex in which localized field-aligned current of  $5 \times 10^{-8}$  A/m<sup>2</sup> flows upward as shown in Fig. (A), and must be associated with a precipitation of hot electrons at the most earthward part of the ring current along the magnetic field lines that thread the ring current and the outer plasmasphere and mid/low-latitude region during a moderate magnetic storm as illustrated in Fig. (B).





# A32-16 北海道母子里観測所、陸別天体観測所で 観測された低緯度オーロラ

塩川和夫、湯元清文、田中 義人、小口 高、木山喜隆  
(名大STE研) (新潟大理)

## Observations of Low-Latitude Aurora at Moshiri and Rikubetsu

Shiokawa<sup>1</sup>, K. K. Yumoto<sup>1</sup>, Y. Tanaka<sup>1</sup>, T. Oguti<sup>1</sup>, and Y. Kiyama<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>STE Lab., Nagoya Univ. <sup>2</sup>Niigata Univ.

Spectral characteristics and motions of four low-latitude aurora are reported in this presentation. The aurora were observed at Moshiri and Rikubetsu ( $L=1.6$ ) in Hokkaido, Japan by using 4-wavelength meridian scanning photometer, all-sky TV camera with fish-eye lens. The aurora appeared in northern sky of Hokkaido during main phase of magnetic storms. Interesting fact is that the magnetic storms are not so much intense compared with those observed during previous events of low-latitude aurora (e.g., Miyaoka et al., 1991). The aurora are characterized as intense 6300-Å emissions of several kR. For all the events, magnetospheric substorms were occurred associated with the aurora. Latitudinal and longitudinal motions of the aurora were also observed by the all-sky TV camera. In the presentation, we will discuss about the production mechanisms of the observed low-latitude aurora based on these observational results.

1992年2月及び5月に、北海道の名古屋大学太陽地球環境研究所附属母子里観測所及び陸別町において4回、赤い低緯度オーロラを観測した。観測結果をまとめると以下のようになる。

1) 4例のうち母子里観測所で観測された2月の3例は、通常の大サイズの磁気嵐で起きている。これまでは、例えば1989年10月21日に母子里で観測された低緯度オーロラ (Miyaoka et al., 1990) のように、日本でオーロラが見えるのは非常に大きな磁気嵐の時に限ると考えられていた。今回の観測は、一般に磁気嵐が起きると低緯度オーロラがかなりの確率で起きていることを示唆している。すなわち磁気嵐の際に、 $L$ 値が2以下のところでもオーロラを引き起こすようなメカニズムが、一般に存在するということになる。

2) 同時に観測された磁場のデータから、観測された低緯度オーロラはどれも、磁気圏サブストームの発生とほぼ同時に起きている。但しここで磁気圏サブストームは、 $Pi2$ と低緯度磁場 $H$ 成分の positive bayから同定された。

3) 全天カメラの観測から、4例のうち3例に対しては低緯度オーロラの東西方向の動きが初めて観測された (Fig. 1参照)。うち2例 (真夜中と夕方側) は、オーロラが真夜中の方向からやってきたことを示唆している。残りの1例 (夕方側) は、これとは逆の方向であった。

4) 観測されたオーロラはどれも6300Åが強い (~数kR) 赤いオーロラで、肉眼では見えない程度の強さであった。同時に5577Åの発光がわずかに

みられた例もあった。

低緯度オーロラはこれまで、何度も中低緯度で観測されてきたが (Tinsley et al., 1988)、その発生メカニズムはこれまでわかっていなかった。本講演では上に示した結果に基づいて、低緯度オーロラの発生メカニズムについて議論する。

### Reference

Miyaoka et al., Proc. Japan Academy, p.47, 1990.  
Tinsley et al., JGR, vol.91, p.11,257, 1986.

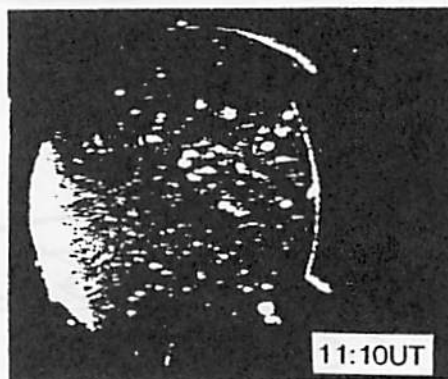


Fig. 1: Low-latitude aurora (white emissions in left side of the image) observed by all-sky TV camera on February 27, 1992 at Moshiri. Left side is north and downward is east.

森岡 昭, 大家 寛 (東北大・理)

### Energy Injection into the Plasmasphere Synchronized with the Magnetospheric disturbances

Akira Morioka, and Hiroshi Oya  
Department of Astronomy and Geophysics  
Tohoku University, Sendai

The Akebono(EXOS-D) satellite found that the quasi-pulsive energy injection into the plasmasphere is taking place synchronized with the magnetospheric disturbances. The phenomena are summarized as follows,

(1) Sudden decreases of the local plasma density in the boundary region of the plasmasphere are frequently synchronized with the remote AKR enhancement which means the activation of the particle acceleration in the auroral region, (2) The phenomena are observed in the period of expansion of the substorms, (3) The time difference between the AKR enhancement and the local plasma depression at the plasmopause is within a few seconds, (4) The characteristic time of the phenomena is in the range from 100 to 200 sec.

- ”あけぼの”衛星によって、磁気圏擾乱時にはプラズマ圏境界近傍において、極域オーロラ現象とほぼ同時にエネルギー流入があることが見いだされた。この現象はこれまでの観測解析から次のように要約される。
- (1) 夜側プラズマポーズ近傍において急激なパルス状密度減少(時間変化)が発生する。
  - (2) この密度変動と同時にin-situのUHR波動の強度がenhanceされ、UHR波動を増幅するエネルギーの流入があったことを示す。
  - (3) この密度変動、UHR enhanceとほぼ同時に極域で放射されるAKRの強度の増大とスペクトルの広帯域化が観測され、オーロラ粒子加速と同期した現象であることを示している(図参照)。
  - (4) 地上の地磁気脈動観測から、Pi-2脈動が一連のパルス状密度減少と同時に発生する事が明らかになり、磁気圏サブストームの開始と密接な関係があることが示された。
  - (5) これらの現象と同時に、夜側静止衛星軌道では高エネルギー粒子の増大が観測され、プラズマシートからのプラズマインジェクションが同時に発生している事が示された。
  - (6) 極域現象(プラズマシート境界層からのenergy injection)と、プラズマ密度減少/UHR enhance現象の間の時間対応は極めてはやく数秒以内であり、最もはやい応答例は、2秒という結果が得られている。

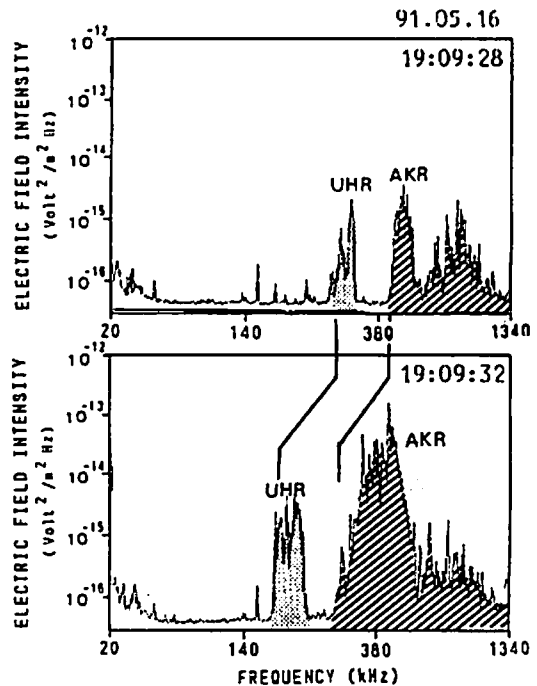


図 プラズマシート近傍に於けるあけぼのPWS観測スペクトル。UHR(ハチ)周波数の急変と強度の増大とが、AKR(斜線)のenhanceと4秒間のうちに発生している。



Development of giant undulations on the equatorward edge  
of the diffuse auroral region  
observed at SANAE, Antarctica

Nozomu Nishitani

Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University  
Toyokawa 442, Japan

Gavin Hough and Malcolm W.J.Scourfield

Department of Physics, University of Natal  
King George V Avenue, Durban 4001, South Africa

Lui et al. (1982) have found several examples of large-scale waves (giant undulations) in the equatorward edge of the diffuse aurora, from the DMSP satellite photographs. They discussed the possible plasma instabilities responsible for these giant undulations. However, the DMSP images are intrinsically scanned images and provide no information on the dynamics of these undulations. Kelley (1986) have suggested, from satellite electric field data, that these undulations are caused by an instability of azimuthal velocity shear. On the other hand, Providakes et al. (1989) investigated the motion of these undulations by using ground optical data and radar data. They found no evidence for a high phase velocity of the auroral forms, and questioned the velocity shear instability as the cause of these undulations.

In this study we use one example of the undulation event observed by ground-based all-sky and small field of view TV cameras at SANAE, Antarctica ( $L = 4$ ) to examine the characteristics of the wave e.g. propagation velocity and growth rate of the wave amplitude. Figure 1 shows two snapshots of the all-sky images. Undulations were observed on the equatorward edge of the diffuse auroral region from 2346 UT to 0007 UT (MLT  $\sim$  2000 h). This wave propagated duskward with a phase velocity of 770  $\sim$  900 m/s, depending on each tongue, and the average wavelength is 170 km. The equatorward tongues of the wave point toward midnight, suggesting velocity shear in this region. We also determine a growth of wave amplitude, from 70 km at 2348 UT to 140 km at 0000 UT. A possible mechanism for these undulations will be presented.



Fig.1. All-sky negative images of undulation.

## Analysis on Auroral Conjugacy using TV data from Multi-stations in 1991

\*H. Minatoya<sup>1</sup> · T. Ono<sup>2</sup> · N. Sato<sup>3</sup> · H. Yamagishi<sup>3</sup> · R. Fujii<sup>4</sup> · K. Makita<sup>4</sup> · T. Yoshino<sup>1</sup>  
 1. Univ. of Electro-Communications, 2. National Institute of Polar Research  
 3. STE Laboratory, Nagoya Univ., 4. Takushoku Univ.

## 1. Observations

Analysis on conjugacy of auroral forms or deformations and moving velocity gives essential information on the conditions of northern and southern magnetospheres and auroral emission mechanism.

Auroral conjugate observations by SIT-TV cameras (panchromatic and all sky image) were carried out between Syowa (66.57MS, 71.80ME) and Asuka (65.41MS, 58.83ME) stations in Antarctica and two stations in Iceland [Husafell (66.00MN, 68.89ME) and Tjornes (66.95MN, 73.28ME)] in Arctic during 5~18th, March and 1~10th, September in 1991. Northern two stations and southern two station are nearly located on magnetic conjugate areas mutually. Since two stations at each hemisphere neighbor each other, all sky auroral images of two stations are overlapped to some extent at auroral height (~100km). Namely, using all sky TV data from two stations at each hemisphere, we can investigate further detailed auroral conjugacy by wider field of view than using that data from one station.

As a result of observations, some simultaneous data among 4 stations are obtained as shown Fig. 1 and 2. Because of bad observation conditions, we have a few simultaneous data of multi-stations unfortunately. But using data of three or two stations between both hemisphere, we'll show the detailed features of conjugate aurora.

## 2. Data analysis and results

Simultaneous data of Syowa, Asuka and Husafell were obtained during 22:00UT, 9th and 02:00UT, 10th on September. Especially, during 22:00UT and 23:00UT, we found successive passages of torch type auroras drifting eastward. Then we analyzed conjugacy of auroras by comparing a pair of all sky TV data which are collected every 1 minutes. The data analysis revealed interesting features of conjugacy between Arctic and Antarctic auroras as following. 1) Almost the same structure of torch auroras appeared simultaneously at the conjugate stations. 2) As shown in Fig. 3, torch type auroras appears at the conjugate areas sometimes show a considerable longitudinal displacement. A remarkable fact is that this displacement has a clear temporal variation. At the present, we will show detail feature of displacements of torch auroras between both hemispheres.

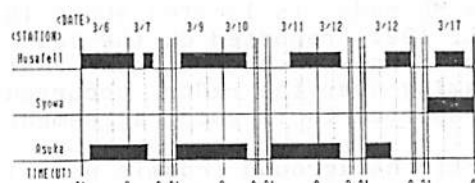


Fig. 1: Time chart of SIT-TV simultaneous observation of auroras at Husafell, Syowa and Asuka Stations carried out from 5th to 18th, March, 1991. Because of bad observation condition, TV data of Tjornes is not obtained unfortunately.

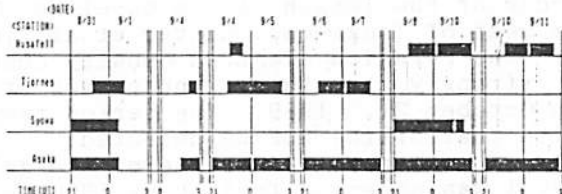
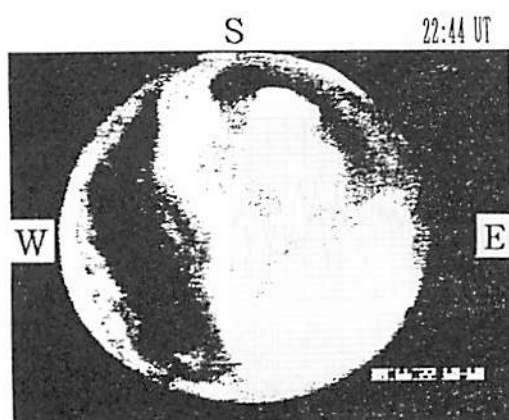
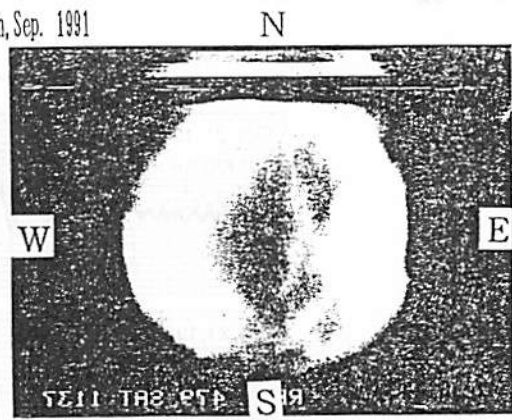


Fig. 2: Time chart of SIT-TV observations at 4 stations carried out from 1st to 10th, September, 1991.



Syowa N

Fig. 3.a



Husafell

Fig. 3.b

Fig. 3 a, b: Examples of conjugate all-sky TV images of torch-type auroras observed at Syowa and Husafell stations at 22:44(UT), 9th, September, 1991.

IONOSPHERIC DISTURBANCES ASSOCIATED  
 WITH A LOW LATITUDE AURORAL EVENT

 Koitiro Maeda (Hyogo College of Medicine)  
 Takashi Watanabe (Solar-Terrestrial Environment Laboratory)

We detected ionospheric disturbances associated with the low-latitude auroral event that occurred on October 21, 1989, by Cosmic Noise Absorption (CNA) observations at 29.98 MHz and interferometric observations of two strong celestial radio sources (Cas A and Cyg A) at 49.5 MHz. Our observing station was located at Tsuge-cho (136.3E, 34.8N), its geomagnetic latitude being about 24 degrees. The CNA observations were made with a dipole antenna set at a height of about a quarter wavelengths above the ground, and the multiplying (phase switched) interferometer observations were made using two 5 element Yagis. The baseline of the interferometer was about 70 m in an east-west direction.

The CNA and interferometer records of October 21, 1989 are shown in Figure 1. We can see an interferometer-fringe disappearance phenomenon from 1019 UT to 1430 UT, with about 30 min recovery around 1300 UT. Such a phenomenon is referred to as a Radio Star Fadeout (RSF). The RSF indicates that uncorrelated phase changes occurred at the two antennas. The phase changes were presumably caused by electron density irregularities temporally produced in the ionosphere. The scale of the irregularities would have been on the order of the length of the baseline. The MU radar is located about 15 km west of Tsuge-cho. Oliver et al. [GRL, 1991] reported on the basis of the F-region electron density observations with the MU radar that a strongly structured ionospheric streaming over the radar occurred on October 21, 1989. The period they reported is in good agreement with that of the RSF we detected.

A remarkable increase of the galactic background (cosmic noise) level was observed from about 1200 to 1830 UT (2100 to 0330 LT), as shown in Figure 1. Our best estimate of the intensity increase is about 35 % (i.e., 1.3 dB) with a relatively large uncertainty of about 5 %. Such a great intensity increase seems to indicate a drastic decrease of the ionospheric absorption at about 30 MHz over the Tsuge-cho station.

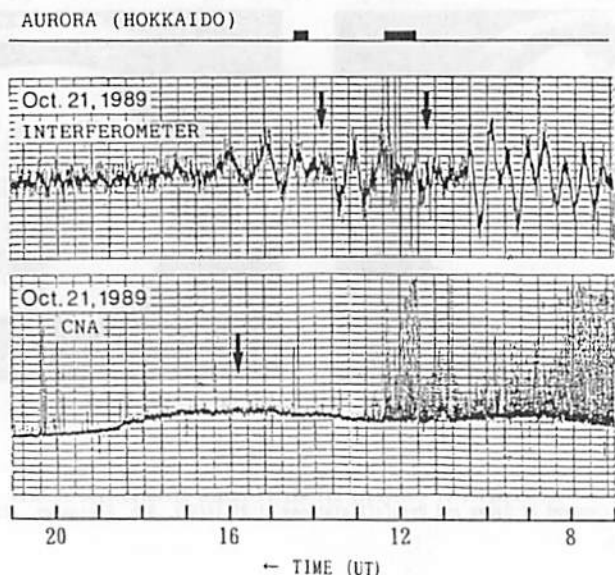


Figure 1

# A32-PA-37 極域電離層における オーロラ輝度と電気伝導度との関係 (III)

\* 石井 守・木村和典・家森俊彦・杉浦正久・  
J. A. Slavin・J. D. Craven・L. A. Frank

京都大理・東海大開発技研・NASA/GSFC・772b大・7470大

Relation between the auroral luminosity and the ionospheric conductivity  
in the polar regions as deduced from the DE satellite observations (III)

\* M. Ishii, K. Kimura, T. Iyemori, M. Sugiura,  
J. A. Slavin, J. D. Craven, L. A. Frank

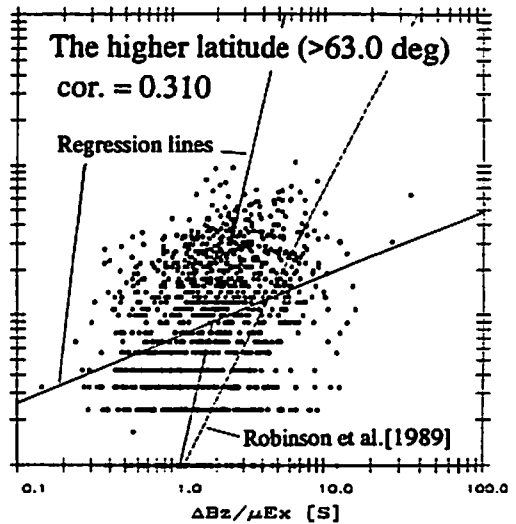
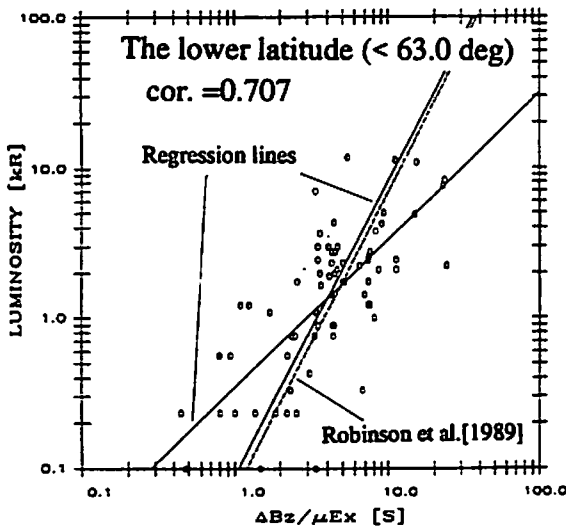
\*Faculty of Science, Kyoto University, Kyoto 606, Japan  
\*Institute of Research and Development, Tokai University, Tokyo 151, Japan  
\*NASA/Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD 20771, U.S.A.  
\*Geophysical Institute and Department of Physics, University of Alaska,  
Fairbanks, AK 99775, U.S.A.  
\*Department of Physics, University of Iowa, Iowa City, IA 52242, U.S.A.

We study the relationship between the auroral luminosity and the ionospheric conductivity. The auroral luminosity is obtained from the DE-1 FUV imager, and the ionospheric conductivity is deduced from the ratio between the magnetic and electric field perturbations observed by the DE-2. Results show that the relationship between the auroral luminosity and the conductivity is consistent with the results of Robinson et al. [1989] for lower latitudes (<63.0 deg), while for higher latitudes (>63.0 deg), the relationship between the auroral luminosity and the conductivity cannot be explained by a simple relation. In this paper we investigate the causes for the poor correlation between the auroral luminosity and the conductivity at higher latitudes. The lack of simple relationship could be from the following causes: (1) different energy spectra of precipitating particles for the same FUV luminosity, and (2) different time constant for variations in the auroral luminosity and in the electron density. Also, the different times of observation by DE-1 and DE-2 must be taken into account in the analysis.

これまで、DE-2の電場・磁場擾乱の観測結果から電気伝導度を推定し、DE-1のオーロラ輝度と比較する事で、電離層電気伝導度とオーロラ輝度との関係を探ってきた。長波長の擾乱では、極域電離層で観測された電場・磁場擾乱の比を求め、Pedersen conductivityを推定する良い手段である事が示されている。(e.g., Ishii et al. [1992]) によって、DE-2で観測された磁場・電場擾乱の比  $\Delta Bz/\mu_0 Ex$  と DE-1で観測されたオーロラ輝度とを比較した。現在の解析結果では、比較的低緯度で観測されたオーロラに対しては、これまでに示されたモデル (e.g., Robinson et al. [1989]) とよく一致した。一方高緯度で観測された例では、両者の相関は必ずしも良くない事がわかった。今回は、高緯

度で輝度と比  $\Delta Bz/\mu_0 Ex$  の相関が悪くなる理由について考えた。現段階で考えられる物理的理由として、(1) 降下粒子のエネルギー分布の違い、(2) 観測領域におけるオーロラ輝度と電子密度の履歴の違い、などが考えられる。また手法上の問題として、輝度と電場・磁場観測の時間的なズレによるものがある。特に discrete aurora は時間的に激しく変化するのでこれは重要な問題になってくる。講演では、これらの原因の可能性について検討する。

Acknowledgment: We thank H.C. Maynard for permitting us to use his electric field data.



# 電離圏

oral: B11-01~11

poster: B11-PP-54~65

座長 田中高史 (通総研)  
高見友幸 (京大超高層)



# B11-01 太陽風 - 金星相互作用の二次元モデル

品川裕之 (通総研平磯)

## A two-dimensional model of the solar wind-Venus interaction

H. Shinagawa

(Hiraiso Solar Terrestrial Research Center,  
Communications Research Laboratory)

A two-dimensional MHD model of the solar wind interaction with the Venus ionosphere has been developed in order to study the effects of the solar wind on the Venus ionosphere self-consistently. Using this model, various structures in the solar wind-Venus system, such as bow shock, magnetosheath, ionopause, ionosphere, are reproduced fairly well.

### 1. はじめに

太陽風が惑星大気にどのような影響を及ぼすかは、宇宙空間物理学や惑星大気の進化の研究において、非常に重要な問題である。特に固有磁場を持たない金星の場合には、太陽風が惑星大気と直接相互作用しており、上層大気は太陽風の影響を直接受けている。このような状況の物理過程を調べるには、太陽風-金星の計算機シミュレーションが非常に有効である。しかしながら、これまでに行われた太陽風-金星相互作用のモデルでは、金星は基本的には単なる導体球などとして扱われ、電離圏は事実上入っていなかった。このため太陽風が上層大気・電離圏に与える影響を調べることはできなかった。本研究では二次元ではあるが、現実的な金星電離圏を含む太陽風-金星相互作用のモデルを初めて開発した。

### 2. モデル

太陽風と金星電離圏を同時に含む二次元1流体の電磁流体力学方程式を円柱座標上で two-step Lax-Wendroff 法を用いて解いた。磁力線は直線で、太陽と金星の中心を結ぶ線に垂直とし、磁力線方向の一様を仮定した。従って磁力線の曲率および磁力線に沿う運動の効果は含まれていない。上流側の境界条件は金星軌道付近での太陽風の値とし、下流側では変数の勾配をゼロとした。

### 3. 結果

太陽風を入れてから約1時間後の太陽風-金星の電子密度分布を図1に示す。このモデルにより、太陽風-金星相互作用における基本的構造 (Bow shock, Magnetosh

ath, Ionosphere 等) が同時に再現された。しかし Ionopause の厚さに関しては、二次元モデルでは観測よりも幅が広くなり、Magnetosheath での磁力線に沿ってのプラズマの損失 (いわゆる Zwan-Wolf effect) が Ionopause の形成に重要であることを示唆している。また、電離圏領域については、筆者が過去に開発した電離圏モデルとほぼ一致した結果を得た。

ELECTRON DENSITY [log (cm<sup>-3</sup>)]

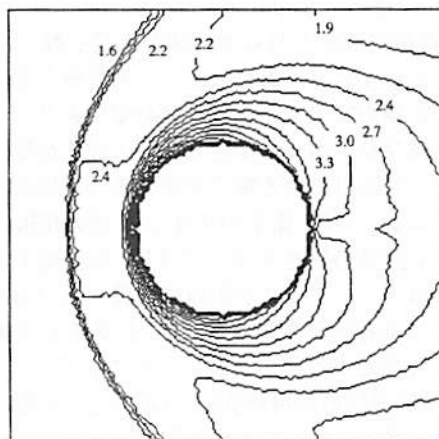


図1. モデル計算によって求められた太陽風-金星系の電子密度分布。

### 参考文献

Zwan, B. J., and R. A. Wolf, Depletion of solar wind plasma near a planetary boundary, *J. Geophys. Res.*, 81, 1636, 1976.

# B11-02

## 計算機トモグラフィによる電離層電子密度分布像の再生 (1)

°片山 浩・奥澤 隆志・柴田 喬 (電気通信大学)

### Reconstruction of Ionospheric Image of the Electron Density Distribution Using Computerized Tomography (1)

Hiroshi Katayama, Takashi Okuzawa, Takashi Shibata (Denki-Tsushin University)

Computerized tomography(CT) technique, with the use of TEC data (obtained by means of trans-ionospheric satellite beacon), is used to produce a two-dimensional image of the electron density in the ionosphere. The feasibility of the CT technique is investigated in this paper: in particular, the merit and limitation of the algebraic reconstruction technique(ART) are discussed, based on the results of a simulation study.

医学分野で人体の断面写真を撮るのに当初開発された計算機トモグラフィ(CT)は、最近では音波による海洋探査をはじめとして地球物理の分野でも次第に応用の範囲を広げている。

電離層物理の分野でも、移動する人工衛星の出す電波を医学分野での X 線に、写真乾板を地上に複数個設置する受信装置にそれぞれ置き換えることにより、この CT が応用できる可能性がある (Austen et al.,1988, Raymond et al., 1990, both in "Radio Science").

衛星電波のもたらす情報が全電子数 (TEC) であるとすれば、これはまさに電波源と受信点を結ぶ線沿いの電子密度の積分量であり、この第 1 種フレドホルム型連立積分方程式を解くことが CT 応用による電子密度分布の再生にほかならない。GPS 衛星の出す 2 周波の伝搬に伴う相対遅延時間を利用して TEC を観測する地上受信ネットワークが国内に整備されつつあるため、筆者の研究室でも、CT 技術を自家業籠中のものとする努力が続けられている。

今回は代数的再構成法 (ART) として知られる最もポピュラーな方法を取り上げる。これにより電子密度分布の鉛直面内 2 次元像を再生するシミュレーションの結果と、これにまつわる問題点等を報告する。

シミュレーション領域は、高さ 300~600km, 緯度 50~70 度、観測点は 50, 60, 70 度の 3 地点に置くものとし、領域の分割数は 20 × 10 個としている (図 1)。図 2(a),(b) はそれぞれはじめに仮定した電子密度分布のモデル、その ART による再生像の一例である。

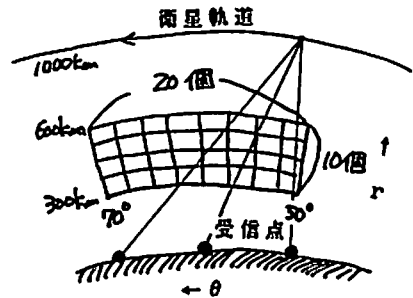


図 1 観測の概念図

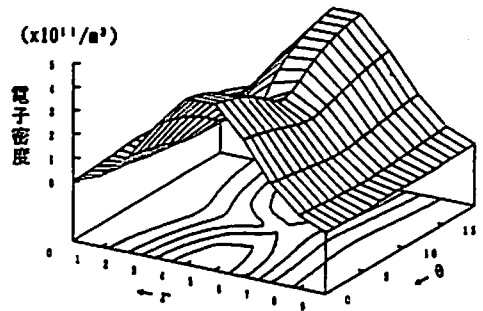


図 2(a) 電子密度分布モデル

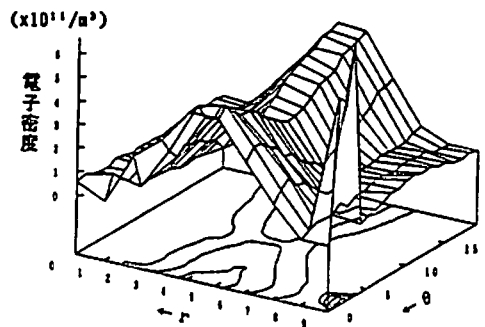


図 2(b) ART による分布再生像

満保正喜<sup>1</sup> 〇深見哲男<sup>2</sup> 岡田敏美<sup>1</sup> 長野勇<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>富山県立大・工 <sup>2</sup>石川工業高専 <sup>3</sup>金沢大・工

Measurement of Night-Time Electron Density Profile  
 in the Lower Ionosphere by S-310-21

M. Mambo<sup>1</sup>, T. Fukami<sup>2</sup>, T. Okada<sup>1</sup>, I. Nagano<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> Toyama Pref. Univ., <sup>2</sup> Ishikawa Coll. of Tech., <sup>3</sup> Kanazawa Univ.

The altitude intensity profiles both of the MF radio wave transmitted from Kumamoto and of the VLF radio wave transmitted from Kariya were observed by the sounding rocket S-310-21 in night-time. Both profiles of electron density and collision frequency in the E region were approximately estimated by comparing the observed values with the VLF and MF radio wave intensity profiles calculated by the full wave method.

夜間の下部電離圏電子密度分布の観測例は数少ない。今回、国際参照電離圏(IRI)の夜間E層下部に常時存在する棚<sup>(1)(2)(3)</sup>の有無を調査する目的でS-310-21号機が平成4年1月28日21時に打上げられた。観測装置は正常に動作し、夜間のE領域電子密度分布の概略が推定されたので報告する。

本ロケットでは波動法による電子密度計測のため、同一ループアンテナで大阪のNHK第1, 2 (66 kHz, 828 kHz) と熊本 NHK第2 (873 kHz) 及び刈谷のNDT局 (17.4 kHz) の計4波の磁界強度測定とDC $\gamma$ - $\alpha$ - $\beta$ による電子電流測定をした<sup>(4)</sup>。

図1, 2に, 17.4 kHzと873 kHzの磁界強度測定結果を示す。図中の高度A, B, Cは, DC $\gamma$ - $\alpha$ - $\beta$ 電流が急峻なピーク値を示した場所であるが, これらの高度で磁界強度も特徴的な振舞を示している。特に図1のVLF波は, Aの付近でモードとなった後, B, Cでモード波が分反射し, 定在波が生じている。この定在波波長から電子密度を大体知ることができる<sup>(5)</sup>。

電離層中の電子密度と衝突回数を電波の減衰量より推定する。初期仮定電子密度分布としてDC $\gamma$ - $\alpha$ - $\beta$ 電流に比例した分布を与える。又, 初期仮定衝突回数分布として図3中の一点鎖線を用いる<sup>(1)</sup>。

まず, full wave法により磁界強度の高度分布

を求め, 17.4 kHz 観測値に合うように電子密度分布を修正した。得られた電子密度分布を図3の①に示す。高度A, B, Cは, Es層の位置であることが分かる。そこで, AにEs層が存在し, 棚が存在するかどうかは明かでない。なお, IRIの棚(図3②)による計算強度はA点付近のVLF波の観測強度に比べ数dB程度小さくなった。

次に, 図2の熊本第2はB点で特徴ある振舞を示す。ここに図示しないが, O波はB点で反射するが, X波はE領域中をある程度減衰して突き抜ける。X波のみとなるB点より上でのX波の計算値は図2の観測値より数dBから10数dB小さかった。そこで, ①の電子密度分布を用いて, 中波の観測値に合うよう初期衝突回数分布を平行移動して, 図3の実線に示す大体の衝突回数分布を得た。

このようにMF波とVLF波を用いて今まで得られなかった夜間の電子密度や衝突回数の分布が得られた。今後, ロケット姿勢やドップラ効果等も含めて詳細な解析を行っていきたい。

文献 (1)満保他:信学論, J69-B(1986). (2)深見他:信学論, J74-B-II(1991). (3)H. Kouhata et al: J. G. G., 42(1990). (4)満保他:第91回SGEPSS講演論文集. (5)長野他:信学技報, AP-78-37(1978).

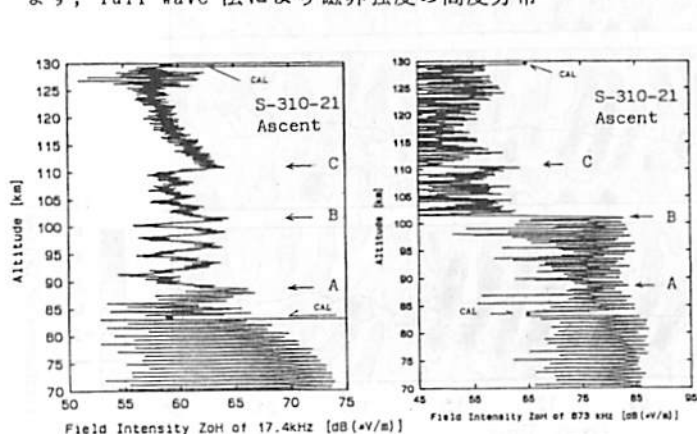


図2. 熊本NHK第2(873kHz)の磁界強度分布

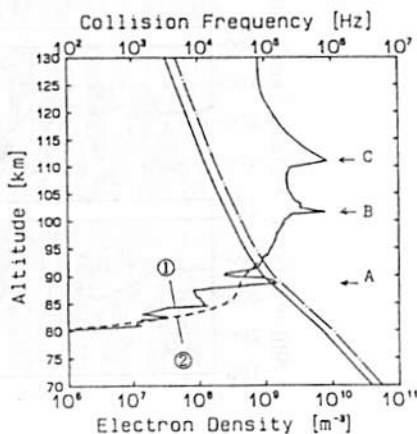


図3. 推定した電子密度分布と衝突回数分布



◎山本泰史、高見友幸、深尾昌一郎、山本衛、山中大学、津田敏隆、中村卓司、加藤進  
京都大学超高層電波研究センター

Wave-like structures of electron density gradients obtained  
by the MU radar multiple beam measurements (2)

◎Y. Yamamoto, T. Takami, S. Fukao, M. Yamamoto, M. D. Yamanaka, T. Tsuda, T. Nakamura, S. Kato  
RASC, Kyoto University

By the MU radar multiple beam measurements, we are able to measure both temporal and spatial variations of the F-region electron density propagating over the radar. We have found that the horizontal gradient of the electron density shows clear wave-like structures with various time periods ranging up to about 100 minutes. We will discuss the statistical features of this phenomenon based on the 250-hour similar data obtained during three observational periods of March 1989, April 1990 and November 1990.

MU レーダーは多ビーム IS 観測により、レーダー上空を通過していく電離圏擾乱の時間的および空間的变化を区別して観測できる。即ち、擾乱の水平方向の動きを検出することができる。これまでも Oliver *et al.*(1988) によって 1986 年 2 月 6-8 日の大きな地磁気嵐により生じられた重力波について、また、Takami *et al.*(1991,1992) によってレーダー上空を通過する擾乱の平均的な振舞いとそれらが生じさせる電離圏構造の変化について研究がなされてきた。

今回は、電子密度水平方向勾配の時間変化 (50-100 分の時間変動成分) について、1990 年 11 月 15 日 08-16 時のデータについてのみ議論した。その結果、電離圏において電子密度は日周期の変化の上に、日周期以下の時間的により短い成分が重なって変動し、電離圏全体で波状構造を構成していることが分かった。また、位相が下方に伝搬することやホドグラフが回転することなど、その波状構造は重

力波的な性質を持っていることが明らかになった。今回はこのケーススタディーの結果に基づき、1989 年 3 月、1990 年 4 月、1990 年 11 月の同様のデータ計 250 時間分について解析を行い、波状構造の統計的な性質を考察した。図 1 は 1990 年 11 月 13-15 日の連続する 3 日間の電子密度水平勾配の時間変化 (南北成分) である。この期間は電離圏の状態は非常に静穏であり、Kp 指数 (3 時間値) は 1+ を超えることはなかった。この図から波状構造が顕著にみられるのはいずれの日も日中に限られ、夜間にはほとんど現れないことが分かる。また、この期間中、擾乱の伝搬方向は多少のばらつきはあるものの、概ね北から南に伝搬していることが分かっている。発表では擾乱の伝搬方向の高度変化についても触れ、これらの擾乱が電離圏全域を覆うようなものではなく、局所的に電離圏を通過していく例も示し、擾乱の伝搬方向についても詳しく述べる予定である。

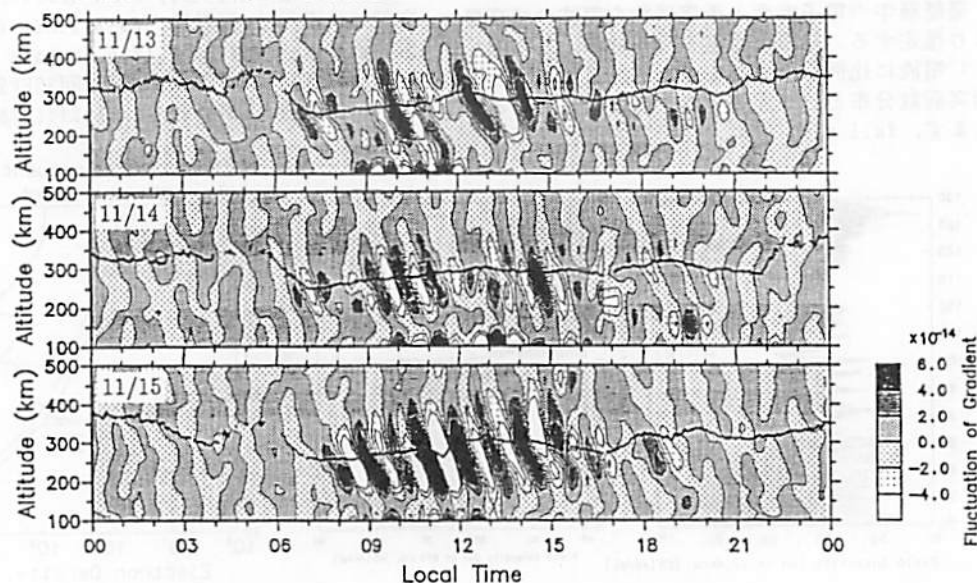


fig.1 1990 年 11 月の連続する 3 日 (上:13 日, 中:14 日, 下:15 日) の電子密度の水平方向勾配の時間変化 (南北成分)。データは 50-100 分の時間フィルターを用いて変化の速いノイズ成分及び変化の遅い日変化に関係のある成分を除いてある。

○小川忠彦<sup>1</sup>, 大高一弘<sup>2</sup>, 高見友幸<sup>3</sup>, 山本泰史<sup>3</sup>, 山本 衛<sup>3</sup>, 深尾昌一郎<sup>3</sup>

1)通総研平磯 2)通総研 3)京大超高層

Simultaneous observations of ionospheric waves by  
NNSS satellites and the MU radar

°T.Ogawa<sup>1)</sup>, K.Ohtaka<sup>1)</sup>, T.Takami<sup>2)</sup>, Y.Yamamoto<sup>2)</sup>, M.Yamamoto<sup>2)</sup>, S.Fukao<sup>2)</sup>  
1) Communications Res. Lab. 2) RASC, Kyoto Univ.

Simultaneous observations of ionospheric waves such as medium-scale TIDs by polar-orbiting NNSS satellites and the Kyoto University MU radar are presented. By combining time variations of the differential Doppler frequency between two beacon signals (150 and 400 MHz) from NNSS with those of the MU radar echo power, we can derive the wave parameters (period, wavelength and phase speed) of MS-TIDs.

高度約1100kmの極軌道を飛行するNNSS衛星のビーコン波(150と400 MHz)受信から、電離圏全電子数(N)の時間微分に相当する量( $\Delta f$ : Differential Doppler frequency)が測定できる。もし電子密度分布に波動が存在すると、それは $\Delta f$ に敏感に現われる。衛星は高速で飛行するので、 $\Delta f$ から、経度に沿った波動の空間構造が分かる。一方、MUレーダの電離圏エコーパワーからは固定点の天頂付近の電子密度時間変化が分かる(山本他、J41-04, SGEPS, 1992年4月)。

図1に同時観測例を示す。MUで観測されたエコー強度にbandpassフィルター(10.5-37.8分)をかけ、短周期成分のみを取り出した結果から(図の下半分)、約20分の周期を持つ波動構造がMU上空を通過したことが分かる。A, B, C, Dの時間帯にお

いて東京国分寺で観測されたNNSS/ $\Delta f$ の時間変化を図の上半分に示すが、AとCには1~2分周期の波動が明瞭である。衛星速度を考慮すると、この波動は、F層高度(~350km)での南北空間波長が150~300 kmである。この波動とMUで観測された20分周期の波動が同一であるとすると、波動の位相速度は、(150~300 km)/1200秒=125~250 m/sとなる。すなわち、周期=20分、波長=150~300 km、位相速度=125~250 m/sの中規模TIDである。このように、NNSSとMUの同時観測から波動の性質が決定できる。

NNSSで大規模TIDを検出することは原理的に困難であるが、MUで大規模TIDらしきものが観測される場合、全電子数が赤道側で通常より増加(赤道異常?)することを指摘する。

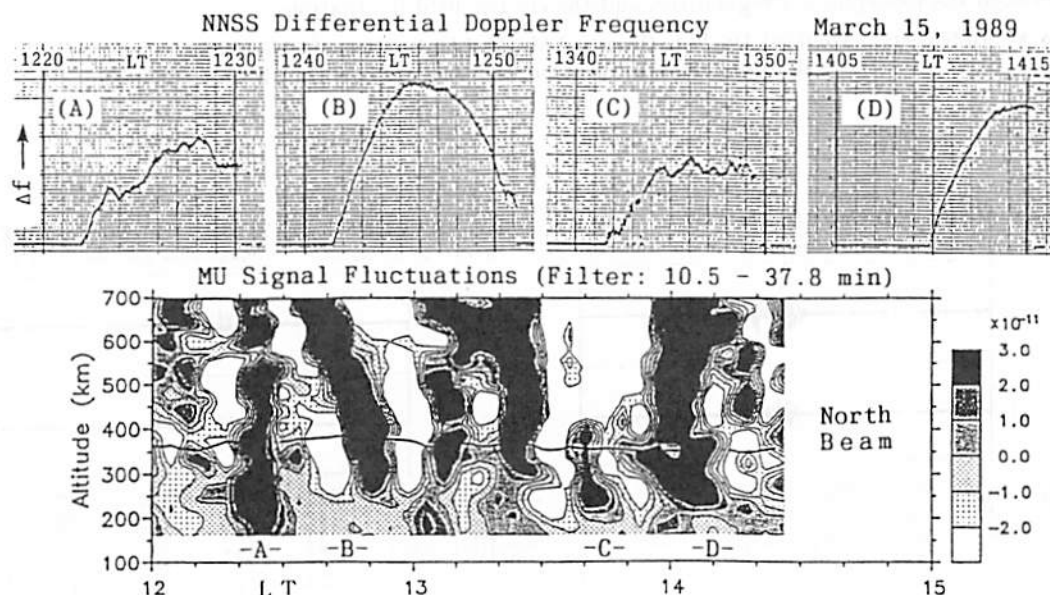


Fig.1 Contour map of MU radar short-period echo fluctuations and NNSS differential Doppler curves for four time periods (A, B, C and D).

# B11-06 DE-2 で観測された中緯度電離層電場の揺らぎと MUレーダーで観測された電離層 irregularities との関連

## Relation between the mid-latitude ionospheric electric field fluctuations observed by the DE-2 satellite and the ionospheric irregularities observed by the MU radar

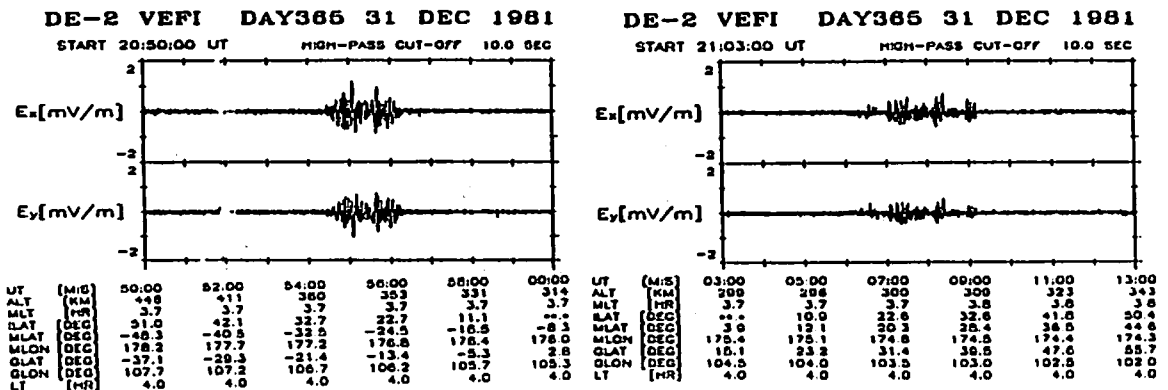
\*A. Saito<sup>1</sup>, T. Iyemori<sup>1</sup>, M. Sugiura<sup>2</sup>, N.C. Maynard<sup>3</sup>, M. Takeda<sup>1</sup> and M. Yamamoto<sup>4</sup>

1. Faculty of science, Kyoto Univ. 2. Institute of Research and Development, Tokai Univ.  
3. Phillips Laboratory 4. Radio Atmosphere Science Center, Kyoto Univ.

On the topside of mid-latitude ionosphere, the DE-2 satellite observed the D.C. electric field fluctuations which are perpendicular to the geomagnetic field. Their intensities are about 1-2 mV/m and the occurrence rate is a maximum at midnight and between 25 and 35 degrees in invariant latitude. Sometimes such fluctuations are observed at magnetically conjugate points in the northern and southern hemisphere. These electric field fluctuations do not accompany any large electron density depletion. For these reasons such fluctuations are distinguished from the electric field fluctuations inside plasma bubbles [Aggson et al. 1992]. Holtet et al. [1977] reported on A.C. electric field fluctuations observed by the OGO 6 satellite, which have some common features with the fluctuations reported here.

The MU radar, which is located at 27 degrees in invariant latitude, often observes ionospheric irregularities [Fukao et al. 1991 ; Yamamoto et al. 1992]. The characteristics of these irregularities, such as the occurrence frequency or the drift direction, have similarities with those of the electric field fluctuations observed by DE-2. We discuss on the possible connection between the ionospheric irregularities and the electric field fluctuations.

Acknowledgments: We thank Dr. W.L. Oliver and Mr. M. Ishii for their valuable advice.  
We also thank Dr. L.H. Brace for permitting us to use the DE-2 electron density data.



The electric field fluctuations observed by DE-2 at the northern and southern conjugate points.

# B11-07 12/20GHz 電離圏シンチレーションと赤道異常との関係

○西牟田一三、小川忠彦、皆越尚紀 (通信総研)

## RELATION BETWEEN 12/20GHz IONOSPHERIC SCINTILLATIONS AND EQUATORIAL ANOMALY

○Ichizoh Nishimuta Tadahiko Ogawa Hisamitsu Minakoshi  
(Communications Research Laboratory)

This paper reports the characteristics of 12/20 GHz ionospheric scintillations observed at lower mid-latitudes in Japan and their relation to the equatorial anomaly.

1979年以来、山川 (20.4° N 地磁気緯度)、屋久島 (19.8° N)、及び沖縄 (15.3° N) において、静止衛星を使って 12GHz (BS-2) 及び 20GHz (CS-3) 電離圏の観測を行ってきた。その結果、20GHzのシンチレーションは第1表に示すように、太陽活動最盛期、春秋季の日没、夜半に発生し、赤道異常に関連深いことが明らかになってきた。ここでは、同一子午線沿いのイオノグラムデータを使って、このシンチレーション (現象) と赤道異常の関係をより詳細に明らかにする。第1図は第1表の 1989年10月における 20GHzシンチレーション発生日の5イベントについて、MANILA (3.4° N)、CHUNG-LI (13.7° N)、沖縄 (15.3° N)、山川 (20.4° N)、国分寺 (25.5° N)、秋田 (29.5° N) 及び稚内 (35.3° N) における foF2の緯度分布を示す。黒点と実線がイベント発生時の foF2の1900-2300JSTの時間値とそれらの中央値を結んだものである。×点と破線は、同時刻における月中央値とそれらの中央値を結んだもので、月の平均特性を示している。この図から、12/20GHzシンチレーションが発生する場合、赤道異常が平均特性よりも、ピークが高緯度側で強く発達していることがわかる。

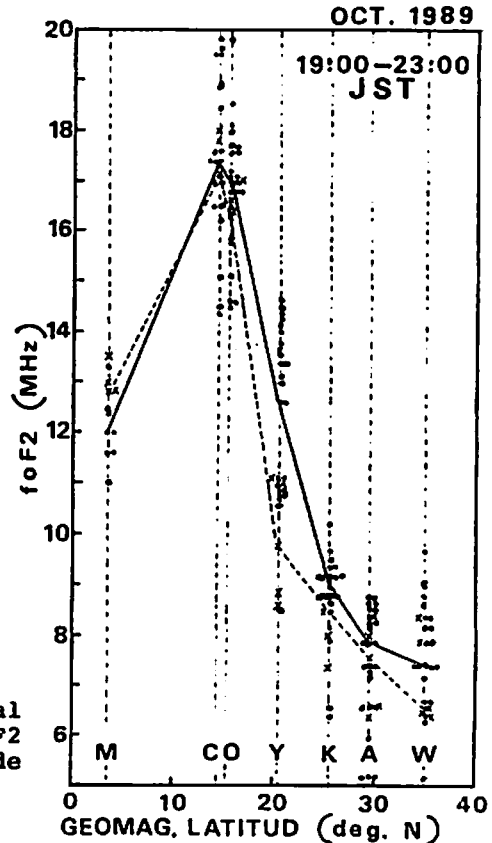


Fig. 1 Latitudinal variations of foF2 at seven ionosonde stations.

Table 1. List of 12- and 20-GHz scintillations at Yamagawa and Okinawa

Date (YY.MM.DD)	Scintillation Period (LT)			Geomagnetics at Kanoya		
	Okinawa	Yamagawa	Yamagawa	3-hour K-index (UT)	SSC (LT)	Max. ΔH (nT)
88.11.30	2016 - 2107	1950 - 2055	1947 - 2150	1 3 6 7	5 5 4 3	1701 197
89.02.19	2030 - 2120	2116 - 2208	2155 - 2400	1 2 2 2	2 3 1 2	None
89.03.12	2200 - 2233	2044 - 2100	2049 - 2132	3 3 2 3	4 4 3 3	None
89.08.25	No Obs.	2055 - 2203	2111 - 2150	1 2 2 1	2 3 2 3	None
89.09.17	No Obs.	2152 - 2207	2104 - 2136	0 0 3 1	1 1 2 3	None
89.09.22	No Obs.	2120 - 2213	2210 - 2315	1 2 3 5	4 4 3 3	None
89.10.05	No Obs.	2041 - 2120	2105 - 2145	2 1 0 1	1 2 1 1	None
89.10.06	No Obs.	2020 - 2055	2053 - 2138	1 1 1 3	3 3 2 2	None
89.10.13	No Obs.	2110 - 2158	2150 - 2230	2 0 0 0	0 0 0 0	None
89.10.14	No Obs.	None	2035 - 2102	0 0 0 0	0 0 0 0	None
89.10.20	No Obs.	2001 - 2055	2053 - 2138	1 2 5 6	6 7 6 5	1817 344
89.11.17	No Obs.	None	2024 - 2055	2 3 4 7	6 7 6 6	1825 282
90.09.01	2036 - 2145	2003 - 2050	2018 - 2050	2 2 1 3	6 4 2 2	None

LT = UT + 9 hours

山田雄二 (地磁気観測所) ・ 中村卓司 (京大超高層)

THE DAY-TO-DAY CHANGE OF THE GEOMAGNETIC DAILY VARIATION  
DRIVEN BY THE THERMOSPHERIC WINDS

Yuji YAMADA (Kakioka Magnetic Observatory)  
Takuji NAKAMURA (RASC, Kyoto Univ.)

We apply the method of the principal component analysis to geomagnetic field data of Chichijima and derive several periodic components in the day-to-day change of the daily variation. Thermospheric winds observed by the Kyoto meteor radar are also investigated to be compared with the periodic geomagnetic variations.

地磁気日変化の日日変動をもたらす原因はいくつか提案されているが、その中でも熱圏風の変動が大きく関与していることは十分予想される。しかしこれまで両者の対応関係は明確に示されていない。我々は地磁気変化の周期変動成分と熱圏風の周期変動成分との直接比較を試み対応関係を調べる。

地磁気日変化における日日変化の特徴的パターンを取り出すため、ここでは主成分分析法を用いる。使用するデータは1970～87年の父島の地磁気Z成分毎時値である。日日変化が対象であるので、注目する日の前後5日、すなわち11日間の毎時値を1個のサンプル(11×24個の値からなる)とした。そして2000個以上のサンプルに対して主成分分析をおこない、11日程度の期間内でどのような日日変化が卓越しているかを調べてみた。この結果の一部は前回の学会で講演者(山田)によって報告された。それによると父島における地磁気日変化の日日変動には、少なくとも5種の周期変動成分が存在することを明らかにした。中でも日変化の振幅が2日周期で変動する成分が上位の主成分として認められ、熱圏大気中の準2日波による地磁気変化との関係を示唆する。他にも3日から15日までいくつかの周期変動パターンを分離することができた。

今回の講演では前回の解析を継続し、父島以外の観測点でも同様の周期成分が見ら

れるか、その様な磁場の周期変動が空間的にどのような構造をしているのかを報告する。また京大流星レーダーによる熱圏風速データの解析をおこない、上記の方法で得られた地磁気周期変動との対応を調べ地磁気日変化の日日変動に風速変動がどのように関係しているのかを検討する。

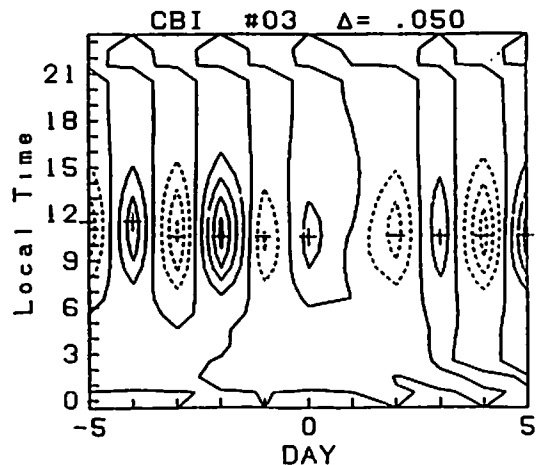


図1 父島の地磁気毎時値を主成分分析して得られた主成分固有ベクトル(第3主成分)。横軸は日、縦軸は地方時。日変化の振幅の2日周期変動が明瞭である。

○猪木誠二、小川忠彦（通総研平磯）

Seasonal Variation and Solar Cycle Dependence of Thermospheric Meridional Neutral Winds

Seiji Igi and Tadahiko Ogawa  
Hiraiso Solar Terrestrial Research Center, CRL

The meridional neutral winds are derived from a comparison of the modeled F2-layer heights from the FLIP (Field Line Interhemispheric Plasma) model with the estimated hmF2. The calculation of mean diurnal variation and seasonal variation of neutral winds in 1991 shows that the winds are poleward in the daytime and equatorward in the nighttime. Besides, the wind in winter is strongly poleward except around midnight, while the wind in summer is strongly equatorward except from 8 am to 6 pm, local time. Diurnal curves of the winds over a full solar cycle indicates a larger day-night difference at solar minimum than at solar maximum.

1. はじめに 熱圏中性風の南北成分を電離圏 F 層高度から求める方法が K.L. Miller et al. (JGR(1986)) によって提案されている。前回は (第90回電磁気学会予稿) では、国分寺のイオノグラムを用いて求めた中性風と M Uレーダを用いて Oliver et al. (JGR(1990)) が求めた値を比較し、イオノグラムから求める方法の有効性を示した。ここでは、本方法で求めた熱圏中性風の季節・太陽活動依存性について報告する。

2. 季節依存性 図1に1991年の季節毎の中性風の南北成分を示す (南向きが正)。その特徴は昼は極側へ夜は赤道側へ吹いてい

ることがわかる。極側の最大になる時刻は夏季 (実線) は 15 LT 前後、冬季 (点線) は 16-20 LT 前後、赤道側は 0-4 LT となっている。また、その季節依存性は、夏季は南側に冬季は北側に寄っており、春秋分季 (破線) はその中間の値を取っている。

3. 太陽活動依存性 1981から1991年にわたる1月の中性風の速度を図2に示す。実線は極大期、点線は極小期、破線は上昇期または下降期を示している。図2は、日変化の夜と昼の差が、極小期には大きく、極大期には小さいことを示している。

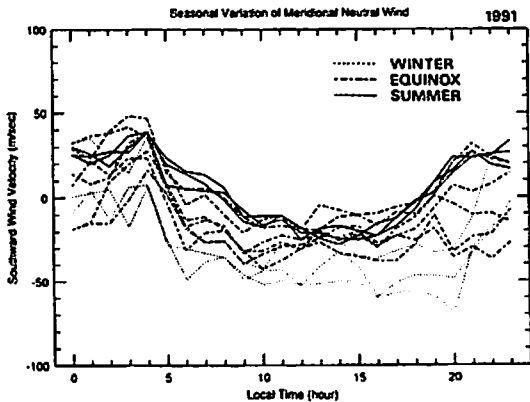


Fig.1 seasonal variation of southward wind velocity (Kokubunji, 1991)

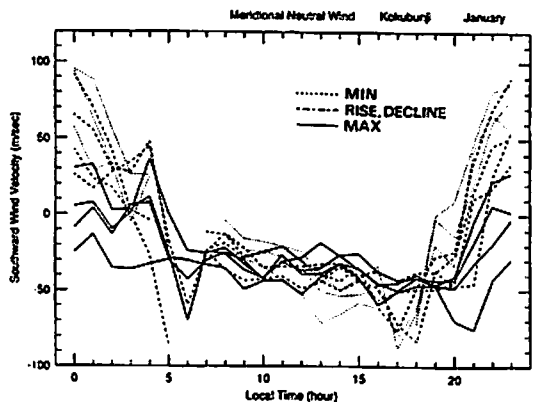


Fig.2 solar cycle dependence of southward wind velocity (Kokubunji, January)

# B11-10 サブストーム時の熱圏風系変化のシミュレーション

藤原 均<sup>1</sup>, 前田佐和子<sup>2</sup>, 岡野章一<sup>1</sup>, 福西 浩<sup>1</sup>,  
 T. J. Fuller-Rowell<sup>3</sup>, D. S. Evans<sup>3</sup>  
 1) 東北大学理学部 2) 京都造形芸術大学  
 3) Space Environment Laboratory / NOAA

## SIMULATION STUDY OF THERMOSPHERIC WIND SYSTEM VARIATIONS DURING AN ISOLATED SUBSTORM

H. Fujiwara<sup>1</sup>, S. Maeda<sup>2</sup>, S. Okano<sup>1</sup>, H. Fukunishi<sup>1</sup>, T. J. Fuller-Rowell<sup>3</sup>, D. S. Evans<sup>3</sup>

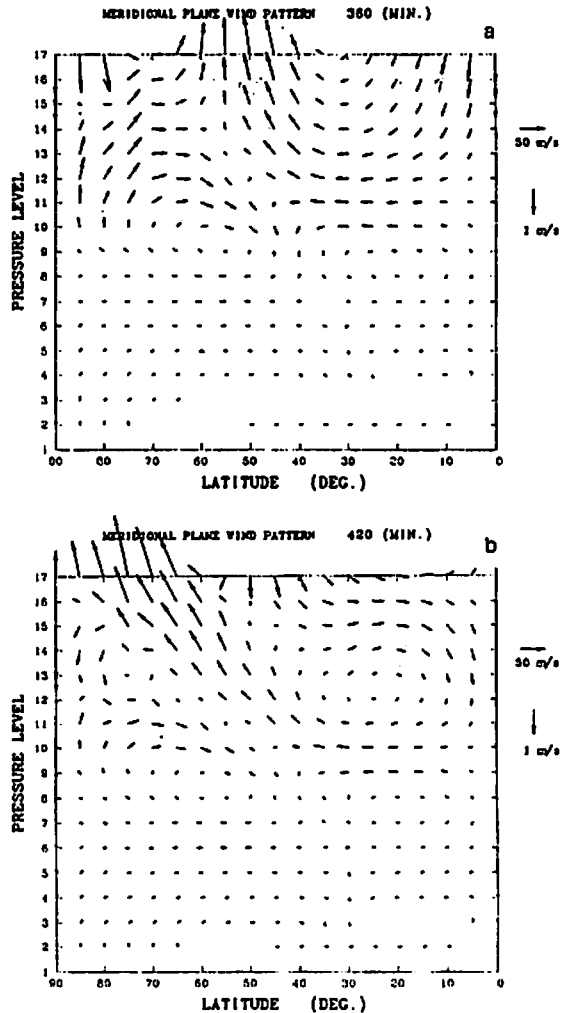
- 1) Upper Atmosphere and Space Research Laboratory / Tohoku University  
 2) Kyoto University of Art and Design 3) Space Environment Laboratory / NOAA

To assess the effect of atmospheric waves in the thermospheric wind system, we use a time-dependent, zonally averaged thermospheric model which can simulate the dynamical processes in the upper atmosphere with fine grids (2.5° in latitude, 0.5 scale height in vertical). The energy transport due to atmospheric waves is clearly identified in the meridional wind system as movement of vortices.

極域から低緯度への、または反対半球の極域から赤道域を通り極域へ向かうエネルギーの輸送には重力波等の大気波動の寄与が大きいと考えられる。大気波動伝搬の様子は子午面内での風系等の変化に反映されると予想されるので、緯度方向のエネルギーの輸送過程を理解するには、細かなスケールで波動の特性を調べる事が極めて重要である。今回、格子点を緯度方向に2.5°、高度方向に0.5スケールハイトに細分し、太陽活動極小期の秋分におけるサブストームのシミュレーション（オーロラ活動静穏状態Kp=1.でほぼ定常状態となったところから1時間擾乱Kp=8を加え再び静穏状態に戻す）を試みた。

その結果、高度約260kmでは温度、風速の時系列から、緯度方向のエネルギーの伝搬速度は約600m/sとなること、及び風速の高度変化に高高度から低高度に向かう位相の伝搬が見られることから、重力波によって緯度方向へエネルギーが輸送されていることがわかる。また、子午面内の風系には、大循環とは異なった渦のパターンが顕著に現われており、そのパターンの変化や移動の様子に重力波によるエネルギーの伝搬をみる事ができる。その一例を図1a, bに示す。aでは、高緯度側と低緯度側に渦が現われており、低緯度側の渦の高緯度側境界には強い上昇風の領域が存在する。bでは低緯度側の渦が高緯度側へ広がりがりながら移動しており、上昇風の領域は約600m/sの移動速度をもつ。

図1. 子午面内での風系. a, bはそれぞれ t=360 min. t=420 min. で、ともに緯度 90° ~ 0° 高度70km ~ 約370km.



# B11-11

## EISCAT による電離層電流密度、電気伝導度の高度分布

◦ 佐藤真理子、上出洋介(名大STE研)、野澤悟徳、A. Brekke (Tromsø大)

### The Altitude Profile of the Ionospheric Current and the Conductivity obtained by EISCAT

Mariko Sato, Y. Kamide (STE Lab., Nagoya Univ.)

S. Nozawa, A. Brekke (Univ. of Tromsø)

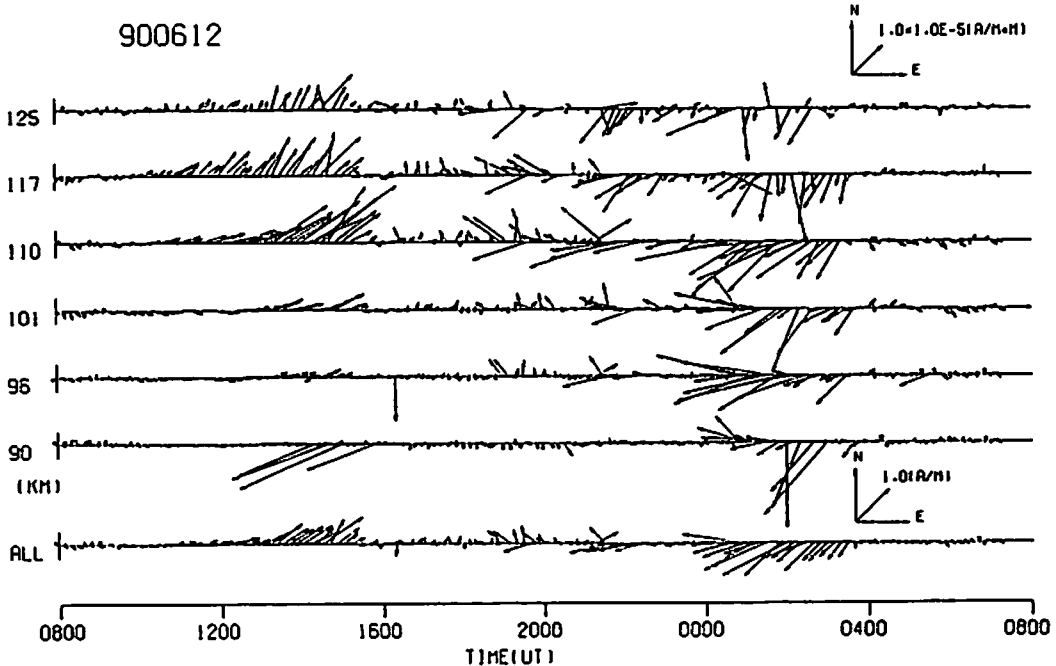
The current density in the ionospheric E region has been derived at six different levels of altitude (90, 96, 101, 110, 117 and 125 km) by using the ion and electron velocities and the electron density, which were obtained by EISCAT measurements. It is found that there is a significant degree of difference in the deduced current densities at different levels of altitude.

EISCAT(European Incoherent Scatter) radar は Tromsø(Norway) に近い Ramfjordmoen に設置された VHF、UHF radar の送信、受信機、Kiruna (Sweden) と Sodankylä(Finland) にある受信機で構成され高緯度電離層内 parameters を観測している。EISCAT の CP-1 mode 観測により、電離圏内の6つの高さ(90,96,101,110,117,124 km)での電流密度を計算した。従来、レーダー観測技術の制約から高さで積分された(height-integrated)量しか得られていなかったが、今回のデータにより電離層内の電流密度の高度分布が得られる。

下図は今回調べた内の一例である。1990年6月12日0800UTから13日0800UTまでのデータを用いて計算された電流密度をそれぞれの高さでベクトル表示してある。最下段はこれらの電流密度を高さ90kmから124kmまで積分したものである。電流密度は

90-124kmで一様ではなく、大きさ、方向ともに高さによってかなり大きな違いがあることがわかる。また、電流が強く流れる高さが local time によって変化していることがわかる。例えば、図の2130UT付近と0200UT付近に注目する。2130UTでは110kmの電流が卓越しているが、0200UTでは96-110kmでほぼ同じ強さの電流が流れている。

さらに、F層で得られたイオン速度より電場を算出し、電流密度の高度分布との関係を調べた。その結果、夜間においては高度110kmが電場の変化によく対応している(特に強い南向き電場に対する西向き電流)が、朝側ではそれより低い高度での電流密度の変化が電場の変化に対応していることなどがわかった。今回は、上に挙げた電流密度の高さによる違いを中心に、Harang不連続帯における電場と電流の関係、電離層における中性風などの議論をする。





## Abstract

A new MHD simulation scheme is developed on the unstructured grid system and applied to the calculation of the solar wind flow around the planets with no magnetic field. It is shown that the scheme presented here enables to calculate effectively the configuration of the three dimensional MHD flow near the planets. Results of the calculation show the appearance of a backward flow region and tail-like magnetic field behind the planet.

太陽風と磁場の無い惑星との相互作用を調べるため、超音速電磁流体の中に置かれた導体球の回りの流れを計算した。計算領域は球面の半径の10倍、計算条件はマッハ4、 $\beta = 3$ である。太陽風磁場はY成分のみとし、流れはX方向とする。特に球のすぐ近くの流れの様子を詳しく計算するため、格子を球面近くにたくさん集めたのが特徴である。このため非構造格子を用い、またその上で動くソルバーとしては有限体積TVDスキームを適用した。計算結果を以下に示す。

## (1)全体構造

一番上流側にポーショックが形成され、球面から最も近いところで、ショックの位置は球半径の1.3倍である。ショックの背後では密度、圧力、磁場強度が上昇し、速度は低下する。ポーショック内側の太陽直下点では、超音速領域が現われ、淀み点が形成される。球面近くでは磁場は球に絡みつくように変形される。その後磁場は極をスリップするようにして球から離れ、再び伸びようとする張力のため、流れを加速する。この加速は磁場強度が強いほど激しくなる。

## (2)球側面の流れ

淀み点を過ぎた流れは、球の側面で加速される。加速の度合には極方向と赤道面で著しい非対称化が起こり、流れは極方向で速くなる。また極方向では2次ショックが発生する。球面すぐ近くの流れは極へ集中し、極の真上を通る流れはジェットを形成する。

## (3)球背後の流れ

この領域が最も複雑である。真夜中の子午面内では、磁場張力のため剝離した後の流れの

加速が起こる。真夜中の球面近くにはウエーク領域が形成され、反流渦が発生するが、極ジェットによってウエーク領域は真夜中の子午面で東西に二分される。反流渦の領域は、磁場強度が強くなると縮小する。赤道面には低速流領域が発生する。低速流の領域は不安定であり、南北に蛇行する。

## (4)トレーリングショックの形成

磁場が弱い時は、南北両極から剝離した流れが赤道面で交わったあと、低速領域が広がり、トレーリングショックが発生する。ウエーク領域中の低速流は、トレーリングショックの背後へも延びる。磁場が強いと張力によって、トレーリングショックの形成が阻止される。

## (5)尾部磁場の構造

ポーショック背後で磁場強度の上昇が起こる。赤道面内では、Bx成分の絶対値がポーショックの背後で大きくなった後、いったん小さくなり、シースからローブに入るとまた大きくなる。真夜中では中性面が見られるが、球の近くでは中性面付近のBx成分が3回ゼロクロスを起こす。このように球面すぐ近くの真夜中付近には、複雑な磁場構造がある。磁場の絶対値は中性面近くで太陽風中より小さくなり、観測とは合わない。磁場が電離圏にトラップされる効果と、mass loadingの効果を検討する必要があることを示唆している。

Guardian Probe installed on the Ballute  
Yuzo WATANABE (ISAS)

The ion density in the lower ionospheric plasma at the height of 50 km to 95 km is measured by various diagnostic probes (Impedance probe, Capacitance probe, Langmuir Probe, Faraday cup and Guardian Probe) which are installed on the Ballute released from the S-310 type rocket.

バルートに搭載して下部電離領域を観測する目的でイオン密度計測用ガーディアンプローブ (GPプローブ) を開発する。過去GPプローブはドロップゾンデや観測ロケットに搭載されて電離層D層領域などでイオン密度の計測をしている。GPプローブは機体進行方向と中心軸を一致させて搭載した同軸二重円筒形コンデンサーをセンサーにしたもので内外電極間に正負の掃引電圧 ( $v$ ) を印加し中心電極に流入する電流 ( $i$ ) からイオン密度 ( $n$ ) を求める。内外電極の外内径、長さを  $a, b, L$  とすると、センサー間の容量 ( $C$ ) は、 $C = 2\pi \epsilon_0 L / \ln(a/b)$ 、 $\epsilon_0$ : 真空中誘電率である。電極間流体の流速を ( $U$ ) とすると流量 ( $\phi$ ) は、 $\phi = U\pi(b^2 - a^2)$  となる。単位電荷を  $e$ 、イオン移動度を  $\kappa$  とすると、大気電気伝導度 ( $\lambda$ ) は、 $\lambda = en\kappa$  となり、 $\phi$  で決まる飽和イオン電流 ( $i_s$ ) は、 $i_s = en\phi$ 、その電圧 ( $v_s$ ) は、 $v_s = \epsilon_0 i_s / (\lambda C) = \epsilon_0 \phi / (\kappa C)$  となる。中心電極に流れるイオン電流は、臨界電圧を  $v_s$  とし次式のように記述される。

①、 $v_s > v$  の場合、

$$i = en\kappa \nabla v, = en\kappa C v / \epsilon_0 = \lambda C v / \epsilon_0 \quad [A]$$

勾配 ( $i/v$ ) から  $\lambda$  が求められて、 $\lambda = (\epsilon_0 / C)(i/v) [\Omega^{-1} m^{-1}]$

②、 $v_s < v$  の場合、飽和イオン電流になって、 $i = i_s = en\phi$  [A]  
これからイオン密度が求められて、 $n = i_s / (e\phi) [m^{-3}]$

バルートは気球と落下傘の融合されたポリエステル薄膜シート製の飛行物体で従来より高々度で揮発性液化物質を気化させ強制的に開傘させた特殊気球を緩降下させるものである。ロケット実験で生じる前面の衝撃波の影響を避けてセンサー内流体が層流になり流体摩擦係数が大きく変化しない高度領域で測定を行なうことが出来る。70 km以上の領域ではインピーダンス・プローブ、キャパシタンス・プローブ、ラングミュア・プローブ、ファラデーカップなどで電子密度とイオン密度を測定し、50~80 kmの高度領域のイオン密度をGPプローブで観測する計画を立案しGPセンサーの開発の準備を行なっている。また、バイアス電圧を印加して電極の縁端効果と帯電の影響について調べられる予定である。

## 参考文献

- [1] 石川、竹内、高木、岩田：宇宙観測シンポジウム、昭42、1-8、1967.
- [2] 石川、高木：宇宙観測シンポジウム、昭43、108-110、1968.
- [3] 石川、高木、近藤、岩田：宇宙観測シンポジウム、昭53、191-196、1978.
- [4] 高木、近藤、岩田、森田：宇宙観測シンポジウム、昭54、17-21、1979.
- [5] Ishikawa, H., Y. Kondo, & A. Iwata, J. Geomag. Geoelectr., 32, 715-719, 1980.
- [6] Conley, T. D., Radio Sci., 9, 575-592, 1974.
- [7] 渡辺、宇宙研報告、92(B)413-427.

# B11-PP-56 ネットワーク上での イオノグラムディスプレイシステムの開発

○加藤宗子、松本文子、細野繁男、加藤久雄、川村真文、五十嵐喜良  
(通信総合研究所)

## Ionogram Display System on X Window

S. KATO, F. MATSUMOTO, S. HOSONO, H. KATO, M. KAWAMURA, K. IGARASHI  
(Communications Research Laboratory)

The Communications Research Laboratory has developed a user-friendly database to display data accumulated from ionospheric observations. The images are displayed on remote workstations running X windows and connected by a LAN. The system has two modes for displaying a still image or for successively displaying images received from daily observations.

### 1. はじめに

通信総研では電離層観測により取得した画像データであるイオノグラムを大量に蓄積しており、これらのデータを有効に活用するために、有機的なデータベース化が望まれている。今回その第一段階として、UNIXマシンで共通仕様となっているXウィンドウシステムを用いてイオノグラムディスプレイシステムを試作したので報告する。

### 2. システムの概要

LANで接続されている他のX端末から当システムにアクセスすることにより、希望するイオノグラムを自身の端末に表示することが可能となった。

当システムの構成を図1に示す。システムはデータ伝送部、データ管理部、データ表示部、ユーザインタフェース部からなる。データ伝送部では、観測機により受信したイオノグラムを所内LANに接続されているパソコンで取り込み、同じLAN上にあるワークステーションにファイル転送しデータベースとしてディスクに格納する。データ管理部では、データ伝送部から受け取った垂直観測データと斜め観測データを管理し、検索要求に対応する。データ表示部では、1枚画像モードとアニメーションモードの2つの表示モードをもち、検索要求のあったモードでそれぞれデータを表示する。ユーザインタフェース部では、ユーザの検索要求を全てマウスの操作により獲得し、検索パラメータを決定する。

図2は、当システムでの各モードを表示した例である。

- システム試作にあたり特に留意した点は、
- ア. 操作の単純化と視覚化
- イ. リアルタイムな画像データ取得
- ウ. 時間変化イメージの表示 (アニメーションモード)
- エ. システムの互換性

である。

システムはすべてC言語で記述しており、XウィンドウシステムはX11 Rel. 4を使用した。

### 3. おわりに

ユーザインタフェースについては多くの試験者を得ることにより今後一層改善していきたい。また、現在は、観測場所と時間の直接指定によるデータ検索を行っているが、今後は、データベース化の観点から、データ構造および画像圧縮・認識技術の検討、ネットワーク化の観点から、分散データベースへのアクセス法の検討を行っていくつもりである。

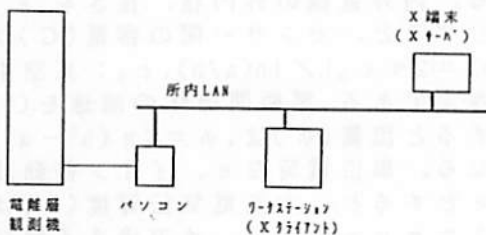


図1 システムの構成

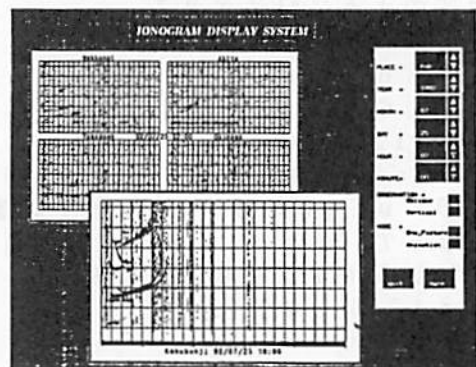


図2 システムの表示画面

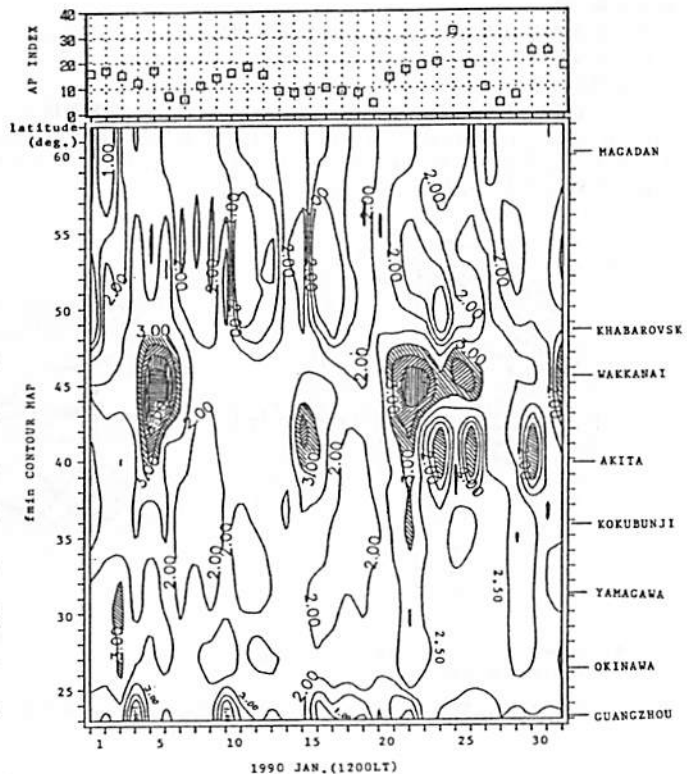
\* 大谷 晃、小川 忠彦、五十嵐 喜良、皆越 尚紀、岡本 智、永井 清二、西牟田 一三、黒岩 博司  
(通信総合研究所)

### Latitudinal variation of the fmin Winter Anomaly around Japan

\* A. Ohtani, T. Ogawa, K. Igarashi, H. Minakoshi, S. Okamoto, S. Nagai, I. Nishimuta and H. Kuroiwa  
(Communications Research Laboratory)

The winter anomaly phenomena in 1984, 1986 and 1990 around Japan are investigated using fmin data from eight ionosonde stations around Japanese longitudes. It was found that the winter anomaly developed well in the region near Wakkanai(45°N), occasionally extending down to Okinawa(26°N).

1984、1986、1990年のイオノグラムデータに基づき、fminが上昇する冬季異常現象について解析した。経度が同程度(113°~151°E)で緯度の異なる(23°~60°N)イオノゾンデ観測所を8箇所(国内5箇所、国外3箇所)選び、それぞれの観測所で得られたfmin(1200LT)の緯度分布を調べた。図はダイアナキャンペーンが実施された1990年1月のデータで(Ogawa et al., JGG 印刷中、1992)、下からfmin等高線図(0.5MHz毎)、AP指数を示す。冬季異常は1月4日頃、1月15日頃、1月25日頃を中心として3回発生している。この時のAP指数は低く、地磁気の影響はないと思われる。また、等高線図に影響を与える程のフレアも発生していない。fminの緯度分布から見て冬季異常は稚内(45°N)付近が最も強く、稚内から北へ行くほど弱くなり、南は沖縄(26°N)付近まで影響を及ぼすことがあることが解った。この傾向は他の年の冬季異常についても同様であった。



電離圏共役観測

○ 関 武 学<sup>1</sup>, 大高 一弘<sup>1</sup>, 田中 高史<sup>1</sup>, 小川 忠彦<sup>1</sup>, 近藤 哲明<sup>1</sup>,  
 今江 理人<sup>1</sup>, 加藤 賢一<sup>2</sup>, 小野 高幸<sup>3</sup>, 佐藤 夏雄<sup>3</sup>  
 \* 1 通信総合研究所 \* 2 東海大学 \* 3 国立極地研究所

CONJUGATE STUDY OF IONOSPHERIC STRUCTURES WITH G P S AND N N S S BEACON WAVES

M. Kunitake<sup>1</sup>, K. Ohtaka<sup>1</sup>, T. Tanaka<sup>1</sup>, T. Ogawa<sup>1</sup>, T. Kondo<sup>1</sup>, M. Inae<sup>1</sup>, K. Kato<sup>2</sup>, T. Ono<sup>3</sup>, N. Sato<sup>3</sup>  
 #1 Communications Research Lab. #2 Tokai Univ. #3 National Institute of Polar Research

The Iceland-Syowa conjugate campaign(1992 summer) was done from Sept. 5 to Oct. 5. The spatial distributions of total electron content(TEC) were observed with a GPS receiver(TEC METER) and a HNSS receiver. Main topics are as follows: 1)conjugate study of large scale ionospheric structures [boundary blob, auroral blob, ionospheric trough etc.] 2)conjugate study of TID occurrence 3)relation between high energy particle precipitations observed with an imaging riometer and TEC distributions observed by the TEC METER 4)relation between aurora distributions and TEC distributions.

昭和基地とアイスランドはオーロラ帯に存在する地磁気共役点ペアである。国立極地研により、1983年より昭和基地・アイスランド共役点観測が開始された。一方、通総研は、昭和基地においてGPS・NNS S衛星ビーコン波を利用した電離圏全電子数(TEC)観測を定常的に実施している。このたび、1992年夏の共役点観測(9月5日～10月5日)の一項目としてGPS・NNS S衛星を利用した電離圏共役観測が行われることとなった。

GPS衛星は1575MHzと1227MHzのビーコン波を出している。電離圏を通過した2波の相対遅延量をGPS受信機(TEC METER)により測定し、それから全電子数の絶対値が求められる。GPS衛星は現在十数機打ち上げられており、高度約2万kmの内軌道上に位置する。図1はTjornesで一日に見えるGPS・NNS Sの位置を極座標表示したものである。半径方向に仰角、円周方向に方位角を示している。文字の種類により衛星の区別を示している。図2には一日の間の衛星位置の時間変化を示す。ある時刻に、数機の衛星が天空上に見えていることがわかる。どの衛星からの電波を受けるかは受信機で選択可能なため、興味ある領域の重点的に観測など機能性の高い観測が実施できる。

NNS S衛星は高度約1000kmの極軌道を周期約100分で周回している。この衛星のビーコン波(150MHz, 400MHz)の差分ドップラー値から、短時間におけるTECの緯度分布が求められる。この方法はTIDやシンチレーションの観測にも有効である。

今回の観測の主なねらいは・・・(1)Large scaleの電離圏構造の南北共役性について(boundary blob, auroral blob, ionospheric trough)。 (2)TID出現の南北共役性。 (3)イメージングリオメータ観測による高エネルギー粒子ふりこみ領域とTECとの関係。 (4)オーロラ光学観測によるオーロラ活動域の空間分布と全電子数の空間分布との関係。 等である。

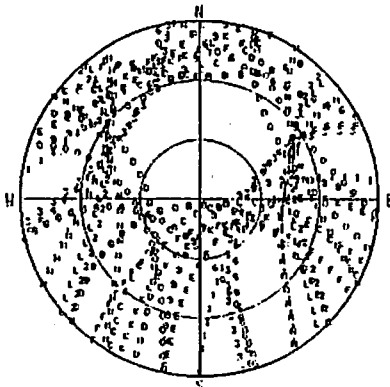


Fig. 1. Tjornes で1日に見えるGPSの軌道  
 (半径方向が仰角、円周方向が方位角)  
 Sept. 15, 1992  
 (by Inae)

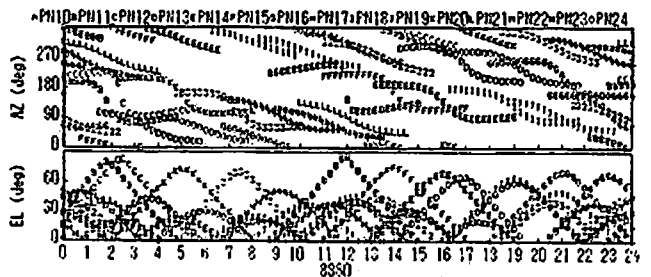


Fig. 2. Tjornes で1日に見えるGPSの軌道  
 (軌道の時間変化)  
 Sept. 15, 1992  
 (by Inae)

謝辞) 今回の観測に関して、アイスランド大学Saemundsson博士他、現地の方々の多大なる協力に感謝いたします。

# B11-PP-59 低緯度オーロラ現象に伴う Super flux event

°大高一弘, 國武 学, 田中高史 (通総研)

Super flux event associated with the low-latitude aurora

K.Ohtaka, M.Kunitake and T.Tanaka(CRL)

## Abstract

Ionospheric disturbances associated with the low-latitude aurora on 21 October 1989 and 10 May 1992 were investigated from the measurement of total electron contents by NNSS satellites and ionosonde data at Japanese meridian chain. Just before the appearance of aurora, regions of depressed total electron content including irregular distributions were observed in the northern part of Japan. The structure of the ionospheric disturbance was then compared with magnetospheric processes during the storm event. As a result, it was concluded that effects of magnetospheric convection extended far into the equatorial regions and caused the depletion of the ionospheric plasma through the heating and evacuation mechanisms.

1989年10月21日と1992年5月10日の低緯度オーロラ現象時に、NNSS衛星電波の差分ドップラー測定によって、電離圏全電子数の南北分布が観測された。これらから低緯度オーロラ現象に伴う電離圏変動の特徴が、以下のごとく明らかになったので報告する。

### 観測結果

(1)二回とも夕方に地磁気嵐の主相が発生し、地方時20時ごろ地磁気水平成分が最小に達した。低緯度オーロラはその直後地磁気水平成分の急激な回復と共に発生している。

(2)オーロラ発生の一時間前頃から秋田より北の地域で、電離圏全電子数が激しく減少し、また同時に九州より南では電離圏全電子数が増加を示している。このうち南での電離圏全電子数の増加は、磁気圏電場の侵入に伴う Super fountain effect によるものである。

(3)北方の電離圏全電子数減少は、1989年10月21日の時は緯度分布に鋭いエッジを伴って発生したが、1992年5月10日では比較的滑らかに減少域へとつながっている。また電離圏全電子数分布の減少域の中では、分布がやや不規則となっている。

(4)電離圏垂直観測によって求められた電離圏高度の変動を見ると、電場の侵入に伴

って全観測所で電離圏高度が上昇している。その後全体的に電離圏高度が低下するが、電離圏全電子数の減少領域では電離圏高度上昇が持続する。この電離圏高度上昇の持続はfoF2の減少を伴っている。またAEインデックスの変化を見ると、この時ポーラキャップが大きく広がった形跡がある。

**理論解釈** 一般に電離圏のO<sup>+</sup>イオンがH<sup>+</sup>に変換されトップサイドから脱出する率は $10^{20}\text{cm}^{-2}\text{sec}^{-1}$ である。これを基に電離圏全電子数の減少を考えると、有効な減少が発生するには10時間以上かかる。しかしこれは準定常状態を考えた時の結果である。最近シミュレーションによる解析で、非定常的には脱出率は一桁以上大きくなり得ることが指摘されている。また高緯度のISレーダ観測でも $10^{20}\text{cm}^{-2}\text{sec}^{-1}$ のフラックスが観測された例が発表されている。

以上の結果から、低緯度オーロラ発生の直前にポーラキャップ拡大に伴い磁気圏対流の効果が低緯度まで及び、プラズマ圏を空にし、そのため非定常過程を通じ異常に大きなトップサイドフラックスが生じたと解釈した。この際、電離圏温度の上昇と電場による電離圏高度上昇は、トップサイドフラックスの増加を助ける。

# B11-PP-60

## HFD観測データにみられるPc3-4領域の脈動(1)

°片岡弘幸, 奥澤隆志, 柴田喬 (電気通信大学)

### Pc3-4 Pulsations Observed in HFD Variations (1)

Kataoka, H., T. Okuzawa, and T. Shibata (Denki-Tsushin University)

The ionospheric response of the hydromagnetic waves in the Pc3-4 range has been investigated using a HF Doppler (HFD) receiver at Chofu and a magnetometer at Kakioka, Japan. Excellent correlation is sometimes observed in the power spectra between magnetic pulsations and HFD oscillations, while the phase differences between the magnetic and ionospheric data varied from event to event. These features imply that different events have different mechanisms for the ionospheric response of the magnetic pulsations at middle latitudes.

磁気脈動 (Pc3-4) が電離圏の電波探査にかかったという報告は過去にも数例ある (例えば, Tedd et al.<sup>(1)</sup>) もの、その現象論は未だ確立されているとはいへない。

一方理論面では、電離圏の磁気流体波 (HMW) の HFD 応答が 3 つの要因に分けられて、Poole や Sutcliffe 等<sup>(2)-(4)</sup> の手により定式化されている。

今回は、1986年8月から1992年5月までに調布で観測されたSCに伴うHFD振動事象 (57例) を柿岡のH成分解の1秒値と対比させて、スペクトル解析し、コヒーレンスや位相関係を調査した現象論的な結果について報告する。

一例として、1990年6月14日の解析事例を図に掲げる。図中、(a) それぞれの自己パワースペクトル、(b) 相互パワースペクトル、(c) 相対位相、(d) コヒーレンスである。

なお、位相関係が事例ごとに異なる結果が得られているので、各場合ごとに理論予測を行い比較して、HMWのHFD応答の要因を明らかにする必要がある。

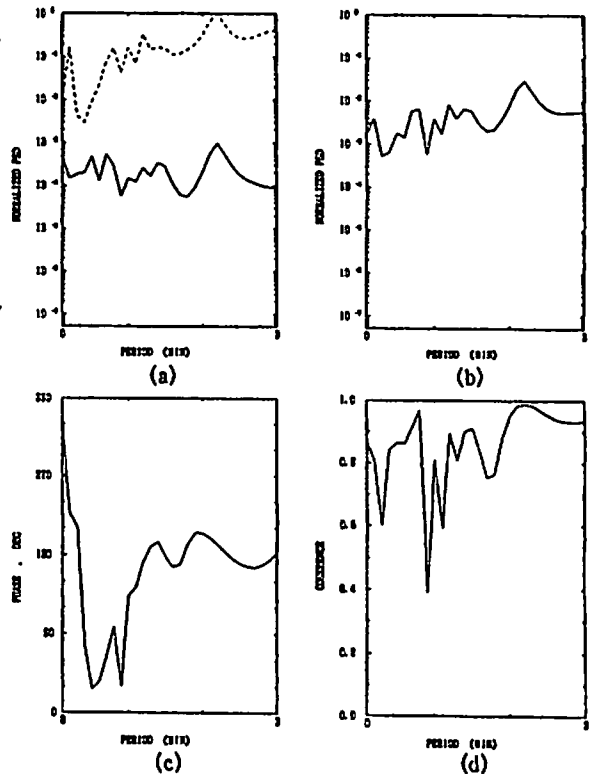
#### 参考文献

- (1) Tedd, B.L., K.D. Cole and P.L. Dyson, *Planet. Space Sci.*, **37**, 1079, 1989.
- (2) Poole, A.W.V., P.R. Sutcliffe, and A.D.M. Walker, *J. Geophys. Res.*, **93**, 14656, 1988.
- (3) Sutcliffe, P.R. and A.W.V. Poole, *J. Geophys. Res.*, **94**, 13505, 1989.

(4) Sutcliffe, P.R. and A.W.V. Poole, *Planet. Space Sci.*, **38**, 1581, 1990.

CHOFU ———  
KAKIOKA - - - - -

14 JUNE 1990



# B11-PP-61 南極でのHFドップラ実験

野崎 憲朗、菊池 崇  
通信総合研究所

H.F. Doppler Experiment in Antarctica  
K. Nozaki and T. Kikuchi  
(Communications Research Laboratory)

Co-experiment with Russia and Japan was started to study TIDs around Antarctica in 1991. Short wave signals transmitted from Vostok Station(78°28'S,106°48'E) were received at Syowa Station(69°00'S,39°35'E). The transmitted frequencies were alternated in daytime with 14.985 MHz and in nighttime with 9.18MHz. F-t diagrams show that the Doppler structures tend to spread and oscillate in the frequency of 14.985MHz than 9.18MHz. Oscillating structures were recorded simultaneously with stable backgrounds. Maximum doppler shift was about 20Hz.

極域はTIDの発生領域であるが、適当な標準電波の送信局が無い為、従来ドップラ観測は行われなかった。日ソ共同研究としてポストーク基地(78°28'S,106°48'E)で送信された短波電波のドップラシフトを昭和基地(69°00'S,39°35'E)で観測する実験が32次南極観測から開始された。

図1に示すように両基地間の距離は2170kmであり、F層反射とすると1回反射の限界に近い伝搬距離になる。また、ポストーク基地は磁軸の近くにあるので、極冠を縦断する回線となる。

1kWの無変調波が毎月のRWD(Regular World Day)3日間のUT7時~9時に14.985MHzで、UT16時~18時に9.18MHzで送信された。昭和基地では受信機出力をリアルタイムにFFT処理してダイナミックスペクトルを記録した。

ドップラスペクトルの例を図2に示す。32次隊での観測で、以下のような特徴が見いだされた。

- ①一般に9.18MHzより14.985MHzが周波数偏移の幅が大きく、波動現象の発生も多く観測されるが、観測時刻の違いか、観測周波数の違いによるものかは不明。
- ②波動現象が発生すると、ドップラスペクトル幅が広がる。
- ③最大で20Hz程度の周波数偏移が生じる。

④波動現象が観測される時にもバックグラウンドとしてステープルなドップラシフトの線が存在する。

⑤ドップラ周波数が時間に対して鋸歯状に変化することがある。

マラジョージナヤ基地(67°40'S,45°50'E)で同様な観測が続けられており、後日両基地のデータの相関をとる事により、極域での電離層波動のモードの同定、伝搬速度の測定ができる。

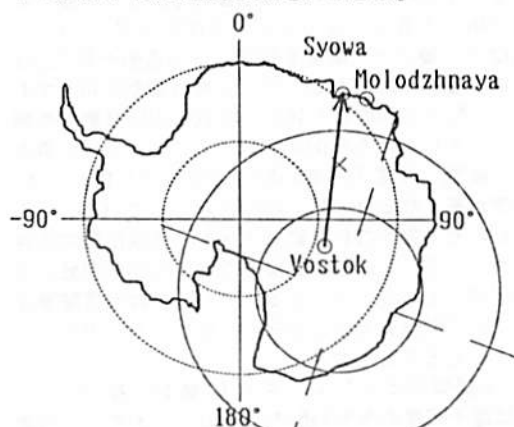
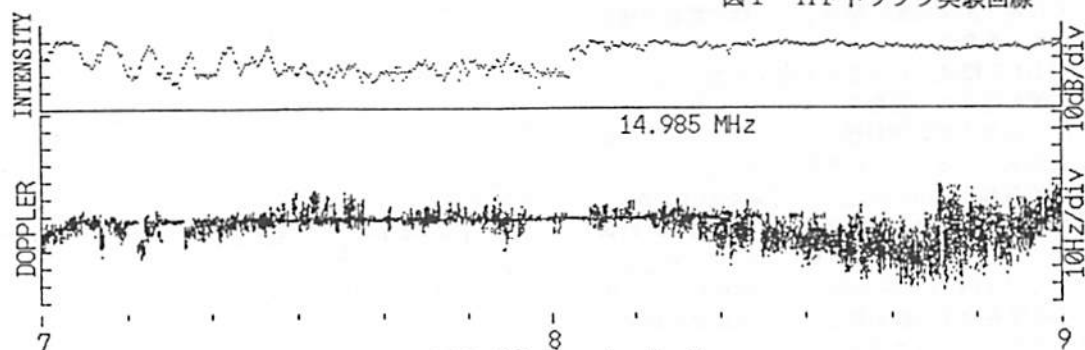


図1 HFドップラ実験回線



1992/01/14 time in U. T.  
図2 ドップラスペクトル例



° 高見友幸、深尾昌一郎、津田敏隆、山本 爾、山本泰史  
京都大学 超高層電波研究センター

Electron density gradients in the F-region observed with the MU radar

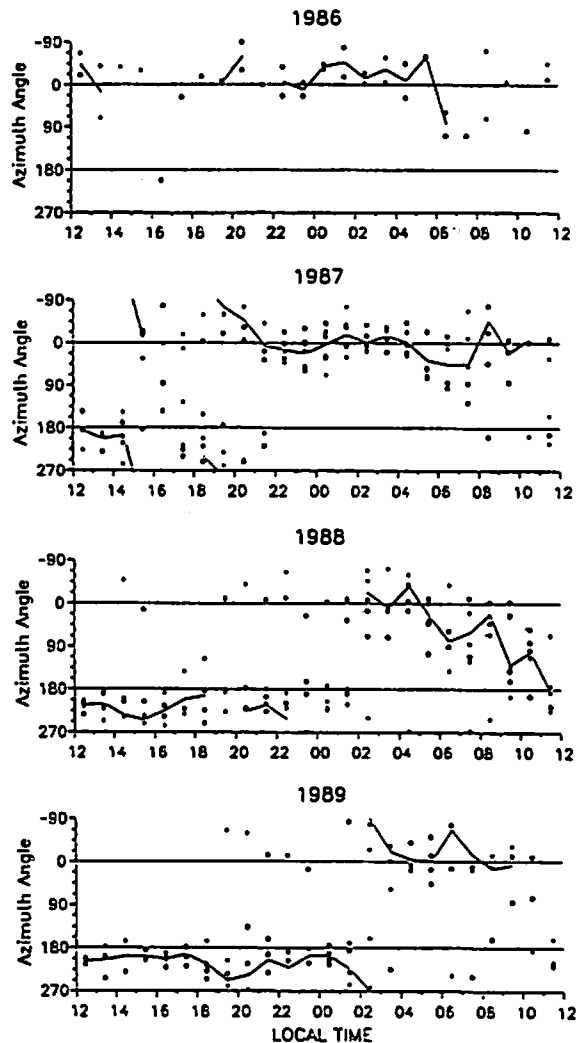
T. Takami, S. Fukao, T. Tsuda, M. Yamamoto, and Y. Yamamoto  
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

We present typical daily variation of the horizontal gradient of the F-region electron density observed with the MU radar. Determination of electron density gradients is one of the most fruitful applications of the multiple-beam technique of the MU radar. We also report a pattern of a traveling disturbance which is related to electron density gradients.

MU レーダーの電離圏定常観測 (256- $\mu$ s ダブルパルス多ビーム観測; 月間 48 時間) により得られた 1986 年-1989 年の F 領域電子密度プロファイルデータに基づいて電子密度の水平勾配および F 層ピーク高度面の勾配の平均日変動が求められた。F 領域電子密度は昼間には赤道側が大きく、夜間には極側が大きくなるような平均日変動を示している。勾配の方向が赤道側から極側へ切り替わる時刻は 18 時-2 時 (LT) であるが、この時刻は 1986 年 (太陽活動度:小) から 1989 年 (太陽活動度:大) まで太陽活動度が増大するにつれて少しずつ夜側にずれていく。同様に F 層ピーク高度も昼間には赤道側が高く、夜間には極側が高くなるような平均日変動を示しており、勾配の方向の切り替わり時刻も太陽活動度の増大とともにやはり夜側にずれていく。また、赤道側から極側への電子密度勾配の方向の切り替わりは、高度が高くなるほど早い時刻に起こっている。こうした勾配の方向の日変動パターンと太陽活動度依存性からみて、上述の現象は赤道異常の発生消滅に直接関連していると思われる。また、中緯度電離圏擾乱の発生形態を上述した平均日変動からのずれとしてとらえることもできる。

本講演では MU レーダー IS 観測に基づいて F 領域電子密度の水平勾配の方向および大きさの高度依存性、太陽活動度依存性について議論する。それとともに電子密度勾配に関連した中緯度電離圏擾乱についても報告する。

右図は F 領域における最大電子密度 ( $N_{max}$ ) の水平勾配の方向の日変動を示す。上から順に 1986、87、88、89 年の電離圏静穏日におけるデータで、黒点は東西南北 4 ビーム (天頂角 20 度) 方向の  $N_{max}$  から求められた  $grad(N_{max})$  の方向を示す。 $N_{max}$  が最も大きい方向を、北を 0 度とした時計回りの角度として表している [90 度 (東)、180 度 (南)、270 度 (西)]。それぞれ 1 時間値として求められ、点の数が各年度各時間の観測数を示す。実線は各時間における方向の平均値である。



古茂田典夫<sup>1</sup>、山本術<sup>1</sup>、小川忠彦<sup>2</sup>、津田敏隆<sup>1</sup>、深尾昌一郎<sup>1</sup>  
 (1. 京大超高度、2. 通総研平産)

### A Study of Wavelike Structure of the E-Region Field Aligned Irregularities Observed with the MU Radar

N. Komoda<sup>1</sup>, M. Yamamoto<sup>1</sup>, T. Ogawa<sup>2</sup>, T. Tsuda<sup>1</sup> and S. Fukao<sup>1</sup>  
 (1. RASC, Kyoto Univ., 2. Communications Res. Lab.)

In the period from 29 June to 1 July, 1992, we conducted the multi-beam and the interferometry observations of E-region field aligned irregularities (=FAI) with the MU radar every 30 minutes. The multi-beam observation showed that the FAI echoes propagate westward with the phase velocity of about  $100 \text{ ms}^{-1}$ , while the interferometry observation showed that they propagate southwestward.

**1. はじめに** これまでに我々は、MU レーダーを用いて E 領域沿磁力線イレギュラリティ (FAI=Field Aligned Irregularities) の多ビーム観測、干渉計観測を行ってきた。その結果、多ビーム観測から、多くの場合 FAI エコーが、位相速度  $100 \sim 200 \text{ ms}^{-1}$  で西向きに伝搬していることを見いだした。また、干渉計観測からは、筋状のエコー領域が  $10 \sim 20 \text{ km}$  の間隔をおいて南西の方向に百数十  $\text{ms}^{-1}$  で伝搬している例を報告した。今回は、1992 年 6 月 29 日から 7 月 1 日にかけて、両観測を切替えて行った結果について報告する。

**2. 観測方法** 多ビーム観測は、MU レーダーの照射するビーム方向を方位角は東西約  $200 \text{ km}$  にわたる 16 方向、また、天頂角は高度約  $100 \text{ km}$  で地球磁場に直交するような方向に設定して行く。この観測により FAI エコーの  $10 \sim 100 \text{ km}$  規模の東西水平構造がわかる。

干渉計観測では、送信は全群、受信は MU レーダーのアンテナ面を 4 つに分割してそれぞれの面で行う。受信時の各アンテナ群から得られた FAI エコーの位相差から方位角、天頂角を算出することができる。データが得られる時間間隔は約 18 秒である。この観測から、ビーム内 (東西  $20 \sim 30 \text{ km}$  の範囲) の、エコー領域の微細構造を空間的・時間的に知ることができる。今回はこれら 2 つの観測を約 30 分毎に切替えて行った。

**3. 解析結果** 1992 年 6 月 29 日の多ビーム観測結果を

図 1 に示す。21:50~22:10 にかけて高度約  $110 \text{ km}$  では、エコーの強い領域が西向きに約  $100 \text{ ms}^{-1}$  で伝搬している。またこの時、隣合うエコー領域の間隔は約  $100 \text{ km}$  であった。22:13~22:31 までに行われた干渉計観測の結果の一部を図 2 に示す。図 2(a) からはエコー領域が北西から南東に向かって筋状にのびていること、図 2(b) からは、そのエコーの強い領域が一定高度  $110 \text{ km}$  に局在しており、必ずしも沿磁力線的でないということがわかる。なお、この後エコー領域は南西に伝搬していく結果が得られた。

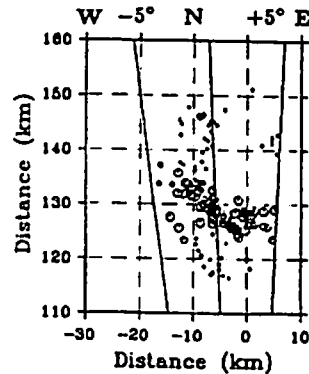


図 2(a). 干渉計観測によるエコー領域の東西分布。

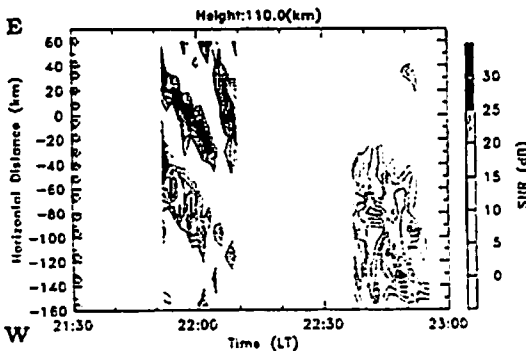


図 1. 多ビーム観測による高度  $110 \text{ km}$  におけるエコー領域の時間変化。◇ はビーム方向を表す。

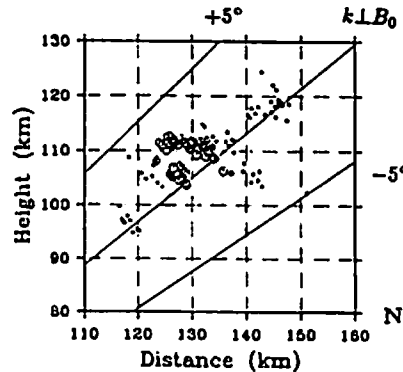


図 2(b). 干渉計観測によるエコー領域の南北分布。

図 2. 干渉計観測による 22:14 におけるエコー領域の空間分布。ビーム方向は、(方位角、天頂角) =  $(-2.56^\circ, 51.44^\circ)$ 。○の大きいものほど S/N 比が強いことを表す。±5°は推定されるエコー位置がエリアジングをおこさない範囲を示す。

# B11-PP-64

## 南極昭和基地におけるオーロラブレイクアップに伴う熱圏風速と温度の観測

中島英彰、福西浩、岡野章一（東北大・理）、小野高幸（極地研）

OBSERVATIONS OF THERMOSPHERIC WIND VELOCITIES AND TEMPERATURES DURING AURORAL BREAKUP EVENTS AT SYOWA STATION, ANTARCTICA

H. Nakajima, H. Fukunishi, S. Okano, and T. Ono\*

Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University

\* National Institute of Polar Research

Observations of thermospheric temperatures and winds have been made at Syowa station, Antarctica with a Fabry-Perot Doppler Imaging System (FPDIS) for 46 nights covering various auroral conditions in 1990. After removing slight distortion of images arising from the non-linearity of the 2-dimensional photon detector, neutral temperatures and wind speeds have been calculated. Results show that F region temperatures derived from OI 630.0nm fringe data decreased few hundred Kelvin (from 1200 K to 800 K) at the location where an auroral arc is intensified associated with an auroral breakup event, while wind velocity increased about 600m/s. This result suggests that some adiabatic cooling effect takes place in the auroral arc when auroral breakup occurs.

我々は第31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二次元観測を行なった。観測は1990年4月1日から9月21日までのべ46夜にわたって行なわれ、約900,000枚の画像データを取得、計17枚の光ディスクに収録した。観測はHe-Neレーザー (632.8nm) をキャリブレーションに用い、オーロラ中のOI 557.7nmおよびOI 630.0nm輝線を交互に観測した。

取得データに認められた、二次元光子検出器であるフォトンイメージングヘッドの出力像の画像歪みを、精密格子画像データを用いて除去した後、幾日かの例について解析を行い、OI 630.0nm及びOI 557.7nmによる干渉フリンジのドップラー幅とドップラーシフト量から、F層、E層領域の熱圏中性温度と風速の導出を行った。

今回解析に用いたのは1990年9月11日の例で、この日は昭和基地のK-indexの値で3 (18~21h) ~6 (21~24h) とオーロラ活動の活発な日であり、21:35UTごろより昭和基地の北側 (低緯度側) からオーロラブレイクアップに伴うオーロラアークの急激な増光が始まった。図1にこの日の昭和基地での地磁気3成分の変化の様子を示す。また、図2にはOI 630.0nm輝線による干渉フリンジから求めた、オーロラアーク内の点 (昭和基地より天頂角45度北側) での熱圏F層領域の中性温度と中性風速の視線成分値を、このオーロラアーク増光前後の時間について示す。図から明らかなように、21:35UTからのオーロラアークの急激な増光に伴い、F層中性温度が1200K前後から800Kへと急激に低下しているのが判る。また、同時に風速の値も相対値で600~800m/s

ほど変化していることが判る。このような温度の低下の原因としては、オーロラ増光による発光層の低下、あるいは断熱膨張などの効果が考えられる。

発表では、別の日の解析結果や、OI 557.7nmの解析結果についても報告する。

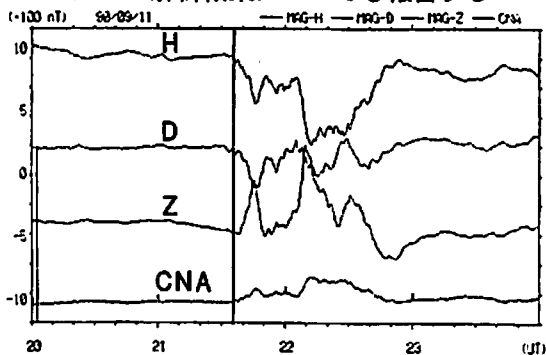


図1. 1990年9月11日20:00:00~24:00:00UTの昭和基地での地磁気3成分の変化

FPDIS Data Analysis  
1990. 9.11 (6300A)

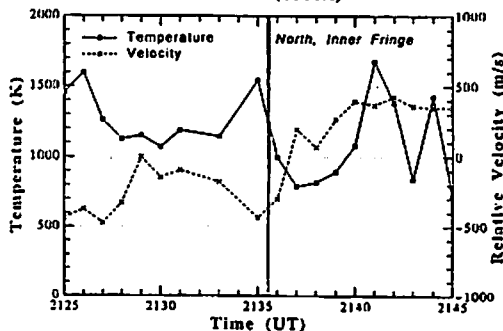


図2. F層中性温度、相対視線風速の変化。縦線は、ブレイクアップの開始時刻。

# B11-PP-65

## 30MHzの混信の発生源について

<sup>1</sup>行松 彰\*, <sup>1</sup>江尻 全機, <sup>1</sup>門倉 昭, <sup>2</sup>荒木 徹  
<sup>1</sup>極地研究所 <sup>2</sup>京大理

On the sources of 30MHz interference signals

<sup>1</sup>YUKIMATU Akira, <sup>2</sup>ZJIRI Masaki, <sup>2</sup>KADOKURA Akira, <sup>1</sup>ARAKI Tohru  
<sup>1</sup>Faculty of Science, Kyoto Univ., <sup>2</sup>National Insititute of Polar Research

Previous research shows that 30MHz interference signals observed by Riometers are caused by reflection in the F-region ionosphere with sufficiently high  $f_oF_2$ . But we have not yet identified their sources. In this study, we try to decide possible arrival directions of the signals using IRI-90 model. It is concluded that two peaks of observed signals intensity in one day can be explained by existence of different source regions.

簡易型リオメーターや電界強度計の観測データに見られる30MHz帯の混信について、これまでの(極域及び中緯度での電波及び電離層の観測データを用いた)研究によって、その出現の仕方の著しい特徴から、この混信が主にF層伝搬(とD層やEs層での吸収など)によって、定性的にはほぼ首尾一貫した理解ができることが明らかにされた。1989年の南極における観測データでは、土曜、日曜に混信の出現頻度が減少する傾向がみられ、都市部等から出る人工雑音が混信の主要部を形成しているものと思われた。しかし、混信の到来方向や発生源については不詳のままであった。

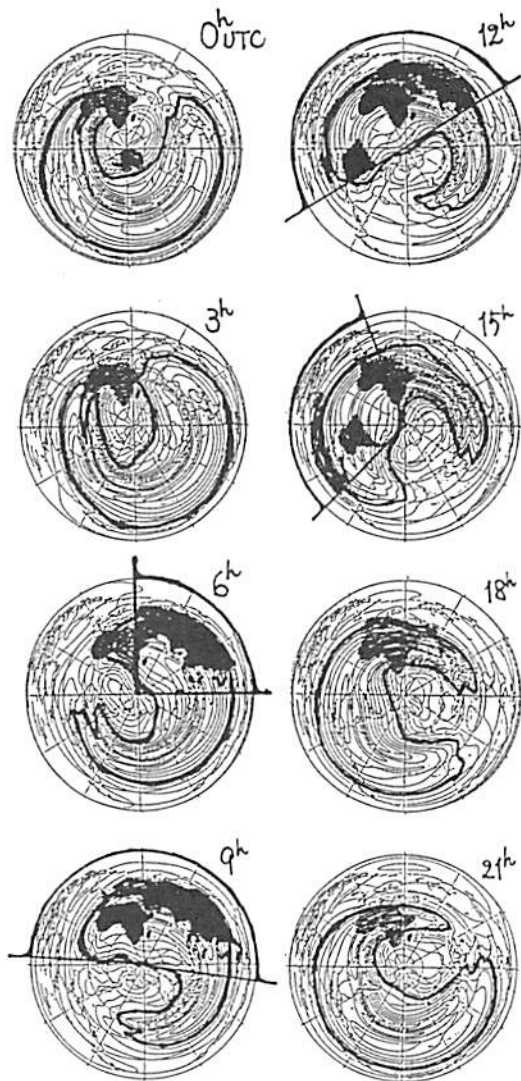
今回は、混信の到来方向を知るために、電離層モデルとの比較を試みる。モデルはIRI90を用いることとする。

まず、観測された混信の、10分毎の混信インデックスなるものを作った。これによって、混信の有無や特に、出現時刻や消滅時刻を明確に知ることができるようになり、指標として有用であることがわかった。

次に、IRI90モデルと1989年の国分寺及びケルゲレンでの $f_oF_2$ との比較検討を行う。中緯度ではモデルと観測値とはよく一致することがわかる。極域でも比較的よい一致を示すが、月によっては太陽活動及び磁気圏の急激な変化によってモデルからずれるものもあり、注意を要することがわかる。

以上を参考にして、IRI90モデルによる各月、各時刻の $f_oF_2$ を観測点中心の正距方位図に描くことにより、30MHz波の到来可能な方位を調べる。

まずわかることは、混信の有無がモデルによる $f_oF_2$ によってよく説明できることである。また、日出時刻頃に $f_oF_2$ が急激に増大するという単純な考察から予想される到来方向よりもより広範囲の地域から混信が到来し得ることもわかる。特にアメリカ大陸からの到来も十分可能とわかった。さらに、時刻毎に方位はかわり、午前と午後とで発生源の異なる混信を観測しているとの結論も得るが、実際の観測でも午前と午後それぞれ混信の極大をもつ日が多く、この事実を裏付けるものと考えられる。



# ULF波動

oral: B12-01~08

poster: B12-PA-42~46

座長

高橋主衛 (名大 STE研)

坂 翁介 (九大理)

<sup>0</sup>Takahashi K.<sup>1,2</sup>, S.-I. Ohtani<sup>2</sup>, and K. Yumoto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>)Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, Aichi, Japan

<sup>2</sup>)The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Maryland, USA

Magnetic field data acquired with the AMPTE Charge Composition Explorer satellite in the inner magnetosphere (L=2-5) often show P1 2 pulsations whose waveforms match P1 2 pulsations simultaneously observed on the ground at Kakioka (L=1.2). From a study of 25 such events, we find that the magnetic pulsations in the equatorial magnetosphere are dominated by poloidal-mode oscillations. The relative phase between the compressional component at CCE and the horizontal component at Kakioka is either near zero or near 180°, with the 180° lag observed only when the satellite is at L > 3. This observation implies that there is a node of a radial standing wave at L > 3. We argue that the nodal structure arises from reflection of MHD fast-mode waves at some inner boundary of the magnetosphere and discuss the relevance of the nodal structure to cavity-mode resonances and oscillations in the inner magnetosphere forced by a source wave external to the inner magnetosphere.

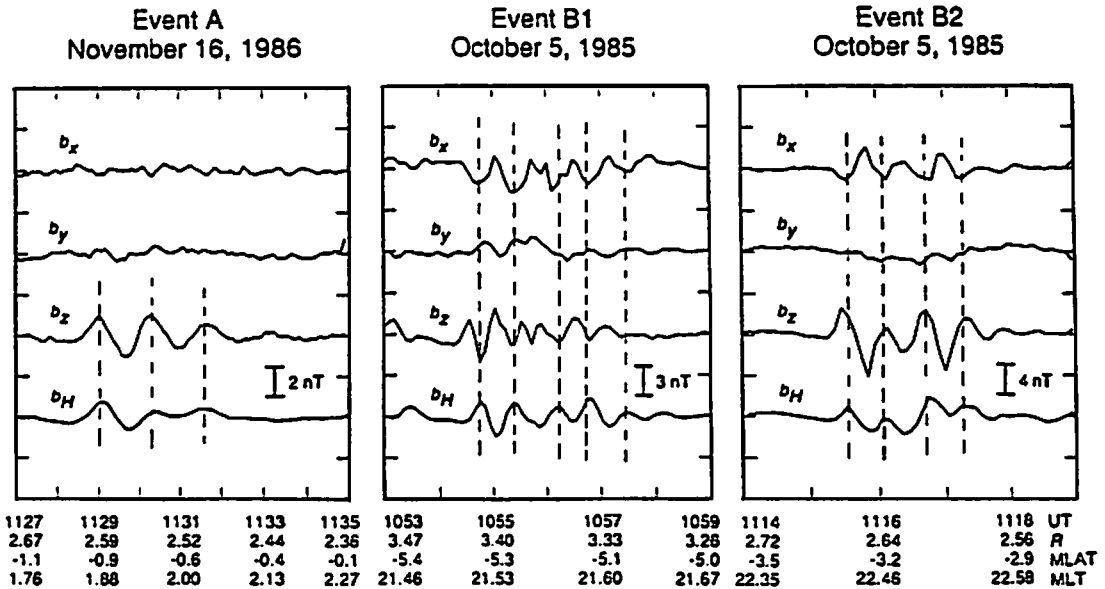


Fig. 1 High-pass-filtered 6-s resolution magnetic field data ( $f > 0.007$  Hz) from AMPTE CCE and Kakioka for three representative Pi 2 events. Event A was observed when the satellite was very close (within 1° of magnetic latitude) to the magnetic equator. Events B1 and B2 were observed on a single orbit slightly below the equator. Vertical lines indicate the relative phase between components. Universal time and the location of CCE are shown at the bottom, where R is radial distance in Earth radii, MLAT is dipole latitude in degrees, and MLT is dipole magnetic local time in hours.

\*Copyright by the American Geophysical Union.

Geophysical Research Letters, 19, 1449, 1992

# B12-02 Satellite and Ground Signature of Electron Flux Modulations

by Toroidal Pc5 Pulsations in the Morning Sector

N.Sato<sup>2</sup>, O.Saka<sup>1</sup>, H.Yamagishi<sup>2</sup>, and D.N.Baker<sup>3</sup>

(1) Department of Physics, Kyushu University, Fukuoka, 812, Japan

(2) National Institute of Polar Research, Tokyo, 173, Japan

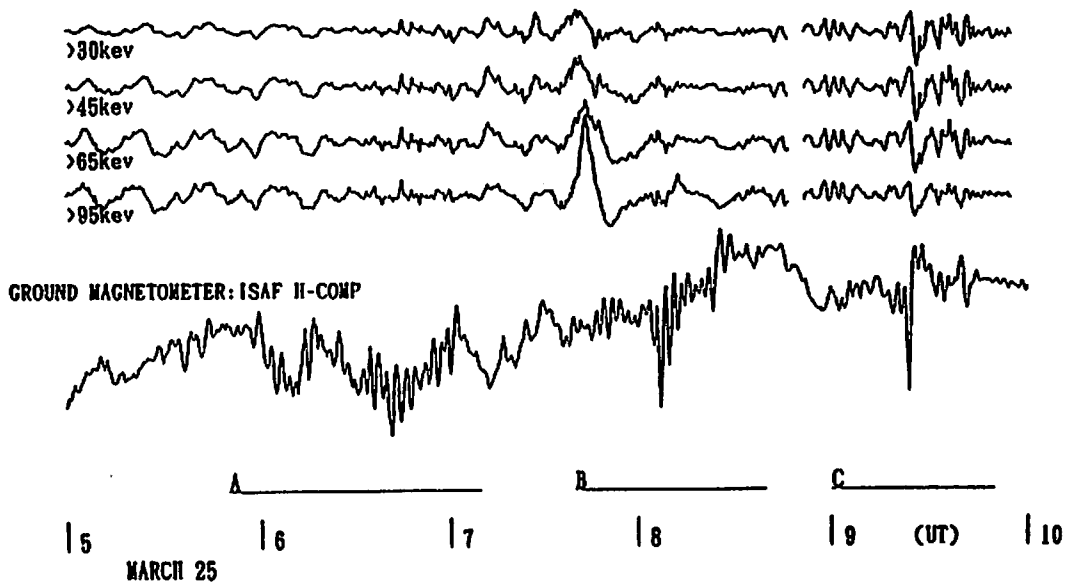
(3) Laboratory for Extraterrestrial Physics, Goddard Space Flight Center,

Greenbelt, Maryland, 20771, U.S.A

**Abstract.** It has been suggested by Saka et al. [1992] that the morning Pc5 pulsations at auroral latitudes are excited locally by eastward drifting, trapped plasma sheet electrons which have been injected into the midnight magnetosphere at substorm onset. In the present report, we emphasize that those energetic electrons that have excited the Pc5 pulsations show a flux modulation at geosynchronous altitudes and precipitate into the ionosphere with accompanying modulation of the cosmic noise absorption (CNA) on the ground. The electron flux data from three geosynchronous satellites separated 7 to 9 hours in local time show a well defined azimuthal gradient, decreasing eastward, during the course of the pulsation activity. We infer that an azimuthal displacement of the trapped electrons by the ExB drift of wave electric fields characterize the observed flux modulations at geosynchronous altitudes. We suggest that the CNA pulsations on the ground are caused by combined effects in the magnetosphere of the azimuthal gradient of the flux, wave diffusion, and field line displacement.

FILTERED LOG FLUX (T:30-1000S)

(S/C1982-019)



# B12-03 1991年3月24日のEVENTに見られる地磁気脈動 (Pc5)

藤谷 攝子、荒木 徹 (京都大学理学部) 湯元 清文、塩川 和夫 (名古屋大学STE研)  
 山田 雄二 (柿岡地磁気観測所) 林 幹治 (東京大学理学部) 篠原 学 (九州大学)  
 H. Luehr (Braunschweig工科大学) D. Orr (ヨーク大学)  
 D. K. R. Rao (インド地磁気研究所) L. Chang-Fa (中国科学院)

Pc5-pulsations appeared in the geomagnetic events on March 24, 1991

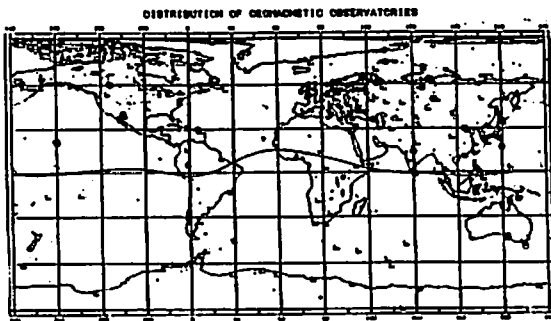
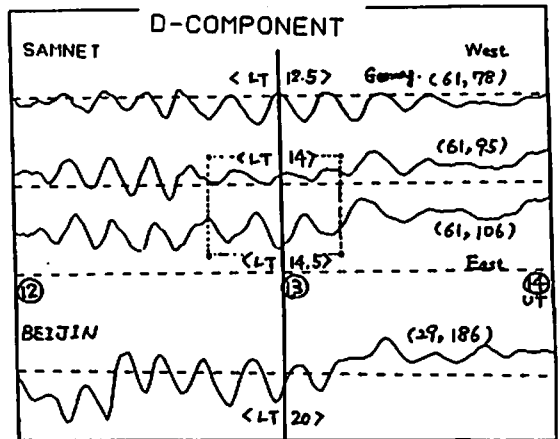
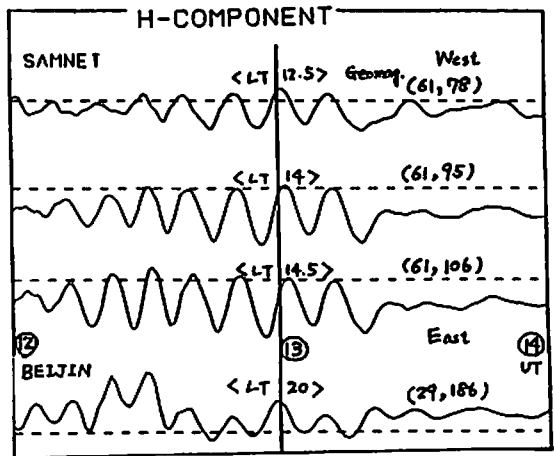
S. Fujitani, T. Araki (Dept. of Geophys., Kyoto Univ.) K. Yumoto, E. Shiokawa (STE Lab., Nagoya Univ.)  
 Y. Yamada (Kakioka Geomag. Observatory) K. Hayashi (Tokyo Univ.) M. Shinohara (Kyushu Univ.)  
 H. Luehr (Inst. of Geophys. and Meteorology, Tech. Univ. of Braunschweig)  
 D. K. R. Rao (Indian Inst. of Geomagnetism) D. Orr (Dept. of Physics, York Univ.)  
 L. Chang-Fa (Inst. of Geophys., Academia Sinica)

By using global geomagnetic data we have analyzed Pc5-pulsations observed globally from UT10 till UT14 (particularly, from UT12 till UT13). The results of numerical analysis is as follows: The phase difference between  $\Delta D$ s in the afternoon side of LT14h and those in the morning side is close to  $\pi$ . Similar phase difference is found between the northern and the southern hemisphere. The equatorial enhancement appeared in India. The amplitude of H-component observed at Trivandrum is three times as large as that at Ujjain.

1991年3月24日、観測史上最大級のSC (柿岡で200nT) が世界各地で観測された。この日のEVENTには、いくつかの興味深い現象があるが、我々はUT10h-14h (特にUT12h-13h) に世界的に現れた地磁気脈動 (Pc5) に注目して解析を進めてきた。第91回大会では、世界各地のデータを用いて、そのプロットから得た大体の結論を発表した。今回は、デジタルデータについて相互相関を計算することにより、位相に関して数値的な解析を行った。また、インドでの「equatorial enhancement」についても詳しく解析した。

<data> EISCAT (スカンジナビア)  
 SAMNET (西ヨーロッパ)  
 210° Meridian Chain (日本-オーストラリア)  
 Beijing (中国)、Honolulu (ハワイ)、Goose Bay Park Site (カナダ) 以上のデジタルデータ及び世界各地のアナログデータ

<結果>  
 LT 14 h 付近を境界として、H成分・・・同位相  
 D成分・・・逆位相  
 赤道を境界として南北で、H成分・・・同位相  
 D成分・・・逆位相  
 インド (LT 17 h) での equatorial enhancement  
 H成分・・・約3倍



GEOMAGNETIC COORDINATE 11992. 01



# B12-04

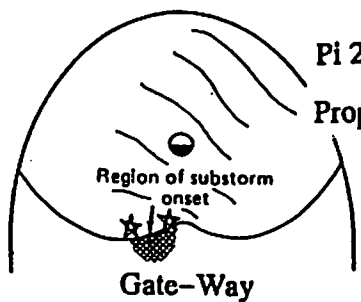
A local excitation of pulsations by the plasma sheet particle injections as observed by the ground magnetometers at dip-equator and at auroral zone

O. Saka

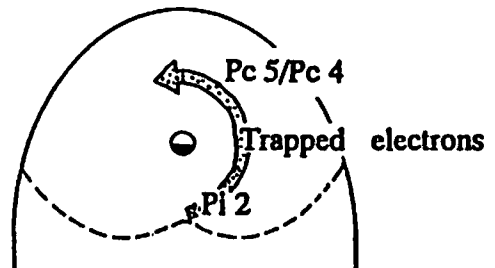
Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, Fukuoka, 812, Japan.

**Abstract.** A substorm-associated Pi 2 pulsation was detected at 0820UT, 21 May 1986 by ground magnetometer at dip-equator (Huancayo, 0320MLT). Simultaneously at the geosynchronous altitude, an initiation of the downward field-aligned current was observed by the magnetometer on board GOES-6 located at midnight sector ( $L=6.6$ , 0114MLT). The downward field-aligned current indicated an oscillation of the current intensity during its development. The oscillation consisted of four wave cycles with spectral periods at 94s and showed a direct coincidence with the Pi 2 at Huancayo. Particle detectors (30 - 200keV) on board S/C1984-129 at pre-midnight sector ( $L=6.6$ , 2208MLT) inferred an onset of the injection of plasma sheet particles at the initiation of the oscillation. The energetic electrons trapped in the Earth's magnetosphere drifted eastward and were detected 40min later by the eastern satellite S/C1982-019 ( $L=6.6$ , 0630MLT). Those electrons excited the Pc 5/Pc 4 pulsations locally at the dawn sector of the auroral zone. We infer that the Pi 2 pulsation observed at the dip-equator shows a global signature of the compression waves. The Pi 2 could be excited at the "gateway" of the particle injections in association with the substorm onset.

## Compression Wave (Global, World-wide)



## Toroidal Wave (Local, High-latitude)



# B12-05 オーロラブレイクアップと赤道Pi2脈動

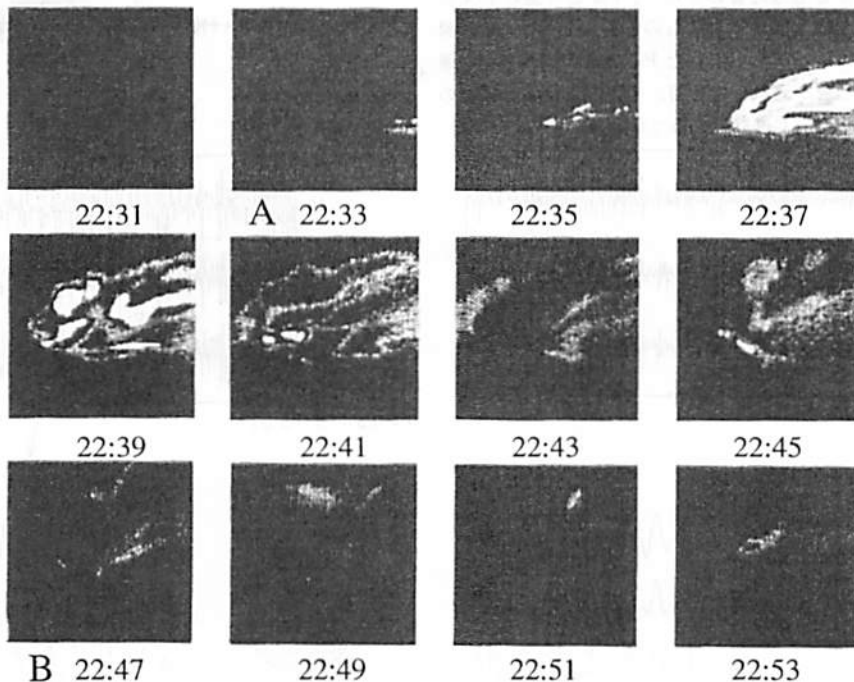
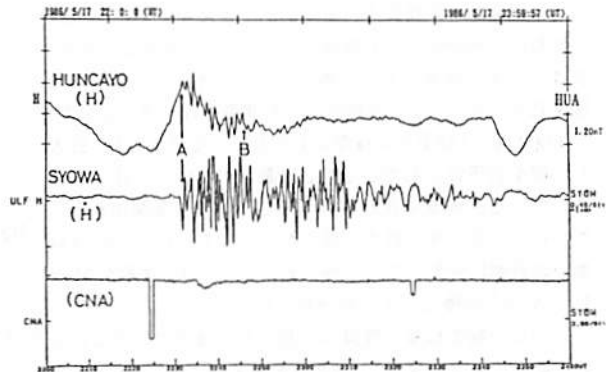
魚住 禎司 坂 翁介 (九大理)

Aurora break up and equatorial Pi2  
T. Uozumi, O.Saka  
Dept.Phys, Kyushu University

The investigations on the relationships between Aurora break up and Pi2 which occurs in aurora zone is progressing. On the other hand, the researches on the relationships between Aurora break up and the equatorial Pi2 is behind. We compare the equatorial Pi2 with all sky aurora image which took at Syowa station, and study mainly following two relationships. (1) Aurora breakup and equatorial Pi2. (2) The termination of the dynamic motion of the Aurora and the equatorial Pi2.

オーロラの発光に伴って発生する高緯度領域のPi2についてこれまで多くの研究がなされてきた。一方、赤道域のPi2に関しては、オーロラの発光と関連性があることは知られていたが、詳しい研究は行なわれていない状態である。

我々は、高感度、高時間分解能の赤道域 (HUANCAYO) の磁場のデータと昭和基地で撮られた全天カメラの画像データを比較して、主にオーロラの break up と赤道域 Pi2 の開始の時間的な関係、さらにオーロラの dynamic motion と赤道域 Pi2 の終焉の関係について調べてみた。



昭和基地の全天カメラによって撮影された写真をコンピュータで画像処理したもの

The from dusk to dawn propagation of Pc4 type pulsations in the equatorial region

M.Shinohara and T.Kitamura  
Dept. Phys, Kyushu University

Abstract

The propagation behavior of Pc4 type pulsations in the equatorial region is studied. There are Pc4 activities all day long on January 6, 1990 (Fig.1). Fig.2 and 3 shows night and day sides propagation of the waves, respectively. Both figures show the propagation of the waves from dusk to dawn. This behavior is quite similar to that of Pi2 in the equatorial region. It seems that the generation mechanism of Pi2 and that of Pc4 is common.

1990年1月6日に、赤道域でPc4型のULF波動が一日に渡って観測された。この時、赤道の3観測点で、地磁気観測を1秒以内の時刻精度で行っていた。40~150秒の帯域通過処理を行ったデータを、Fig.1に示す。昼間側は赤道エンハンスメントの効果で、振幅がかなり大きくなっている。

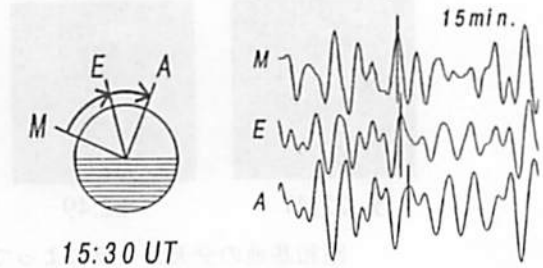
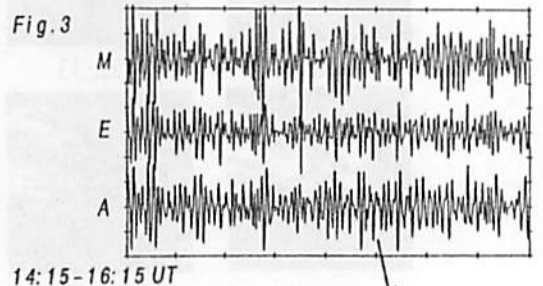
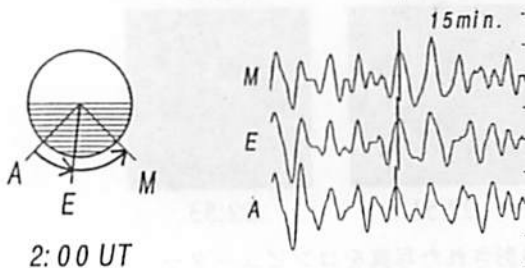
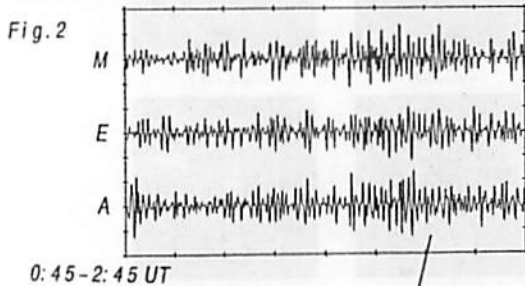
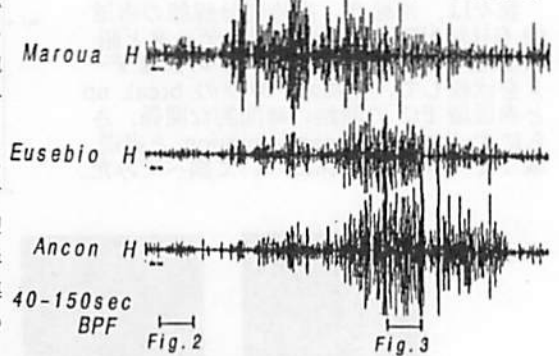
波動は、どの時間でも観測点間で良く似た形をしており、グローバルな現象であった事を示している。この波動の伝播を見るために、2つの特徴的な時間帯を取り出して示す。

Fig.2は、3観測点が夜側に分布している時である。拡大した図を右下に示しているが、波動がA→E→Mへと伝播している。地球を北から見下ろした図で位置関係を示しているが、夕→夜→朝の伝播となっている。Fig.3は、3観測点が昼側に分布している時である。今回は、波動がM→E→Aへと伝播し、夕→昼→朝となっている。

この夕→朝の伝播の性質は、我々が赤道Pi2で示したものと同一である。今回のULF波動の周期が、Pi2と一致する帯域であることも考え合わせると、Pi2と今回のPc4型の波動は、同じ励起機構によるものと言えそうである。瞬発的にエネルギーが放出されるとPi2として観測され、連続的にエネルギーが流れ続ける時、今回のようなPc4型の波動が観測されるのではないだろうか。



Fig.1 1990/1/6 0:00-24:00 UT



北村 泰一, 法泉 徳子  
九州大学理学部

Reconsideration of DP1 Equivalent Current System based on the Equatorial Data  
Tai-Ichi KITAMURA, Noriko HOUSEN  
Department of Earth and Planetary Sciences,  
Kyushu University

## Abstract

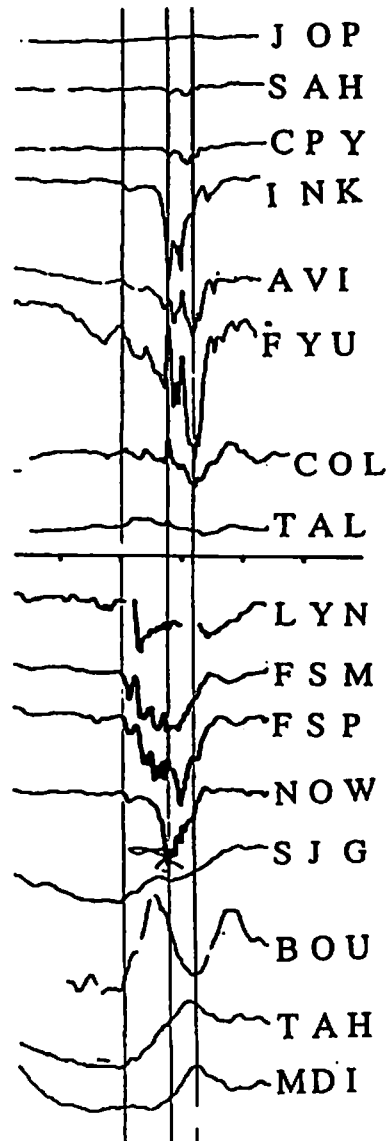
The magnetic change on the ground due to the magnetospheric substorm has been recognized as DP1 current system. But this is an equivalent current system, and it does not mean the real current flow in the ionosphere. The physical substance of this DP1 current system was given by Fukushima(1976), who proposed that the DP1 current system is equivalent to the field aligned current system, which flows in and out along the field lines in the polar region. However, this interpretation does not seem to be sufficient to interpret the geomagnetic variation in the lower and the equatorial regions. In this talk, we present somewhat a new idea about the old DP1 theory.

磁気圏サブストームによる地上の磁場変化は、いわゆる「DP1」等価電流系によることが古来から認識されていた。しかし、この「DP1電流系」は等価電流系であり、実際に電離層にそのような電流が流れていることを意味するものではない。この「DP1等価電流系」に実体を与えたのが Fukushima(1976) による「DP1等価電流系 (Chapman・Vestine) = 沿磁力線電流 (Birkland・Alfvén)」説である。これによって「等価電流系」は、極地域に流れこみ、流れ出る沿磁力線電流系がその実体であることが唱えられた。

DP1等価電流系は、同じ経度内でオーロラ帯に対して南北に非対称である(右図)。DP1変化はオーロラ帯から低緯度方向へはよく浸透しても高緯度方向へ浸透しない。この「非対称性」はどう考えたらよいのだろうか。

われわれはこの数年来、赤道から磁気圏を観るという立場で赤道域で地磁気観測を続けているが、ULF (Pi2, Pc4) については、極域と赤道域の ULF の物理的な相違についての見解がすでに得られている。それを基にして、今回は赤道域を含むグローバルな DP1 等価電流系について考えてみた。

赤道・低緯度域には、DP1等価電流系として極域とは少し別の機構が働いているように思える。考えはまだ始まったばかりだが、大方の批判を仰ぎたい。



# B12-08

## ブラジルにおける赤道エレクトロジェットの解析

山本太, 北村泰一 (九大理), N.A.Trivedi (INPE)

### On structure of equatorial electrojet in Brazil

F.Yamamoto, T.Kitamura (Univ. Kyushu), N.A.Trivedi (INPE)

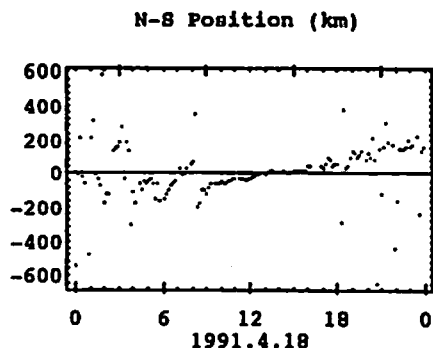
The structure of equatorial electrojet in Brazil is analyzed from data of Brazilian Magnetometer Network. There were several reports about equatorial electrojet in Brazil, but these were rough time resolution. We use 10 minutes value magnet data and can research variation of equatorial electrojet.

九大理学部によって設置されたブラジル磁力計ネットワークのデータを利用し、ブラジル東部における Equatorial Electrojet の中心位置、水平幅の時間変動について解析をおこなった。ブラジルにおける Equatorial Electrojet に関してはこれまでも報告が為されているが、いずれも時間分解能が1時間程度であった。この解析では10分値を使用し、Equatorial Electrojet のダイナミックな変動をとらえることが可能になった。

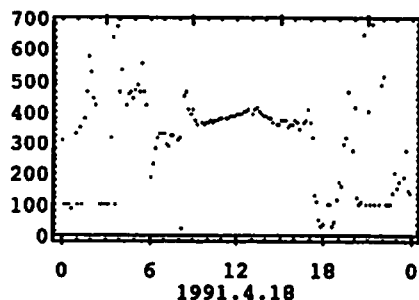
今回の解析では、東西方向に無限長の板状電流を仮定し、その厚みと高度は既知とし、南北方向の位置と電流の幅を実際に観測された地上の磁場データにフィッティングさせることで求めた。磁場のデータには dip equator をまたぐブラジル東部の3観測点 (Belem, Teresina, Eusebio) の H 成分を使用した。全体の傾向としては以下の通りである。

1. 幅は正午前後が広く、朝夕は狭い。
2. 計算は夜間では収束せず、昼間に main jet が表れると収束する。
3. electrojet の中心位置の移動がその地域の dip equator の傾きに一致している。

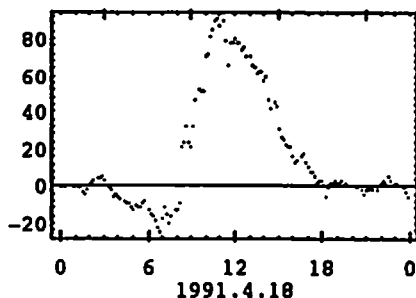
現段階では、まだ観測点の数も十分とはいえず電流モデル自体もシンプルなものしか仮定していないが、それでもいくつかの興味深い結果が得られている。なお、朝夕の counter electrojet が出現する時間帯については、より詳細な時間分解能で解析する予定である。



LT Plot / LT - UT = -3  
Width (km)



LT Plot / LT - UT = -3  
Relative Intensity



LT Plot / LT - UT = -3

# B12-PA-42

## CHARACTERISTICS OF POLAR CUSP ULF WAVES AND MAGNETIC FIELD VARIATIONS OBSERVED AT GODHAVN

Sakurai, T.1), Y. Tonegawa1), K. Katoh1), K. Makita2), M. Ejiri3), N. Satoh3), H. Yamagishi3), K. Hayashi4), and S. Kokubun4).

- 1) Tokai University
- 2) Takushoku University
- 3) National Institute of Polar Research
- 4) Tokyo University

### Abstract

In relation to a mechanism of intrusion of the solar wind energy into the magnetosphere the polar cusp has been believed to be one of the most important regions in the magnetosphere. Using the magnetic field data obtained at Godhavn during a couple of months, November and December, 1989, such a role of the polar cusp has been examined. The results show that a close association of ULF wave activities with characteristic negative field changes of the H component magnetic field, namely an enhancement of convection motion in the cusp ionosphere, which occurred only during the daytime, has been well recognized. The negative field variations of the H component magnetic field occurred sometimes sporadically and in other times gradually depending on the interplanetary magnetic field variations. The very quiet magnetic field condition of the interplanetary field produced no any negative field variations of the magnetic field and associated activities of ULF waves in the polar cusp. When such negative field variations were observed in the polar cusp, the corresponding interplanetary magnetic field showed a higher frequency variation. Such a higher frequency variation contained in the interplanetary magnetic field might suggest to have some agency leading the solar wind energy into the magnetosphere.

# B12-PA-43

## OCCURRENCE CHARACTERISTICS OF ULF WAVES IN THE MAGNETOSPHERE OBSERVED BY THE EXOSD SATELLITE

Machiya, H., Y. Tonegawa and T. Sakurai  
Tokai University

The distribution of occurrence of ULF waves in the magnetosphere has been examined by using magnetic field data obtained from the EXOSD spacecraft. The examined data are gathered for 8 months from March to October, 1989. The period of the ULF wave is covered from 20sec to 200sec. The analysis has been carried out by classifying the period into six groups, i.e., 20-50sec, 50-80sec, 80-110sec, 110-140sec, 140-170sec, 170-200sec, and the wave mode into two groups, i.e., transverse and compressional mode, respectively. The examined wave events are 411 events for the transverse wave and 389 events for the compressional wave. Occurrence frequency depends on both Magnetic Local Time (MLT) and Invariant Latitude (ILat). The dependence of the occurrence frequency is summarized in Table. The most prominent property seen in the Table is that the transverse wave occurs predominantly in the dayside and the compressional wave in the nightside. During storm time the dependence changes in both the local time and the latitude. Occurrence shifts to the late evening side and to the lower latitude side. Figure shown in the bottom indicates the satellite trajectories for which the ULF waves are observed. A typical example of the transverse wave for the period of 30sec examined in the present study is shown in Figure 2.

Table MLT and Ilat dependence of occurrence frequency of ULF waves for six period groups

PERIOD	transverse wave	compressional wave
20s - 50	09hr - 10hr 11hr - 13hr 72 - 75° 15hr - 16hr	09hr - 10hr 15hr - 17hr 70 - 77° 18hr - 20hr
50 - 80	05hr - 06hr 18hr - 19hr 09hr - 14hr 15hr - 17hr 68 - 72°	05hr - 06hr 15hr - 20hr 67 - 72° 21hr - 22hr
80 - 110	04hr - 06hr 10hr - 11hr 70 - 73° 18hr - 20hr	02hr - 04hr 70 - 73°
110 - 140	10hr - 12hr 60 - 67° 15hr - 16hr 75 - 78° 17hr - 18hr	19hr - 22hr 73 - 77° 83 - 85°
140 - 170	04hr - 06hr 21hr - 22hr 15hr - 16hr 18hr - 19hr 70 - 75°	03hr - 05hr 09hr - 11hr 68 - 75° 17hr - 19hr
170 - 200	05hr - 07hr 19hr - 21hr 70 - 78°	08hr - 11hr 50 - 52° 68 - 73° 83 - 85°

Fig. 1

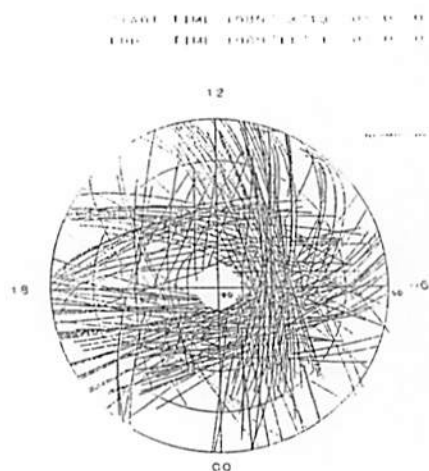
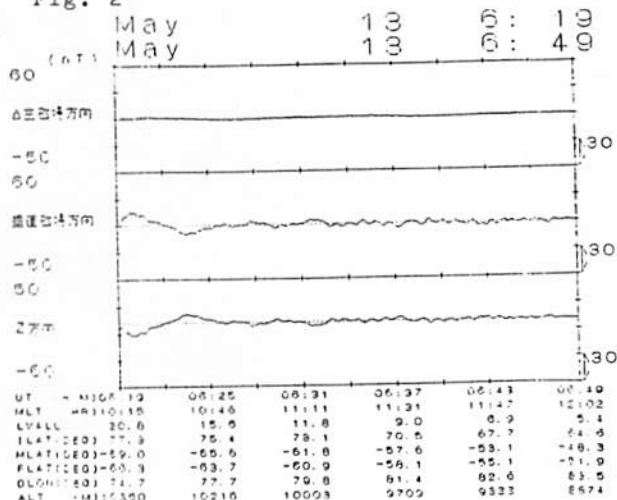


Fig. 2



# B12-PA-44

## Pc-1 Waves in the Ionosphere Observed by DE-2

\*岡 亜伊子、家森俊彦(京大理)、杉浦正久(東海大開発技術研)、  
J. A. Slavin (NASA)

\*A. Oka, T. Iyemori (Kyoto Univ.),  
M. Sugiura (Institute of Research and Development, Tokai Univ.)  
J. A. Slavin (NASA/Goddard Space Flight Center),

We have investigated the spatial extent of Pc-1 waves observed at high and middle latitudes by using the DE-2 magnetic and electric field data. It has been shown by the groundbased and Magsat observations that the scale size of the incident region of Pc-1 waves is less than 300 km (Hayashi et al., 1981, Iyemori et al., 1989). Most of the Pc-1 waves observed by DE-2 have a latitudinal extent of less than 200 km, but some of them have a latitudinal extent of more than 500 km. We study the latter cases from the point of view of ducted propagation in the ionosphere.

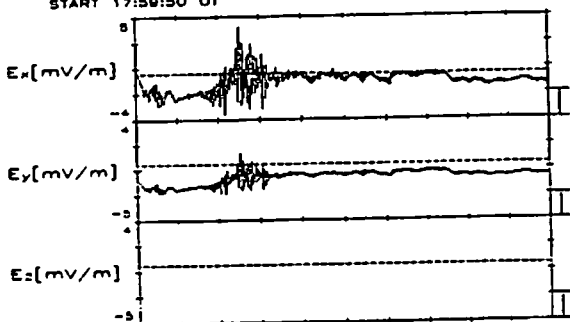
低高度、極軌道衛星のDE-2の磁場及び電場データを用いて中、高緯度で検出されたPc-1波動について研究を行ってきた。DE-2は電離層(F2層)内を飛行するため我々は電離層内の波動の特徴を議論することができる。今回は波動の不変磁気緯度(INV-lat)、磁気地方時(MLT)分布について発表したが今回は波動が検出された空間幅について考察する。

Pc-1波動が空間的に局在化された領域に流入してくるということは地上、衛星観測でも提言されておりその大きさは約300Km以下とされている。DE-2が観測した波動のほとんどは緯度幅が200Km以下で見られたが、いくつかのものは緯度幅が500Km以上にわたって検出された。Fig-1はそのうちで1000Km以上の空間幅を持った例を示している。このようになかなか大きな空間的な幅をもって波動が検出される理由としていくつか考えられる。例えば

- 1) 磁力線に沿うductによって流入してきた波を検出している、
  - 2) 電離層内をduct伝播している波を検出している、
  - 3) 1)と2)を両方検出している、
  - 4) 1)と磁力線に沿うductから漏れてきた波を検出している などである。
- 今回は特に3)の観点からこれらの波動の空間構造を考察する。また前回の波動の統計的な空間分布(INV-lat, MLT分布)について新たな結果も加える。

Acknowledgement: We thank N. C. Maynard for permitting us to use the electric field data.

DE-2 VEFI DAY183 2 JUL 1982  
START 17:59:50 UT



UT	(MIS)	00:00	01:00	01:44	02:22	03:00
ALT	(KM)	857	850	842	834	826
MLT	(HR)	15.0	15.1	15.2	15.3	15.4
MLAT	(DEG)	62.9	61.1	59.3	57.5	54.6
MLON	(DEG)	-85.6	-83.4	-81.2	-80.0	-80.7
GLAT	(DEG)	-78.3	-75.0	-70.7	-66.3	-63.7
GLON	(DEG)	-30.8	-31.0	-31.1	-31.2	-31.4
LT	(HR)	15.9	15.9	15.9	15.0	15.0

### References

- Iyemori T. Pc-1 micropulsation observed by MAGSAT in the Ionospheric F region,  
2.3 J.G.R., 94, 93-100, 1989
- Hayashi K. The extent of Pc-1 source region in high latitudes  
2.3 Can. J. Phys., 59, 1097-1105, 1981



# B12-PA-45 衛星及び地上の同時観測に基づくPc3-4の伝播特性

○ 松岡 均<sup>1</sup>・湯元 清文<sup>1</sup>・高橋 主衛<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>名大STE研 <sup>2</sup>JRU/APL

## CHARACTERISTICS OF Pc3-4 WAVES OBSERVED AT THE SATELLITE AND ON THE GROUND

H. Matsuoka<sup>1</sup>, K. Yumoto<sup>1</sup>, and K. Takahashi<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>STE Lab., Nagoya Univ. <sup>2</sup>Johns Hopkins Univ., Appli. Phys. Lab.

In this paper, we study propagation characteristics of compressional Pc3-4 waves from the magnetosphere to the ground. Magnetic field data are used from AMPTE/CCE and the Kakioka station. Wave frequencies and amplitudes at the satellite and on the ground are compared, and are shown as a function of local time of the observation points.

本研究では、衛星と地上の同時観測に基づいて、磁気圏から地上に至るPc3-4波動の伝播特性を調べた。以前の学会では、圧縮性Pc3-4波動の磁気圏中のみでの伝播特性を示したが、今回は、低緯度の地上観測点（柿岡、L=1.25）と磁気圏衛星（AMPTE/CCE, L=2-7）の磁場データを比較し、磁気圏で観測された圧縮性Pc3-4と、地上で観測されたPc3-4の周期と振幅の関係を調べた。

解析期間は、1986年2/20-4/20の2ヶ月間である。時間帯は、AMPTE/CCEの1パス（16時間）当たり3時間（L=2-7の地球方向に向かうパスに対応）で、9-13地方時に位置する。それに対して、主に昼側の様々な時間帯に位置する柿岡のデータと比較した。

磁気圏における圧縮性Pc3-4波動は、磁場の全磁力成分から同定された。図1は、衛星と地上で対応しているPc3-4のスペクトルの例を示している。(a)は、柿岡が朝側に

位置するときで、H成分と比較している。衛星と同じ周期のピークがみられる。それに対して、(b)は柿岡が夕方側にあるときで、磁気圏で大きな振幅のPc3-4が観測されているにもかかわらず、地上にはほとんど伝達していない例である。

柿岡とAMPTE/CCEで観測されたPc3-4の30分間のスペクトルのピークの値を観測点の地方時の関数で示したのが図2である。磁気圏の圧縮性Pc3-4に比べて地上では、夕方側で振幅が小さくなっている場合が多く、磁気圏Pc3-4が地上に伝播するとき地方時依存性が存在することを示している。その原因としては、磁気圏において既に圧縮性波動が不均一に存在しているか、あるいは電離層の状態が圧縮性波動による磁力線共鳴の励起を支配していることが考えられる。講演では、更に、広い時間帯のAMPTE/CCEのデータの解析結果と、電離層の及ぼす影響についての考察も試みるつもりである。

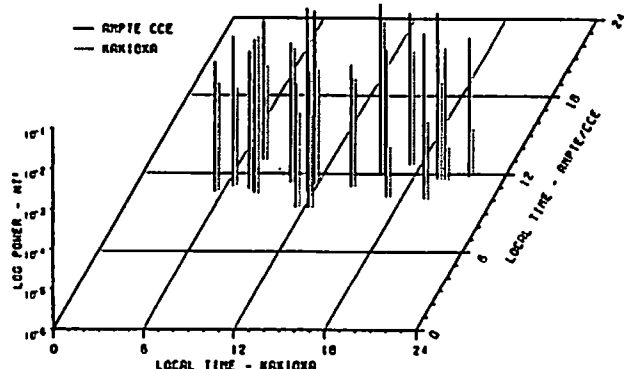
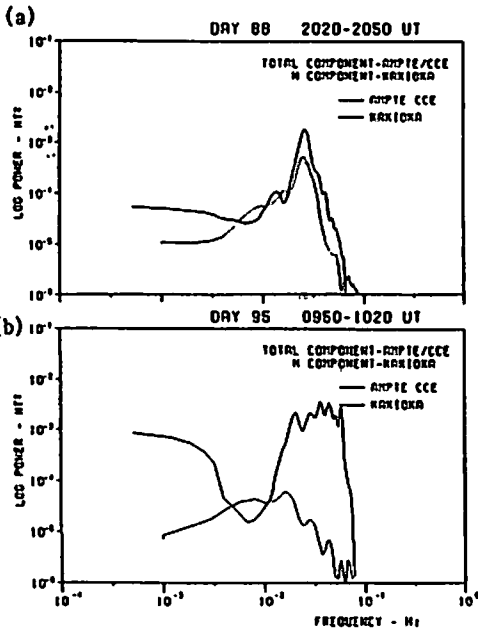


図2 柿岡とAMPTE/CCEで観測されたPc3-4のパワー。観測点の地方時の関数で表されている。

図1 柿岡とAMPTE/CCEのパワー・スペクトルの例。(a)柿岡:520-550LT, CCE:1022-1046LT, L~5.5 (b)柿岡:1850-1920LT, CCE:1053-1135 LT, L~4.0

## 区分的3次多項式による地磁気データの平滑化 — SCの解析 —

\*糸長雅弘 (九大・中央計数施設) 北村泰一 (九大・理)

### Smoothing of Geomagnetic Data by a Piecewise Cubic Polynomial — Analysis of Geomagnetic Sudden Commencement —

Masahiro ITONAGA<sup>1</sup> and Tai-ichi KITAMURA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Computation Center and <sup>2</sup>Department of Earth and Planetary Sciences,  
Kyushu University

#### Abstract

A method is presented for fitting a piecewise cubic polynomial to a sequence of geomagnetic data by a one-pass method. The polynomial pieces are calculated as the data is scanned only once from left to right. The knots of the approximating piecewise cubic polynomial are determined successively using a modified version of the criterion proposed by Powell [1970]. Further, a method is proposed for incorporating a rapid change such as geomagnetic sudden commencement (SC) in the smoothing data by local minimization of the sum of squares of residuals. Some examples of good separation of geomagnetic data into SC's and SC-induced pulsations are displayed.

データを平滑化する手法として、従来から、線形低域通過フィルタが用いられてきた。しかし、この手法では、SCのような急峻な変化は保持されない。従来の手法とは別に、急峻な変化を保持する非線形低域通過フィルタも提案されている [Harashima *et al.*, 1982]。しかし、SCではそれにより誘導された脈動 (Psc) が重畳し、両者が同程度に急峻であることも少なくない。そのため、両者を非線形低域通過フィルタにより分離することは、多くの場合困難である。そこで、第3の道として、我々は次の戦略をたてた。まず、全体の平滑化は、Ichida *et al.* [1977] により提案された「区分的3次多項式を用いたワン・パス法によるデータ平滑化」手法により行う。次に、急峻な変化を保持する必要があるときは、その周辺で局所的に残差の2乗和を最小化するように平滑化を行う。

ワン・パス法による平滑化では、データ  $F_k$  を区分的3次多項式 (拡張スプライン関数)  $S(x)$  で近似するが、そのあてはめは、左から右にデータを1回のみ走査することにより行う。節点の配置は Powell [1970] により提案された基準を用いて行うが、そのままでは脈動のような周期的振動成分が分離されないため、ある修正を行った。図1は平滑化の1例である。図には、原データと平滑化後のデータ及び残差  $r_k = F_k - S(x_k)$  が示されている ( $x_k$  は標本点)。また、SC様の急峻な変化の辺りでの節点の位置を矢印で示している。さらに、急峻な変化の周辺で局所的に  $r_k$  の2乗和を最小化するように平滑化を行った結果を図2に示す。

ここで提案した手法により同程度に急峻なSCとPscの分離も上手く行われるが、詳細は講演時に述べる。

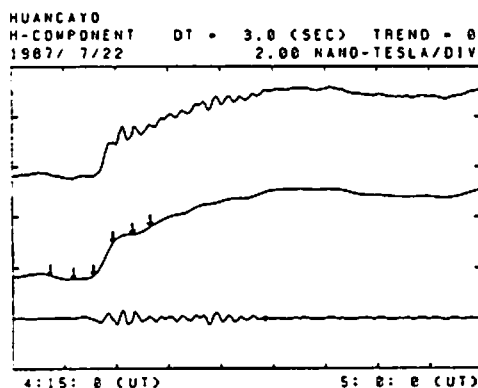


Fig. 1

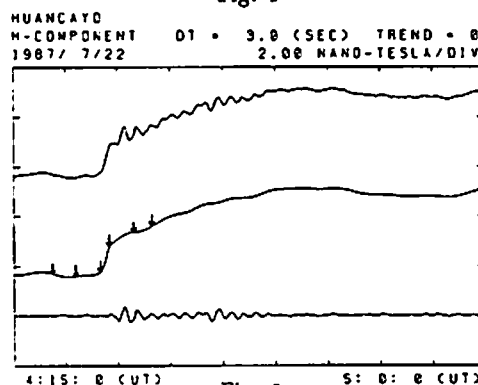


Fig. 2

#### 参考文献

1. Harashima *et al.*, 信学論 (A), J65-A, 297, 1982.
2. Ichida *et al.*, ACM Trans. Math. Software, 3, 164, 1977.
3. Powell, M. J. D., Numerical Approximation to Functions and Data, Athlone Press, 1970.

# 大気圏力学

oral: B12-09~17

poster: B12-PP-66~67

座長 前川泰之 (大阪電通大)  
山本 衛 (京大超高層)

橋口 浩之<sup>1</sup>、山本 衛<sup>1</sup>、深尾 昌一郎<sup>1</sup>、山中 大学<sup>1</sup>、中村 卓司<sup>1</sup>、佐藤 亨<sup>2</sup>、津田 敏隆<sup>1</sup>  
1. 京大超高層 2. 京大工学部

### Observation of the Planetary Boundary Layer with the Boundary Layer Radar

H. Hashiguchi<sup>1</sup>, M. Yamamoto<sup>1</sup>, S. Fukao<sup>1</sup>, M. D. Yamanaka<sup>1</sup>, T. Nakamura<sup>1</sup>, T. Sato<sup>2</sup>, T. Tsuda<sup>1</sup>  
(1. RASC, Kyoto Univ. 2. Dept. of Electr. Eng., Kyoto Univ.)

We have developed the Boundary Layer Radar (BLR) to observe a height profile of three-dimensional wind velocities in the lower troposphere including the planetary boundary layer (PBL). This is a small and transportable radar operating at the frequency of 1357.5 MHz, and has time and height resolutions of about 1 min and 100 m, respectively. The radar was installed at the MU observatory in Shigaraki Japan in December 1991. We have conducted the continuous observations since April 1992. Daily variations of the enhanced echo layer observed with BLR well corresponds to the one of the mixing layer in Wangara experiments. We plan to participate in an observation campaign in Indonesia from November 1992 to February 1993. We expect that the high-resolution data observed with the BLR would play an important role in the study of PBL.

#### 1. はじめに

京都大学超高層電波研究センターでは、プラネタリー境界層における3次元大気運動を優れた時間・高度分解能で観測可能な小型可搬式の境界層レーダー (BLR) を開発した。同レーダーは昨年12月に信楽 MU 観測所に設置され、本年4月より定常観測を実施している。

#### 2. エコー強度の日変動

図1は晴天日に境界層レーダーによって得られた3日間に渡るエコー強度の時間高度変化を示す。強いエコー層の出現高度の日変化は、以前 Wangara 実験 [Yamada and Mellor, 1975] など観測された強い乱れを含む混合層のそれとよく対応している。すなわち、夜間は数100m以下の高度に存在する比較的弱い混合層が、8時頃から14時頃にかけて強い擾乱とともに1~2km高度まで上昇することを示すものと考えられる。しかし過去の実験の大部分は広い平原の上で行なわれており、信楽のような山間の地形では異なった側面も多く含むものと予想される。

#### 3. 風速の日変動

図2は6月第1週に境界層レーダーで観測された水平風速を各ローカルタイムで平均し、風速の日変化を示したものである。日出の時間帯から南風あるいは南西風が卓越しはじめ9時頃に最も強くなっている。その後徐々に弱くなり強いエコー層が見えなくなる15時頃より西北西風へと大きく変化し、20時に再び南風へと変化している。また風向が高度の上昇とともに時計方向に回転している様子が10時頃顕著に見られる。

#### 4. まとめ

境界層レーダーは本年11月よりインドネシアにおけるキャンペーン観測に参加する計画であるので、本年度は8月末日まで信楽において連続観測を行う。講演では上述の事柄の他、最近の観測例について報告する予定である。境界層レーダーはこれまで適当な観測手段のなかったプラネタリー境界層における大気運動の解析に重要なデータを与えるものと期待される。

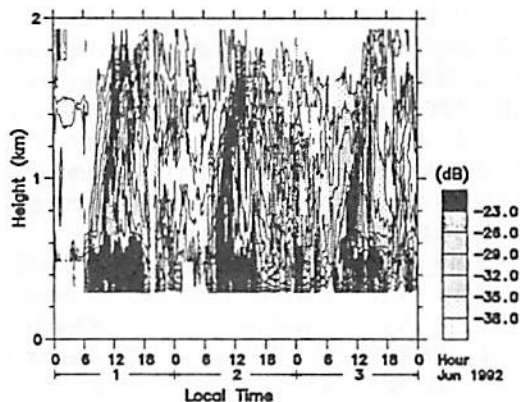


図1: 6月1~3日の晴天日に境界層レーダーによって得られたエコー強度の時間高度変化。

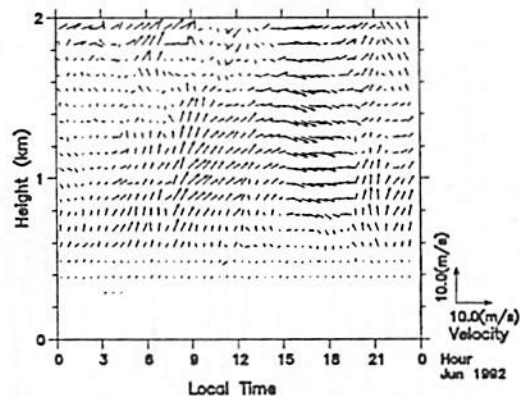


図2: 6月1~6日に境界層レーダーによって得られた水平風速の時間高度変化。6日間の風速データを各ローカルタイムで平均した。

## 梅雨前線近傍の鉛直流変動に関する MU レーダー 3 週間連続観測

\* 柴垣佳明<sup>1</sup>・山中大学<sup>2</sup>・橋口浩之<sup>2</sup>・深尾昌一郎<sup>2</sup>・前川泰之<sup>1</sup>・佐藤亨<sup>3</sup>・津田敏隆<sup>2</sup>・上田博<sup>4</sup>・渡辺明<sup>5</sup>・高藤大<sup>6</sup>  
(<sup>1</sup>大阪電通大 <sup>2</sup>京大超高度 <sup>3</sup>京大工 <sup>4</sup>北大理 <sup>5</sup>福島大教育 <sup>6</sup>気象研)

## Three-Week MU Radar Observations of Vertical Velocity Fluctuations near the Baiu Front

\* Y.Sibagaki<sup>1</sup>, M.D.Yamanaka<sup>2</sup>, H.Hashiguchi<sup>2</sup>, S.Fukao<sup>2</sup>, Y.Maekawa<sup>1</sup>, T.Sato<sup>3</sup>, T.Tsuda<sup>2</sup>,  
H.Uyeda<sup>4</sup>, A.Watanabe<sup>5</sup>, I.Takayabu<sup>6</sup>

(<sup>1</sup>Osaka Electro-Commun. Univ. <sup>2</sup>RASC Kyoto Univ. <sup>3</sup>Kyoto Univ. <sup>4</sup>Hokkaido Univ.  
<sup>5</sup>Fukushima Univ. <sup>6</sup>Meteorological Research Institute)

We have carried out three-week continuous observations of three-dimensional wind velocity in the troposphere using the MU radar. We find various fluctuations of vertical velocity in the both sides of the Baiu front which passed by the MU radar several times. In analyzing the data set, we removed a spurious downward wind component caused by the echo of rain drops. We have investigated these vertical velocity fluctuations in view of their distributions in meso scale convection groups or cloud clusters organized in a medium-scale cyclone system which is predominant over the Baiu front. We also describe the variability of turbulence activity from the same point of view.

**1 はじめに** MU レーダーによる過去数日間の梅雨季観測では、降雨を伴う顕著な上昇流の階層構造 (1989,1990)、前線の北側での鉛直構造 (1987) などの特徴が明らかにされている。本報告では、3週間という (1991年6月17~7月8日) これまでにない長期間の GRATMAC 標準のデータを用いることにより、乱流・対流の短時間~長時間変動までの様々な現象について詳細に調べる。

**2 データセット作成** 図1は対流圏モード (2~7km 高度) と成層圏モード (7~20km 高度) を合成させたものである。その際、用いたデータには最新のスクリーニングを使用している。下部対流圏内のブライトバンドと呼ばれる高度4~5km 付近では大気のエコーと雨のエコーのドップラー速度があまり変わらないため、分離が困難であった。今回はこのことを踏まえ雨の除去の作業を行った。

**3 中間規模低気圧との対応** 3週間にわたる連続観測データを解析することにより梅雨前線近傍における中~中間

規模の対流および乱流の出現状態の変動度を調べた。低気圧に組織化された様々の形態の鉛直変動をまず (1) 前線より北側、(2) 低気圧中心付近、(3) 低気圧から離れた前線付近および南側の3つに区別し、さらに (2) を温暖前線北側、温暖前線と寒冷前線との間、寒冷前線北側の3つに区別した。温暖前線側と寒冷前線側では、降水性・対流性などの構造的違いがみられ、中間規模低気圧は全体として非対称的な構造を持っている。また、鉛直変動は、前線近傍に因って特に卓越しているのが確認できる。

**4 まとめ** 対流圏内の鉛直変動について、積雲規模から中間規模までの階層構造を3週間連続観測データから解析し、前線や低気圧中心との相対的位置による特徴を明らかにすることができた。さらに、C/Ku 帯レーダー、ラジオゾンデ、北大気象レーダー等による同時観測データとの比較により乱流強度・降雨・上空の温度分布との関連を調べることができると考えられる。

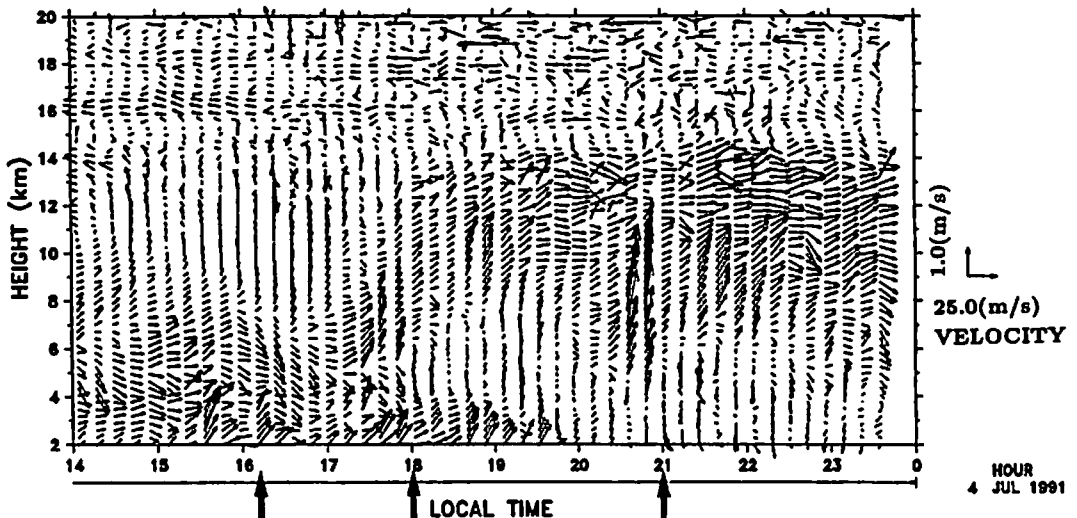


図1 MUレーダー観測による1991年7月4日の南北・鉛直変動の高度・時間変化。矢印は降雨のピーク時間を示す。

Application of Vertical Wavelet Analysis to Three-Week MU Radar Observations

°T. Shimomai, M. D. Yamanaka, S. Fukao and T. Tsuda (RASC,Kyoto Univ.)

We have developed a computer program to apply the orthonormal "wavelet" analysis for vertical profiles of wind velocities observed by the MU radar, in order to obtain an objective description on the local and intermittent appearance of predominant monochromatic modes of internal gravity waves in the middle atmosphere. We have applied this program to the data of three-week MU radar observations in June-July 1991. We find that internal gravity waves appear locally near and above the tropopause, and intermittently with a time scale of a few days.

中層大気内部重力波の解析には、Fourier 変換のように時間(空間)的一様性を仮定するより、ある時刻(場所)の周りに局在化していると仮定したウェーブレット変換が適していると考えられる。ウェーブレット解析は時間(空間)的に一種のウィンドウをかけ、同時に周波数(波数)帯域に一種のフィルターをかけた Fourier 解析に相当する。前は正規直交ウェーブレット展開を用いたモデル計算で、これまでに観測された内部重力波の鉛直分布の特徴を再現できることを確認した。今回は、Yamada and Ohkitani(1991)に従い、データ列から数値的にウェーブレット展開係数を求めるプログラムを開発し、現実の MU レーダー観測データを解析した結果を報告する。

今回解析を行なったのは、1991年6~7月に行なわれた3週間連続の MU レーダー観測で得られた3次元風速データを30分毎に平均したものである。Fourier スペクトル解析および単色波フィッティング(ホドグラフ解析)によれば、高度的には対流圏界面ジェット気流

より上の下部成層圏領域に限定された内部重力波がほぼ常時存在するが、その波長・周期・振幅には下部対流圏の中間規模低気圧と同様な2~3日程度の時間スケールで変動幅1~2割の顕著な時間的変動が認められる。

ウェーブレット解析は東西・南北風速変動鉛直プロフィール各1000個について行なった。プログラムの信頼性などについては前回報告したモデル計算結果からウェーブレット成分を再現することによって検討した。解析結果は、内部重力波が時間的にも高度的にも明らかに局在化していることを示し(図1)、主観的なホドグラフ解析の結果を客観的に裏付けることができたといえる。また下部成層圏領域に断続的に存在する以外に、対流圏から上方へ存在領域がシフトしている期間もあることがわかった。このことから、対流圏界面直上の内部重力波が、対流圏内の気象擾乱と関連して変動していることも裏付けられると考えている。今後は、高度方向のみならず時間方向にもウェーブレット解析を行なう予定である。

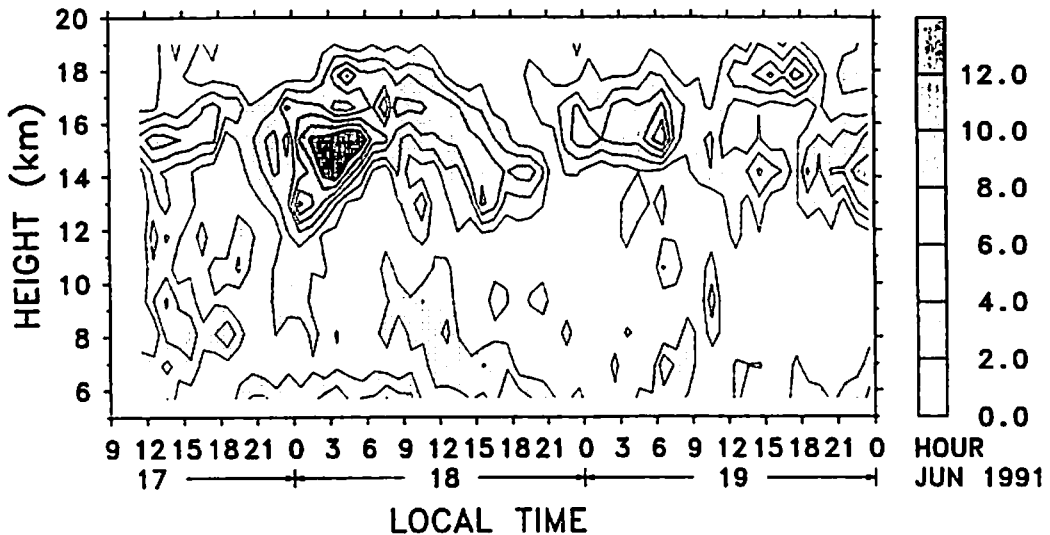


図1. MU レーダーで観測された南北風速のウェーブレット解析のうち、鉛直波長約2kmの成分についての結果。

# B12-12 MU レーダー干渉計観測による大気乱流層の研究 (2)

°西山和博<sup>1</sup>、深尾昌一郎<sup>1</sup>、山本衛<sup>1</sup>、R.D.Palmer<sup>2</sup>、  
 山中大学<sup>1</sup>、津田敏隆<sup>1</sup>  
 (1. 京大超高層 2. クレムソン大)

## A Study of Atmospheric Turbulent Layers with the MU Radar Interferometry Observations(2)

°K.Nishiyama<sup>1</sup>, S. Fukao<sup>1</sup>, M. Yamamoto<sup>1</sup>, R.D.Palmer<sup>2</sup>,  
 M.D.Yamanaka<sup>1</sup>, T. Tsuda<sup>1</sup>

(1. RASC, Kyoto Univ. 2. Dept. of Physics and Astronomy, Clemson Univ.)

We have conducted the radar interferometry observations on January 15, 1992 to study the relation between the wind velocity and the gradient of the turbulent layer. We found wave structures both in the wind velocity and the gradient of the turbulent layer. In many cases, the hodograph of the gradient vector showed elliptic motion with increasing altitude that is similar to that of the horizontal wind velocities. The turbulent layer seemed to be modulated by the gravity waves that was found in the wind field.

干渉計法観測では3次元風速ベクトルを求めると同時に、2つのアンテナ間の受信電波の位相差から乱流層の傾きを知ることができる。このため、MUレーダー干渉計法観測を行うことにより、従来のドップラー法観測ではわからなかった風速と乱流層勾配の関係を調べる事が可能である。今回は、1992年1月15日21時から17日22時の49時間にわたって行われた干渉計法長時間観測のデータについて解析を行った。

図1に、1992年1月16日15時から17日2時までの東西風の時間変化を示す。各プロファイルはそれぞれ15分平均であり、高度方向に波長0.9~3km、時間方向に周期4~6時間を通過域とするバンドパスフィルターをかけた。16日20時から17日2時の高度11km付近をはじめとして、波動の緩やかな位相変化がいたるところにみられる。図2に、

同じ時間帯の東西方向の乱流層の傾きに東西風と同様のフィルターをかけたものを示す。こちらにも、上向き及び下向きの位相変化が多々みられ、17日0時から2時の高度13km付近など、東西風でみられたのと同じ位置に同様の波状構造が存在することがわかる。

水平風・乱流層勾配の双方にみられるこれらの波動の相互関係を探るため、ホドグラフ解析を行った。その結果、17日0時から2時の高度13km付近の例については、水平風・乱流層の勾配ともにホドグラフが楕円を描き、その長軸の方向も一致した。ある物質面が、伝搬方向と垂直な方向に減衰するような波動構造をもつとき、そのホドグラフは回転し、波の水平伝搬方向は楕円の長軸方向に沿う。講演では、上の例のように風速場に見られる慣性重力波によって乱流層が変調を受ける様子を明らかにしていく。

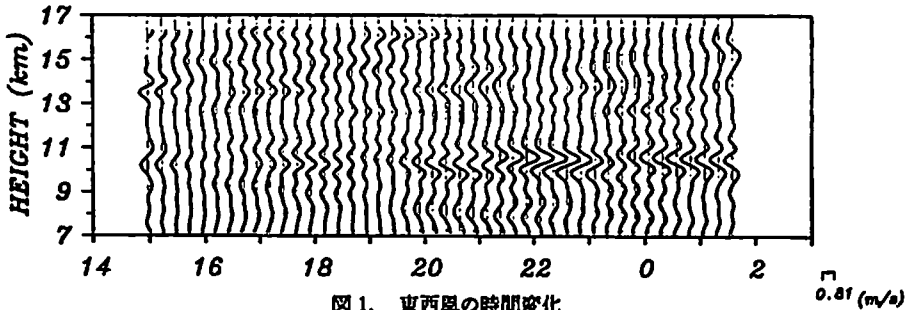


図1. 東西風の時間変化

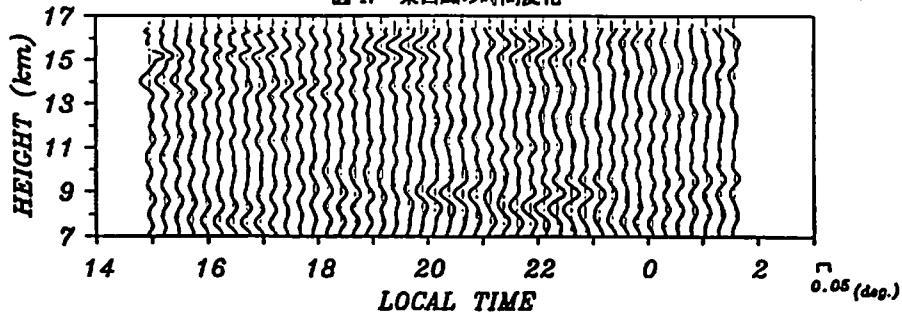


図2. 乱流層の東西方向勾配の時間変化

°黒崎 聰、山中 大学、橋口 浩之、津田 敏隆、深尾 昌一郎  
京大超高層

Seasonal and Interannual Variabilities of Vertical Eddy Diffusivity  
in the Middle Atmosphere observed with the MU Radar (2)

°S. Kurosaki, M. D. Yamanaka, H. Hashiguchi, T. Tsuda and S. Fukao  
(RASC, Kyoto Univ.)

Based on the MU radar observations for about four days each month from January 1986 to December 1991, we have analyzed seasonal and interannual variabilities of eddy diffusivity,  $K$  (analyzed from echo power spectrum width), zonal and meridional wind velocity,  $u$  and  $v$ , and vertical shear of zonal and meridional wind,  $|\partial u/\partial z|$  and  $|\partial v/\partial z|$  in the lower stratosphere and the mesosphere. We found clear annual and quasi-biennial variations of  $K$ ,  $u$ ,  $v$ ,  $|\partial u/\partial z|$  and  $|\partial v/\partial z|$  for the lower stratosphere. In order to examine and improve the reliability of evaluation of  $K$ , we have analyzed  $K$  from data of the MU radar three-week observation from June to July in 1991, using the spectral-width and spectral-intensity methods.

1. はじめに

MU レーダーで得られるエコーパワーのスペクトル幅から推定した中層大気鉛直渦拡散係数  $K$  の季節変動ならびに経年変動については、前回 1986~91 年の 6 年間における季節変動の様相を中心とした解析結果を発表した。ここでは  $K$  の経年変動について詳しい解析を行い、さらに同期間の水平風速  $u$  (東西方向)、 $v$  (南北方向) およびその鉛直シアー  $|\partial u/\partial z|$ 、 $|\partial v/\partial z|$  の季節変動ならびに経年変動と比較して検討する。また 91 年 6~7 月に行われた 3 週間 GRATMAC 観測で得られたデータの解析において、エコーパワーのスペクトル幅から拡散係数を推定する方法と、エコーパワー強度から求める方法とを比較して検討する。

2. 経年変動の解析

下部成層圏での  $K$ 、 $u$ 、 $v$ 、 $|\partial u/\partial z|$  および  $|\partial v/\partial z|$  の季節変動は、冬季に最大、夏季に最小になる年周期の傾向が年によらず見られるという点で一致する。これは水平風の強い季節・高度では、シアーも大きくなり、重力波の砕波が起こりやすくなって、 $K$  が大きくなるということを意味しているものと考えられる。実際の重力波の活動度の季節変動の傾向もこれを支持する。一方 18~30ヶ月周期のバンドパスフィルターを通して見た  $K$ 、 $u$ 、および  $|\partial u/\partial z|$  の経年変動は、位相的にはほぼ一致することがわかった。中間圏における  $K$  の経年変動については、周期 2~3 年程度の変動がみられるようでもあるが、分散も大きく不明瞭である。

3. 観測方法の検討

$K$  の推定方法としては他にエコーパワー強度から求める方法があり、それによると下部成層圏においてはスペクトル幅から求める方法と一致するが、上部対流圏においては夏季に最大、冬季に最大となり、スペクトル幅から求める方法 (但しこの方法では上部対流圏においてはデータの欠損が多く信頼度が薄い) と逆になる。上部対流圏におい

ては  $u$ 、 $|\partial u/\partial z|$  および  $|\partial v/\partial z|$  の季節変動は、冬季に最大、夏季に最小になる ( $v$  は必ずしもそうではない)。ここでは 3 週間連続観測データより、両推定方法によって  $K$  を求めその時間高度変化を比較し妥当性について検証する。  
4. まとめ

$K$  と  $u$  と  $|\partial u/\partial z|$  は、少なくとも下部成層圏においては、両方もとも準 2 年周期を含む。今後重力波の活動度を含めて詳細に吟味し中層大気における乱流の発生機構の解明の一助としたい。

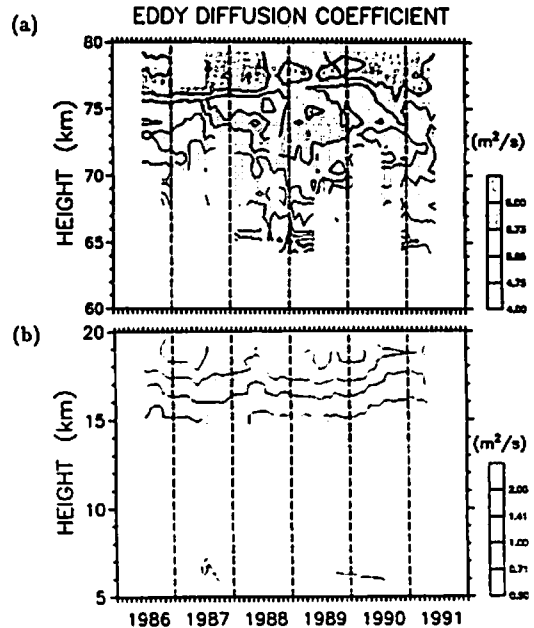


図 1: (a) 中間圏 (b) 上部対流圏~下部成層圏における 1986~91 年の鉛直渦拡散係数の月中央値の 12ヶ月移動平均の季節高度変化図



○前川泰之<sup>1</sup>、深尾昌一郎<sup>2</sup>、山本衛<sup>2</sup>、山中大学<sup>2</sup>、津田敏隆<sup>2</sup>、加藤進<sup>2</sup> R.F.Woodman<sup>3</sup>  
1:大阪電通大 2:京大超高層 3:ヒカマルカ観測所

Distribution of Turbulent Scattering Intensities  
at VHF Band in the Equatorial Upper Stratosphere

○Y.Maekawa<sup>1</sup>, S.Fukao<sup>2</sup>, M.Yamamoto<sup>2</sup>, M.D.Yamanaka<sup>2</sup>, T.Tsuda<sup>2</sup>, S.Kato<sup>2</sup>, and R.F.Woodman<sup>3</sup>  
1:Osaka Electro-Commun.Univ. 2:RASC Kyoto University 3:Jicamarca Radio Observatory

Our previous studies have shown that the present Jicamarca VHF radar system equipped with high altitude resolution can detect very weak atmospheric echoes in the so-called "gap region" (30-60 km heights). In particular, the absence of cross-polarized array signals monitored simultaneously has proved that the "real" atmospheric echoes other than clutter are received. The echo in the gap region appears intermittently, and it has a thin or discrete structure in height. Therefore, a simple time average of the instantaneous echo power or spectral density does not necessarily lead to an exact estimation for the mean echo intensity at each height, but their time variation should be examined in a more statistical manner.

Figure 1 illustrate cumulative distributions of the echo intensities detected at representative heights from lower to upper stratosphere on each observational day. The echo power is represented by the signal-to-noise ratio, while the cumulative distribution is indicated by the time percentage in which the echo power exceeds each power level given by the abscissa. The ordinate is depicted by a normal scale. In this experiment, the standard deviation of the spectral noise fluctuation is about -15 dB for the 5 min average spectra. Hence, the echo power greater than -9 dB may have a sufficient reliability in view of the signal detectability above 6 dB. Note that Fig.1 shows similar slopes of the echo power above the -9 dB level, indicating common statistical properties of the normal distribution. Below -9 dB, to contrast, the slope becomes flatter, suggesting that the sample of echoes is not adequately accumulated due to lack of the signal detectabilities. Thus, the upper stratospheric echoes have much the same statistics in the time variation as the lower stratospheric echoes, provided that the sufficient signal detectabilities are maintained.

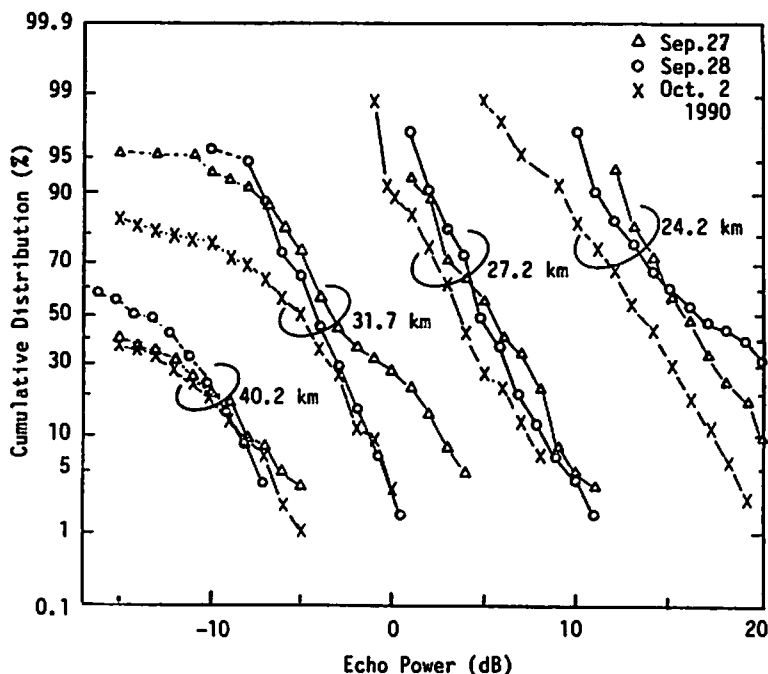


Fig.1 Cumulative distribution of the echo power from lower to upper stratospheric heights.

# B12-15 レーダーによる上部中間圏から下部熱圏における プラネタリー波の多点観測

堀 雅彦<sup>1</sup>、中村 卓司<sup>1</sup>、津田 敏隆<sup>1</sup>、深尾 昌一郎<sup>1</sup>、A. H. Manson<sup>2</sup>、R. A. Vincent<sup>3</sup>  
(<sup>1</sup>京大超高層、<sup>2</sup>サスカチュワン大学(カナダ)、<sup>3</sup>アデレード大学(オーストラリア))

## Simultaneous observations of planetary waves at mesopause region using radars

Masaki Tsutsumi<sup>1</sup>, Takuji Nakamura<sup>1</sup>, Toshitaka Tsuda<sup>1</sup>, Shoichiro Fukao<sup>1</sup>, A. H. Manson<sup>2</sup> and R. A. Vincent<sup>3</sup>  
(<sup>1</sup>RASC, Kyoto Univ., <sup>2</sup>Univ. of Saskatchewan, Canada, <sup>3</sup>Univ. of Adelaide, Australia)

Although several radar observations reported about the planetary waves with periods longer than 1 day around mesopause region, most of them are observed at a single observation site without any information on global structure, except for a few works on 2-day wave. We have been studying planetary waves using data obtained at Kyoto(35°N, 136°E), Adelaide(35°S, 138°E) and Saskatoon(52°N, 107°W) in 1983-1986. Figure 1 shows frequency power spectra of horizontal wind velocity at 90km during May-August in 1983-1985, where spectral peaks with periods of 16h, 1.3-day, 2-day and 5-day can be found as well as diurnal and semi-diurnal tides. Both 2-day and 16h wave are conspicuous in summer hemisphere, suggesting nonlinear interaction between atmospheric tides and 2-day wave.

上部中間圏から下部熱圏にかけての領域では重力波からプラネタリー波まで様々な周期の大気波動が同程度の振幅で観測されるのが特徴である。プラネタリー波はより短周期の波動にとっては背景風として働き、それらとの相互作用を引き起こしていると考えられている。上部中間圏から下部熱圏ではさまざまな周期をもつプラネタリー波が存在するが、とくに準二日周期波が卓越することが知られており理論的研究および多点観測から西進する波数が3の赤道反対称ロスビー重力波であると考えられている。しかし他の周期のものについては1地点における報告例はあるが十分な多点観測が行われているとは言えない。

本研究では京都(35°N, 136°E)の流星レーダー、アデレード(35°S, 138°E)およびサスカトゥーン(52°N, 107°W)のMFレーダーの1983年5月から1986年4月までの3年間の観測データを用い、様々な周期をもつプラネタリー波の緯度、経度方向における振幅と構造を主に周波数スペクトル解析により調べている。図1に高度90kmでの水平風速の5~8月(北半球の夏季)における自己スペクトル(1984~1986年の平均)を示す。一日および半日周期大気潮

汐波のほか、16時間、1.3日、2日、5日などの周期を持つ波動の存在がわかる。11~2月の結果と比較すると2日周期波は両半球ともに夏季において振幅が大きく、これまでの観測報告との一致が見られる。また16時間周期波も同様の傾向を示し16時間周期波が2日周期波と大気潮汐波の非線形相互作用に基づく(Manson and Meek, 1991)ことを示唆している。

またクロススペクトルの位相から卓越する波動の伝搬の様子を推定し波動の構造を推定できる。その際スペクトルの安定度を上げるために3年分のスペクトルを平均したが、コヒーレンスの値から卓越するプラネタリー波の周期を判断するのが困難であった。これは特定周期成分が常に卓越しているとは限らないことを示していると思われる。このためスペクトルの安定化は高度別のクロススペクトルの平均により行い、比較的短期間のデータをもとにして卓越波動の構造推定を行う予定である。

### 参考文献

Manson and Meek, Planet. Space. Sci., 38, 1431-1441, 1990

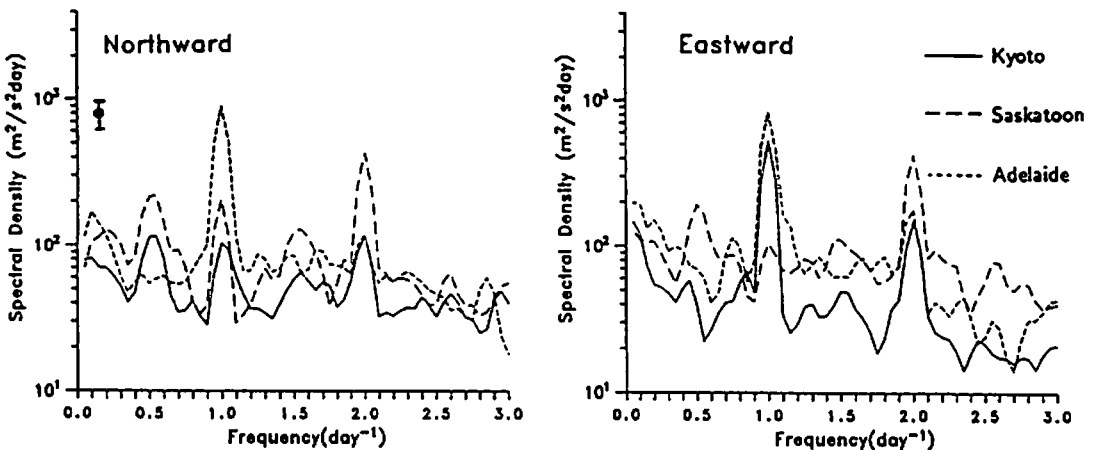


Fig.1 Frequency power spectra of horizontal wind velocity at 90km at Kyoto, Saskatoon and Adelaide for the interval May-Aug, mean values in 1983-1985. The error bar shows the uncertainty of plotted value.

阿保 真、長澤 親生 (東京都立大学・工学部)

The wavelike structure in the stratospheric aerosol layer observed by the lidar

Chikao NAGASAWA and Makoto ABO (Tokyo Metropolitan Univ.)

We have been continuously measuring Pinatubo volcanic aerosol profiles since July 1991 by a lidar. The aerosol have been spread over whole stratospheric region uniformly. We try to analyze the wavelike structure in the stratospheric aerosol layers for nights of August 1992.

1991年6月に噴火したPinatubo火山の噴煙は、成層圏中に大量に注入され現在でも散乱比で平常時の4倍程度の濃度で滞留している。我々はライダーにより1991年7月に最初の影響を捕えて以来、成層圏エアロゾルの夜間の観測を続けている。我々のライダー観測の主目的が中間圏Na層の観測にあり、副産物として成層圏エアロゾルのデータが得られるため、他のミー散乱ライダーによるエアロゾル観測とは異なり長時間のデータが蓄積されている。

噴火後1年を経て、初期のエアロゾル層がいわゆるパッチ状の構造をしていたのと異なり、高さ方向に均一化してきたと考えられる。図1は1992年8月25日の夜間30分ごとの散乱比に2kmのlow passフィルタリング処理をしたものである。これを見ると成層圏エアロゾル層が波状構造を持ち、夜間極めて安定していることが分かる。この波状構造を調べるために、噴火から1年以上経過した1992年8月25日から31日まで連夜の観測を試みた。その中から20時を中心にし、高さ30kmのライダーエコーが約500個/100m以上になることを目安とし約1時間のデータを積算した結果を、高さ方向に周波数分析を試みた。図2に8月25日から31日のそれぞれの日のスペクトルの山と谷の位置を示す。図3にこの期間の周波数分析結果の平均値を示す。

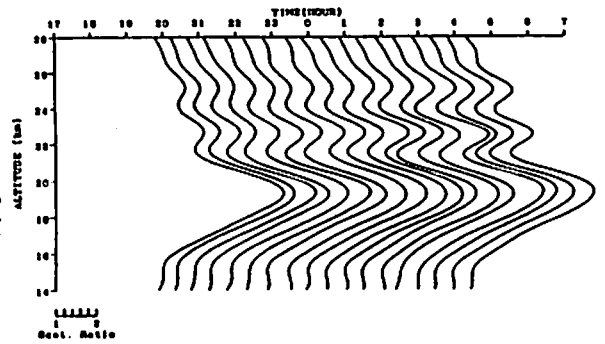


図1 成層圏エアロゾルのライダー観測例

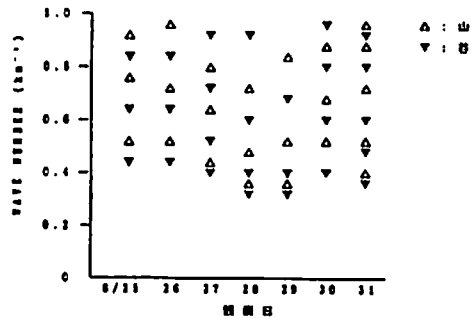


図2 高さ方向スペクトルの山と谷の変化

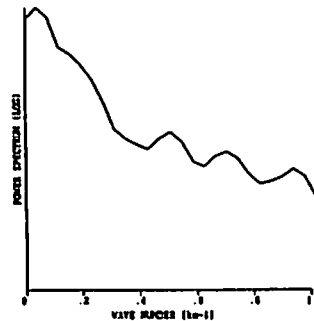


図3 成層圏エアロゾル層の高さ方向スペクトル(平均)

○長澤 親生、阿保 真（東京都立大学・工学部）

Lidar observations of mesospheric sodium layers

Chikao NAGASAWA and Makoto ABO (Tokyo Metropolitan Univ.)

Sodium density distributions have been measured over more than 75 nights since July 1991 at Tokyo Metropolitan University. Many examples of gravity waves have been observed in the sodium layers. A lot of sporadic sodium phenomena have appeared during sporadic E seasons as we had expected and a few abnormal enhancements of sodium layers have been observed.

1. はじめに 1991年夏から開始したライダーによる中間圏Na層の観測は、9月以降毎月最低2回の観測を行い、気象条件によって必ずしも終夜観測は行っていないが現在(1992年8月)まで総計75夜(約400時間)以上に及んでいる。

2. Na層の概要 観測されたNa層中において冬期には典型的な大気重力波構造が度々見られたが、春先から次に述べるスポラディックNa (Nas)層の出現が多くなることや、波動の乱れにより典型的な大気重力波の出現頻度は小さくなった。図1に密度の高さ方向積分量の季節変化を示す。ただし、Nas出現時間のデータは除いてある。11、12月に最大になり、5月に最小となっており、その比は約2倍である。これはMegie and Blamont(1977)が44°Nで観測した例やGardner et al.(1986)が40°Nで観測した例に比べて小さく、むしろSimonich et al.(1979)が23°Sで観測した結果に近いものである。

3. スポラディックNa層 スポラディックE (Es)層の多く出現する4月～8月の季節には、Nas層が多く出現することが確認できた。我々のライダー観測点の北東13kmに通信総研の国分寺イオノグラム観測点があるが、その電離層データのfoEs値との相関は必ずしも大きいとは言えなかった。

4. 異常増加 これまで3回(1992年4月26日,7月8日,8月20日)Na層の異常増加を観測した。これは上に述べたNas層と異なり、Na層の全体量が突然4倍以上に増加した。この時、流星雨や磁気異常は認められていない。

5. 今後の観測計画 10月からFeの定常的な観測を開始する予定であり、その後Caイオンの測定とNa層を利用した中間圏の温度測定を試みることを計画している。

#### 参考文献

- G.Megie and J.E.Blamont(1977),  
Planet.Space.Sci.,25,1093-1109  
C.S.Gardner et al. (1986),  
J.G.R.,91,13659-13673  
D.M.Simonich et al. (1979),  
J.G.R.,84,1543-1550

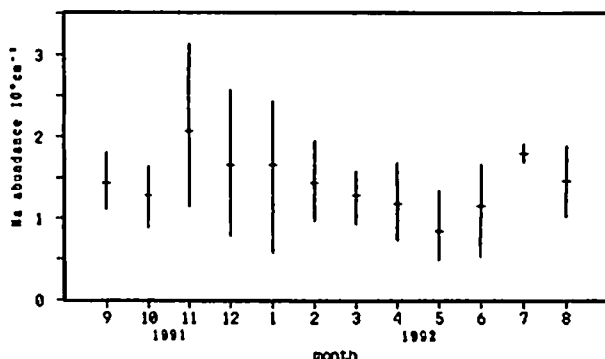


図1 Na密度高さ方向積分量の季節変化

# B12-PP-66 京都大学流星レーダーシステムの改良 インドネシア赤道域での観測に備えて

○中村 卓司、藤岡 直人、堤 雅基、津田 敏隆、深尾昌一郎  
(京大超高層)

## Improvement of Kyoto Meteor Radar System For Observations in Indonesia

Takuji Nakamura, Naoto Fujioka, Masaki Tsutsumi, Toshitaka Tsuda, Shoichiro Fukao  
(RASC, Kyoto Univ.)

Kyoto Meteor Radar was operated since 1977 at Shigaraki, Shiga prefecture, and provided us with many important information on the dynamics in the mesosphere and lower thermosphere. Recently, the transmitter and computer in this system has been improved and replaced for the observation in Indonesia, which will be carried out from November 1992. The replacement of transmitter and computer is carefully desinged to obtain a minimum MTTR (Mean Time To Recovery) for the continuous observation at the radar site abroad from Japan. A test observation at Shigaraki by this new meteor system has been succesfully carried out and showed good agreement with the simultaneous observation by the MU radar meteor observation.

京都大学流星レーダーは、1977年滋賀県甲賀郡信楽町にて観測を開始し、その後約10年間にわたって高度80km~110kmの中間圏、下部熱圏の風系、大気波動の貴重な観測データを提供してきた。その間、装置は改良を重ね、1983年5月からは1日24時間の自動運転により多量のデータを蓄積してきた。

さて、1990年より5年計画で進められている文部省科学研究補助金(創成的若手研究費)「西太平洋域における大気・海洋結合系のダイナミクスの観測」では、1992年11月よりインドネシア国ジャカルタ郊外のPUSPIPTEKに京都大学流星レーダーを移設して赤道域の中間圏・下部熱圏の観測を行う予定である。今回は、インドネシアでの観測に備えて、京都大学流星レーダーの送信器と計算機を新しいものと置き換え、1992年4月から8月までの間、信楽において試験観測を行ったので、その結果を報告する。

送信器(31.57MHz, 10kW)は、従来の真空管式のアンプをMRI用の半導体高周波アンプ(米国ENI社)に置き換え、真空管アンプでは、1カ月に1度必要であった終段の交換が不要となった。また、本高周波アンプは各種診断機能と計算機とのインターフェース機能を有しており計算機から送信器の動作の確認や制御が可能である。

計算機は従来のミニコンピュータHP-2108Aを2台のパーソナルコンピュータPC-9801DX(80286, 12MHz)に置き換えた。内1台はレーダーコントローラとして使用しIPPや受信器の動作タイミング等のリアルタイム制御、そして流星エコー検出、データのハードディスク(両PCからアクセス可)への取り込みを行う。他の1台はデータプロセッサとして働き、1日1回ハードディスク上の流星データを8mmテープに吸い上げる他、送信器の動作状況や電源電圧を常時監視する役割を果たし、送信器の異常時や電源電圧の低下時には必要な処置を行う。また、取得データのクイックバックを行う。

送信器は、5kWの出力の2台のアンプを並列運転しており、またPC部も同一装置を2台導入することにより、いずれか1台の装置が壊れたときにも他の1台で運転が可能

のようにシステム設計しており、メーカーのサービスの供給や修理部品の入手が困難な海外の観測地においても、故障発生時のMTTR(平均修理時間)を最小にして、連続観測の妨げにならないように考慮した。

本年8月には、MUレーダー(46.5MHz)の流星観測モードとの同時観測を行い、同一流星から得られた流星エコーの到来方向、ドップラー風速等の比較、を行い、また両者の観測で得られた風系の比較を行い流星レーダーシステムの動作のチェックを行ったが、結果は良好であった。また、8月には2日周期波が強くなっている様子が観測された。講演では、このようなシステムのキャリブレーションの状況や、4-8月の観測結果などを併せて報告する。

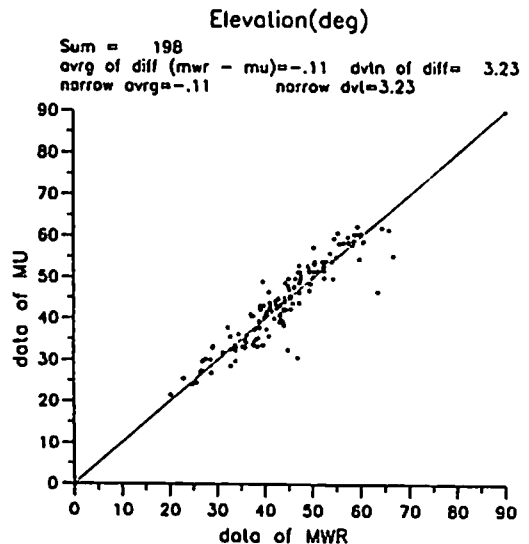


図1. Correlation of elevation angle measurement of meteor echoes received simultaneously by the MU radar (vertical axis) and Kyoto meteor radar (horizontal axis) on August 1, 1992.

# B12-PP-67 国立環境研レーザライダーで観測された 中層大気重力波の活動度の季節変動

○村山泰啓<sup>1</sup>、津田敏隆<sup>1</sup>、R. Wilson<sup>2</sup>、  
中根英昭<sup>3</sup>、林田佐智子<sup>3</sup>、杉本伸夫<sup>3</sup>、松井一郎<sup>3</sup>、笹野泰弘<sup>3</sup>  
1. 京大超高層 2. パリ大学、仏 3. 国立環境研

## Seasonal Variation of Gravity Wave Activity in the Middle Atmosphere Observed with Rayleigh Lidar of NIES

Y. Murayama<sup>1</sup>, T. Tsuda<sup>1</sup>, R. Wilson<sup>2</sup>,  
H. Nakane<sup>3</sup>, S. Hayashida-Amano<sup>3</sup>, N. Sugimoto<sup>3</sup>, I. Matsui<sup>3</sup>, Y. Sasano<sup>3</sup>  
1. RASC, Kyoto University 2. University of Paris, France 3. NIES

The atmospheric density and temperature in the upper stratosphere and the mesosphere have been observed in 1990 and 1991 with the Rayleigh lidar of NIES, Tsukuba, Japan. We studied seasonal variation of  $E_p$  in the middle atmosphere by estimating the potential energy of gravity waves,  $E_p$ , from the density data.  $E_p$  in the upper stratosphere showed annual variation with winter maximum. The monthly mean values in January–May and in September–December agreed with and were several times larger than the published results observed in France, respectively.

上方伝搬して中間圏界面付近に達する重力波の中層大気中の伝搬過程を知るために上部成層圏・下部中間圏観測が必要であるが、大気観測用レーザライダーによって、従来困難であったこの高度領域の大気密度・温度の連続的な観測が可能となった。本研究では、国立環境研究所(つくば、36°N、140°E)のレーザライダーで1990年1月–1991年12月の期間に観測された温度・大気密度プロファイルから上部成層圏・下部中間圏中の重力波エネルギーを推定し、季節変動を調べた。

本研究では、波長351 nmのレーザー光の大気分子によるレーザ散乱光を観測し、中層大気中の大気密度および温度のプロファイルを求めた。密度 $\rho$ の1時間平均値とその鉛直スケール1–15 kmの変動分 $\rho'$ から、32–47 kmと47–62 kmの2つの高度範囲について重力波のポテンシャルエネルギー $E_p (= 1/2 \cdot [g/\bar{N} \cdot (\rho'/\bar{\rho})^2])$  ( $g$ は重力加速度、 $\bar{N}$ はプラントサイアラ周波数)を求めた。

上部成層圏(32–47 km)の結果を図に示す。Wilson et al. [1991](以下WCH)の仏国内でのライダー観測結果(破線は44°N、6°E、一点鎖線は44°N、1°Wでの結果)もあわせて示す。 $E_p$ は冬に極大となる1年周期変動を示しているが、これはWCHによる成層圏中およびMUレーダーによる下部成層圏中の重力波活動度にも見られる特徴である。 $E_p$ の各月平均値は1–5月には3–8 J/kgで、WCHの結果とほぼ同じ値であるが、9–12月の値はそれに比べて約1.5–5倍と大きくなっている。ここでは示さないが、下部中間圏(47–62 km)の値もWCHによる結果より数倍以上大きくなる場合があった。

以上の結果とWCHとの定量的な差を考えると、観測地の緯度・地理的状況の違いを考慮に入れる必要があると思われる。

参考文献  
Wilson, R., M.L.Chanin and A. Hauchecorne, J. Geophys. Res., 96, 5169–5183, 1991.

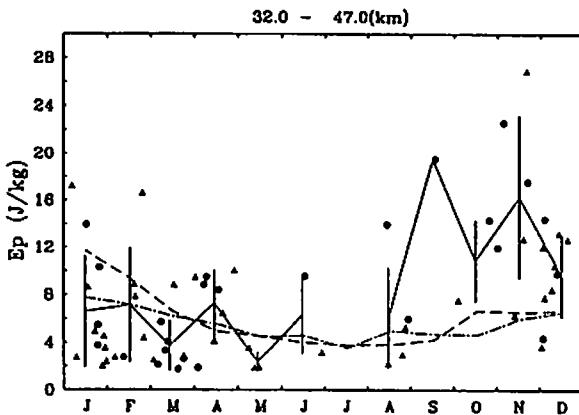


Figure: Seasonal variation of potential energy of gravity waves at 32–47 km by Rayleigh lidar of NIES, Tsukuba. Closed circle and triangle are the daily mean values of the energy in 1990 and 1991, respectively, solid line with vertical bar indicating monthly mean values and standard deviations. The lidar results in France [Wilson et al., 1991] are also shown by dashed and dot-dashed lines (see text).

# GEOTAIL

oral: B31-01~11

poster: B31-PA-07~13

座長 早川 基 (宇宙研)  
山本達人 (宇宙研)

西田 篤弘 (宇宙科学研究所)

### GEOTAIL: A New Era of Magnetotail Research

#### A. Nishida (ISAS)

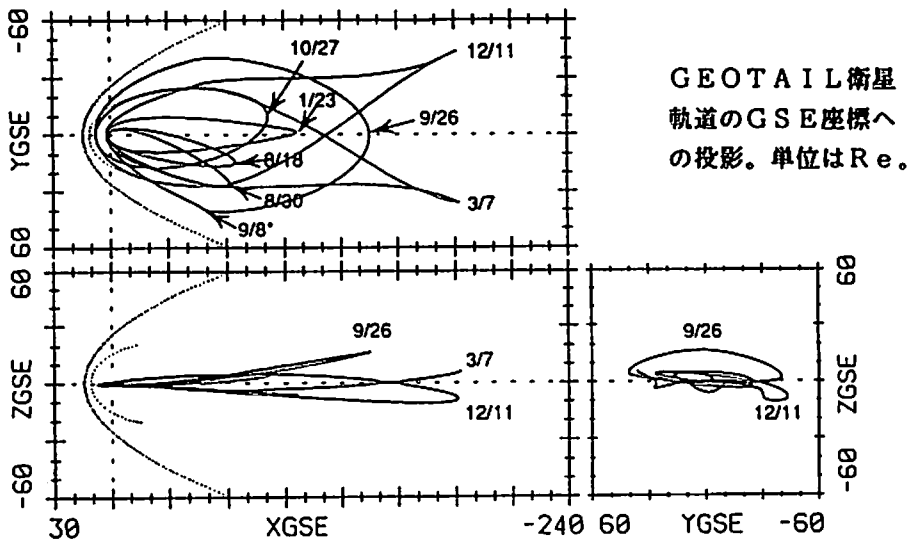
GEOTAIL衛星は本年7月24日に米ケネディ宇宙センターから打ち上げられた。この衛星計画の主要目的は磁気圏尾部の構造とダイナミクスの研究であり、あわせて磁気圏境界領域における相互作用過程や定在衝撃波の研究をもめざしている。宇宙科学研究所が衛星の開発と観測機器の約2/3を担当し、米側はデルタII型ロケットによる打ち上げと観測機器の約1/3を担当した。観測機器と主任研究者を付表に記す。

項目	主任研究者 (PI)
磁場	国分 征 (東大理)
電場	鶴田浩一郎 (宇宙研)
プラズマ	向井 利典 (宇宙研)
プラズマ	L. A. Frank (Univ. Iowa)
粒子	道家 忠義 (早稲田大)
粒子	D. J. Williams (APL)
波動	松本 紘 (京大RASC)

打ち上げ後約2年半の間GEOTAIL衛星は二重月スイングバイの手法によって遠尾部の探査を行い、その後(94年秋以降)は8x30Reの軌道で近尾部の探査を行なう。付図は来年4月までの軌道を示す。リアルタイムのデータ取得は白田で、また記録モードデータの取得はDSNで行なわれる。

本格的な観測は9月8日深夜の最初の月スイングバイ以降に開始されたが、それ以前の予備的な観測によっても既に予想を上回る多様な現象が見いだされている。プラズマ、粒子、磁場、波動などの項目で見ても、同じ状態が約10分以上続いて観測されることは稀である、という印象を受ける。尾部のプラズマは渦巻き、尾部の構造は刻々と変化している。サブストームとよばれる大規模な擾乱のほかに、さまざまな変動現象がある。

今回の学会では、打ち上げ後約2ヵ月の間に得られた情報に基づいて、いくつかの講演が尾部の物理への新たな挑戦の前触れを行なう。





# B31-02 GEOTAIL 電場計測機(EFD)の初期運用状況報告

○鶴田 浩一郎(宇宙科学研究所) 早川 基(宇宙科学研究所) 中村 正人(宇宙科学研究所)  
岡田 敏美(富山県立大) 松岡 彩子(宇宙科学研究所) 小原 隆博(宇宙科学研究所)  
及び GEOTAIL EFD 班

Start up operation of the Electric Field Experiment onboard GEOTAIL

K. Tsuruda (ISAS), H. Hayakawa (ISAS), M. Nakanura (ISAS), T. Okada (Toyama Pref. Univ.),  
A. Matsuoka (ISAS), T. Obara (ISAS), and GEOTAIL EFD team

Initial turn on of the Electric Field Detector (EFD) onboard GEOTAIL was successfully carried out in August and September 1992. The EFD consists of double probe electric field detector, electron beam BOOMERANG electric field detector and indium ion emitter to neutralize the charging of the spacecraft by the electron beam. The initial operation includes turn on of the low voltage circuits, deployment of probes, activation of electron gun cathodes, emission test of indium ion sources, and turn on of high voltage circuits in the electron detector block. All these operations ended normally and setting up of the instrument to start measurement of the electric field is under way. This paper reports a preliminary result of the initial operation of EFD.

GEOTAIL 搭載の電場計測機 EFD の概要と初期の立ちあげ試験の結果を報告する。EFD は電場を計測するために二つの方式を採用している。一つはダブルプローブでありもう一つは電子ビームを使ったブーメラン方式の計測器である。ダブルプローブは直径 106 mm の球をプローブとするものと単にワイヤーをプローブにするものの 2 種類であるがともに 100メートルの間隔で電場を計測する。GEOTAIL の軌道ではプラズマの密度が大変低くプローブによる電場計測は多くの技術的困難が予測されていた。初期の試験でも衛星本体、プローブ回りの光電子の効果が大きく電場を正しく求めるためにはデータ処理の方法について幾つかの試験を更に続ける必要があることがはっきりした。GEOTAIL の場合には幸いなことに衛星の電位や衛星回りの光電子を制御する手段として、イオンビーム、電子ビーム、プローブバイアス電流が使用出来るため今後はこれらの手段を使ってデータ処理の方法を開発していくことになる。

電子ビームブーメラン法はダブルプローブについて予測された上の問題点を補完する目的で開発されたものであり、電子ビームがいろいろなプラズマ不安定によって散乱されずに戻ってくるならばより信頼性の高い電場の計測が可能となるはずである。本予稿を書いている現時点ではブーメラン法を実施する上で必要となる各エレメントの試験が以下のとうりに終了した段階である。

- 1) 電子銃: 4個ある電子銃のカソードの機上での活性化が終了し、十分な電子ビーム電流が放出できること、更に電子ビーム放出に伴う衛星の電位上昇をイオンビームで中和しなければ衛星電位によって加速された周囲の電子が検出されることが確認された。
- 2) イオン銃: インジウムイオンを電界電離で放出するイオン銃とこのバックアップとして搭載している熱電離のリチウムイオン銃とも正常に動作し、通常は回りのプラズマにたいして5-60ボルトある衛星電位をほぼ数ボルト近くまで制御できることが確認できた。これによって他の搭載機器にたいして、危害を加えることなく電子ビームの放出が行えることがはっきりした。
- 3) 検出器: 半球型の静電分析器を基本とした検出器である。正常な動作が確認されている。

# GEOTAIL 衛星搭載ブーメラン法電場計測機 (EFD-B)

## B31-03

### の初期運用報告

°早川基、鶴田浩一郎、中村正人  
宇宙科学研究所

#### Initial operation of the Electric Field Detector using Boomerang method onboard GEOTAIL

°H. Hayakawa, K. Tsuruda, and M. Nakamura  
The Inst. of Space and Astron. Sci.

Both activation of the electron gun cathodes and initial turn on of the high voltage power supply for the Electric Field Detector using Boomerang method (EFD-B) onboard GEOTAIL was successfully carried out in late August 1992. During the activation of the electron gun cathodes when beam current was  $80 \mu\text{A}$  with beam energy of  $100 - 500\text{eV}$ , potential change of the satellite up to the beam energy was observed by the detector. However when the beam current was  $\sim 3 \mu\text{A}$  with beam energy of  $500\text{eV}$ , we did not found such large potential change. In addition to that, when we operate Indium ion emitter (EFD-IE) with beam current of  $10 \mu\text{A}$ , satellite potential is controlled  $\leq 5\text{V}$  regardless electron beam current up to  $10 \mu\text{A}$ . These facts assures that Boomerang experiment can be operated with other scientific instruments.

GEOTAIL に搭載されたブーメラン法を用いた電場計測機の初期運用試験の結果を報告する。8月末に電子銃のカソードの活性化及び高圧電源の投入を無事終了した。活性化を行っている最中にビーム電流  $80 \mu\text{A}$ 、ビームエネルギーを  $100 - 500\text{eV}$  でビームを打ち続けたところ、衛星の対プラズマ電位がビームエネルギー近くにまで上昇し、周辺プラズマ中の電子がビームエネルギー近くのエネルギーに加速をされ衛星に飛び込んでくること検出器によって観測された (図1)。しかしながら、ビーム電流  $3 \mu\text{A}$ 、ビームエネルギー  $500\text{eV}$  でビームを打ち続けたときにはこのような衛星電位の大幅な変動は観測されなかった。また、インジウムイオン銃を電流量  $10 \mu\text{A}$  で併用をすると、衛星の電位は少なくとも  $10 \mu\text{A}$  までの電子ビームに関しては常に  $5\text{V}$  以下に制御された。これらのことより数  $\mu\text{A}$  以下の電流値で実験を行なう限り、他の観測機器に対して危険な状況を生じさせずに実験を行なうことが出来ることが解った。現在は、本格実験を開始する前の基礎データ取りとして、磁気圏内の様々な領域でのバックグラウンドの測定を中心に行なっている。

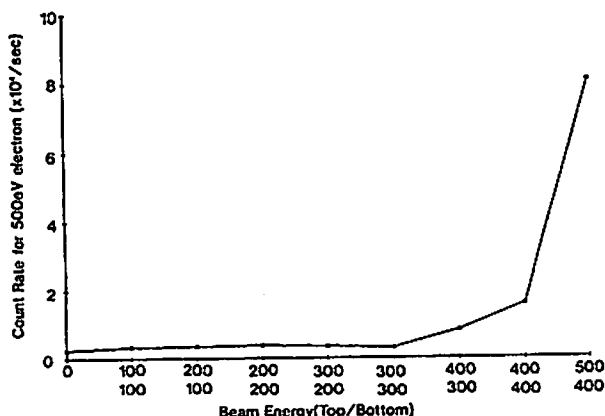


図1. 電子ビームのエネルギーを  $100 \text{ eV}$  から  $500 \text{ eV}$  まで変化させた時の  $500 \text{ eV}$  の電子のカウント数の変化を示す。横軸の数値は衛星上面 (上段) 及び下面 (下段) の電子銃から射出しているビームのエネルギーを現す (ビーム電流は共に  $\sim 40 \mu\text{A}$ )。

# B31-04

## GEOTAIL プローブ電場計測機(EFD-P)及びイオン銃 (EFD-IE)の初期運用

鶴田 浩一郎 (宇宙科学研究所) 早川 基 (宇宙科学研究所) 岡田 敏英 (富山県立大) 中村 正人 (宇宙科学研究所) 松岡 彩子 (宇宙科学研究所) 小原 隆博 (宇宙科学研究所) R. Schmidt (ESTEC) H. Arends (ESTEC) M. Foeringer (ARC) B. Narheim (NDRE).

Initial operation of the Electric Field Experiment by Double-Probe and Ion Emitter onboard GEOTAIL

K. Tsuruda (ISAS), H. Hayakawa (ISAS), T. Okada (Toyama Pref. Univ.), M. Nakamura (ISAS), A. Matsuzaka (ISAS), T. Obara (ISAS), R. Schmidt (ESTEC), H. Arends (ESTEC), M. Foeringer (ARC), and B. Narheim (NDRE)

Probe and wire antennas from Geotail were extended on Aug. 27, 1992. All the antennas were successfully deployed around 50m from the spacecraft surface. Vibration during the extension was within the expected range and ceased in 1 hour. Electric field measurement using these antennas started just prior to the antenna extension. After the completion of the extension, high voltage power supply for the bias current was turned on and now the whole EFD-P system is operated normally. We set several bias current level to get the Langmuir curve. Along this data, we have set optimum bias current level which put the probe potential close to the space plasma potential. Single probe data provides space craft potential against the space plasma. With the ion emitter (EFD-IE) operation, the spacecraft potential is close to the space plasma potential. This paper reports the characteristics of the probes, the spacecraft potential change with the ion emitter operation, and also show the initial results of electric field measurement by double probe technique.

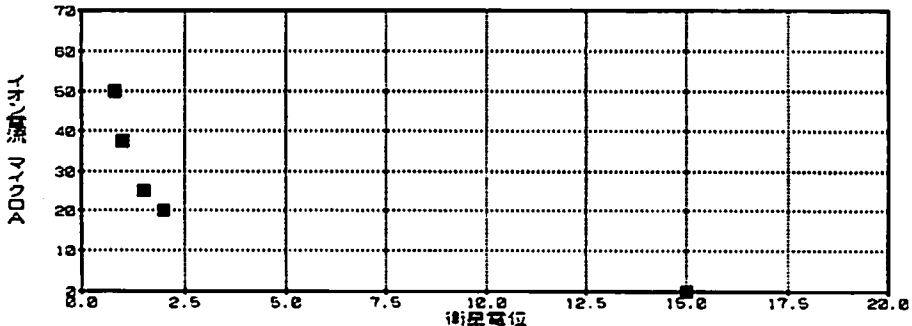
ジオテイルに搭載された電場観測器 (EFD) のうち、プローブを使った観測 (EFD-P) 及びイオン銃 (EFD-IE) の初期運用を報告する。

1992年8月27日、宇宙科学研究所はジオテイルに積まれた4本のアンテナの伸属に成功した。すべてのアンテナは衛星表面から約50m伸ばされ、伸属中の振動レベルは予想された範囲に収まった。EFD-PはPWI (波動観測器) と共に伸属直前に作動を開始し、伸属終了後バイアス電流を加えるため、高圧電源の投入を行った。全ての動作は正常で、この後バイアス電流を掃引してラングミュア特性を取得した。このデータに基づきプローブがプラズマポテンシャルに近い値を取るようなバイアス電流値 (数十nA) をプローブに加えている。プローブによって観測される電場の波形は衛星のスピンの同期しており、この事よりデータ取得も正常であることが確認できた。

シングルプローブは衛星とプローブの間の電位を測っており、プローブがバイアス電流の印加によりプラズマのポテンシャルに近い値を保っているため、衛星の帯電 (対プラズマポテンシャル) データを与えている。この値はローブで数十ボルト、プラズマシートの中で10ボルト程度である。このようなポテンシャルを衛星が保っているとき、EFDのサブシステムであるイオン銃 (EFD-IE) を作動させ5~50 $\mu$ Aのイオン電流を衛星から放出すると、衛星の帯電は0ボルトに近づく。この様子を図1に示す。これにより、電場及び粒子の観測中、EFD-IEを作動させ衛星の電位をコントロールすることにより、より良い観測が行われる可能性が示された。

本講演では、さらに観測された電場について発表を行う。

図1



# B31-05

## GEOTAIL 低エネルギー粒子観測 (LEP) 初期結果

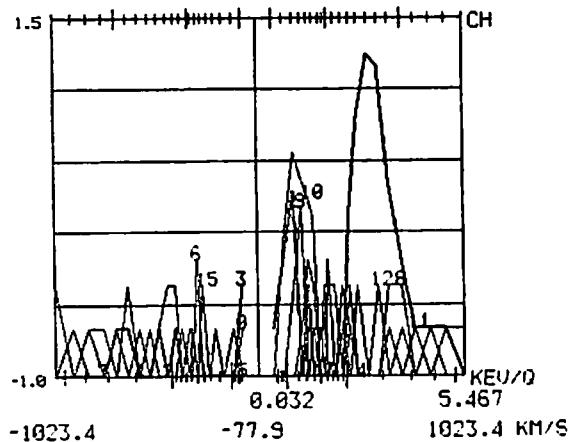
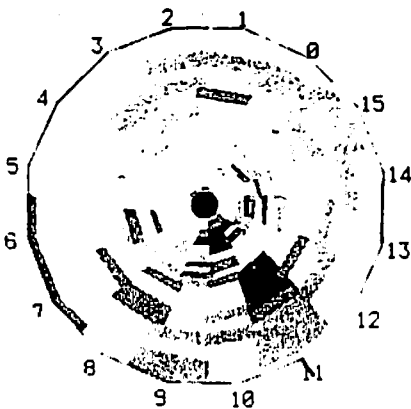
向井利典 (宇宙研)、町田忍 (宇宙研)、平原聖文 (東大理)、斎藤毅文 (宇宙研)  
寺澤敏夫 (東大理)、小原隆博 (宇宙研)、賀谷信幸 (神戸大)、江尻全機 (極地研)  
西田篤弘 (宇宙研)

### Initial Observations of Low Energy Particle (LEP) Experiment on GEOTAIL

T. Mukai (ISAS), S. Machida (ISAS), M. Hirahara (Univ. Tokyo), Y. Saito (ISAS)  
T. Terasawa (Univ. Tokyo), T. Obara (ISAS), N. Kaya (Kobe Univ.), M. Ejiri (NIPR)  
A. Nishida (ISAS)

The GEOTAIL satellite was successfully launched on July 24, 1992, by NASA DELTA-II Expendable Launch Vehicle. The low energy particle (LEP) experiment onboard GEOTAIL is designed to make comprehensive observations of plasma and energetic electrons and ions with fine temporal and parameter resolution in the terrestrial magnetosphere and in the interplanetary medium. The on-orbit operation test of LEP was conducted on August 17, 20 and 22 with good performance until it was suspended because of happening of latch-up in part of the electronics on August 22 unfortunately. Though the observation was made only for several hours in total on these days, we could fortunately get several new findings regarding plasma composition and plasma-sheet dynamics in the mid-distance ( $X = -40$  to  $-60R_e$ ) magnetotail [see also Hirahara et al., Saito et al., and Machida et al.].

One of the unexpected phenomena was an existence of cold ion beams flowing tailward at  $X \sim -40R_e$  in the lobe region. Figure 1 shows an example of raw data of the ion velocity distribution observed by the energy-per-charge analyzer. Two distinct peaks are evident. The energy and angular distributions and the ion composition data suggest that they are  $H^+$  and  $O^+$ , both flowing tailward and southward (toward the plasma sheet) at the same speed of  $\sim 100$  km/s. We conclude that the cold beams have originated from the polar ionosphere (polar wind and/or upflowing ion conics and beams) and are being convected in the lobe region toward the plasma sheet. On the way of convection they must also have been accelerated in order to reach the mid-distance tail lobe region.



# B31-06 地球磁気圏尾部における酸素イオンの観測

【GEOTAIL衛星搭載イオンエネルギー質量分析器の初期結果】

° 平原 聖文\*1 町田 忍\*2 斎藤 義文\*2 寺沢 敏夫\*1 向井 利典\*2

\*1 東京大学理学部地球惑星物理学科 \*2 宇宙科学研究所

## Observation of O<sup>+</sup> ion in the Earth's magnetosphere

### Preliminary Result of Ion Energy Mass Spectrometer onboard the GEOTAIL

M.Hirahara \*1, S.Machida \*2, Y.Saito \*2, T.Terasawa \*1, T.Mukai \*2

\*1 Department of Earth and Planetary Physics, the University of Tokyo, JAPAN

\*2 Institute of Space and Astronautical Science, JAPAN

The contribution of the ionosphere in supplying plasmas into the magnetosphere has been recognized prevalently based upon the spacecraft observations in the near-tail plasma sheet. Here, we report the preliminary results of O<sup>+</sup> ion measurements in the more distant (60 Re) magnetosphere by analyzing the data obtained with the ion energy mass spectrometer onboard the Geotail satellite. These observations indicate the supply or transport mechanisms of plasma with the terrestrial origin occurring in the magnetotail. The abundance ratios or flow directions of O<sup>+</sup> versus those of H<sup>+</sup> are also discussed.

地球磁気圏のプラズマが、プロトン・ $\alpha$ 粒子に代表される太陽風起源のものだけではなく、その組成からみて、電離圏から流れ出すプラズマにもその源泉を求めなければならないという認識は、GEOS、ISEE、あるいはAMPTE等の衛星観測結果に基づいて、既に広まっているが、これらは、電離圏起源のイオン組成の最大の特徴とも言えるO<sup>+</sup>の観測がその根拠となっている。また同時に、H<sup>+</sup>に対する存在比が地磁気活動度に依存する事も CDAW 6等の研究成果として報告されている。

しかし、これらの衛星はいずれも、比較的地球に近い20Re付近のプラズマシート中で観測を行っており、更に遠方である磁気圏尾部中での質量分析はGEOTAIL衛星による観測が初めてであり、そのデータは磁気圏中でのプラズマダイナミクスを知る上で、貴重であると言える。

本講演では、GEOTAIL衛星搭載のプラズマ粒子測定器であるLEPの一つであるイオンエネルギー質量分析器(LEP-MS)が測定を行った、1992年8月20日13:30~17:00UTにおける観測結果を用いて、磁気圏尾部60Re付近のプラズマシート中でのイオン組成を軸に議論を進める。

この期間、MSは公転面内に速度成分を持つイオンを1.7~2.5keV/eのエネルギー範囲で測定している。右下図にそのエネルギー・質量結果を示す。エネルギー測定器であるLEP-EAの同時観測によると、GEOTAIL衛星は、その軌道のほとんどをプラズマシート中に保っており、また、プラズマ流の方向が時間と共に様々に劇的な変化を示していると解釈出来る(斎藤、その他[本学会講演]を参照)ので、カウントの低いと思われるO<sup>+</sup>を捕捉すると言う目的で、ここでは、公転面に垂直なスピン軸回りの角度360度を、1時間にわたって積算を行った。H<sup>+</sup>、He<sup>2+</sup>、O<sup>+</sup>のピークカウント位置に対応すると予想されるエネルギー・質量関係を、打ち上げ前、詳細に行なった地上実験結果に基づき記入しているが、すべての測定エネルギーにわたってH<sup>+</sup>の位置に強いカウントを示している

のに加え、5~13keV/eのO<sup>+</sup>も確認出来る。

このO<sup>+</sup>は、上述した様に地球電離圏から流れ出したものであると考えるのが妥当であり、プラズマシートを構成する上で、地球に起源を持つ荷電粒子が、それに寄与している事を示すのみならず、磁気圏が電離圏からプラズマ粒子の供給を受ける範囲を特定する上でも重要な証拠となり得る。

講演では、エネルギー分析器からみた領域の違い、または、地磁気活動度によるO<sup>+</sup>の存在比の変化や、それらの流れの方向における関係、粒子が存在するエネルギー範囲の違い等を、これまでの地球近傍での観測との比較を含めて論ずる。

(参考文献)

Balsiger, et al., J.G.R., 1645, '80

Lennartsson, et al., J.G.R., 1243, '85

Lennartsson and Shelley, J.G.R., 3061, '86

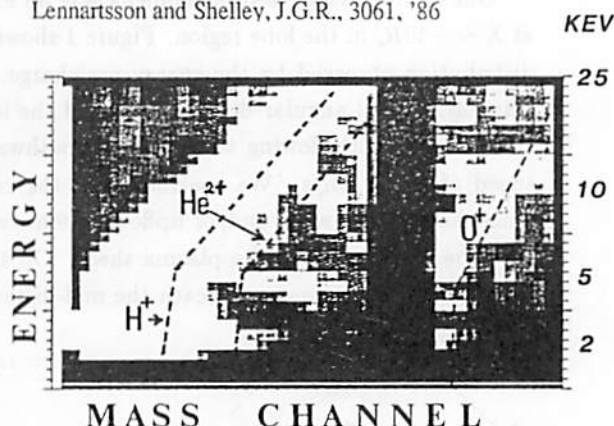


Fig. Average count image on energy-mass diagram obtained with the ion energy mass spectrometer on Geotail. Both the intense H<sup>+</sup> and faint O<sup>+</sup> cloud can be found.

## GEOTAIL 衛星搭載低エネルギー粒子観測器 (LEP) による プラズマバルク流の観測

◎ 斎藤 義文 (京大理/宇宙研) 向井 利典 (宇宙研) 町田 忍 (宇宙研) 平原 聖文 (東大理)  
寺沢 敏夫 (東大理)

### Rapid Variation of the Plasma Bulk Flow Direction Observed by Low-Energy Particle Analyzer on the GEOTAIL Satellite

Yoshifumi Saito (\*/\*\*), Toshifumi Mukai (\*\*), Shinobu Machida (\*\*), Masafumi Hirahara (\*\*\*)  
Toshio Terasawa(\*\*\*)

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

(\*\*) Institute of Space and Astronautical Science

(\*\*\*) Department of Earth and Planetary Physics, University of Tokyo

Rapid variation of the ion bulk flow direction was observed at  $X_{SE} \sim -60R_E$  by Low-Energy Particle analyzer(LEP) on the GEOTAIL satellite. The variation began about 10 minutes after the satellite observed fast ion flow in the PSBL and entered into the plasma sheet. When this variation was observed, the magnetic condition was very quiet. This variation of the bulk flow direction seems to have two components, namely the rapidly varying component of which the period is about 10 minutes and the more slowly varying component. Since this variation is three dimensional, it is difficult to explain it with the two dimensional models which were proposed in the past.

本年 7 月 24 日に打ち上げられた GEOTAIL 衛星には、磁気圏尾部におけるプラズマ粒子の加速現象、磁気圏尾部へのプラズマ粒子の侵入過程、磁気圏尾部のプラズマ構造などを調べる目的で、低エネルギープラズマ粒子観測器 (LEP) が搭載されている。打ち上げ約 1 カ月後の 8 月 17 日に観測を始めて以来現在までの所、8 月 17 日、20 日、22 日の 3 日間のデータが得られているが、今回は 8 月 20 日に得られたプラズマのバルク速度方向の変動について報告する。

8 月 20 日 GEOTAIL 衛星は  $X_{SE} \sim -60R_E$ 、 $Y_{SE} \sim 5R_E$ 、 $Z_{SE} \sim 0R_E$  の位置にあり、観測開始直後 (UT~13:00:00) は LOBE の中であつた。その後、イオンの高速流が観測される PLASMA SHEET BOUNDARY LAYER を経て、UT~13:50:00 頃 PLASMA SHEET に入った。その約 10 分後 (UT~14:00:00) からイオンのバルク流方向は激しく変動を始め、観測終了時 (UT~17:00:00) までこの変動が持続した。(Fig.1) この時期は、柿岡のマグネトグラムなどから磁氣的に静かな期間であつたことがわかり、観測の行われたテイルも静かな状態であることが期待されたが、バルク流の観測結果はこれと全く異なっている。変動が観測され始めてから約 1 時間の間 (UT14:00:00~15:00:00)、バルク流は主として地球方向でありそれ以後は主としてテイル方

向となつたが、それぞれの期間においてフロー方向が逆転する程の方向変化が起きている。フロー方向の変動は緩やかな変動成分に約 10 分の周期を持った比較的小さい振動成分が重なつたようなものと見ることが出来そうである。これらの変動をゆっくりと変化する 2 次元面内の振動で説明しようと試みたが、満足な結果は得られていない。このことは、バルク流方向の変動が本質的に 3 次元的なものである事を示しており、この現象を従来の 2 次元的な描像によって解釈することが困難である事を意味している。

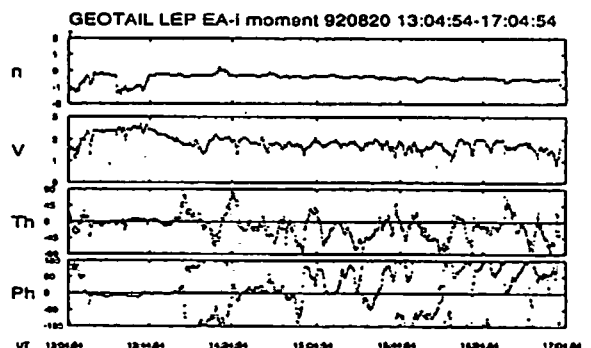


Fig.1

# B31-08

## GEOTAIL衛星搭載プラズマ計測器LEPでとらえた磁気圏サブストーム

町田忍(宇宙研)、向井利典(宇宙研)、斎藤義文(宇宙研)、平原聖文(東大理)、寺沢敏夫(東大理)、小原隆博(宇宙研)、長井嗣信(気象研)、西田篤弘(宇宙研)

### A Signature of the Magnetospheric Substorm observed with the Low Energy Particle (LEP) Instrument on GEOTAIL

S. Machida(ISAS), T. Mukai(ISAS), Y. Saito(ISAS), M. Hirahara(Univ. Tokyo), T. Terasawa(Univ. Tokyo), T. Obara(ISAS), T. Nagai(MRI), A. Nishida(ISAS)

An onset of the magnetospheric substorm has been observed with the Low Energy Particle (LEP) instrument aboard the GEOTAIL spacecraft around 12:12 UT on August 22, 1992 when the spacecraft was located at  $X \sim 40R_E$  in the center of the earth magnetotail. The event has started with highly anisotropic tailward flow of the accelerated electrons followed by energetic tailward ion flow. The hot electrons and ions of the plasma sheet which was in the background varied their density as a function of the spacecraft distance from the plasma sheet boundary. The accelerated electrons became earthward and tailward bi-streaming flow when the spacecraft approached to the center of the plasma sheet, while the fast ion was collimated tailward flow all the time during the high speed plasma event with the duration about 1 min. Characteristics of such high speed burst events during that substorm are investigated for three cases including the one observed at the time of the onset, examining the plasma data together with the energetic particle data obtained geosynchronous GMS-4 satellite.

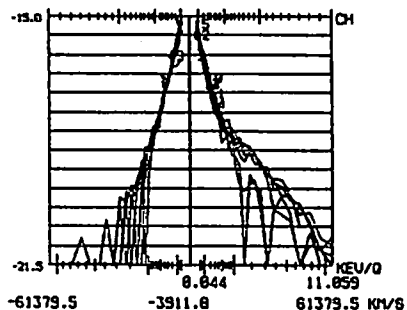
1992年8月22日12:12UTに科学衛星GEOTAILは地磁気座標 $X \sim 40R_E$ で真夜中の赤道面に位置し、磁気圏サブストームのオンセットを観測した。このイベントは地上のPi-2からもまた静止衛星GMS-4に於ける高エネルギー粒子フラックス増大からも確認する事ができた。

サブストームは、Tailに向かう加速電子の出現で始まり、10数秒後には、 $\sim 20keV$ にフラックスピークを持つTailに向かうイオンビームが観測された。電子、イオンともNear Earth Neutral Lineで加速された成分と考えられる。これらの加速成分の他に、プラズマシートに起源をもつと思われる高温電子イオンが観測されたが、この成分は、サブストームに関係なくプラズマシートと衛星の相対的な位置関係で特性が決まり、衛星がプラズマシートに接近するとともに、密度が増大する様に観測された。

衛星がプラズマシートとローブの間を数度にわたって行き来した事実から考えて、かなりプラズマシートの厚みが減少していたと推定できる。その様な状況の中にOverlapする様にして、加速電子およびイオンビームで特徴付けられる高速プラズマ流が上記のオンセット時の他、2度出現した。

加速電子の3次元的な速度分布関数を見るとプラズマシートの中心に近づくにつれてTailward成分に加えてEarthwardの加速電子(Bi-streamな分布)が現われたが、イオンについては、この様なBi-stream分布が観測されなかった。プラズマシートに起源をもつ背景(非加速)粒子は流体的に振る舞うのに対して、加速粒子は運動学的に扱う必要のある事を示唆している。

さらに、サブストームの発生に関わる地上のオンセット時刻や静止衛星GMS-4で観測した高エネルギー粒子フラックスの変化等とあわせてこの時発生したサブストームの時間発展の様子を報告する。



オンセット直後の加速電子の速度分布関数、右方がTailward

# B31-09 GEOTAIL によるプラズマ波動観測

— 速報 —

○松本 紘<sup>1</sup> 長野 勇<sup>2</sup> Roger R. Anderson<sup>3</sup> 橋本 弘康<sup>4</sup> 岡田 敏英<sup>5</sup>  
筒井 稔<sup>6</sup> 小嶋 浩嗣<sup>1</sup> 木村 登穂<sup>7</sup> PWI チーム

- 1) 京都大学 超高層電波研究センター 2) 金沢大学 工学部 3) アイオワ大学 4) 東京電機大学 工学部  
5) 富山県立大学 工学部 6) 京都産業大学 計算機科学研究所 7) 京都大学 工学部

## GEOTAIL Plasma Wave Observations: Preliminary Report

○Hiroshi Matsumoto<sup>1</sup> Isamu Nagano<sup>2</sup> Roger R. Anderson<sup>3</sup> Kouzo Hashimoto<sup>4</sup>  
Toshimi Nagano<sup>5</sup> Minoru Tsutsui<sup>6</sup> Hirotsugu Kojima<sup>1</sup> Iwane Kimura<sup>7</sup> PWI Team

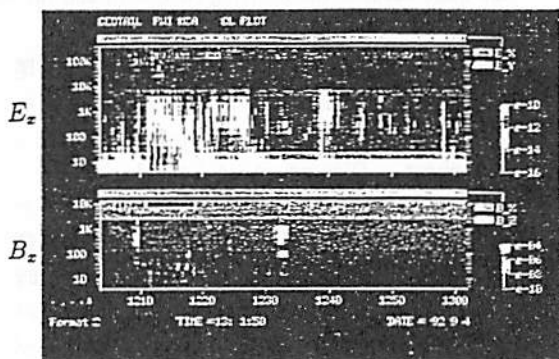
- 1) Kyoto Univ., RASC 2) Kanazawa Univ. 3) Univ. of IOWA 4) Tokyo Denki Univ.  
5) Toyama Prefectural Univ. 6) Kyoto Sangyo Univ. 7) Kyoto Univ.

In order to meet the scientific goals of the GEOTAIL spacecraft, the Plasma Wave Instrument (PWI) takes the role of measuring plasma waves in the frequency range from 5Hz up to 800kHz. The PWI is composed of three different sets of receivers. They are (1) the Sweep Frequency Analyzer (SFA), (2) the Multi Channel Analyzer (MCA), (3) the Wave Form Capture (WFC). The first two receivers are dedicated to the measurement of wave spectra, while the last is used to measure wave forms from five different antennas simultaneously. We will introduce the function of PWI and summarize the PWI initial observation results in the geomagnetic tail region.

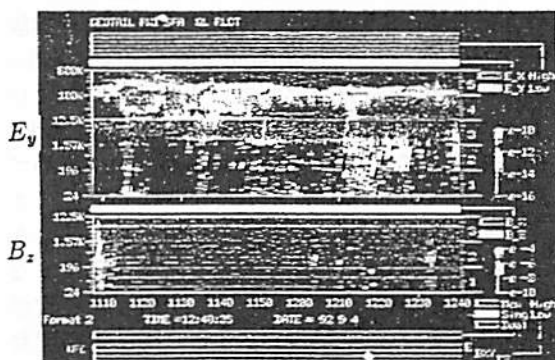
地球磁気圏尾部の探査を目的とする科学衛星 GEOTAIL が1992年7月24日にケネディ宇宙センターより打ち上げられた。我々は、この GEOTAIL にプラズマ波動を観測する観測装置 PWI(Plasma Wave Instrument) を搭載し、現在順調に観測がすすめられている。PWI は、電界測定用センサーとしての2本の100m ダイポールアンテナ、磁界測定用としての3軸サーチコイルをもち、それぞれが PWI を構成する受信器に接続されている。

PWI は、Sweep Frequency Analyzer(SFA)、Multi Channel Analyzer(MCA)、Wave Form Capture(WFC)3種類の受信器から構成されている。SFA と MCA はスペクトル受信器であり、前者は周波数分解能を優先させているのに対し、後者は時間分解能を優先させており、相補的に用いる。観測周波数は、SFA で、電界 24Hz~800kHz、磁界 24Hz~12.5kHz、MCA で電界 5.62Hz~311kHz、磁界 5.62Hz~10kHz である。WFC は、観測した波形そのものを地上へ伝送するもので、高速サンプリングして一旦オンボードのメモリへ蓄えそれをゆっくり地上へ伝送する Memory mode と低速サンプリングしたデータをそのまま直接地上へ伝送する Direct mode とがある。Memory mode では電界2成分、磁界3成分を同時に測定することができる。観測周波数範囲は Memory mode で 10Hz~4kHz、Direct mode で 10Hz~640Hz(1ch のみ)、あるいは 10Hz~320Hz(2ch 同時) である。

これらの受信器を用いた観測は、電界アンテナ伸長直後より始められており、すでに、AKR、Continuum Radiation、BEN、電子サイクロトロン高調波、Lions Roar など観測されている。



MCA Quick Look



SFA Quick Look



GEOTAIL 軌道における 'spike' の計算機実験による解析

○松原 正季 松本 紘 大村 善治 小嶋 浩嗣  
 京都大学 超高層電波研究センター

Analyses on electrostatic 'spike' near the GEOTAIL orbit  
 by computer experiments

○Masaki MATSUBARA Hiroshi MATSUMOTO Yoshiharu OMURA Hirotsugu KOJIMA  
 Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

The GEOTAIL, the Japanese scientific spacecraft, was launched successfully in July of this year. This spacecraft is expected to explore mainly the Geomagnetic tail region, and the geomagnetic boundaries such as the Magnetopause, the Magnetosheath, the Plasma sheet and the Foreshock. The plasma parameters of these regions have not been understood clearly, because little observation has been made in these regions especially over 20Re. Therefore the observations of the GEOTAIL are highly expected. Before the GEOTAIL observations, we have performed computer experiments of typical parameters near the Geomagnetic tail region and we found electrostatic 'spikes' which are thought to be one of the cause of the Broad band Electrostatic Noise (BEN). The natures of 'spike' are 1: Electric field energy changes rapidly ( $\sim \frac{1}{3}Tpe$ ) and widely. 2: Electron thermal energy has an anti-correlation to electric field energy. 3: 'Spike' becomes more steepy when the observing systemlength is shorter to the debye length extent. In this lecture we will discuss the basic natures, the occurring conditions and the mechanisms of this 'spike' and moreover the relations to BEN.

本年7月に打ち上げられた、わが国の磁気圏尾部探査衛星 GEOTAIL は、地球磁気圏の尾部を中心として、Magnetopause、Magnetosheath、Plasma sheet、Plasma sheet boundary layer、Foreshock などの磁気圏構造の境界域を次々と探査する予定である。特に 20Re を越える尾部領域での観測は従来殆んどなされていない上に、時間的に定常ではないので、はっきりとした物理パラメータも未知であり、GEOTAIL の観測成果が大きく期待されている。

GEOTAIL の観測に先駆け、磁気圏尾部における特徴的な物理パラメータについて計算機実験を行ったところ、Broad band Electrostatic Noise (BEN) の原因の一つではないかと考えられている、静電的な 'spike' が見いだされた。この 'spike' の性質としては、1: 電場のエネルギーが極めて短時間のうちに ( $\sim \frac{1}{3}Tpe$ ) 大きく変動する 2: 背景電子の運動エネルギーと相反的な関係にある 3: 観察するシステム長がデバイ長程度になるにつれ急峻になる 等がある。Fig.1 に、電場のエネルギーと背景電子のエネルギーの時間発展を、Fig.2 に、'spike' の発生している時間における電場の実波形を示す。

本講演では、この 'spike' の基本的性質、発生条件、発生メカニズムについて述べ、さらに実際に観測されている BEN との関係にまでふれる。

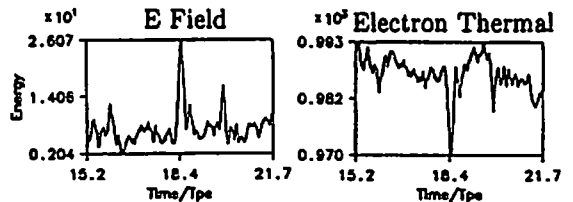


Fig. 1: Time evolutions of electric field energy and electron thermal energy.

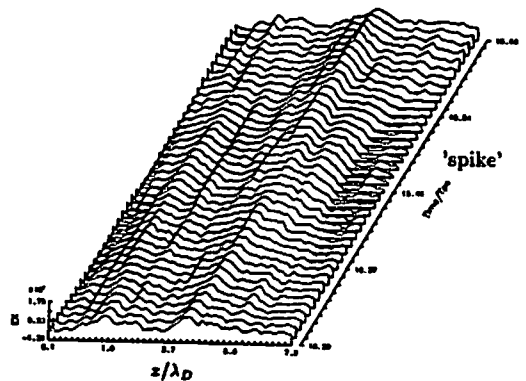


Fig. 2: Time evolution of electric field around 'spike'.

# B31-11

## GEOTAIL ダイポールアンテナにおける光電子放出

°筒井 稔<sup>1</sup> 小嶋浩嗣<sup>2</sup> 岡田敏実<sup>3</sup> 長野 勇<sup>4</sup> 松本 敏<sup>2</sup> PWIチーム  
1) 京都産業大 2) 京大・超高層 3) 富山県立大 4) 金沢大

### Photoemissions from GEOTAIL Dipole Antennas

°M. Tsutsui(Kyoto Sangyo Univ.), H. Kojima(Kyoto Univ. RASC)  
T. Okada(Toyama Prefectural Univ.), I. Nagano(Kanazawa Univ.)  
H. Matsumoto(Kyoto Univ. RASC), and PWI team

An Effect of inbalanced photoemissions from dipole antennas of the GEOTAIL spacecraft is studied from Wave Form Capture (WFC) data of Plasma wave instruments (PWI).

宇宙空間において、特に超低周波波動を観測する場合、ダイポールアンテナの両素の影響を把握しておき、観測された波形データからその効果を差し引く必要がある。GEOTAILの初期運用において、図に示すような波形データが得られた。そこにはアンテナ素子に及ぼす衛星スピンの同期した衛星の影による光電子放出の違いによる影響が見られている。本研究では今後の観測波形データの解析において、この影響を差し引く為に、アンテナ素子における太陽光線の遮蔽領域を調べ、放出光電子電流値を具体的に見積

り、宇宙空間環境におけるアンテナとその入力部の電気的等価回路を考慮し、検出されたアンテナ素子間の電位差の時間変化の妥当性を示す。

### 参考文献

- [1] Grard, R.J.L., Properties of the Satellite Photoelectron Sheath Derived from Photoemission Laboratory Measurements, J. G. R., Vol. 78, 2885, 1973.

## GEOTAIL PWI WFC



# B31-PA-07 GEOTAIL 搭載磁力計による磁気圏尾部探査 - 1 - システム及び初期観測結果概要 -

○國分征<sup>1</sup>、山本達人<sup>2</sup>、林幹治<sup>1</sup>、塩川和夫<sup>3</sup>、亀井豊永<sup>4</sup>、利根川豊<sup>5</sup>、遠山文雄<sup>5</sup>、M.H. Acuna<sup>7</sup>  
河野英昭<sup>1</sup>、湯元清文<sup>3</sup>、飯島健<sup>1</sup>、桜井享<sup>3</sup>、福西浩<sup>6</sup>、西田篤弘<sup>2</sup>、D.H. Fairfield<sup>7</sup>

1:東大理、2:宇宙研、3:名大STE研、4:京大理、5:東海大、6:東北大理、7:NASA/GSFC

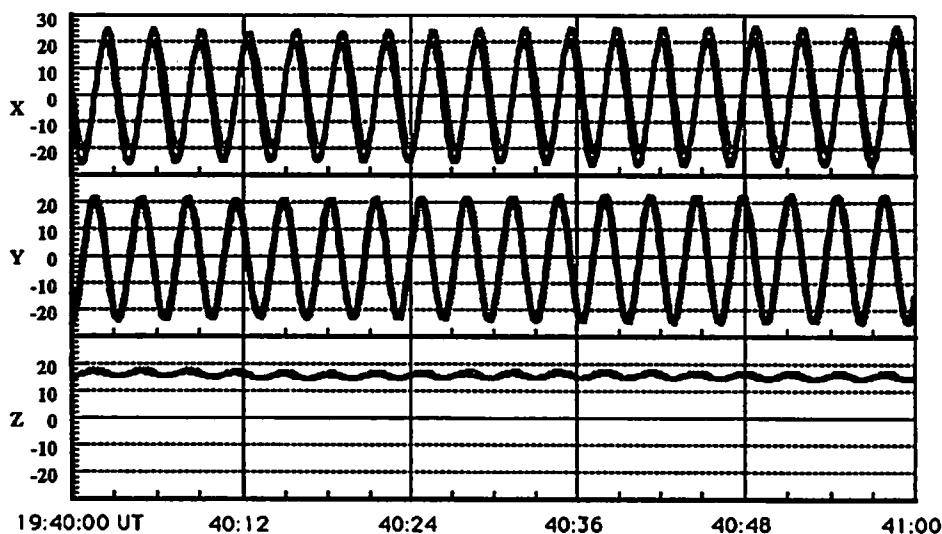
## Magnetic Field Measurements on GEOTAIL

S.Kokubun<sup>1</sup>, T.Yamamoto<sup>2</sup>, K.Hayashi<sup>1</sup>, K.Shiokawa<sup>3</sup>, T.Kamei<sup>4</sup>, Y.Tonegawa<sup>5</sup>, F.Tohyama<sup>3</sup>  
M.H.Acuna<sup>7</sup>, H.Kawano<sup>1</sup>, T.Sakurai<sup>3</sup>, T.Iijima<sup>1</sup>, K.Yumoto<sup>3</sup>, H.Fukunishi<sup>6</sup>, A.Nishida<sup>2</sup>, D.H.Fairfield<sup>7</sup>

1: Univ. Tokyo, 2: ISAS, 3: STE Lab./Nagoya Univ., 4: Kyoto Univ., 5: Tokai Univ., 6: Tohoku Univ., 7: NASA/GSFC

The primary scientific missions of GEOTAIL aim at the understanding of physics of plasma acceleration processes in the magnetotail and of influx of the solar wind energy into the magnetosphere. The magnetic field team will contribute to the mission by measuring magnetic field variations in the frequency below 50 Hz. The subsystem for magnetic field measurements (MGF) consists of dual three-axis fluxgate magnetometers and a three axis search coil magnetometer. Triad fluxgate sensors (outboard and inboard sensors) were installed at the end and the middle (44 from the satellite body) of a 6 m deployable mast. This configuration will allow the inflight and real time estimation of the spacecraft field and also provide redundancy of measurements. Three search coils were mounted approximately 1/2 way out on another 6 m boom together with search coils for VLF wave measurements in the PWI system.

We have confirmed healthy status of magnetometers by the initial test before the extension of the masts. The mast for the fluxgate magnetometer sensors (FMST) was successfully made on September 4, 1992. Continuous measurements will be in operation from September 6. We will report on the initial results from observations in the deep tail and of magnetopause.



1992年9月4日に観測されたフラックスゲート磁力計の生データ。  
実線はOutboard,ハッチされた線はInboardのデータである。

# B31-PA-08 GEOTAIL搭載磁力計による磁気圏尾部探査- 2 - 観測磁場データ処理 (速報) -

山本達人<sup>1</sup>、國分征<sup>2</sup>、林幹治<sup>2</sup>、塩川和夫<sup>3</sup>、亀井豊永<sup>4</sup>、利根川豊<sup>5</sup>、遠山文雄<sup>5</sup>、M.H. Acuna<sup>7</sup>  
河野英昭<sup>2</sup>、湯元清文<sup>3</sup>、飯島健<sup>2</sup>、桜井享<sup>5</sup>、福西浩<sup>6</sup>、西田篤弘<sup>1</sup>、D.H. Fairfield<sup>7</sup>

1:宇宙研、2:東大理、3:名大STE研、4:京大理、5:東海大、6:東北大理、7:NASA/GSFC

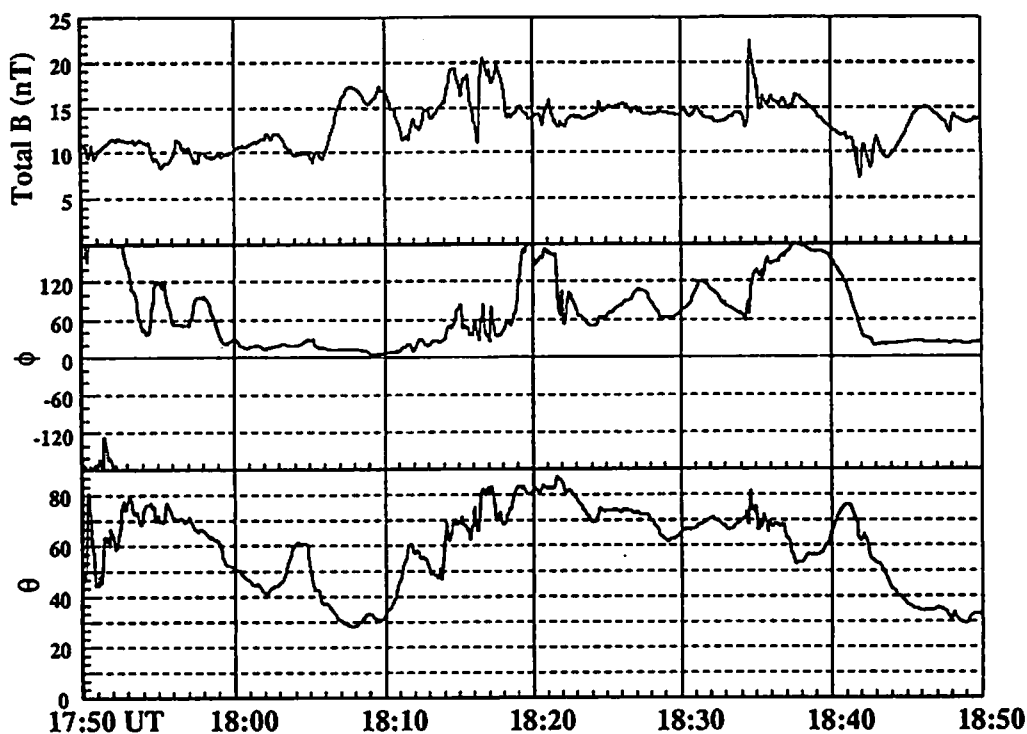
## Initial Report on Magnetic Field Observations in the Magnetotail From GEOTAIL

T.Yamamoto<sup>1</sup>, S.Kokubun<sup>2</sup>, K.Hayashi<sup>2</sup>, K.Shiokawa<sup>3</sup>, T.Kamei<sup>4</sup>, Y.Tonegawa<sup>5</sup>, F.Tohyama<sup>3</sup>  
M.H.Acuna<sup>7</sup>, H.Kawano<sup>2</sup>, K.Yumoto<sup>3</sup>, T.Iijima<sup>1</sup>, T.Sakurai<sup>3</sup>, H.Fukunishi<sup>6</sup>, A.Nishida<sup>2</sup>, D.H.Fairfield<sup>7</sup>

1: ISAS, 2: Univ. Tokyo, 3: STE Lab./Nagoya Univ., 4: Kyoto Univ., 5: Tokai Univ., 6: Tohoku Univ., 7: NASA/GSFC

Geotail was successfully launched on July 24, 1992. The magnetic field teams (MGF) will contribute to the mission by measuring magnetic field variations in the frequency below 50Hz, using fluxgate magnetometers and a search coil magnetometer. The measurements of DC-magnetic fields are carried out with the dual-system fluxgate magnetometers. One of them (the outboard sensor) is installed at the end of 6m deployable mast, and the other (the inboard sensor) are set at the middle of the mast. The initial test of the functionality of the fluxgate magnetometers was carried out on July 28 without any problems. The mast for fluxgate magnetometers were successfully extended on September 4. We found that the DC-magnetic field bias from the spacecraft is very small. DC-magnetic field effects from heater currents are found to be negligibly small, smaller than 0.1 nT at the sensor position.

The magnetometers will be set in the normal operation mode on September 6. We will report on the data analyses procedure and results of data qualification.



1992年9月4日マスト伸展後取得されたフラックスゲート磁力計データ近似的にGSE座標系に変換している。スピン軸方向のオフセットを十分に決定されていないので、仰角 $\theta$ は大きめに出ているようである。

# B31-PA-09

## 科学衛星 GEOTAIL プラズマ波動データ処理システム

竹下 佳利  
横山 浩之

岡田 雅樹  
小嶋 浩明

西村 長実  
松本 紘

藤田 篤志  
大村 善治

宮武 督  
PWI チーム

京都大学 超高層電波研究センター

Data processing system of plasma waves observed by GEOTAIL spacecraft.

Yoshikazu TAKESHITA Masaki OKADA Osami NISHIMURA Atsushi FUJITA Tadashi MIYATAKE  
Hiroyuki YOKOYAMA Hirotugu KOJIMA Hiroshi MATSUMOTO Yoshiharu OMURA PWI team  
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University.

GEOTAIL was successfully launched in July and observed plasma wave data are continuously sent from the geomagnetic tail region. The amount of plasma wave data is over 100M bytes per day. In order to process our large amount of data speedily and automatically, we constructed the data processing system in RASC Kyoto Univ.

今年7月に打ち上げられた、科学衛星 GEOTAIL は9月に入りアンテナ伸展をおえ、磁気圏尾部領域のサイエンスデータが日々地上に送られてきている。我々はこの衛星にプラズマ波動観測装置を搭載し、それによって得られるデータの解析をおこなっている。

観測によって得られるデータはプラズマ波動だけで一日 100M バイトを越える量になる。我々は、この非常に大量のデータを高速に処理し、そこから物理的に意味のあるデータを効率的にさがすことのできるシステムを構築した。

まず、神奈川県宇宙科学研究所 (ISAS) と京都大学超高層電波研究センター (RASC) の間にデータ転送の専用回線を設置し、それを用いて衛星が日本から見えている間は ISAS のリアルタイムデータを転送し RASC においてリアルタイムで観測データを見ることができるようにした。そして、そこで行なわれる Quicklook の画面は、ある一定時間ごとにファイルへ画面データとして保存され、後から必要に応じて簡単に呼び出したり、ハードコピーをとったりできるようにした。また、それ以外の時間ではより詳細な波動データに加え、プラズマ波動と密接な関係がある磁場班、粒子班のデータの一部も転送するようにした。

送られてきたデータは一目でわかるように何種類かの画面に分けて表示され、いくつかの物理量の相互関係がわかりやすいように工夫した。そして、これらの画面をあとから呼び出して、ランダムにかつ高速に検索できるようレーザーディ

スクに記録していく。また、これはコピーして各 Co-i の方にも配布される。そして、得られた観測生データは定期的に 8mm テープに保存される。

これら一連の処理をできるだけ自動的に処理するようにシステムを構築し、現在実際に運用している。本ポスター発表では、それらの処理システムについてまとめて報告する。

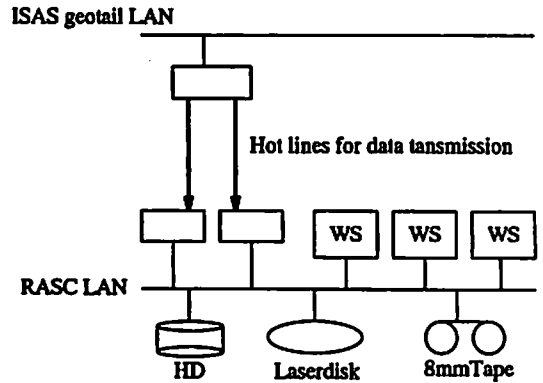


Fig. Data network at ISAS and RASC

# B31-PA-10

## GEOTAIL 搭載波形捕捉受信器によるプラズマ波動観測

◦小嶋 浩嗣<sup>1</sup> 竹下 佳利<sup>1</sup> 宮武 督<sup>1</sup> 松本 絃<sup>1</sup> 長野 勇<sup>2</sup> PWI チーム

1) 京都大学 超高層電波研究センター 2) 金沢大学 工学部

### Plasma Wave Observation using the Wave Form Capture on GEOTAIL spacecraft: Initial Report

◦Hirotsugu Kojima<sup>1</sup> Yoshikazu Takeshita<sup>1</sup> Tadashi Miyatake<sup>1</sup> Hiroshi Matsumoto<sup>1</sup> Isamu Nagano<sup>2</sup> PWI Team

1) Kyoto Univ., RASC 2) Kanazawa Univ.

The Wave Form Capture(WFC) is used for a detailed analysis of the observed wave characteristics, such as the determination of wave vector, polarization and the Poynting Flux. We will show several observation results by WFC in the geomagnetic tail region.

1992年7月24日に打ち上げられた地球磁気圏尾部探査衛星 GEOTAIL に搭載されているプラズマ波動受信器(PWI)は、プラズマ波動の波形データをそのまま直接地上へ伝送する波形捕捉受信器(Wave Form Capture:WFC)をもっている。このWFCは、観測データをそのままテレメータにのせる Direct mode と、波形を高速でサンプリングし、そのデータを一旦オンボードのメモリに蓄えた後、ゆっくりと地上へ伝送する Memory mode をもつ。

Memory mode では 10Hz~4kHz の電界 2 成分、磁界 3 成分を 8 秒間同時に観測できるという利点をもつ。メモリに蓄えられた 8 秒間分のデータは約 4 分かけて地上に伝送される。一方、Direct mode ではセンサーのうち 1 成分或は 2 成分を選択し、それぞれ 0Hz~640Hz(1 成分のみの時)、0Hz~320Hz(2 成分のみの時)の波形を切れ目なく連続的に観測できるという利点をもつ。

また、特に Memory mode では、PWI 内部の機器や MGF, LEP, EFD の機器よりのイベント信号により WFC に対してトリガーをかけることができ、その信号にあわせてメモリへのデータの書き込みや読みだしのタイミングを自動的に決めることができるようになっている。

打ち上げ後、WFC による観測は順調にすすめられている。Fig. 1 は、地球から 25Re の磁気圏尾部において WFC によって観測された電子サイクロトロン波と考えられる電界の波形を示している。これは、1kHz 以下の Wide band 波動信号強度の変化によってトリガーをかけて Memory mode によって測定されたものである。

ポスター発表では、この WFC データによる解析を中心に磁気圏尾部における GEOTAIL 波動観測の速報を示す。

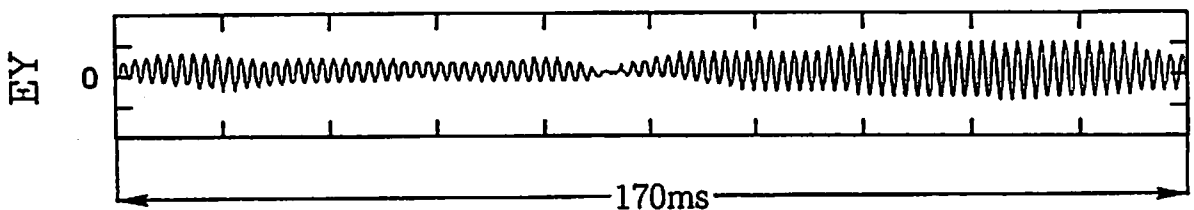


Fig. 1: Wave forms observed by WFC at 25Re

# B31-PA-11

## GEOTAIL 搭載スペクトル受信器によるプラズマ波動観測

西村 長実<sup>1</sup> 藤田 篤志<sup>1</sup> 小嶋 浩嗣<sup>1</sup> 松本 紘<sup>1</sup> 長野 勇<sup>2</sup> Roger R. Anderson<sup>3</sup>  
岡田 敏美<sup>4</sup> 筒井 稔<sup>5</sup> 橋本 弘蔵<sup>6</sup> PWI チーム

1) 京都大学 超高層電波研究センター 2) 金沢大学 工学部 3) アイオワ大学  
4) 富山県立大学 工学部 5) 京都産業大学 計算機科学研究所 6) 東京電機大学 工学部

### Plasma Wave Observation using wave spectrum receivers on GEOTAIL spacecraft

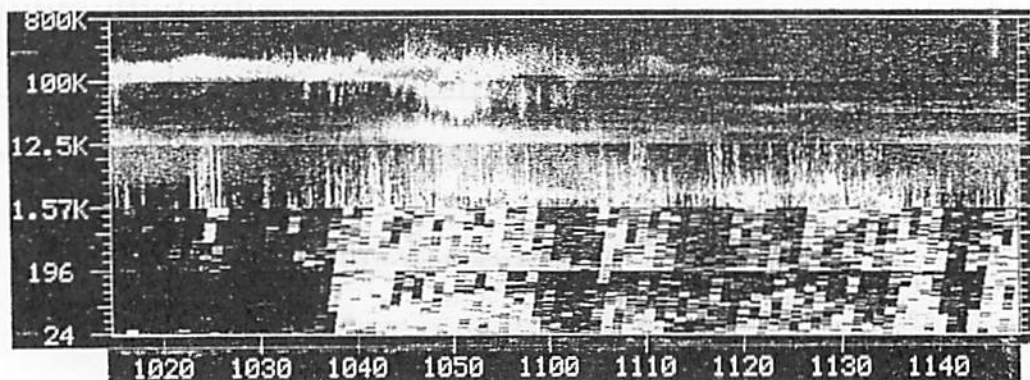
Osami Nishimura<sup>1</sup> Atsushi Fujita<sup>1</sup> Hirotsugu Kojima<sup>1</sup> Hiroshi Matsumoto<sup>1</sup> Isamu Nagano<sup>2</sup>  
Roger R. Anderson<sup>3</sup> Toshimi Okada<sup>4</sup> Minoru Tsutsui<sup>5</sup> Kozo Hashimoto<sup>6</sup> PWI Team

1) Kyoto Univ., RASC 2) Kanazawa Univ. 3) Univ. of IOWA  
4) Toyama Prefectural Univ. 5) Kyoto Sangyo Univ. 6) Tokyo Denki Univ.

GEOTAIL PWI(Plasma Wave Instrument) has two kinds of wave spectrum receivers. One is the Sweep Frequency Analyzer (SFA) and the other is the Multi Channel Analyzer (MCA). The SFA provides amplitude spectral information of plasma waves over the frequency range of 24Hz ~ 800kHz for the electric field and 24Hz ~ 12.5kHz for the magnetic field. The MCA contains two fixed filter spectrum analyzer which provide coarse frequency (4frequency channels per decade) but fine time resolution data to complement the fine frequency but coarse time resolution data of the SFA. We will show the initial observation results using the SFA and the MCA in the geomagnetic tail region.

磁気圏尾部探査衛星 GEOTAIL のプラズマ波動観測器には 2 種類の波動スペクトル受信器が含まれている。これらは、Sweep Frequency Analyzer (SFA) と Multi Channel Analyzer (MCA) で、前者は周波数分解能を優先させ、後者は時間分解能を優先させており、相補的な役割を果たす。受信周波数は、SFA が電界 24Hz ~ 800kHz、磁界 24Hz ~ 12.5kHz、MCA が電界 5.62Hz ~ 311kHz、磁界 24Hz ~ 10kHz である。

これらの受信器は 2 組の電界、磁界センサーを切替えて観測を行なう。下図は、SFA で受信された信号をもとに作成された電界のダイナミックスペクトルの例である。ポスターでは、初期観測から、第一回目の Distant tail での観測のデータを中心にその観測結果のレビューを行なう。



## GEOTAIL 搭載 ELF/VLF サーチコイルの特性

°長野 勇\* 村田 肇\* 岡田 敏美\*\* 筒井 稔† 橋本 弘藏†† 小嶋 浩嗣‡ 松本 紘‡ GEOTAIL PWI 班  
 \*金沢大学工学部 \*\*富山県立大学 †京都産業大学 ††東京電機大学 ‡京都大学超高層

## Characteristics of tri-axial search coils mounted on the GEOTAIL for measuring the ELF/VLF waves

°I. Nagano\* H. Murata\* T. Okada† M. Tsutsui\*\* K. Hashimoto†† H. Kojima‡ H. Matsumoto‡  
 GEOTAIL PWI Team

\*Kanazawa Univ. \*\*Toyama Pref. Univ. †Kyoto Sangyo Univ. ††Tokyo Denki Univ. ‡RASC

GEOTAIL spacecraft was successfully launched from Kennedy Space Center on August 24 and a mast on which the tri-axial search coils were mounted was extended on September 4. The SC pre-amplifier assembly is mounted at the top of the mast to reduce the effect of spacecraft-generated interference. Each search coil consists of 20,000 turns of a copper wire of radius 0.1mm wound on a lightweight bobbin 30cm in length. In addition to the main coil, a 2-turn coil used for negative flux feedback is wound and other 2-turn coil is wound for calibration. Each SC covers the frequency range from 5Hz up to 12kHz. In this report, we discuss the noise level of the SC on board the GEOTAIL after the mast extension.

GEOTAIL PWI サブシステムは SFA, WFC, MCA の三種類のプラズマ波動観測装置より構成されている。それらのセンサーは電界測定用として、全長 100m のワイヤーアンテナ及び球プローブアンテナ、そして、磁界測定用として、三軸サーチコイル(図 1)が搭載されている。図 1 に見られる様に、マストの先端のプレート上に 3 軸のサーチコイルがマウントされている。マストの伸展後一成分がマスト軸方向に展開する。それぞれのサーチコイルには、厚さ 0.025mm のパーマロイ板を積層した 5mm 角に 20,000 回のコイルが巻かれている。周波数特性を一様にするためにコイルにより負帰還がかけられている。pre-amp を含めたサーチコイルの感度特性を図 2 に示す。観測時にこの特性を得るために、衛星からの磁界干渉レベルがマストの先端で図 2 の強度を越えないように EMI 規制値が作成された。GEOTAIL に搭載された各サブシステムの磁界に関する EMI 試験はこの規制値で行われた。図 3 は 9 月 4 日に行われたマスト (SMAST) 伸展時に、MCA で観測した電界 (上段) 及び磁界 (下段) のスペクトラムを示す。11:00 (UT) にマストの伸展モーターが起動された。11:15 にモーターは止まり、この時点でサーチコイルは衛星表面から 2.5m 離れた。衛星からの磁界ノイズ干渉レベルは急激にさがり、11:16 に発生した magnetotail whistler mode noise がサーチコイルセンサーで観測された。フル伸展時には、更に衛星からのノイズレベルが 6 ~ 10dB 減少することが期待される。

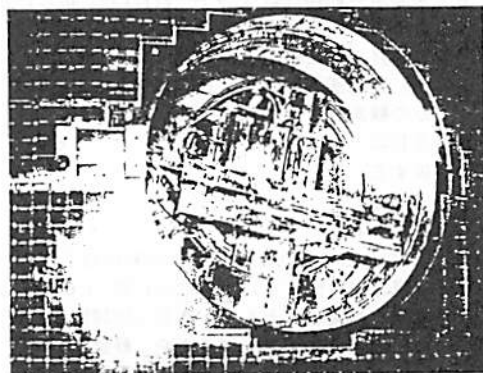


図 1. マストにマウントされた 3 軸サーチコイル

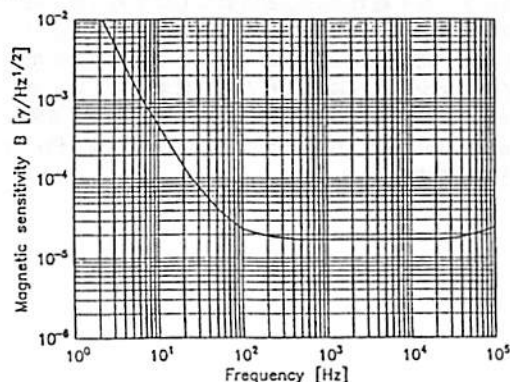


図 2. サーチコイルの感度

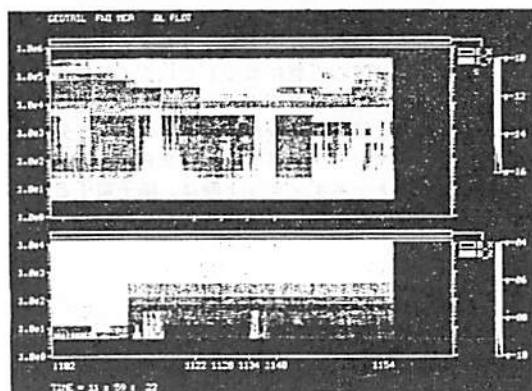


図 3. マスト伸展時に観測された磁気圏尾部の whistler mode noise



# B31-PA-13

Geotail 衛星 HEP-LD, BD 観測器の初期観測結果

道家忠親<sup>1)</sup>、永田勝明<sup>2)</sup>、前沢秀<sup>2)</sup>、藤本正樹<sup>2)</sup>、福井隆司<sup>2)</sup>、船橋保夫<sup>2)</sup>、菊池順<sup>1)</sup>、村上浩之<sup>4)</sup>、中本淳<sup>4)</sup>、御町明樹<sup>4)</sup>、長谷部信行<sup>5)</sup>、河野毅<sup>6)</sup>、柳田昭平<sup>7)</sup>、村木稔<sup>8)</sup>、宗像一起<sup>9)</sup>、寺沢敏夫<sup>10)</sup>、西田真弘<sup>11)</sup>、B. Wilken<sup>12)</sup>

1) 早稲田理工研 2) 玉川大工 3) 名大理 4) 立教大理 5) 愛媛大教養 6) 理研 7) 茨城大理  
8) 名大STE研 9) 信州大理 10) 東大理 11) 宇宙研 12) MPAe

## Initial Results of Geotail HEP Measurements

T. Doke, K. Nagata, K. Maetzawa, J. Kikuchi, H. Murakami, A. Nakanoto, T. Yanaginachi,  
N. Hasebe, T. Kohno, S. Yanagita, Y. Muraki, K. Munakata, T. Terasawa, A. Nishida, and B. Wilken

Geotail HEP instruments consist of four different detector systems, i.e. LD, BD, MI, and HI. Among these instruments LD and BD have energy ranges suitable for the detection of magnetospheric particles, particularly those in the tail region. We report here the initial results from the BD detectors that were turned on the earliest among the four detector systems. Two interesting events have been found from the BD data available at the time of writing. They are: (1) the August 22 substorm-related signatures near the midplane of the tail, and (2) an unusual signature in the tail observed on September 2 where proton and electron enhancements occurred successively but with a long time delay for electrons.

HEPの4種類の高エネルギー粒子観測器(LD, BD, MI, HI)のうち、BDとLDは、そのカバーするエネルギー範囲(数Kev - 数百Kev)からいって、主として磁気圏内粒子の観測をねらったものである。BDは8月17日に高圧がONになり、すでに(9/5現在)磁気圏尾部内で3日間のデータがとれている。LDの観測はこれからである。ここでは、この3日間のBDのデータの中から面白いイベントを2つ選んで報告する。

### (1) 8月22日のサブストーム

8月22日にGeotail衛星の軌道は、尾部の中央付近(磁気中性面近く)で、地心距離40Re程度の所にあり、衛星はほとんどx方向(地球向き)に動いていた。地上のマグネットグラムや、静止軌道衛星のデータを見ると、1208UT頃、明瞭なサブストームが起こっている。この時の高エネルギー粒子の振る舞いは、次のような特徴をもつことがわかった。

(a) サブストームオンセットの8分前(1200UT)ころから、陽子、電子ともフラックスが増えはじめ、1205UTころ急に減少している。最初のフラックス増加は、衛星がプラズマシート中心に近づきつつあるためだと解釈できるが、サブストーム3分前の急減はプラズマシートのThinningを意味する。

(b) サブストームオンセット時は、陽子電子ともフラックスは減少したままで特に変化がない。

1211UT頃から2分間ほど電子陽子がわずかに増加する。この増加はプラズモイドの通過のせいとも考えられる。もしこの解釈が正しいとすると、 $x=40$  Re付近では、プラズモイドは大して「熱く」ない(高エネルギー粒子をあまり含んでいない)か、またはプラズモイドのz方向のスケールが小さく、衛星を包みきれなかったと解釈できる。

(c) 1115UTに陽子、電子ともフラックスが増大してプラズマシートに、より深く入ったことを示し、その後しばらくかけて(20分)弱まる。このフラックスは、(b)の時のレベルよりはるかに強い。したがって、(b)をプラズモイドの通過とすれば、その後数分でプラズマシートはまた厚くなったことになる。

### (2) 9月2日の特異なイベント

9月2日には地上のマグネットグラムで見るといくつかのサブストームがあったが、テイルでのBDのデータは、電子のフラックス増大と、陽子の増大が時間的にまったく離れておこる特異なものであった。電子の増大は、陽子より20分近くも遅れ、しかも広いエネルギー帯にわたって起こった。この振舞いは衛星のプラズマシートへの出入りとしては考えにくいので、Solar Eventを疑ったが、GMSのデータを見る限り、Solar Eventではなさそうである。この特異な例について報告する。

# 宇宙線

oral: B32-01~05

poster:

座長 榊原志津子 (名大STE研)

# B32-01 水溶性蛍光物質を用いた 水シンチレータの特性 [ I ]

増丸太郎(東京都立大物理)、山越和雄、手嶋政広(東京大学宇宙線研究所)

## PROPERTIES OF WATER SCINTILLATORS USING WATER-SOLUBLE SOLUTES [ I ]

T.Masumaru(Dept.Phys.,Tokyo Metropolitan Univ.),  
K.Yamakoshi & M.Teshima (ICRR, Univ.Tokyo)

Some properties such as water-solubility, scintillation emissivity and possibility of large-scale detector application of "water-soluble solutes ( ex. 4-Methylumbelliferone,[4-MU] )are examined. A few water-soluble solutes for scintillators are well known as [4-Methylumbelliferone(4-MU)], [4-Methylumbelliferone Sulfate Potassium Salt (4-MUS)] and [4-Methylumbelliferone-Phosphate (4-MUP)].

In this experiment , 200 ml vial of water scintillators is located in a large black-case which is made of black-coloured acrylite material, and viewed with a phototube [THORN-EMI #9635 QB; Bi-alkali, 2" diameter of quartz window]. The obtained pulses are passed through an emitter-follower, a linear amplifier [Canberra; Model 2020, Shaping Time is 1 micro-sec.]. The whole spectra are taken by a 4K PHA [Canberra; S35+]. The data process is performed by a NEC PC-9801 personal computer.

The emissivity is examined by irradiation of the gamma rays from  $^{133}\text{Ba}$  (10.5 y, 81 KeV) and compared at the slope-envelopes, which are higher side slopes of broad gamma ray peaks.

The reference scintillator for emissivity is chosen to be "NE-236" [Nuclear Enterprises Co.Ltd., in air saturated, if not remarks] for the world-wide applications of these water-scintillators. A series of the first trials of these experiments are performed with the grade of the city-water for drinking (Tanashi City). The water of the grade of the ultra-pure will be examined in future.

村木 綏、松原 豊、榑原志津子、高橋俊典（名大STE 研）、柴田祥一（名大理）、  
村上一昭（名古屋外大）、境 孝祐（日大生産）、三井清英（東大宇宙線研）

Reports of Preparation Experiments for Solar Neutron Detection  
with use of Large Scintillation Telescope

Y. Muraki, Y. Matsubara, S. Sakakibara, T. Takahashi, S. Shibata  
(Nagoya university, STE-lab), K. Murakami (Nagoya foreign language  
College), T. Sakai (Nippon University), and K. Mitsui (ICRR, Tokyo  
university)

著者らは乗鞍岳(2770m)に面積64㎡のシンチレーターを使った大型望遠鏡を設置する計画を有している。そのため今年度面積 4㎡のシンチレーターと比例計数管を組合せたテスト装置を乗鞍岳に設置し観測体制に入った。

学会では

- (1) 4㎡の装置自身の諸特性を述べたあと、
- (2) 1991年 6月 4日の事例が再発生した時の、本装置で期待される統計精度について言及し、
- (3) 本格的な64㎡の装置で期待される統計精度について述べる。
- (4) また時間があれば1991年 6月 4日の太陽中性子の観測スペクトラムと、加速された荷電粒子の各々のスペクトラムについて、モンテカルロ計算に基づく補正を施し、その結果を発表する。太陽地球間の観測角度も考慮される。

**Enhancement of North-South Anisotropy of Cosmic Rays during Forbush Decrease, Associated with the Enhancement of the Interplanetary Magnetic Field Component Perpendicular to the Ecliptic Plane**

K.Fujimoto and K.Nagashima

Cosmic-Ray Section, Solar-Terrestrial Environment Laboratory

Nagoya University, Nagoya 464-01, Japan

The cosmic ray flow perpendicular to the ecliptic plane is called the north-south(NS) anisotropy. In this report, the authors report the relation of the NS-anisotropy with the interplanetary magnetic field(IMF) during the Forbush decrease(Fd). It is shown that: (1) the NS-anisotropy is very frequently enhanced during the period of Fd in association with the enhancement of z-component( $B_z$ ) of IMF in GSE-coordinate; (2) the considerable number of the anisotropies are associated also with the variation of the ion density and the electron temperature; (3) the duration periods of the enhancement are widely scattered from 2 hours to 56 hours and do not coincide with those of the so-called magnetic cloud or magnetic rope on Lockwood et al's list(1991) except for one case; (4) the average rigidity of the anisotropy is as low as 2GV-4GV, and its magnitude is comparable with or greater than Fd in many cases and sometimes reaches as large as 10 percent; (5) the sense(north or south) of the anisotropy is independent of the sense of  $B_z$ , suggesting that the anisotropy is due to the cosmic ray flow along the magnetic field from its source to the sink at the tail-end regions of the magnetic tube of force, their distance being estimated at one a.u. or more, at the least; (6) some Fds contain multiple NS-anisotropies contiguous to each other with alternations of their sense in association with the sign change of  $B_z$ , indicating the existence of multiple magnetic tubes contiguous to each other; (7) the relation between the senses of NS-anisotropy and  $B_z$  indicates that these magnetic tubes do not form the magnetic loop near the Earth's orbit and seem to extend further towards the Sun to form the horseshoe structure; (8) sometimes, some of the magnetic tubes contains, in addition to the NS-anisotropy, the higher- or lower- density cosmic rays as compared with the neighbouring tubes and its passage across the Earth produces the anomalous increase or decrease of cosmic ray intensity common to the two polar regions. On the basis of these information, we discuss three-dimensional structure of the magnetic field during the period of Fd in relation with the magnetic cloud or magnetic rope and discuss also the diffusion-convection of low-rigidity cosmic rays in the field.

# B32-04

大きい地磁気嵐と共に発生した宇宙線嵐中に起こる 10 ~ 60 分間の宇宙線強度変動

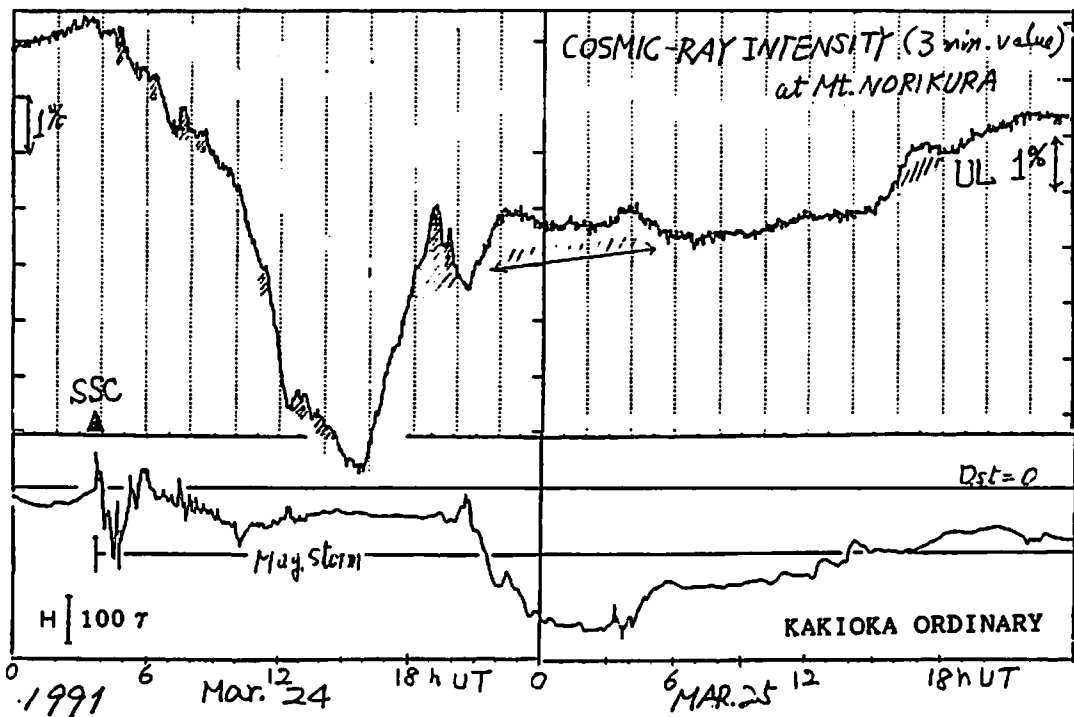
榑原志津子、山田良実、藤井普次郎、長島一男 (名大 STE 研)

## Cosmic-ray short term intensity variation associated to the Forbush decrease during the large scale geomagnetic storm.

S.Sakakibara, T.Yamada, Z.Fujii and K.Nagashima (STE-Lab. Nagoya University)

Cosmic-ray intensity fluctuations(10 ~ 60 minutes) during Forbush decreases were observed with muon telescopes at Mt.Norikura and Nagoya. This cosmic-ray fluctuation seems to be associated to some pulsation-in large geomagnetic storm. These events during the period Mar. 1991 - Feb. 1992 will be reported.

惑星間空間擾乱時、短い時間単位で測定した宇宙線強度変動を見ると、通常の 1 日および半日変化の他に、10 分から 1 時間単位の強度変動 (主として増加とおもわれる) がしばしば観測されている。この種の変動は、高緯度地方の中性子モニター (geomagnetic cut-off rigidity が 1 GV 以下) でも複雑な形で表われているが、今回は、名大宇宙線グループが乗鞍と名古屋のミュオンテレスコープで観測した結果について報告する。乗鞍および名古屋のミュオンテレスコープ (36m<sup>2</sup>) は、乗鞍では全方向 (UL - ミュオンおよび電子を含む) と垂直方向 (V - ミュオン) の 2 成分を、名古屋では、UL, V のほかに ES, SW, WN, NE の 4 方向のミュオンを記録している。記録単位は 10 秒毎である。観測している宇宙線の geomagnetic cut-off rigidity は乗鞍で 11.4 GV, 名古屋では 9.2 ~ 17.9 GV である。強度変動の 1 例として、1991 年 3 月 24 日 SSC ストーム時の時間変化 (3 分値を用いた) を下図に示す。他に 1991 年 3 月から 1992 年 2 月までのほぼ 1 年間の観測結果について報告する。ストーム中の宇宙線強度変動は、見かけ上、地磁気の変動と連動しているように見えるが、共に外の原因は、惑星間空間磁場の変動と関連していると考えられる。



森 覚<sup>1)</sup>, 宗像一起<sup>1)</sup>, 安江新一<sup>1)</sup>, 小山守一<sup>1)</sup>, 塩崎嘉之<sup>1)</sup>, 横田有一<sup>1)</sup>, 茅野 基<sup>2)</sup>, 赤羽重信<sup>3)</sup>, 藤井善次郎<sup>4)</sup>, J. E. Humble<sup>5)</sup>, K. B. Fenton<sup>5)</sup>, A. G. Fenton<sup>5)</sup>, K. Bolton<sup>5)</sup>, M. L. Duldig<sup>6)</sup>, 信大理<sup>1)</sup>, 信大総情報セ<sup>2)</sup>, 松本深志高<sup>3)</sup>, 名大太陽地球環境研<sup>4)</sup>, タスマニア大<sup>5)</sup>, オーストラリア南極局<sup>6)</sup>

### Japan-Australia Observation of the North-South Sidereal asymmetry at ~10<sup>12</sup>eV

S. Mori<sup>1)</sup>, K. Munakata<sup>1)</sup>, S. Yasue<sup>1)</sup>, M. Koyama<sup>1)</sup>, Y. Shiozaki<sup>1)</sup>, Y. Yokoto<sup>1)</sup>, K. Chino<sup>2)</sup>, S. Akahane<sup>2)</sup>, Z. Fujii<sup>4)</sup>, J. E. Humble<sup>5)</sup>, K. B. Fenton<sup>5)</sup>, A. G. Fenton<sup>5)</sup>, K. Bolton<sup>5)</sup>, M. L. Duldig<sup>6)</sup> Shinshu Univ.<sup>1)</sup>, GIC Shinshu Univ.<sup>2)</sup>, Matsumoto-Fukasi High S.<sup>3)</sup>, STEL Nagoya Univ.<sup>4)</sup>, Univ. Tasmania<sup>5)</sup>, Antarctic Div. Australia<sup>6)</sup>.

The observation of the north-south sidereal asymmetry of cosmic rays at ~10<sup>12</sup>eV started in December 1991 in cooperation between Shinshu University and University of Tasmania. A new underground station was opened at Liapootah (42.0°S, 147.0°E) in central Tasmania, being located at a conjugate-point to Matsushiro (36.5°N, 138.2°E) in Japan. Their depths (154 m.w.e. and 220 m.w.e. depth, respectively) are almost similar and the cosmic ray detectors used are identical to each other. The status of the observation can be monitored at any time by means of public telephone system from both shinshu University and University of Tasmania. The observations have been in well operation with duty cycle of 95%. The observed data during these 10 months will be reported and some of its preliminary analysis are also presented in the meeting.

我々は、1991年12月に南半球タスマニア島（オーストラリア）のライアポータに地下宇宙線観測所を開設し、日本の松代地下観測所との宇宙線強度変動の同時観測を開始した。この観測は高エネルギー宇宙線（~10<sup>12</sup>電子ボルト）の恒星時異方性の南北非対称性の観測に重点がある。観測状態、データの監視、機器の制御等は公衆電話回線によりタスマニア大と信州大で直接行うことが可能であり、従って連続観測は極めて順調である。この学会では1991年12月から1992年9月までの10ヶ月間のデータの予備的結果について報告する。これまでに、

- 1) 表1 にライアポータでの多方向中間子計による観測強度とそれらの理論計算強度との比較を示してある。両者の間には良い一致が見られ、観測の信頼性が得られている。
- 2) 1時間計測数の揺らぎはポワソン分布に従う。
- 3) 大気気圧効果係数は-0.03%/mbと得られた。これは松代の効果係数とも一致しており、また大気中のミュオンの伝搬に対する計算結果ともコンシステントである。
- 4) 恒星時変化については1年が経過していないので、結果は未だ得られていない。これまでのライアポータと松代の観測変化の比較についても報告する。

表 1  
ライアポータでの観測宇宙線強度とその計算強度の比較

#### Liapootah Scintillator Telescope

Comp.	$\lambda_g$	$I_{obs}(10^2 \text{c.p.h.})$	$I_{cal}(10^2 \text{c.p.h.})$	$P_m(\text{GV})$
V	36.2°S	25	26	519
N	14.7°S	18	18	454
S	57.6°S	5.0	5.2	767
E	30.5°S	13	13	510
W	34.3°S	7.9	7.5	646
NE	11.3°S	8.3	9.0	462
NW	14.2°S	7.2	6.3	542
SE	48.1°S	3.6	3.1	742
SW	54.0°S	1.5	1.5	984
N2	4.4°N	9.6	9.7	516
S2	57.3°S	1.4	0.8	1727
E2	15.4°S	5.5	5.4	655
W2	10.3°S	4.0	2.9	852
N3	13.6°N	2.4	2.1	576
S3	54.5°S	0.4	0.1	2563
E3	14.2°S	0.9	0.6	887
W3	1.9°S	1.0	0.5	1049

# 太陽圏

oral: B32-06~16

poster: B32-PA-01~06

座長 渡辺 堯 (名大STE研)  
徳丸宗利 (通総研)



# B32-06

## A Solar Flare-Associated CME Observed with YOHKOH SXT on May 4, 1992

Ta. Watanabe, M. Kojima, Y. Kozuka, M. Ohyama (STELAB, Nagoya Univ.), S. Tsuneta (Univ. of Tokyo), J. R. Lemen (Lockheed P&L), H. Hudson (UCSD), J. A. Joselyn (NOAA/SEL), J. A. Klimchuk (Stanford Univ.), and YOHKOH Group

A high-speed CME was observed by YOHKOH SXT in the course of a long-duration M-class solar flare within the active region of NOAA 7154 (S27E54) from 20:09 UT to about 23:48 UT on May 4, 1992. The locations of the leading edge of the CME at the times of YOHKOH SXT observations are shown in Fig. 1. The portion with the maximum X-ray brightness was formed at the apex of the loop (or a bubble) up to 0.2 solar radii measured from the solar limb. A cavity was formed inside the loop; thus the general appearance of the CME had a resemblance to that of a typical white-light CME. The CME made an anisotropic expansion. As the apex of the loop was moving outward, the southern leg was also moving toward the south pole of the sun. On the other hand, the northern leg did not show appreciable displacement; it was apparently "anchored" at a position immediately to the north of the active region under discussion. A height-time diagram of the apex of the CME is given in Fig. 2. The CME made a clear accelerated motion, from 25 km/sec at about 0.15 solar radii to about 190 km/sec at 0.35 solar radii. The relative expansion speed of the southern leg to the northern leg is about 50 km/sec.

According to GOES X-ray observations, the interval in which the CME was observed in the lower corona corresponded to the local minimum of the X-ray flux, immediately before the second maximum of the flare activity. A solar wind disturbance which was apparently associated with the CME was observed by IPS (interplanetary scintillation) at 327 MHz as a transient increase in the solar wind speed from the ambient level by the amount of 100 km/sec, at 0.5 - 0.6 AU heliocentric distances above the eastern solar limb. The scintillation level, which is a measure of the magnitude of density fluctuations, was enhanced also. If we assume that the velocity jump was caused by the presence of a shock wave on the line-of-sight, an approximate hydrodynamical shock speed in an ideal gas may be estimated to be 130 km/sec in the solar wind frame. Since the estimated shock speed is slower than that of the CME, the shock wave is suggested to have a decelerating characteristics.

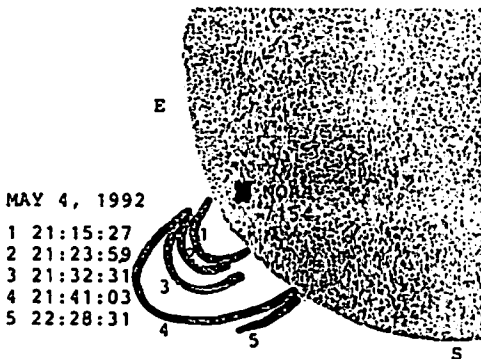


Fig. 1: Locations of the leading edge of the CME observed with the YOHKOH SXT on May 4, 1992. The position of the active region of NOAA 7154 is indicated by "X".

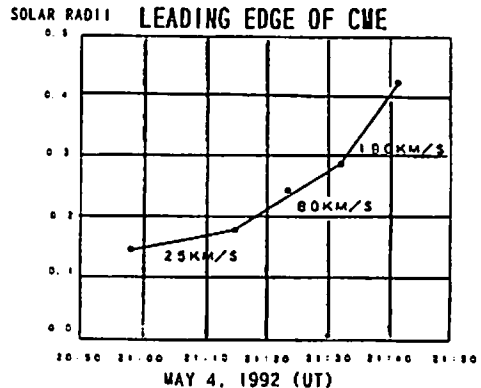


Fig. 2: A time-height diagram of the leading edge of the CME observed with YOHKOH SXT on May 4, 1992. The height is measured from the solar limb.

丸橋克英 (通総研), 桜井 隆 (国立天文台), 黒河宏企 (飛騨天文台)  
鹿野良平 (東大理), J.A. Klimchuk (Stanford大), R.D. Bentley (MSSL)

Study of Coronal Restructuring and Filament Disappearances by YOHKOH

K. Marubashi (CRL), T. Sakurai (NAO), H. Kurokawa (Hida Obs., Kyoto Univ.), R. Kano (Tokyo Univ.), J.A. Klimchuk (Stanford Univ.), R.D. Bentley (MSSL)

Spacecraft in interplanetary space occasionally observes cylindrical structures with twisted magnetic helices, which are now referred to as interplanetary magnetic flux ropes. Studies of such structures strongly suggest that the origin of interplanetary magnetic flux ropes be arcade-like magnetic fields in the region surrounding dark filaments which are ejected from corona in association with coronal mass ejections. It is suggested that the interplanetary magnetic flux ropes are generated through combined effects of shear motion, upward motion, and reconnection of coronal magnetic fields. The purpose of this study is to identify those physical processes by using the YOHKOY Soft X-ray Telescope images.

For this purpose, we pursued evolutionary changes in the coronal structure in the region surrounding one particular filament which showed up on 19 June, 1992 crossing the east limb in the northern hemisphere of the sun. This filament disappeared on 26 June, around 30° west longitude, when the SXT observed very spectacular brightening. nevertheless the GOES soft X-ray measurement showed no significant intensity increase. Preceding this event, at least six eruption-like phenomena were detected by the SXT in the same region. In comparison with those preceding events, the June 26 event is characterized by its large spatial extent. This may be interpreted by interconnection of the region with another small region to the south-west, which were also detected by the SXT.

Thus, the pursuit of the evolution of this region provides insight into many aspects with respect to coronal restructuring, including the repeated small activities, the final dramatic ejection event, and the possible interconnection with a nearby magnetic region.

「ようこう (SOLAR-A)」の軟X線望遠鏡で取られたデータを用いて、太陽のフィラメント消失に関係するコロナ構造の変化について調べた。ここでは1992年6月26日のフィラメント消失について報告する。このフィラメントは非常に小さい活動領域に隣接しており、19日に東リムを通過して以来、小さな

活動を繰り返していた。6月25日に南西側の磁場の一部と結合し、その形状はフィラメント消失時のコロナの光った部分に類似したものになっていたことが、明瞭に確認できる。フィラメント周辺の領域が19日から26日までの間に、どのようにその構造を変化させたかについても解析結果を示す。

齋藤尚生・高橋忠利・小塚幸央・H.Hudson・常田佐久・渡辺 堯  
 (東北大理) (名大STE研) (宇宙研) (東大理)(名大STE研)

SUDDEN CHANGE OF THE SECTOR STRUCTURE EXPLAINED BY AN ANALYSIS OF YOHKOH SXT DATA

T. SAITO<sup>1,2</sup>, T. TAKAHASHI<sup>2</sup>, Y. KOZUKA<sup>3</sup>, H. HUDSON<sup>4</sup>, S. TSUNETO<sup>5</sup>, A. WATANABE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Geophys. Inst., Tohoku Univ., <sup>2</sup>Onagawa Mag. Obs., Tohoku Univ., <sup>3</sup>STE Lab. Nagoya Univ., <sup>4</sup>Inst. Space Aeronaut. Sci., and <sup>5</sup>Inst. Astron., Univ. of Tokyo.

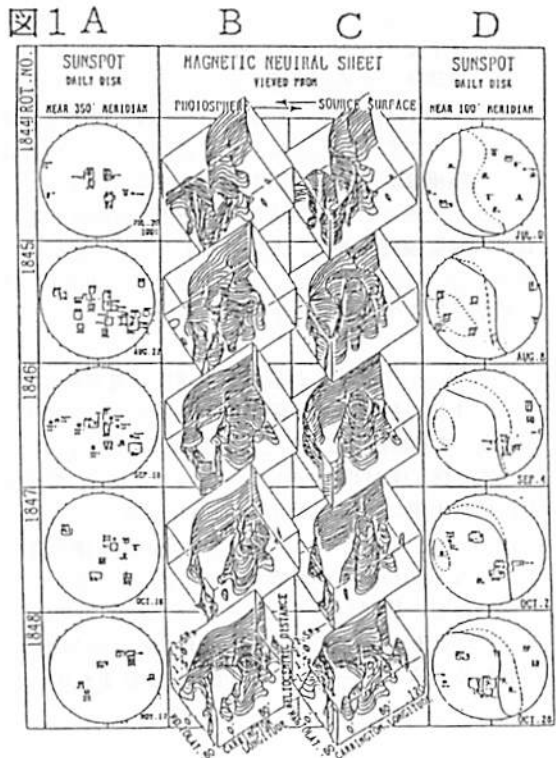
**ABSTRACT** Observed number of the sectors in the heliomagnetospheric structure changes suddenly among 0→2→4→... . Our analysis of the Yohkoh SXT images revealed the following mechanisms: A dome-type neutral sheet grows in the coronal region like a submerged mountain. When the mountain reaches to the source surface, an island-type neutral line (three-dimensionally, a subcone-type neutral sheet) is formed, causing a sudden change form 2→4 sector. When the mountain submerges again under the source surface, the island disappears, causing a sudden change from 4→2 sector.

1. 緒言. 太陽圏の SECTOR 数は 0→2→4→6... と変わるが、その変化がなぜ急激なのかその原因は知られていなかった。本講演では、「ようこう」資料の解析にもとづいて急変の原因を説明する。

2. 解析. 「ようこう」による軟X線 CORONA 観測中の SOLAR ROT. NOS. 1844-1848 の間に、SECTOR 数が 2→4→2 に急変した。そこで各 ROTATION 毎の光球面から流源面に至る立体的な磁気中性面を求め(図1 B, C)、「ようこう」資料と比較した。赤黒の軟X線写真の代わりに、図1 A, Dではそれぞれ約35°(Q) および 190°(D) 子午線付近の黒点及び流源面中性線を示す。

3. 結果. CORONA 領域に、ちょうど海底火山のような中性面 DOME が生長する。No.1845 で Q/D 比が最高になると、遂に中性面に達して ISLAND 型中性線(立体的には SUBCONE 型中性面)を形成して、2→4 SECTOR に急変する。Q/D 比が次第に衰えると ISLAND は縮小し、SUBCONE は細くなる。No.1848 では遂に ISLAND が消失し、SUBCONE は流源面下に陥没して、再び海底火山の

ような中性面 DOME となって、縮小を続ける。ISLAND 消失と共に、SECTOR 数は 4→2 に急変する。即ち ISLAND の出現消滅に依存して SECTOR 数は急変するが、流源面下では諸現象は連続的に変化していることが判明した。



°小島正宜、三澤浩昭、山内洋平 (名大STE研)

## Solar Wind Acceleration at 0.1~0.3 AU Depends on Solar Activity

°M. Kojima, H. Misawa and Y. Yamauchi (STE Lab., Nagoya Univ.)

To confirm solar wind acceleration models proposed by theoretical workers using the Alfvén wave, it is important not only to find the Alfvén waves but also to observe heliocentric distance dependence of the acceleration. Firstly we discuss reliability of the IPS observations because the IPS has found accelerations at 0.1-0.3 AU where the IPS is in strong scattering condition. We investigated biasing effects on the IPS measurements which might be caused from strong scattering, but no biasing effects were found.

We compared profiles of accelerations at 0.1-0.3 AU between in the maximum phase and in the minimum phase of the solar activity. In this comparison, we found accelerations in the minimum phase but could not in the maximum phase.

低温のコロナルホールからの太陽風を高速風まで加速する機構として、理論では Alfvén 波による加速機構が考えられており、この Alfvén 波による加速を検証することが観測的に重要な課題となっている。検証には、(1) Alfvén 波の存在、またはそれに関連する現象をとらえることと、(2) Alfvén 波による加速の様子、すなわち太陽風速度の距離依存性を明らかにすることが必要である。(1)については、Alfvén 波が非圧縮性の波であるために Alfvén 波からの電磁波の放射が期待できないので、スペクトル線の Alfvén 波によるドップラー変化を EUV で観測することが 1995 年打ち上げ予定の SOHO で計画されている。(2)については、飛翔体による直接観測が未だに行われていない 0.3 AU 以内の領域で、加速が、どの様に何処まで継続しているのかを明らかにする必要がある。この領域での太陽風観測は、惑星間空間シンチレーションにより行われてきており、名古屋大学 STE 研の有する UHF 太陽風観測装置は、太陽に 0.1 AU まで近づいて観測を行うことができる。今学会では、この STE 研の観測結果を中心に報告する。

### 1. 0.3 AU 以内で IPS が観測した速度は真実か。

これまでの観測から太陽風加速が 0.1 AU 以遠 0.3 AU 辺りまで継続していることが見つかっている。しかし、周波数 327 MHz でのシンチレーションは、電波散乱領域が太陽に近づくにつれ 0.3 AU 辺りから strong scattering となるために、観測された太陽風速の変化が strong scattering の影響を受けた見かけ上のものではないかとの疑問があった。そこで、米国 UCSD グループによる EISCAT アンテナを用いた 933 MHz での観測及び VHF (~ 70 MHz) での観測結果を用い比

較検討を行った。これにより、観測された速度の距離依存性は見かけ上のものではないことがわかった。

### 2. 太陽活動極大期と極小期における太陽風加速の様子。

太陽活動極大期にあたる 1990、1991 年の観測データを用い 0.1 ~ 0.3 AU での速度の距離依存性を調べると、磁気中性面近くでは大きな距離依存性が観測されるのに比べ、磁気中性面から緯度的に離れた領域では、大きな距離依存性が観測されていない。太陽活動極小期には、磁気中性面から離れた領域は高速風領域にあたるので、この高速風も 0.1 ~ 0.3 AU で大きな速度依存性、すなわち加速を受けていないのかを調べた。その結果、太陽活動極小期には磁気中性面から離れた領域では距離依存性が存在することがわかった。これらの結果は、以下の様にまとめられる。

- 磁気中性面近くでは、速度に緯度依存性がある。
- 磁気中性面から離れた領域は、太陽活動極小期には高速風源となり、この高速風は 0.1~0.3 AU の距離に於いても加速を受けている。
- 太陽活動極大期に磁気中性面から離れた領域で観測される太陽風は 0.1~0.3 AU の距離に於いて大きな加速は受けない。

S / X 帯同時 I P S 観測から  
求められた太陽近傍の太陽風速度

徳丸宗利、森弘隆、田中高史、近藤哲朗、高羽浩、小山泰弘  
(郵政省通信総合研究所)

Velocities of the Near-Sun Solar Wind  
Derived from S/X Frequency Band Simultaneous IPS Observations  
M. Tokumaru, H. Mori, T. Tanaka, T. Kondo, H. Takaba, and Y. Koyama  
(Communications Research Laboratory)

The solar wind velocities have been determined from the zero crossing frequency of the normalized co-spectrum (NCS) for IPS phenomena observed at S and X band using the Kashima 34m radio telescope. The results indicate that the solar wind is accelerated at a distance of 5-30Rs (solar radii), and also indicate that high speed streams found for R>30Rs are closely correlated with the coronal hole (Hel083nm).

2つの波長 $\lambda_1, \lambda_2$  ( $\lambda_1 > \lambda_2$ )で同時に観測された惑星間空間干渉現象(IPS)について規格化されたコスペクトル(Normalized Co-Spectrum: NCS)を求めると、周波数空間上に正負に振動する独特のパターンが現れる。この振動パターンのなかで、最も低周波側でゼロを横切る点の周波数fcは近似的に次式で与えられる[1]。

$$f_c = V / \sqrt{\lambda_1 Z} \dots (1)$$

但し、V、Zはそれぞれ太陽風速度、伝搬路が太陽に最も近づく点と地球までの距離である。この関係式を用いれば、観測されたfcから太陽風速度Vを推定することができる。

我々は、1989年から鹿島34mアンテナを用いてIPS観測を実施してきているが[2]、ここでは同期してアンテナされたS及びX帯のIPSデータをもとにコスペクトル解析を行い、太陽風速度を求めた結果について述べる。我々が解析に用いたのは1990年および1991年のIPS観測データ(9月20日～10月20日)で、電波源はクエーサー

C273Bと3C279である。

図1に、IPSコスペクトルのゼロクロス周波数から(1)式を使って求めた太陽風速度を示す。図からわかるように、太陽風が5-30Rsの付近で加速されている様子がわかる。また、30Rs以上において時々みられる高速の太陽風は太陽面上のコロナホール(Hel083nm)と良い相関関係にあることもわかった。一方、30Rs以内ではコロナホールがあったとしても太陽風速度の顕著な上昇は見られていない。ただ、太陽のごく近傍では①伝搬路の曲がり等で2周波の相関が失われてきていること、②強い散乱状態のためfcが妥当でなくなっていることが考えられ、ここで得られた結果については今後さらに検討を要する。

参考文献

- [1]. Scott, S.L., et al., Astron. Astrophys., 123, 191, 1983.
- [2]. Tokumaru, M., et al., J. Geomag. Geoelectr., 43, 619, 1991.

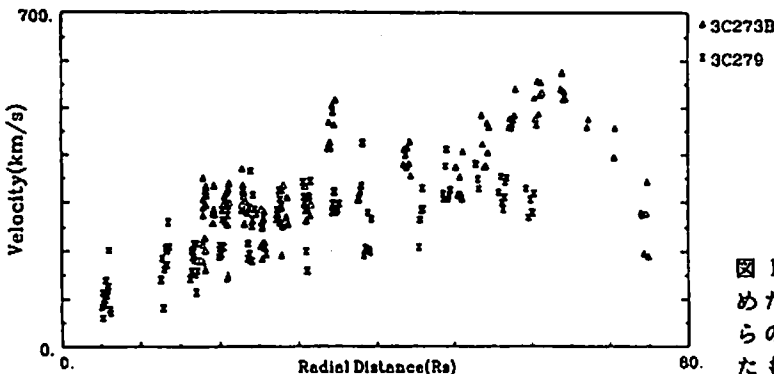


図1 コスペクトル解析から求めた太陽風速度を太陽からの距離に対してプロットしたもの(1990年の観測)

## 低速太陽風とコロナ磁場の 三次元構造

○袴田和幸(中部大・工) 小島正宜, 荻野竜樹(名大・STEL)

### Slow Speed Solar Winds and the 3-D Structure of the Coronal Magnetic Field

○K. Hakamada(Chubu U.), M. Kojima & T. Ogino(STEL, Nagoya U.)

Very low speed solar winds were found during CR1753 by IPS observations. These low speed solar winds were compared with the 3-D structure of the coronal magnetic fields estimated by the so-called 'potential model'. It is found that these low speed winds emanate from the vicinity of so-called sector boundary. It is also found that solar wind speed are correlated with intensity of He I (1083nm) absorption line and anti-correlated with expansion rate of the radial component of the coronal magnetic field.

3C273, 3C279 の二つの電波星を用いたIPS観測によれば、1753カリントンローテーション(CR1753, 1984年9月10日 1.87UT 開始)のカリントン経度180度付近で116 km/sと207 km/sの非常に遅い速度の太陽風が見出された。この低速太陽風の見出された180度の前後の経度では、太陽風速度は300 km/s ~ 500 km/s前後の幅の変動を示した。この時の太陽風は所謂セクター境界付近で速度が下がりセクター通過後再び速度が増加する two-stream 構造をしていたと考えられる。

3-D Structure of the CMF (CR1753)  
Longitude= 180.0 dgrs Latitude= 10.0 dgrs



図は カリントン経度 180 度、北緯 10 度から眺めたCR1753 のコロナ磁場の三次元構造である。Kitt Peak で観測された光球磁場の視線成分を基に、コロナ磁場のポテンシャルモデルを用いて描いた。外側の円はソース面、内側の円は光球面を示し、光球を取り巻くような螺旋状の太い点線は、北側の曲線が3C273,赤道付近の曲線が3C279 の電波星の P 点の方向を示している。また太い実線は、太陽風速度が観測されているこれらの P 点から光球に向かってトレースしたコロナ磁場の磁力線を示している。丁度経度 180 度に描いた二本の太い実線が前述の116 km/s と207km/sの低速太陽風に対応する磁力線である。これらの二本の磁力線は共に光球磁場の極性が反転する所謂セクター境界付近から出ていることが分かる。これは今までの研究結果と一致する。特に興味深いのは、北側のセクター境界付近では、磁力線が南北に走り、南側の境界付近では磁力線が東西に伸びている事である。この磁力線の形状の違いが太陽風加速に対してどの様な影響を与えるのかまだ分からないが、この付近の光球には強い双極磁場があり、また彩層には He I (1083nm) 吸収線のプラスの部分(コロナホール)があることも、分かった。

今までの解析方法と同じように、3C273 と3C279 で観測した太陽風の速度と He I (1083nm) 吸収線強度及びコロナ磁場の動径成分の膨張係数等との比較を行ったところ、観測データ数が32点と少なく統計的精度が悪いものの、今までの結果とほぼ同じような傾向の結果が得られた。

Computer Experiments on Interaction between Solar Wind and Spacecraft at 4 R<sub>S</sub>

In the Solar Probe Mission, the spacecraft is designed to fly at a distance of 4R<sub>S</sub> from the center of the sun. R<sub>S</sub> is a radius of the Sun. In order to protect scientific instruments from strong heat and radiation of the Sun, the spacecraft is covered with a heat shield. However, it is predicted that the C<sub>2</sub> molecules evaporate from the heat shield and are photoionized by the solar radiation. Our concern is to estimate exact amplitude of the waves generated by the C<sub>2</sub><sup>+</sup> plasma in the vicinity of the spacecraft. We have performed a series of computer experiments using 2-dimensional particle code, KEMPO. Four species of particles, solar wind protons and electrons, C<sub>2</sub><sup>+</sup> ions and its electrons are taken into consideration. We assume a density gradient of the C<sub>2</sub><sup>+</sup> plasma in the vicinity of the spacecraft as a Maxwellian. According to our computer experiments, the proton cyclotron harmonics are strongly excited by ion-ion interaction process. An angle between solar wind magnetic field and spacecraft velocity also has an important role on this mechanism. We are going to present the wave generation mechanism and discuss a possible method to avoid these interference.

ソーラープローブ計画において、衛星は太陽の中心から4R<sub>S</sub>の距離を通過する軌道をとる予定である。(R<sub>S</sub>は太陽の半径) 太陽の熱放射から観測機器を守るために衛星は熱シールドを持っている。しかし、太陽熱によってシールドからC<sub>2</sub>粒子が蒸発し、太陽光によってイオン化されることが予想される。このC<sub>2</sub><sup>+</sup>プラズマが波動観測、あるいは、プラズマ粒子観測に与える影響を定量的に予測するために、我々は2次元電磁粒子コード(KEMPO)を用いて研究を行ってきた。

太陽風陽子および電子、C<sub>2</sub><sup>+</sup>イオンおよび電子の4種類の粒子を考慮に入れ、かつ、C<sub>2</sub><sup>+</sup>プラズマの密度分布はマクスウェル分布を仮定した。計算機実験によって、C<sub>2</sub><sup>+</sup>イオンと太陽風陽子との相互作用によって陽子のサイクロトロン高調波が励起されることが明らかになった。また、C<sub>2</sub><sup>+</sup>イオンの加速と太陽風陽子の加熱が見られた。

図1は太陽風磁場に対して衛星が30°の角度をなして飛行した場合の(a) C<sub>2</sub><sup>+</sup>粒子、および、(b) C<sub>2</sub>起源の電子の密度分布である。また、衛星が太陽風磁場に対して角度をなして飛行する場合には、平行に飛行する場合よりも、太陽風磁場によるC<sub>2</sub><sup>+</sup>粒子のピックアップによってより強いサイクロトロン高調波が励起されることも明らかになった。

これらの、イオン-イオン不安定性のメカニズムとそれが衛星観測に与える影響および、これらの影響を避ける方法について当日、発表する予定である。

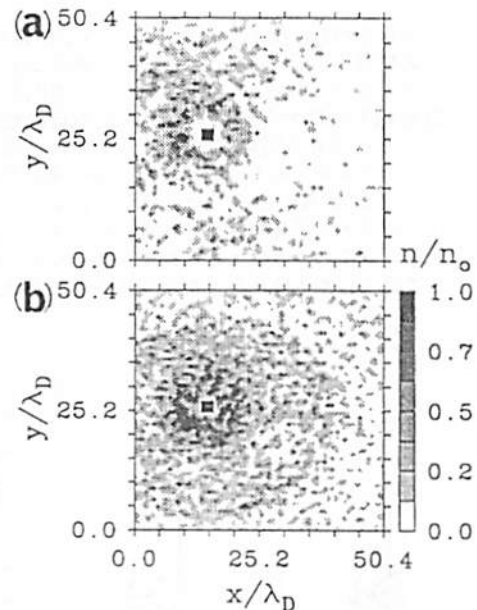


Fig. 1: Density contour of (a) C<sub>2</sub><sup>+</sup> ions and (b) C<sub>2</sub> origin electrons, when spacecraft flies with an angle of 30° to the solar magnetic field.

# B32-13 太陽圏外圏構造に於けるヘリカル磁場効果

鷲見治一 (名大STE研)

## Effect of Helical Magnetic Field on the Outer Heliosphere Haruichi Washimi (Solar-Terrestrial Environment Lab. of Nagoya Univ.)

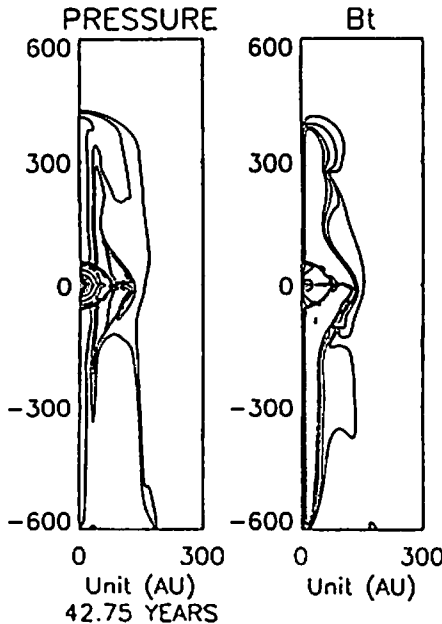
An axisymmetric heliospheric structure is studied by MHD simulation by including the interplanetary magnetic field effects. The helical magnetic field is found to play an important role in the outer heliosphere; The plasma is pushed poleward in the heliosheath due to the magnetic pressure, and a collimated channel is formed along the domain of the heliosphere in the axial direction so that a long and slender heliospheric structure is formed. The effect of the solar cycle variations is also taken into account. By this analysis, it is suggested, for the case the interstellar medium flow direction is oblique to the rotation axis, a binary polar stream will be formed in the outer heliosphere.

軸対称系でのMHDシミュレーションにより太陽圏外圏に於ける太陽風プラズマと星間ガスの相互作用の解析を行なっている。太陽風とともに運ばれる惑星間空間磁場のヘリカル成分は終端衝撃波(Terminal Shock)を越えると増加することは以前から知られていたがプラズマ圧に比べてそのエネルギーは小さいので外圏構造には影響を与えないであろうと考えられていた。

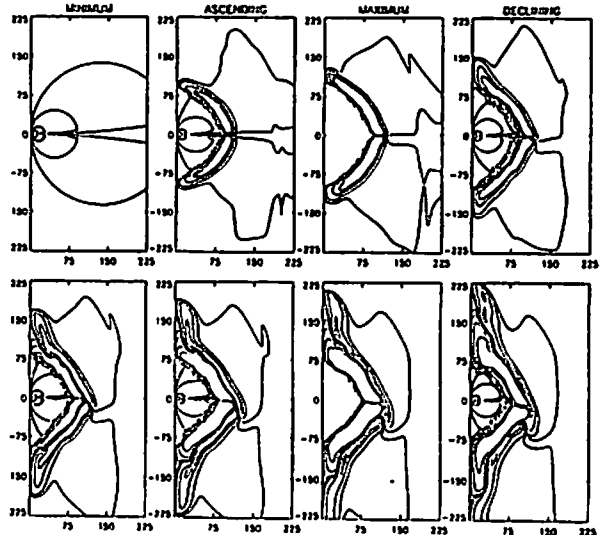
しかしながら、我々のシミュレーションの結果、この磁場のエネルギーはプラズマ流のエネルギーと同じオーダーとなるため流れの向きを自転軸方向に大きく変え、そのため自転軸に沿ってヘリカル磁場によりピンチされた細いチャンネルがどんどんと星間ガス中へ伸びていくことが明らかとなった。第1図はプラズマ圧とヘリカル磁場強度の子午面上のパターンを示す。このように大きな時間スケールでの解析ではもはや太陽周期活動を無視することは出

来ない。第2図では11年周期変動を考慮にいられた時のヘリカル磁場強度パターンの変化を示している。この解析により、軸方向に生成されるチャンネルは太陽活動最盛期毎に切れることが見いだせる。

この軸対称系での解析では星間ガスの流れの方向が自転軸と角度をなす場合の解析は行なえないが、上の解析結果より以下になることが推測される。すなわち、自転軸に沿ってコリメートされたプラズマの流れは北極側からと南極側からとの2本の流れとなり互いに反対向きに流れ出す。星間ガスの流れに影響されて大きくたなびき、太陽圏外圏全体の大きな流れの中では2本の流れの構造を維持して行くものと思われる。従って、今まで多くの人達が考えたモデルとは違って、複雑な構造を持つモデルとなる次第である。3次元解析の重要性も増して来た。



第1図



第2図



○野澤 恵、鷲見治一 (名大STE研)

A Three Dimensional Analysis of Outer Heliosphere

Satoshi Nozawa, Haruichi Washimi (Solar-Terrestrial Environment Lab. of Nagoya Univ.)

A preliminary result of our three dimensional MHD analysis of the outer heliosphere is discussed. It is confirmed that the toroidal magnetic field in the heliosheath plays a dominant role when the solar rotation effect is taken into account in our analysis.

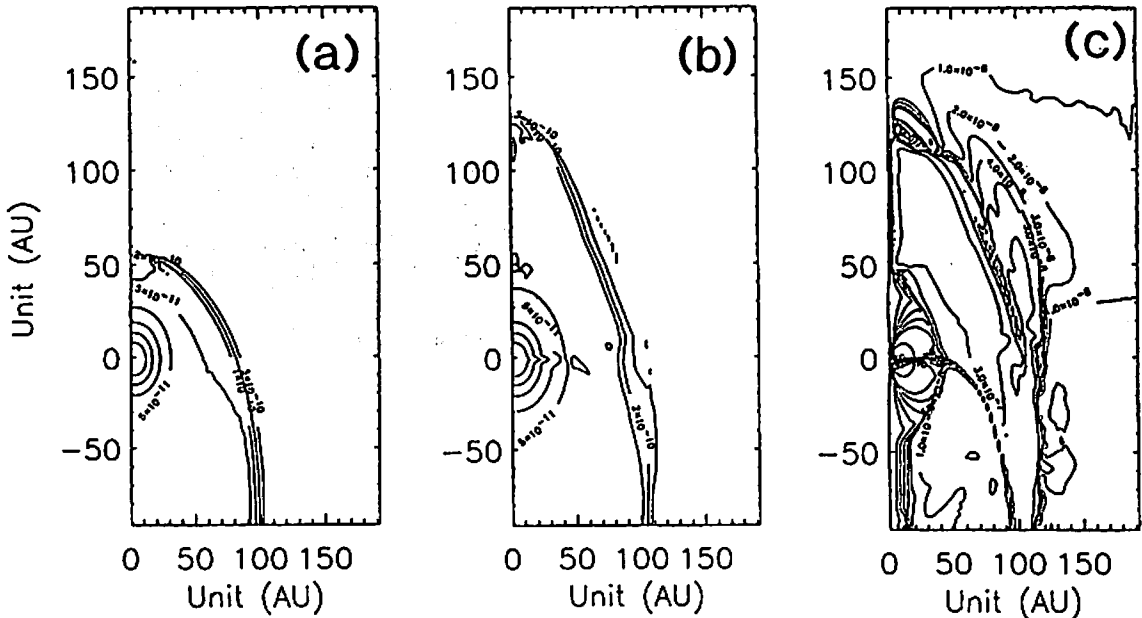
現在我々は太陽風プラズマと星間ガスの相互作用についてMHD シミュレーション解析を行っている。前回の講演では3次元解析の意義について発表した。今回は特に太陽風とともに運ばれる惑星間空間磁場の効果による太陽圏外圏構造の変化について報告する。

太陽風は惑星間空間中を超音速で吹き出している。太陽風の速度は距離に関わらずほとんど一定であるが、密度は距離の2乗に比例し減少する。それに対し、惑星間空間磁場は距離/緯度により性質が異なる。赤道帯において太陽近傍では磁場は太陽風に運ばれ放射状にのびるため、poloidal の磁場  $B_p$  は太陽自転による toroidal 磁場  $B_t$  に比べ卓越する。太陽から離れるとともに  $B_p$  は急激に減少するが、 $B_t$  はゆっくりと減少するため、地球軌道では  $B_t \sim B_p$  となる。その外側では  $B_t$  は  $B_p$  に比べ卓越していき、太陽圏外圏の終端衝撃波 (terminal shock) を越えるとさらに上昇する。太陽圏と星間ガスとの境界 (heliopause) と terminal shock の間 (heliosheath) ではガス圧より磁気圧の効果が重要な役割を果たしていると考えられる。一

方、極付近では自転による磁場  $B_t$  はあまり効かず、 $B_p$  のみとなるため距離とともに急激に減少する。そのため terminal shock の外側ではあまり磁気圧は働かないと考えられる。しかし、実際はかなり複雑な3次元の太陽圏構造をしていると考えられる。

そこで我々は太陽磁場のない場合とある場合について計算を行なった。図 (a) は磁場のない場合の密度分布図である。原点に太陽を置き、上方より星間ガスを注入させた。この場合は星間ガスと接する太陽圏の頭部は丸型になる。図 (b),(c) は太陽磁場のある場合で密度分布図、 $B_t$  分布図である。この計算では星間ガスの流れ、星間磁場の方向、太陽自転/磁軸は一致している。頭部では赤道方向の  $B_t$  が流れ込み磁気圧が卓越することにより、太陽風プラズマが上方の星間ガス中に伸び、太陽圏の構造は先の尖ったペンシル型になる。

また、星間ガス、星間磁場の方向、太陽回転/磁軸が異なる場合などの3次元特有の問題について計算を進めているので時間があればふれるつもりである。



## B32-15 太陽磁気圏構造における星間中性風の効果

南 繁行 (大阪市大、工)

### *Effects of the Interstellar Neutral Wind for the Structure of the Heliosphere*

S. Minami (Osaka City University)

The interaction between the solar wind and the local interstellar medium (LISM) involves the relaxation toward pressure equilibrium between the solar wind and the interstellar magnetized plasma. Neutral atoms in the interstellar medium can penetrate rather freely into the heliosphere. The structure is still speculative. We have been doing a laboratory simulation of the heliosphere using a plasma gun and a plasma emitter which generates supersonic plasma flow. The result by a time resolved photograph (Fig. 1) reveals an asymmetrical structure of the heliopause. The LISM with a tilted interstellar magnetic field comes from the left. Laboratory experiment of the interaction between a neutral flow with a tilted magnetic field and a supersonic plasma flow simulating the 3-dimensional spreading solar wind plasma was also made to understand the effect of the neutral component of the LISM. The result (Fig. 2) shows an evident asymmetrical ionization of neutral gas along the up-wind and the down-wind. We found that the neutral component of LISM penetrating into the heliosphere was quite important because these neutrals could modify the populations of the plasma and energetic particles in the heliosphere.

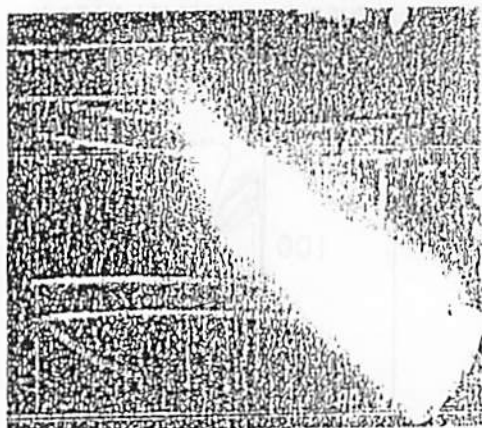


Fig. 1 Interaction between the plasma stream and the 3-dimensionally spreading plasma from the center.

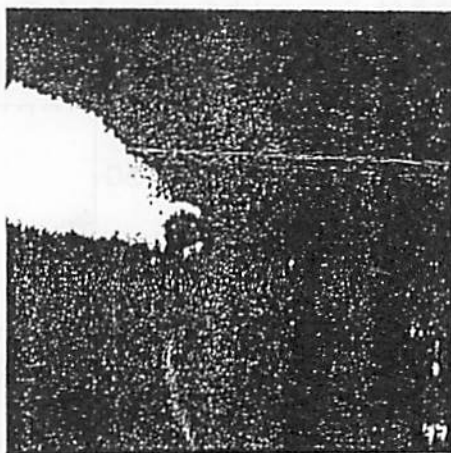


Fig. 2 Interaction between the neutral gas flow and the 3-dimensionally spreading plasma from the center.

Tohru Hada (Department of Physics, College of General Education,  
Kyushu University)

It is well known that collisionless shocks are associated with large amplitude hydromagnetic waves. The waves, primarily in the Alfvén mode, are subsonic to the upstream flow and are convected toward the shock, and eventually interact with the shock. It is one of the distinct features of the collisionless shocks that the upstream waves may play important roles in the dynamics of the shock wave.

The interaction between the upstream waves and a shock wave has been discussed by a number of authors. However, most of the works assume zero shock width for simplicity. The assumption does not seem to be always justified, according to spacecraft observations.

We discuss the wave-shock interaction using a shock wave with finite shock width by an analytical theory and numerical simulations. In general, introduction of finite shock width makes the interaction process much less drastic. For example, upstream Alfvén waves with order of one magnitude modify a low Mach number shock with zero shock width significantly, while the same upstream waves only very slightly modify the same low Mach number shock with its shock width equal to the upstream wavelength. Implications of the results to the spacecraft observations will be discussed.

# B32-PA-01

## 高層気象データに見られる太陽活動の影響

波辺 堯 (名大 S T E 研)、<sup>0</sup>藤田恵理子、大和田道雄 (愛知教育大)

Tropospheric Heating and Stratospheric Cooling Influenced by Solar Particle Events

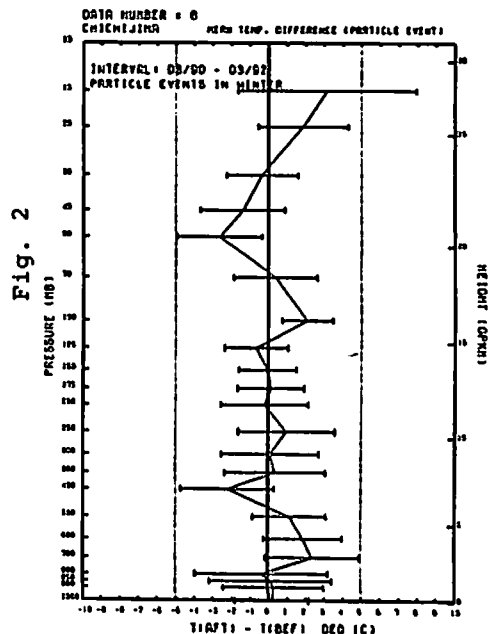
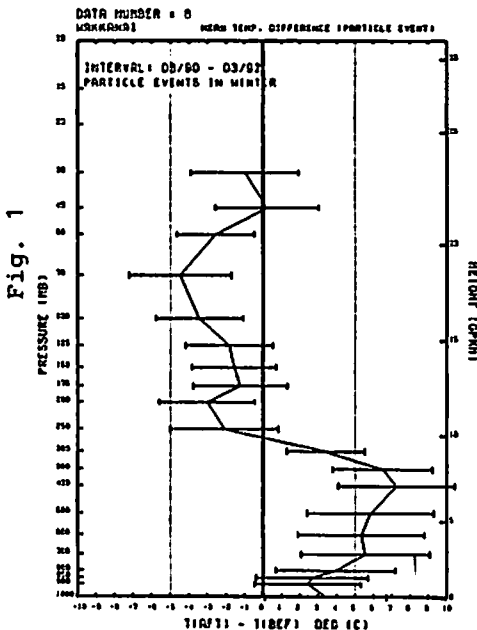
T. Watanabe (STELAB, Nagoya Univ.), E. Fujita and M. Ohwada (Aichi Edu. Univ.)

Significant alternation of the vertical temperature distribution associated with energetic solar particle events is seen in radiosonde data obtained in Japan; the particle events were followed by sudden heating in the troposphere and cooling in the stratosphere.

日本各地で行われているレーウィンゾンデ気球観測による高層気象データを解析し、太陽活動の影響の検出を試みる。この解析では、太陽フレア、磁気嵐といった数日程度のタイムスケールの現象を対象とする。データソースは気象庁高層気象課より磁気テープの形で提供されたものであり、それには各指定気圧面の高度、気温、湿度、風向、風速などが、1日2回(8時30分と20時30分)収録されている。解析は、1990年8月から1992年3月までに発生したフレア、急始磁気嵐(SC)、太陽高エネルギープロトン現象などの発生時刻を基準として前後2日間について、指定気圧面高度、気温について、現象発生前後における差の平均値を求める方法により行った。

先ず一例として、最高緯度にあたる稚内で取得された、各指定気圧面における気温データを解析する。1980年から1992年にかけての冬季に、

静止衛星(GOES 6,7)によって観測された、10 MeV以上の太陽高エネルギープロトン現象(8例)の開始時刻を基準とした場合の結果をFig. 1に示す。それによるとプロトン現象が発生した後、対流圏では3-7度の気温の上昇が見られ、逆に成層圏高度では4度程度の温度下降が現れる。同様の解析を、国内18ヶ所において同期間に得られたゾンデ観測データについて行ってみると、温度変化は緯度が低くなるにつれて小さくなる、という明瞭な緯度効果が見られ、粒子入射量が低緯度ほど減少する傾向と良く対応している。例えば小笠原父島では、殆ど目立った現象は見られない(Fig. 2)。フレア(2B以上)や急始磁気嵐の発生時刻を基準とした解析では、これほど顕著な相関は見られなかった。以上の解析により、成層圏や対流圏の短期的な環境変化に影響を及ぼしている太陽活動は、高エネルギーの太陽プロトンであることが示唆される。



# B32-PA-02「ようこう」軟X線望遠鏡によるコロナ像と太陽風構造の比較

小塚幸央, 渡辺 堯, 小島正宜, 大山政光 (名大太陽地球環境研), 常田佐久 (東大理), 斎藤尚生 (東北大理), 亘 慎一 (通総研平磯), ようこうグループ

## Comparison of the Solar Wind Structure with the Coronal Structure Observed with the Yohkoh Soft X-ray Telescope

Y. Kozuka, T. Watanabe, M. Kojima, M. Ohyama (STE Lab. Nagoya Univ.), S. Tsuneta (Univ. of Tokyo), T. Saito (Tohoku Univ.), S. Watari (Hiraiso STRC, CRL), and Yohkoh Team

It is known that coronal structures are largely determined by the coronal magnetic geometry and that the characteristic structures of the solar wind are also controlled by the coronal magnetic field. Soft X-ray images obtained with the Yohkoh SXT are useful to investigate the relationship between the coronal and solar wind structures. In order to do this, we are constructing synoptic charts showing longitude-latitude distribution of the soft X-ray coronal parameters. We compare the soft X-ray synoptic charts with those of the  $H\alpha$  and the solar wind speed. It is found that bright X-ray regions, usually formed above active regions, are not always counterparts of the low-speed solar wind. It is necessary to take the geometry of the magnetic neutral lines on the source surface into account to study the relationship between the coronal and the solar wind structures.

コロナの大規模構造は、コロナ磁場によって決定されている。また、太陽風の特徴的な構造もコロナ磁場構造と密接に関係していると考えられる。「ようこう」軟X線望遠鏡(SXT)で得られるコロナ像は、コロナ磁場構造と太陽風との関係、例えば、太陽風スピードの3次元的な構造と、コロナのパラメータの分布の関係などを調べるのに有効である。

これらの関係を調べるためには、軟X線コロナのパラメータの分布をsynoptic chartの形にして比較することが有用であると考え、次の方法に従いchartを作成している。

(1) SXTの全体画像から1日1枚の画像を選び出し、中央子午線から東西に経度 $6.67^\circ$ の範囲の部分を取り出す。

(2) 取り出したそれぞれの部分を座標変換により展開し、Carrington 経度によって順に並べる。これらは、IDLソフトを用いることにより行われた。こうして得られた軟X線 synoptic chartを、

同じ rotation number の  $H\alpha$  synoptic chart と比較した。例として、rotation #1857 の chart を図1に示す。色の濃い部分がX線の明るい領域である。比較のため、 $H\alpha$  の chart を重ねて示した。active region に関連したループ構造、磁場の発散に伴う大規模ループ、coronal hole, filament など、顕著なコロナ構造が確認できる。 $H\alpha$  filament の部分に相当するSXT像は、暗い cavity として見えているが、一方で、明るい構造として見えている場所もある。

また、太陽風構造と軟X線コロナとの関係についての比較を行った。その結果、たいいての active region の上に形成される明るいX線の領域は、必ずしも遅い太陽風の吹き出す領域とは一致しないことがわかった。これは、太陽風の吹き出しに関して、SXTが見ている比較的内部のコロナの磁場構造よりもむしろ、source surface 上の磁気中性線の分布が大きく影響していることを示している。

Carrington Rotation 1857

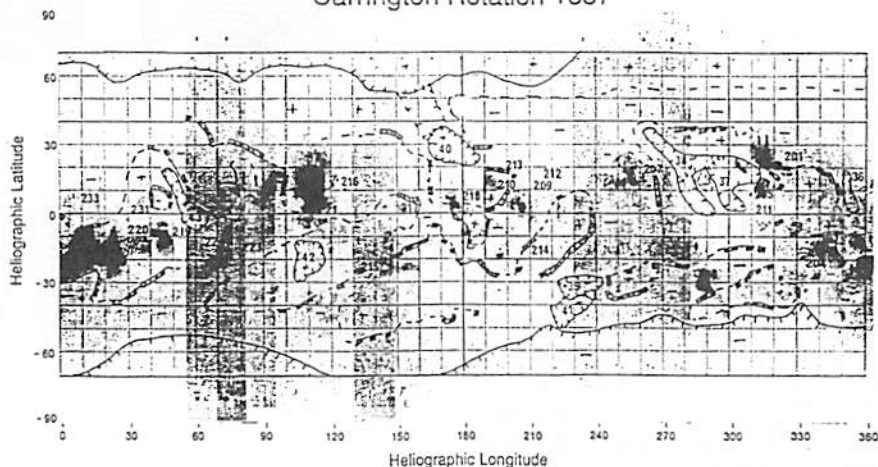


図 1

## 惑星間磁場 (IMF) を回転した時の地球磁気圏の応答

後藤 貞治 萩野 龍樹  
(名古屋大学 太陽地球環境研究所)

Response of the earth's magnetosphere to rotation of the interplanetary magnetic field

Sadaharu Goto Tatsuki Ogino

Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

In order to simulate the interaction between the solar wind and the earth's magnetosphere, we have executed a high-resolution time-dependent 3-dimensional MHD code in a massive parallel processor, Matushita ADENART. We have studied response of the earth's magnetosphere when the interplanetary magnetic field (IMF) is rotated in the north-south and east-west plane.

## 1. 前書き

地球磁気圏の構造やダイナミクスを調べるために、太陽風に伴って伝搬する惑星間磁場 (IMF) が一定の周期で回転しながら地球方向へ進んできたとき、地球磁気圏尾部での磁気中性面の形成と消滅、プラズモイドの出現と伝搬、閉じた磁気圏尾部の領域増大に注目して太陽風と地球磁気圏の相互作用領域のシミュレーションを行った。

## 2. シミュレーションモデル

回転する惑星間磁場 (IMF) を伴った太陽風と地球磁気圏の相互作用の時間変化を3次元的に調べることを目的とする。太陽方向をx軸正、夕方方向をy軸正、北極方向をz軸正とした太陽地球系において、MHD方程式をmodified leap-frog法を用いて初期値問題として解いた。シミュレーションボックスには、2.4,8時間で1回転する惑星間磁場 (IMF, 大きさ5nT) と、 $n_{sw} = 5/cm^3$ 、 $V_{sw} = 300km/s$ 、 $T_{sw} = 2 \times 10^5 K$  のような太陽風が流れ込む。MHD方程式は境界を除いた(150, 50, 100)及び(90, 30, 60)の3次元格子点上で解き、メッシュサイズは(150, 50, 100)のとき $\Delta x = \Delta y = \Delta z = 0.6Re$ 、(90, 30, 60)のとき、 $1.0Re$ 、時間ステップは(150, 50, 100)のとき $\Delta t = 1.12s$ 、(90, 30, 60)のとき $\Delta t = 1.87s$ として数値的安定性の条件を満足するように選択した。

## 3. シミュレーション結果

太陽風に伴う惑星間磁場 (IMF) の方向を4時間で1回転させた時の計算結果を図1に示す。図1(a)は太陽風が流れ始めてから96分後でIMFが南-夕方方向に向いている磁場Bのベクトル表示を、(b)は192分後の朝方向に向いている磁場Bを示す。(c)は288分後の北-夕方方向に向いている磁場Bの図である。(a),(b)図から、IMFが回転するに伴ってプラズマシート部分にプラズモイドが出現し伝搬していく様子が見られ、(c)図から地球磁気圏尾部の閉じた磁力線領域の増大(長い尾部の復元)の様子が見られる。またIMFの回転する時間や回転方向が異なると、プラズモイドが形成され伝搬する時間や、形成されるプラズモイドの大きさ、磁気圏尾で復元す

る閉じた磁力線領域の大きさが異なってくる。IMFを2時間で1回転させたときには、磁気圏尾部の閉じた磁力線の復元が少し起こるだけである。

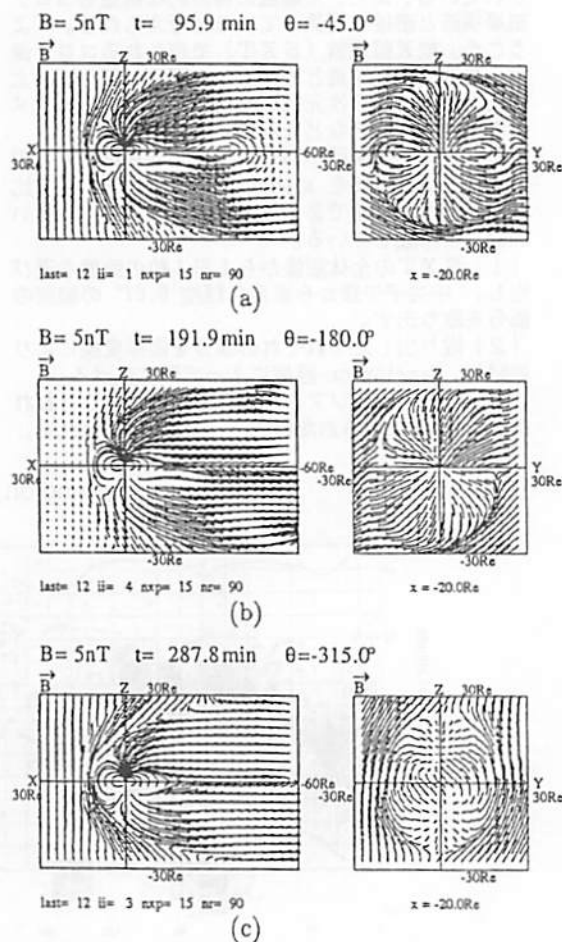


図1 IMFを4時間で1回転させた時の地球磁気圏の磁場構造の変化。IMFは $t = 60m$ から印加し始めて、右図でy軸(夕方)方向から時計回りに回転させる。

# **B32-PA-04**

## **A Multi-Instrument Study of Impulsive Events near the Dayside Magnetopause**

**°H. Kawano and S. Kokubun**

**Department of Earth and Planetary Physics, University of Tokyo, Japan**

**S. Ohtani**

**Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University, Laurel, Maryland, U.S.A.**

**D. M. Klumpar**

**Lockheed Palo Alto Research Laboratory, Palo Alto, California, U.S.A.**

The transfer process of mass, momentum, and energy from the solar wind to the magnetosphere is a major subject in magnetospheric physics. Since phenomena taking place near the magnetopause are likely to be the manifestation of the transfer process, it is of great importance to study the properties of the phenomena.

In this paper we study transient events (duration 1-10 min) near the dayside magnetopause. These events are associated with a impulsive change in the magnetic field and plasma parameters. Such events have often been interpreted in terms of transient and patchy reconnection, and when the reconnection model is adopted they are called Flux Transfer Events (FTEs). On the other hand, sudden changes in the solar wind pressure are also suggested to cause impulsive signatures looking like FTEs. Detailed multi-instrument study of the impulsive events would be useful in order to distinguish generation mechanisms.

For this purpose we examine simultaneous data from three instruments on the AMPTE/CCE: the flux gate magnetometer measured the magnetic field, the Hot Plasma Composition Experiment (HPCE) measured electrons in the energy range from 50 eV to 25 keV, and the Medium Energy Particle Analyzer (MEPA) measured ions with energy larger than 40 keV. We also use simultaneous magnetic field data from GOES 5 and 6.

During a period from 0800 UT to 1200 UT in January 23, 1986, AMPTE/CCE observed several impulsive events. Some of them were simultaneously observed at GOES satellites, but others were not clearly observed at GOES satellites. This may correspond to the difference in generation mechanisms (transient reconnection or solar wind pressure pulses). The difference between these two classes of impulsive signatures are examined in detail by combining the magnetic field and particle data, and the initial results are presented in the meeting.

# B32-PA-05

## Anomalous Ion Mixing Inside a K-H Vortex

M. Fujimoto (Nagoya Univ.)

T. Terasawa (Univ. of Tokyo)

In a previous paper, we have shown, by means of hybrid code simulations, that the ion mixing across the shear layer occurs inside a collisionless K-H vortex. The mixing is found to be two-staged, the  $T^2$  mixing and the diffusive mixing, and both of them can be characterized solely by fluid dynamical parameters  $a$  (the initial width of the shear layer) and  $T_F$  (the flow time scale,  $a/V_0$ ). Since the mixing is insensitive to the ratio  $r_L/a$  ( $r_L$ : the ion Larmor radius), it is concluded that the process is anomalously quick compared to the conventional belief. This study deals with the details of the  $T^2$ -mixing. It will be shown that the  $T^2$ -mixing develops around the separatrices of a saturated K-H vortex that is shrinking in size. The similarity in the mixing results from the similarity in this vortex shrinkage. The ion mixing in merging vortices will also be reported. Also in this case, the mixing is enhanced not during the merging but when the vortex shrinks after the saturation of the merging process.



# B32-PA-06 MHD乱流での密度揺らぎのスペクトル： 連星系X線パルサーでの降着プラズマの構造

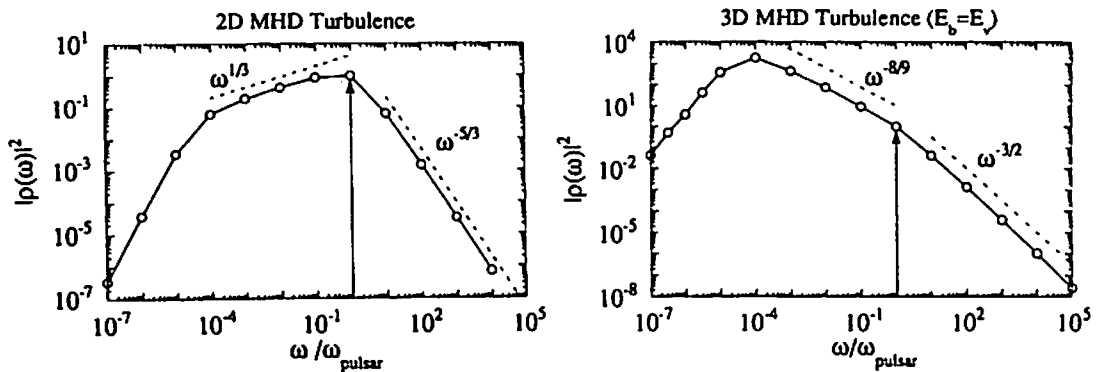
星野真弘\*、竹島敏明（理化学研究所）

これまでのMHD乱流理論は、理論的取り扱いが比較的容易な非圧縮性流体の仮定のもとで研究されてきた。しかし、最近、圧力揺動理論を用いて圧縮性流体中への拡張が行なわれ、特に、太陽風でのプラズマの密度揺らぎのスペクトルの観測を説明することに成功している (Montgomery et al., JGR, 1987; Matthaeus et al., JGR, 1991)。ここでは、この理論を発展させて、逆カスケード過程 (inverse cascade) を含んだ系でのプラズマ密度揺らぎの乱流スペクトルを考察する。そして、その一つの応用として、連星系X線パルサーでの降着プラズマの構造を探る。

3次元非圧縮性電磁流体中で散逸が無視できる系 ( $\nu = \eta = 0$ ) では、全エネルギー ( $\int v^2 + B^2$ ) の他に磁気ヘリシティ ( $\int A \cdot B$ ) も保存される。そして、この2つの物理量の拘束条件が、この系がより安定な状態へと緩和していくときの乱流スペクトルの発展を特長づけることが知られている。小さなスケールへの緩和は全エネルギーの拘束条件に従って、大きなスケールへの緩和は磁気ヘリシティを保存するように発展していくことが解かっている。そして、小さなスケールへエネルギーを輸送するカスケードと大きなスケールへエネルギーを輸送する逆カスケードではその輸送率が異なるので、乱流スペクトルは2つの異なった幂で近似できるパワー・スペクトルへと発展する。2次元非圧縮性電磁流体中では磁気ヘリシティに替わって磁気ポテンシャルの2乗 ( $\int A^2$ ) が保存量となり、同様の特長を持つ折れ曲がったスペクトルが形成される。ここでは、この概念を Montgomery et al. の圧力揺動理論を用いて圧縮性電磁流体中での密度揺らぎのスペクトルに拡張する。

2次元および3次元乱流に対して得られた密度揺らぎのスペクトルを下図に示す。ここでは準定常状態を保つために、 $\omega = 1$  の周波数で系に電磁場の揺らぎを与えている。2次元と3次元乱流とでは、 $\omega < 1$  の逆カスケード領域で、スペクトルの幂が大きく異なることが容易に解かる。この結果を利用すれば、密度揺らぎのスペクトルから、その系のプラズマ状態が2次元的なディスク構造になっているのか、3次元的に広がった構造になっているのかが決まらるであろう。

ここでは、Takeshima (PhD thesis, Univ. of Tokyo, 1992) が見いだした連星系X線パルサーの光度変動の時系列解析の結果に応用する。連星系X線パルサーの光度変動は、中性子星の自転によるコヒーレントな周期変動のみならず非周期的な成分も伴い、その時系列のフーリエ成分は、パルサー周期を境にして幂指数が異なる折れ曲がったパワー・スペクトルで表現されることが明らかにされた。この解析結果をMHD乱流の観点から考察し、パルサー近傍での降着プラズマの構造が、2次元的な降着円盤か、3次元的に広がった恒星風であるのかを議論する。



# 大気圏化学・放射

oral: C11-01~11

poster: C11-PP-68~77

座長

岡野章一（東北大理）

岩上直幹（東大理）

北 和之, 新 健二, 村田 功, 小川利紘, 宮田 明, 原園芳信  
(東京大 理学部 地球惑星物理学科) (農業環境技術研究所)

IN SITU Observation of Atmospheric Methane Concentration around the Rice Paddy  
and the Swamp

Kita, K., K. Atarashi, I. Murata, T. Ogawa, A. Miyata, Y. Harazono  
(Faculty of Science, Univ. of Tokyo) (NIAES)

Several experiments were made to observe the methane production in the rice paddy field and the swamp. In 26 and 27 August, the atmospheric methane concentration was measured around rice paddy fields in Yawara-town. Measured mixing ratio of methane is higher in the rice paddy (about 1.96ppmv) than other fields (about 1.80ppmv). In 27 August, the methane mixing ratio was measured around Ushiku-swamp. The wind direction is easterly. At the west side of the swamp, higher methane mixing ratios were observed than at the east side of the swamp. An attempt to investigate the distribution of the atmospheric methane concentration in the Kanto-area by using the airship was also made.

大気メタンは、それ自体重要な温室効果気体であるとともにオゾン生成等に深く関与するなど大気化学において重要な成分であり、またその増加が重大な問題となっていることは広く知られている。我々は、大気メタンの生成を定量的に調べるために、いくつかの観測を試みており、その結果について報告する。メタンの測定法は、我々が開発してきた He-Ne レーザーを用いる方法で、当学会においても紹介してきた。まだ技術的な困難があり、期待どりの性能は得られていないが、時間分解能を落とせば  $\pm 20\text{ppb}$  の分解能が得られている。

8月26、27日に茨城県谷和原の農業技術センター圃場において、農業環境技術研究所と共同で水田からのメタン発生の観測を試みた。8/27は東風が卓越し、水田域の風上にある畑では、メタン濃度 1.80ppmv であったのに対し、水田域の風上側端では 1.86-1.9 ppmv、水田域の中では 1.95-1.96 ppmv を観測し水田でのメタン発生量が大きいことが示された。

8/27には、牛久沼においてのメタン発生を測定する試みも行った。やはり、風上側での観測値 1.85ppmv に対し、風下側では 1.92-1.93ppmv と有意に高い濃度が観測された。

さらに、日本飛行船事業株式会社の協力を得て、飛行船からのメタン濃度分布観測を開始した。東京湾岸域でのメタン生成の観測および水田地域等との比較などを目的としている。一回目の観測は8月17日に行われ、はじめ揺れが大きかったことと観測オペレーションの不慣れにより使用可能なデータは一部のみであったが東京湾から千葉県内陸に向かってメタン濃度が減少するようすなどが捉えられた。

今後は、これらの観測を続けデータを増やすとともに、観測結果からメタン生成フラックスを求めるための計算などを行っていく予定である。

# C11-02

## レーザーヘテロダイン分光計による メタン高度分布の導出 (I)

小出 理史、岡野章一、田口 真、福西 浩 (東北大・理)

Height Distribution of Methane Derived from Tunable Diode  
Laser Heterodyne Spectrometer Observations(I)

M. Koide, M. Taguchi, S. Okano, H. Fukunishi

Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University

Methane is one of important greenhouse gasses due to its strong absorption in the infrared region. However, there have been very few observations of its height profile. We have made ultra-high resolution observations of methane absorption line at  $1223.156\text{cm}^{-1}$  with a tunable diode laser heterodyne spectrometer at Tsukuba from December, 1991 to February, 1992. A height profile of methane was retrieved from the observed absorption spectrum. The derived volume mixing ratio in the troposphere on December 20, 1991 was about 1.9ppmv.

近年、温室効果気体としてメタンが注目されているが、その高度分布の観測例は非常に少ない。この研究の目的は高分解能のレーザーヘテロダイン分光計を用いて、赤外域のメタン吸収スペクトルからメタンの高度分布を導出することである。

東北大学ではこれまでレーザーヘテロダイン分光計を用いてオゾン、メタン、一酸化二窒素の観測を行ってきた。図1に、 $1223\text{cm}^{-1}$ 付近のメタン赤外吸収スペクトルの一例を示す。このスペクトルは1991年12月20日、国立環境研究所で行なった観測によるもので、1回のスキャン(512秒)の結果である。

メタンは荷重関数の温度依存性が高く、また対流圏内に多く存在する気体であるので、地上の分光観測から高度分布を導出するのは困難であると考えられていた。我々は気象庁より高層気象データの提供を受け、その気温及び水蒸気の高高度分布の情報を用いてメタンの高度分布を求めることに成功した。以下におおまかな解析手順を示す。

まず、観測で得られたスペクトルを、高層気象データを用いて計算した水蒸気のみによるスペクトルで割って、メタンによる吸収スペクトルを取り出す。次に、このスペクトルに混合比が対流圏では一定、成層圏では一定の割合で減少すると仮定した場合のメタン高度分布から計算される吸収スペクトルをフィッティングさせ、対流圏濃度、圏界面高度、成層圏での減少率を決定する。この高度分布を初期値としてインバージョンを行なう。なお、フィッティング、インバージョンの際には高層気象データの温度分布を用いた。

図2に、11回のスキャンによる平均のスペクトルから導出したしたつくば市上空におけるメタ

ンの高度分布を示す。対流圏内の体積混合比は約1.9ppmvであった。

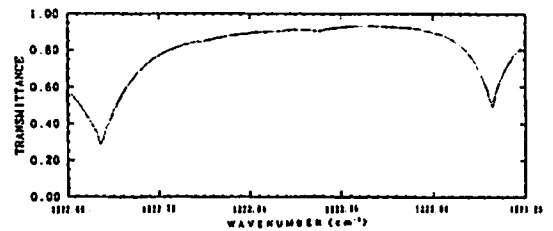


Fig.1 An infrared absorption spectrum observed at Tsukuba on December 20, 1991 with a Tunable Diode Laser Heterodyne Spectrometer.

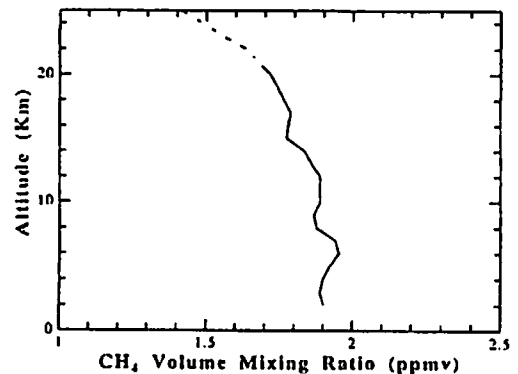


Fig.2 A height profile of methane over Tsukuba retrieved from an absorption spectrum comprising 11 individual scans in the period of 12h48m to 14h36m on December 20, 1991.

# C11-03 成層圏OHのドップラー分光測定

岩上直幹, 猪俣 敏 (東大理)

## DOPPLER DETECTION OF THE STRATOSPHERIC OH

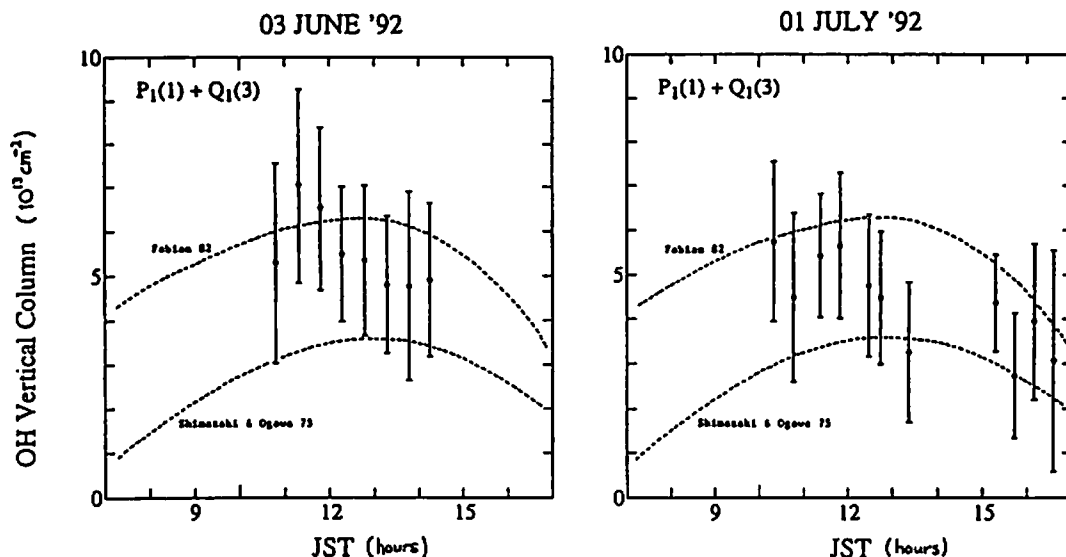
Iwagami N, Inomata T (U Tokyo)

Stratospheric OH column is measured with ground-based UV spectroscopy. The Doppler shift of the solar spectrum due to the solar rotation is utilized to discriminate the slight terrestrial absorption from the prominent solar features. The behavior of the measured column provides a useful check for our understanding of the stratospheric chemistry.

水酸分子OHはその高い反応性により、成層圏はもとより対流圏においても、最も重要な大気微量成分のひとつとなっている。ところがその微量性のため、測定例は極めて少なく、その振る舞いは観測的にはほとんど知られていない。このため成層圏化学のモデリングに重大な不確定性を与えている。

我々は太陽を光源とした特殊な紫外吸光分光法による成層圏OHコラムの定量法を確立し、本郷キャンパス内において測定を継続している。この方法の特徴は、強い太陽大気吸収構造の中から弱い地球大気OHの吸収を拾い出すため、太陽自転による太陽スペクトルのドップラーシフトを利用している点にある。つまり太陽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、太陽大気による吸収構造を消去し、通常の方法では検出の困難な地球大気OHのコラムを定量している。装置は1.5 mダブルパス回折格子分光器とMCP一段付きMOSリニアイメージセンサを中心としたもので、波長308 nm付近にある  $A^2\Pi - X^2\Sigma$  (0,0) 帯  $1P_1, 3Q_1, 3Q_2$  線の吸収を1 pmの高波長純度で測定する。

下図に今年6月3日および7月1日における垂直コラムの日変化を一次元モデルによる理論値と比較して示す。正午付近における  $5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$  程度の最大値および午後における緩やかな減少など、モデルは測定値をほぼ再現している。モデルによれば、対流圏コラムは高々数%と小さく、測定値はほぼ成層圏コラムを表していると考えられる。



小林 信之、小川 利紘  
(東京大学理学部)

## COMPARISON OF STRATOSPHERIC OZONE DATA BETWEEN EXOS-C AND SAGE II (2)

Kobayashi N, Ogawa T (Univ. of Tokyo)

Vertical profiles of stratospheric ozone have been observed by several satellites. We have compared the profiles observed by EXOS-C with those of SAGE II. Agreement within 10% is found in the pressure range of 1-10mb. However, significant systematic differences are found in other pressure ranges. To validate these results, we have compared both profiles with CIRA ozone model.

重要な環境資源である成層圏オゾンの、グローバルな分布を精度良く測定することは重要である。現在までに成層圏オゾンの鉛直分布は、幾つかの人工衛星によって観測されてきた。その際、衛星によって得られたデータの信頼度を知るために、複数個の衛星のデータを比較するという方法がある。

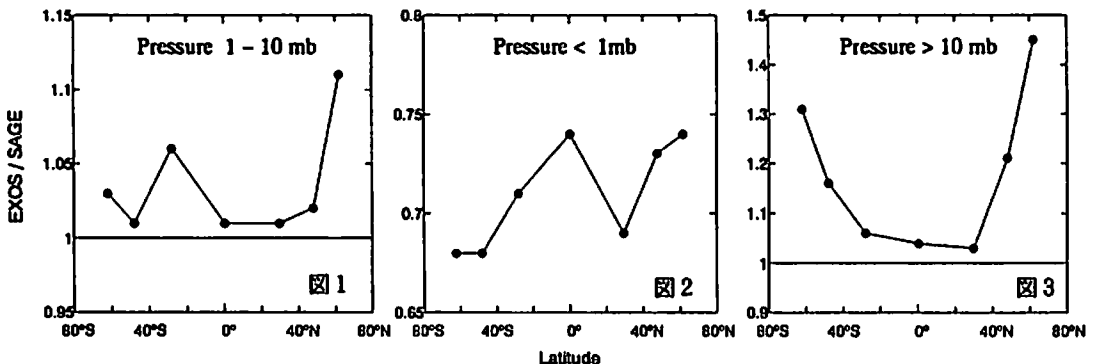
我々は、EXOS-C(おおぞら)とSAGE IIのデータを用いて、成層圏オゾンの鉛直分布の比較を行っている。今回はその結果を検討するために、他の衛星観測(Nimbus7-SBUV, Nimbus 7-LIMS, SME-UVS, SME-IR, SAGE I)に基づいているCIRAオゾンモデルとの比較を行なった。

EXOS-Cは日本の科学衛星で、紫外後方散乱(BUV)分光法により、オゾンの鉛直分布を得ている。一方、SAGE IIはNASAのERBS衛星に搭載された観測器であり可視から近赤外域における太陽掩蔽(solar occultation)法によって、オゾンの鉛直分布を得ている。両者の測定がオーバーラップする、約3年間(1984年10月~1987年9月)のデータの中から、データの質およびオゾンの時間空間変動性を考慮

した上で、測定時間の差が12時間以内、測定点間の距離が1000km以内のセットを選び出している。比較に際しては、測定点の緯度・測定期間でグループ分けを行なった後に、統計的処理を行っている。そして、気圧0.32-32mbの、ほぼ4kmおきの9つの高度で比較を行っている。

比較の結果、気圧1-10mbの高度領域で、両者は10%(r.m.s.)の範囲内で一致することが確認されている。(図1)また、1mbより高度の高い領域では、EXOS-Cのデータが小さく(図2)、高緯度側で10mbより高度の低い領域では、EXOS-Cのデータが大きいという系統的な違いも示されている。(図3)

次に、CIRAモデルとの比較の結果、SAGE IIのデータとCIRAモデルは、比較に使用した、気圧0.32-17.8mbの全高度領域で10%(r.m.s.)の範囲内で一致した。一方、EXOS-CのデータとCIRAモデルの比較の結果においては、EXOS-CとSAGE IIのデータの比較結果と同様な傾向がみられた。現在、以上の比較結果について考察中である。



EXOS/SAGEの1986年における緯度帯別の平均値

渡辺隆・内藤一郎 (筑波技術短期大)・小川利紘 (東大理)

## OBSERVATION OF STRATOSPHERIC OZONE DISTRIBUTION BY ROCKET-OZONESONDES(3)

Takashi WATANABE<sup>1</sup>, Ichiro Naito<sup>1</sup> and Toshihiro OGAWA<sup>2</sup>

1:Tsukuba College of Technology 2:Department of Earth and Planetary Physics, University of Tokyo

Altitude distributions of the stratospheric ozone density have been obtained using rocket-ozonesonde aboard a meteorological rocket MT-135 at Uchinoura(31N, 131E). The optical ozone sensor consisted of four-color UV filter radiometers which measured the absorption of the solar radiance by ozone between 52 and 20km. The stratospheric ozone profile is found to be less variable from day to day in late summer at Uchinoura, suggesting capability for the ozone trend detection in middle and upper stratosphere. A comparison of summer profiles with winter ones shows clear seasonal variation in lower and mid stratosphere. A comparison was made with the SAGE II ozone measurements to exhibit a general agreement within  $\pm 10\%$  in the altitude range of 23 - 47km. Atmospheric temperature and wind have been measured simultaneously. A rocket experiment is scheduled to take place at Uchinoura in early September 1992, and the preliminary result will be presented.

オゾンホール観測などからフロンなどの人工生成物質によるオゾン消滅のメカニズムが明らかになってきたが、地球規模での長期的変動との関連については、予想される変動の大きさが小さいことから、精度の高い観測データが必要とされる。これまでの理論的予測によれば、オゾン層長期変動は、40km付近の上部成層圏で最も顕著に現われ、この大きさはオゾン全量に現われる変化に比べ約10倍に達すると見られるので、40km付近のオゾン密度とその高度分布を測ることが重要と考えられる。

我々はこのような成層圏オゾンの長期変動をモニターすることを目的として、気象ロケットMT-135用オゾン観測のシステムの開発を行なった。この観測装置を使用した観測も1990年8月以来内之浦において5回にわたる観測結果が得られるようになった。今回の報告では、1992年9月に予定されている観測結果の速報を中心として、衛星観測との比較、波動解析などの進展状況について報告する。

観測に使用したオゾンセンサーは5色フィルタフォトメータで測定波長は265,290,300,307nmの4波長で太陽紫外線のオゾンによる吸収を測定する。また420nm帯で測定装置姿勢のモニタを行っている。

これまでの観測で得られた主な結果

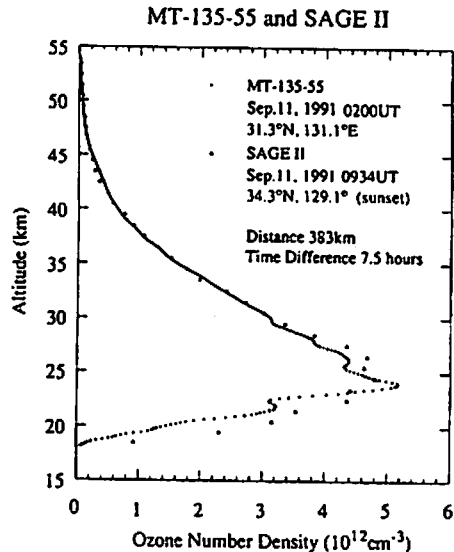
(1)内之浦上空の夏季の成層圏オゾンは日変動

が小さいことがわかった。このことは中、上部成層圏のオゾントレンドがロケット観測により検出できる可能性を示していると思われる。

(2)冬季のプロファイルは特に中部-下部成層圏に波動構造が顕著に見られる。また、day-to-day variationが大きい。

(3)冬季と夏季のプロファイルの比較から中部成層圏で夏極大、冬極小の季節変動がみられた。

(4)SAGE IIによるoccultation dataとの比較から23 - 47kmの高度で $\pm 10\%$ の範囲でよい一致を示すことが確認された。



# C11-06

## STRATOSPHERIC NO<sub>2</sub> AND OZONE MEASUREMENTS DURING INSTRUMENT TEST FOR OBSERVATION IN INDONESIA

A. Budiyo, Y. Kondo, M. Koike, K. Nakamura (Solar Terrestrial Environment Lab., Nagoya University )

### ABSTRACT

We started ground based measurements of stratospheric NO<sub>2</sub> and ozone at STE Laboratory of Nagoya University in Toyokawa, in May 1992. These measurements are aimed for testing an instrument for continuous measurements of these species in Indonesia from March 1993 (Cooperation between STE Laboratory of Nagoya University, Atmospheric Research and Development Centre of LAPAN, and NIWAR New Zealand).

To observe NO<sub>2</sub> and ozone we measure absorption features of these species in the scattered radiation from zenith sky at twilight making use of the large air mass factor at that time.

To correct for absorption in the control spectrum obtained near noon, average value of morning and evening of column amounts at solar zenith angle of 90° have been used with considering air mass factor.

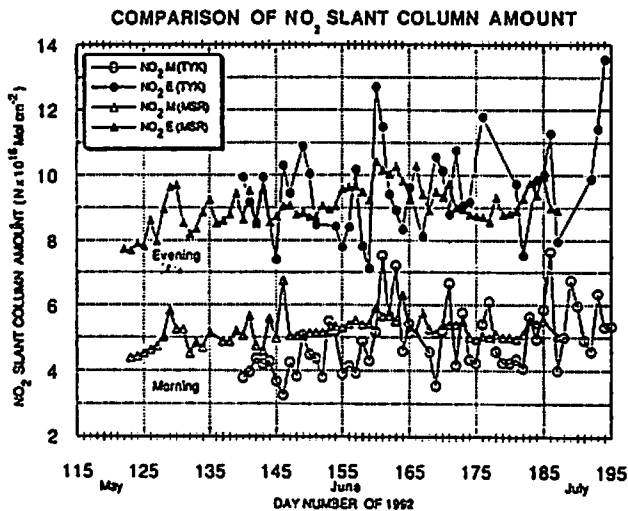
A grating monochromator with a focal length of 20 cm have been used for these observations.

The whole system is controlled by IBM PC computer to calculate NO<sub>2</sub> and ozone amount.

Also we have compared NO<sub>2</sub> and ozone data obtained at Toyokawa with data obtained at Moshiri observatory in Hokkaido. A good agreement has been found between them.

Moshiri is thought to be free from tropospheric pollution. Some effect of tropospheric pollution has been detected over Toyokawa during measurements, which appears on the fluctuation of day to day NO<sub>2</sub> data (fig 1).

Correction factor of NO<sub>2</sub>:  $0.38 \times 10^{16} \text{ Mol cm}^{-2} (\text{TYO})$   
Correction factor of NO<sub>2</sub>:  $0.46 \times 10^{16} \text{ Mol cm}^{-2} (\text{MSR})$





# C11-07

## AIRCRAFT MEASUREMENT OF TROPOSPHERIC NO AND NO<sub>y</sub> OVER THE WESTERN PACIFIC

H. Ziereis, Y. Kondo, M. Koike, and S. Kawakami

(Solar Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, Toyokawa, Aichi 442, Japan)

Mixing ratios of nitric oxide (NO) and total reactive nitrogen (NO<sub>y</sub>) were measured on board NASA's DC-8 aircraft over the Western Pacific during the Pacific Exploratory Mission (PEM)-West in September and October 1991. NO was measured by a chemiluminescence detector. NO<sub>y</sub> was converted to NO by a gold catalytic converter and then detected by a separate chemiluminescence NO detector.

In total 21 flights were carried out during this campaign. Among these flights four intensive flights were conducted from Yokota/Japan. This paper discusses three flights that show some typical characteristics of the air masses encountered during this experiment.

On September 22 clean marine air was encountered during a flight (F6) along the east coast of Japan. Low concentrations of NO and NO<sub>y</sub> were measured throughout the troposphere. Two days later also during a flight (F7) at the same location the air flow originated from the West and the air was observed to have high concentrations of both NO and NO<sub>y</sub>. On October 14 (F17) during a flight near Guam again clean marine air was encountered in the free troposphere while the measurement in the boundary layer was presumably affected by bio mass burning.

Generally NO increased with increasing altitude in the troposphere. While in the clean marine boundary layer NO was as low as 3 pptv in the upper troposphere it was up to 50 pptv. NO<sub>y</sub> concentrations showed no altitude dependence. For the clean marine air conditions the concentration was about 200 pptv throughout the troposphere while during the polluted air condition it was about 500 pptv. A correlation between ozone and NO<sub>y</sub> was observed for all three flights.

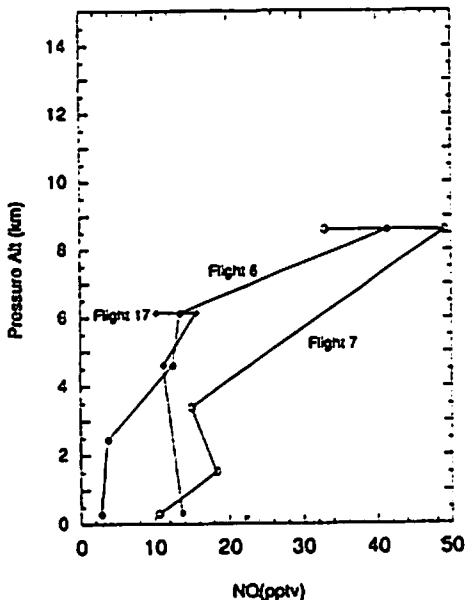


Fig. 1: Altitude variation of NO for the flights F6, F7 and F17. The symbols represent the average NO mixing ratio for each constant altitude flight level.

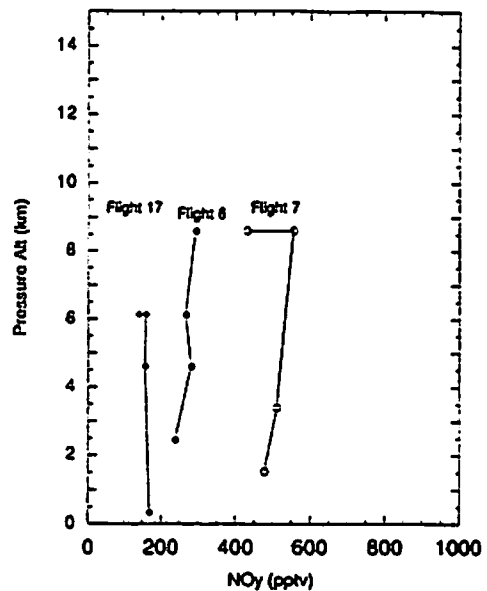


Fig. 2: Altitude variation of NO<sub>y</sub> for the flights F6, F7 and F17. The symbols represent the average NO<sub>y</sub> mixing ratio for each constant altitude flight level.

Balloon Measurements of Total Reactive Nitrogen, N<sub>2</sub>O and O<sub>3</sub> in the Winter Arctic Stratosphere

T. Sugita, Y. Kondo, M. Koike, H. Ziereis, Y. Iwasaka ( Solar Terrestrial Environment Lab., Nagoya University )

U. Schmidt (Institute for Chemistry and Dynamics of the Geosphere, Forschungszentrum Jülich)

P. Aïmedieu (Service d'Aéronomie, Center National de la Recherche Scientifique)

Total reactive nitrogen ( NO<sub>y</sub> ) and ozone were measured during ascent on board a balloon launched from Kiruna, Sweden ( 68° N, 20° E ) on January 31, 1992. On board the same gondola, N<sub>2</sub>O was also measured during descent. NO<sub>y</sub> and O<sub>3</sub> have been found to have strong positive correlation below 22 km. N<sub>2</sub>O is anticorrelated linearly with NO<sub>y</sub> and O<sub>3</sub> at least down to 170 ppbv.

極域成層圏における大気化学的過程を理解するためには、オゾンをはじめとする微量成分の挙動や極渦の強度を把握することが重要である。よく知られる南極のオゾンホールは、強い極渦と低温により生ずる極成層圏雲 (PSCs) に大きく関係している。一方、北極は南極に比べると気温がやや高く、PSCsの発達は相対的に弱い。従って、本研究の目的は北極成層圏において十分に渦が発達し、低温が続く1月前後の化学状態を明かにすることである。

1991年11月より1992年3月までの期間にEASOE ( European Arctic Stratospheric Ozone Experiment ) が行われ、名古屋大学STE研のグループは3回の大気球 (100000m<sup>3</sup>) 観測をスウェーデンのキルナ (68° N, 20° E) において実施した。これにより、総反応性窒素酸化物 (NO<sub>y</sub>) がケミルミネセンス法によって、またオゾンがECC法によって測定された。この際、同じ気球によりN<sub>2</sub>Oの測定がドイツのグループによって行われた。

1992年1月31日に放球された気球の上昇中14 - 31 kmの間にNO<sub>y</sub>がオゾンと共に、そして下降中にN<sub>2</sub>Oが測定された (図1)。また、この時キルナは温位400 K以下で極渦の外側に、475 K以上では極渦の境界もしくは内側に位置していた。22 km以下において、

NO<sub>y</sub>はO<sub>3</sub>と強い正の相関関係を示した。NO<sub>y</sub>は、170 ppbv以上のN<sub>2</sub>Oと負の相関関係にあるが、N<sub>2</sub>Oが15 ppbv程度であるところの関係を満たさないことが見出された。

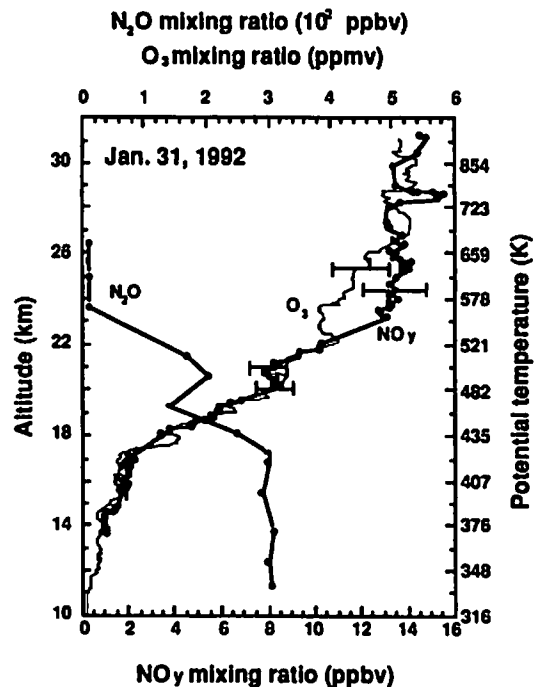


図1 1992年1月31日に測定されたNO<sub>y</sub>、N<sub>2</sub>OおよびO<sub>3</sub>の高度分布

# C11-09

## ピナツボ火山の噴火による成層圏エアロゾルの消長

岩坂 泰信、柴田 隆、林 政彦、長谷 正博、中田 湜、小堀 哲朗  
(名古屋大学太陽地球環境研究所)

### Enhancement of the Stratospheric aerosol after the eruption of Pinatubo Volcano

Y. Iwasaka, T. Shibata, M. Hayashi, M. Nagatani, H. Nakada and T. Ojio

#### ◇はじめに

今世紀最大といわれているピナツボ火山の噴火は、地球環境に与えるグローバルな影響が大きな関心を呼んでいる。ここでは、名古屋大学太陽地球環境研究所の豊川キャンパス(愛知県豊川市)に設置されているライダーによって観測されてきた結果とともに、いくつかの問題点を指摘する。ライダーは、Nd:YAGレーザーの第2高調波を用いたもので、天候が許すかぎり観測を行った。1992年の春からは偏光解消度の測定も開始した。

#### ◇観測結果

図1に示すものは、成層圏高度で積分したエアロゾルの後方散乱係数( $sr^{-1}$ )である。噴火直後の91年6月から、20~40日程度の周期的変動を伴って、およそ250日間増加傾向を示している。91年10月以降は変動の幅は小さくなったが、92年2月頃極大値をとるに至った。その後はやや減少する傾向がみられる。

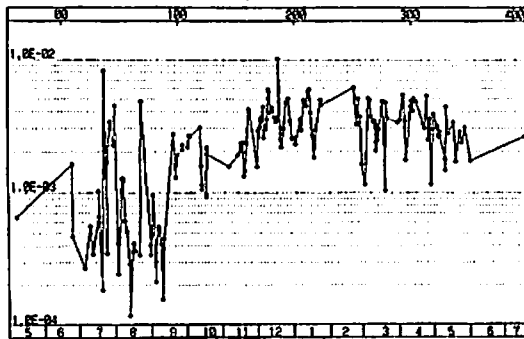
図2は、散乱比プロファイルにおけるピークの高さをプロットしたものである。黒丸は、散乱比の値が最大値をとる高さ、実線はその半値幅を示す。白丸は第2ピークが識別できたときの高さで、その半値幅は点線である。噴火後しばらく(~91年8月)は高さ15km以下に幅の狭い第1ピークが観測された。91年9月には、ピークの高さは上昇し20km付近となり、同時に半値幅も大きくなる傾向を見せている。以後91年内は、高さ20km、半値幅4km程度の状態が続いた。92年1月になって、ピークの高さは変わらないものの、半値幅が大変小さいピークとなる。2月末~5月中は91年11~12月の状態に似ているが、半値幅の変動が激しく、別の状態を示している可能性がある。しかしこのような点を議論するには、さらに多くの観測結果を補完することが必要であろう。

#### ◇今後の課題

本観測結果では、積分後方散乱係数の極大値の維持期間は、1982年のエルチヨン火山の噴火の際の報告と比較するとかなり長い。これは、いかなる理由によるものか、火山性物質の成層圏における流入および微物理過程を考える上で、注目すべき点であろう。また、しばしば観測された多層構造は、成層圏における火山性物質の拡散過程を考える上で、非常に重要な情報と思われる。さらに、ピークの高さと半値幅の状態変化などの点を議論するには、より多くの観測結果を補完・比較するべきであろう。

本観測地点は、しばしば圏界面のギャップの下に位置している。これと観測されたエアロゾル層の変化との対応を検討することは、最も重要な課題の1つである。これはまた、成層圏・対流圏交換過程と成層圏の火山性エアロゾル(および関係するガス)のグローバルな循環を検討するうえでたいへん興味もたれる。

噴火後日数

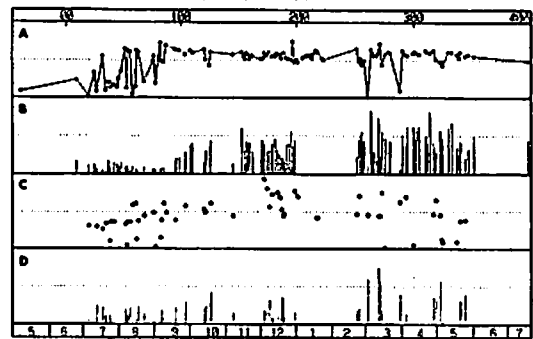


日付(月) 1991年 1992年

図1. 積分後方散乱係数

横軸に時間、縦軸に積分後方散乱係数( $sr^{-1}$ )をとって横軸は時間経過をあらわす。  
である。

噴火後日数



日付(月) 1991年 1992年

図2. ピークの高さ

- A : 第一ピークの高さを示す。縦軸はkmで、底辺が高さ10km、点線は高さ20km、上辺は高さ30kmを表す。
- B : 第一ピークの半値幅を示す。点線が5km、上辺は10kmである。
- C : 第2ピークの高さ。縦軸の単位はAと同じ。
- D : 第2ピークの半値幅。縦軸の単位はBと同じ。

安松諭史・井川絨司・秋吉英治・藤原玄夫  
(福岡大学理学部)

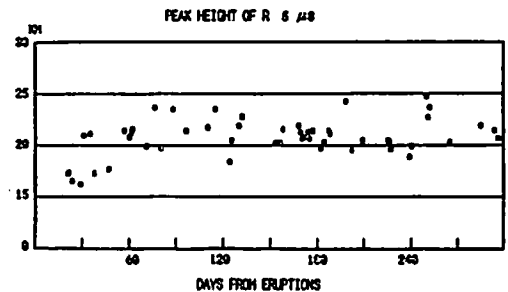
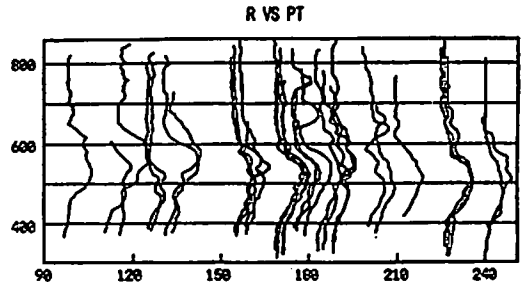
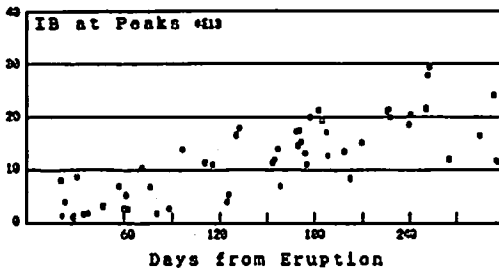
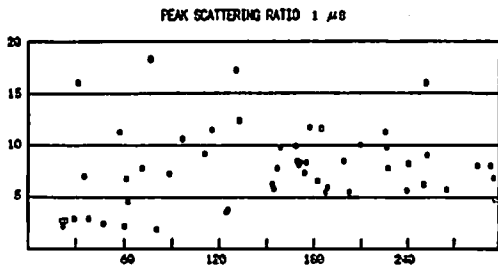
Observation of Stratospheric Aerosols after the Eruptions of Pinatubo [II]

Satoshi Yasunatsu, Seiji Igawa, Hideharu Akiyoshi and Motowo Fujiwara  
Department of Applied Physics, Fukuoka University

Lidar observations of volcanic aerosols in the stratosphere over Fukuoka have been made after the explosive eruptions of Pinatubo volcano in mid June, 1991. The behavior of the scattering layers were very similar to that from the eruptions of El Chichon volcano in 1982. The time variability of integrated backscattering coefficient, scattering ratio and the height of the layer will be discussed considering especially the transport mechanism in the stratosphere.

1991年6月中旬のフィリピンのピナトゥボ火山 (15.14°N, 120.35°E) 噴火によって、多量の火山性物質が成層圏に投入された。福岡大学では、小型のYAGレーザーレーダー (波長532nm) を用いて同年7月上旬から観測を開始した。1982年のエルチチオン火山噴火のときと同様にまず高度17-18kmに散乱比ピーク値2程度の薄いエアロゾル層が出現し、約1カ月の後、高度20km以上に散乱比10を越す非常に強い散乱層が出現した。秋以降はおおむね1つの厚い層を形成し、エアロゾル総

量の指標となる後方散乱係数高度積分値は増加の一途を辿ったが、この間に新たに30km以上の高度にも散乱層が現れた。秋以降散乱層の高度は殆ど同じ温位の値に対応する高度にあり、圏界面高度との間には殆ど関係が見られなかった。これはエアロゾル層がまだ核生成消滅機構よりも輸送機構の方に大きく依存していることを表すものと考えられる。今回は主として輸送の観点から最近までの観測の解析結果を報告する。



散乱比の最大値 [左上], 後方散乱係数高度積分値 [左下], 散乱比の高度 (温位) 分布 [右上]  
散乱比最大値高度 [右下]

D Ly  $\alpha$  吸収実験

° 川原琢也、岡野章一、福西 浩  
東北大理

D Ly  $\alpha$  Absorption Experiments with a new sealed-off deuterium absorption cell

T. Kawahara, S. Okano, H. Fukunishi

Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University

We are developing hydrogen and deuterium absorption cells for measurements of D/H ratio in the planetary atmospheres. An improved deuterium absorption cell, which is evacuated at  $\sim 10^{-8}$  Torr before filling the D<sub>2</sub> gas and sealed off after filling the gas, has been manufactured. It is confirmed that there is little unexpected absorption of H Ly  $\alpha$  line by H atoms produced by thermal dissociation of H<sub>2</sub>O molecules degassed from the cell wall and that the amount of H Ly  $\alpha$  absorption does not increase with time for a few tens hours.

我々は惑星超高層大気中の共鳴散乱による H Ly  $\alpha$  線 (121.533nm)、D Ly  $\alpha$  線 (121.566nm) を分離測定し H Ly  $\alpha$  グロー分布、さらに H Ly  $\alpha$  と D Ly  $\alpha$  の強度比から D/H 比を測定するための水素、重水素吸収セルの開発のための室内実験を行なっている。

これまで製作した重水素吸収セルでは、封じた重水素ガスに内壁から脱ガスする H<sub>2</sub>O が混入しフィラメントによる熱解離により生成する H 原子が H Ly  $\alpha$  の吸収を引き起こすこと問題となっていた。これを解決するために吸収セルにガスを封じる前に行なうベーキングが高温 (最大 400°C) で長時間行なえる、窓融管型でガス出し入れの可能な吸収セルを製作し、光源に H Ly  $\alpha$  線輝線ランプを用いたセルに D<sub>2</sub> ガスを封じて吸収実験を行なった。その結果、脱ガスした H<sub>2</sub>O から熱解離生成した H 原子による H Ly  $\alpha$  線の吸収量は従来のセルの約 1/10 に減少した。しかし長時間の脱ガスにより依然として H<sub>2</sub>O 分子がセル内に蓄積することが問題として残った。これはガス導入に先立つ吸収セル真空引きの際の真空度 (セルの位置で  $\sim 10^{-6}$  Torr) が不足で、吸着している H<sub>2</sub>O を十分に排気できなかったためである。そこで超高真空システム (真空度  $\sim 10^{-8}$  Torr) において吸収セルのベーキング、ガス入れを行い、封じきり型の重水素吸収セル (ガス圧 3 Torr) を製作した。上記と同様の実験方法で H Ly  $\alpha$  線の吸収量を調べた結果、フィラメント温度が約 1500°C での Reduction Rate が 1.5% 程度、また 1100°C で 8 時間フィラメントを点灯しても脱ガスによる H Ly  $\alpha$  線吸収量の増加はみられなかった。次に光源に重水素ランプを

用いてフィラメントを 1100°C で点灯し続けたときの D Ly  $\alpha$  線の吸収量の時間変化を調べた (図 1)。図にみられる吸収量の初期の減少は解離した重水素原子が壁に吸着し、重水素ガスの圧力が減少するためと考えられる。本発表ではこの吸収セルによる D Ly  $\alpha$  線吸収の時間的な安定性、セルの壁の温度を変化させたときの吸収量の変化について述べる。

また、超高真空システムで排気を行なった封じきり型の吸収セルはテフロンコーティングを施した重水素セルと水素セル、施さない水素セルの計 3 つについても現在製作中である。

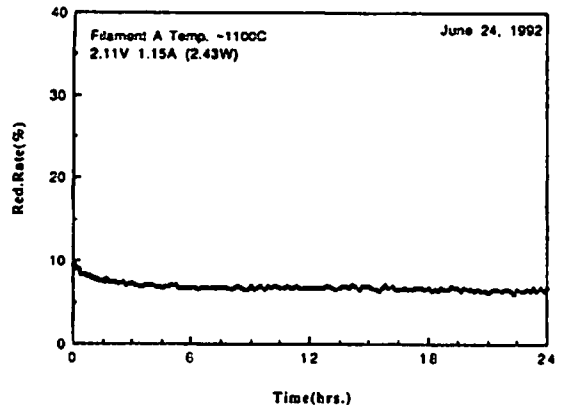


Figure 1. Time variation of absorption with a D<sub>2</sub> capillary lamp as a source lamp and the new deuterium cell. Decrease of absorption is considered to be due to decrease of D<sub>2</sub> gas pressure caused by adsorption of deuterium atoms on the inner glass wall of the cell.

# C11-PP-68

## Numerical Modeling of the Vertical Motion of a Polar Patrol Balloon and Its Application to the Experiment in January, 1990

Akira KADOKURA (National Institute of Polar Research)

A numerical model to follow the vertical motion of a Polar Patrol Balloon (PPB) has been constructed. Basic equations are (1) equation of motion, (2) Heat equation of the balloon film, and (3) Heat equation of the inside gas. The forms of eq.(2) and (3) follow Carlson et al.(1981). They assume that the inside gas can absorb and emit the radiation in both visible and infrared wave range. We take into account the auto-ballast process below an auto-ballast level and the out-gas process at the time of the maximum volume of the balloon. We calculate the transmittance of the direct solar radiation and albedo at each time step.

$$(1) \quad (m_{He} + W + \frac{m_{air}}{2}) \frac{dv_{\perp}}{dt} = m_{He} \left( \frac{M_{air}}{M_{He}} \frac{T_{He}}{T_{air}} - 1 \right) g - W g - \frac{1}{2} C_0 \rho_{air} \pi r_B^2 v_{\perp}^2 \frac{v_{\perp}}{|v_{\perp}|}$$

$$(2) \quad C_p s \rho_s d_s S_B \frac{dT_s}{dt} = 4 \pi r_B^2 \left[ -\kappa_{eff} \sigma T_s^4 + \frac{1}{4} \epsilon_{eff} A_P J_0 + \frac{1}{4} \epsilon_{eff} A_A J_0 \right. \\ \left. + \frac{1}{2} \kappa_{eff} (1 + \alpha) J_1 + a_1 \frac{K_{He}}{2 r_B} Nu_{in}^n (T_{He} - T_s) \right. \\ \left. + a_2 \frac{K_{air}}{2 r_B} Nu_{out}^f (T_{air} - T_s) + a_3 \frac{K_{air}}{2 r_B} Nu_{out}^n (T_{air} - T_s) \right. \\ \left. + \kappa_{int} \sigma (T_{He}^4 - T_s^4) \right]$$

$$(3) \quad C_{pHe} m_{He} \frac{dT_{He}}{dt} = 4 \pi r_B^2 \left[ -a_1 \frac{K_{air}}{2 r_B} Nu_{in}^n (T_{He} - T_s) + \epsilon_{geff} A_P J_0 + \epsilon_{geff} A_A J_0 \right. \\ \left. + \kappa_{geff} (1 + \alpha) J_1 - \kappa_{geff} \sigma T_{He}^4 - \kappa_{int} \sigma (T_{He}^4 - T_s^4) \right] \\ + \frac{\gamma - 1}{\gamma} C_{pHe} m_{He} \frac{T_{He}}{P} \frac{dP}{dt}$$

where  $m_{He}$  is mass of the inside gas,  $W$  is total weight of payload including the balloon,  $m_{air}$  is mass of the air excluded by balloon volume,  $v_{\perp}$  is vertical velocity of the balloon,  $M_{air}$ ,  $M_{He}$  are molecular weight of the air and the gas, respectively,  $T_{air}$  and  $T_{He}$  are temperature,  $C_0$  is drag coefficient,  $\rho_{air}$  is density of the air,  $r_B$  is the radius of the balloon,  $C_p s$ ,  $C_{pHe}$  are specific heat at constant pressure of the film and the inside gas, respectively,  $\rho_s$ ,  $d_s$ ,  $S_B$  are density, thickness and surface area of the film, respectively,  $T_s$  is temperature of the film,  $\kappa_{eff}$ ,  $\kappa_{geff}$ ,  $\kappa_{int}$  are effective absorption coefficient of the film, the gas and the interchange between those for infrared wave range,  $\epsilon_{eff}$ ,  $\epsilon_{geff}$  are for visible wave range,  $A_P$ ,  $A_A$  are transmittance of the direct solar radiation and albedo,  $J_0$ ,  $J_1$  are the solar constant and infrared radiation from the earth,  $K_{He}$ ,  $K_{air}$  are heat conductivity of the gas and the air,  $Nu_{in}^n$ ,  $Nu_{out}^n$ ,  $Nu_{out}^f$  are Nusselt number of the inside natural convection, outside natural convection, and outside forced convection,  $\sigma$  is Stefan-Boltzmann constant,  $\gamma$  is specific heat ratio of the gas, and  $P$  is pressure.

This model is applied to the result of the PPB experiment in January, 1990. In my presentation I will show the calculation result and compare it with the experimental result.

Reference : Carlson, L.A. and Horn, W.J., "A New Thermal and Trajectory Model for High Altitude Balloons", AIAA Paper No.81-1926, 1981.

# C11-PP-69

## 昭和基地における 赤外および紫外・可視吸光分光観測

村田 功、北 和之、岩上 直幹、小川 利紘 (東大理)

Ground-based infrared and UV-visible absorption measurement at Syowa Station

Isao Murata, Kazuyuki Kita, Naomoto Iwagami and Toshihiro Ogawa  
(Faculty of Science, University of Tokyo)

Column densities of some trace gases are observed by solar infrared and UV-visible absorption measurement at Syowa Station. The main purpose of this observation is to study the formation mechanism of the Antarctic ozone hole in detail. The infrared measurement was carried out from July to December 1991, and HCl, HF, N<sub>2</sub>O, OCS, CO and C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> columns were measured using a 1.5m double pass monochromator. The UV-visible measurement was carried out from May 1991 to January 1992, and O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, OC10 and BrO columns were measured using a 0.25m monochromator.

1991年、南極昭和基地(69° S, 40° E)に於て赤外および紫外・可視吸光分光観測を行った。赤外観測では、太陽を光源とした吸光分光法により、ClO<sub>x</sub>のリザーバーとしてオゾンホール生成に重要な関係を持つHClを中心にHF, N<sub>2</sub>O, OCS, CO, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>の鉛直気柱密度を観測した。観測装置は1.5mダブルパス回折格子型分光器を中心としたものである。観測に用いた波数は HCl—2926 cm<sup>-1</sup>, HF—4039cm<sup>-1</sup>, N<sub>2</sub>O—2583cm<sup>-1</sup>, OCS—2053 cm<sup>-1</sup>, CO—2158cm<sup>-1</sup>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>—2987cm<sup>-1</sup>等の領域(波長3~5μm)で、装置の分解能は3000cm<sup>-1</sup>で0.09cm<sup>-1</sup>程度である。観測は'91年7月30日から12月21日まで行い、計41日分のデータを得ることができた。図1はHCl鉛直コラムの略解析結果である。これを見ると、HCl鉛直コラムは冬期間に少なく、オゾンホールの崩壊と共に増加していることがわかる。

紫外・可視観測では、300nm~420nmにおける太陽天頂散乱光の分光観測により、成層圏を中心としたO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, OC10, BrOの濃度を観測した。本観測ではオゾンホール生成の主原因とされるClO<sub>x</sub>のひとつであるOC10、さらにはBrOをオゾンと同時に観測することでオゾンホール発生に関するより詳しいデータを得ることが狙いである。観測装置は25cm回折格子型分光器とPCDアレイ型検出器を中心としたものであり、その分解能は約0.4nmである。このシステムの特徴は、電子冷却を用いたアレイ型検出器によりデータの長時間積分が可能になりS/N比が非常によいことである。観測は'91年5月7日から'92年1月16日までほぼ連続的に行った。データの解析はまだこれからであるが、赤外観測の結果と組み合わせるこ

とでオゾンホールに関するより詳しい情報が得られると考えている。

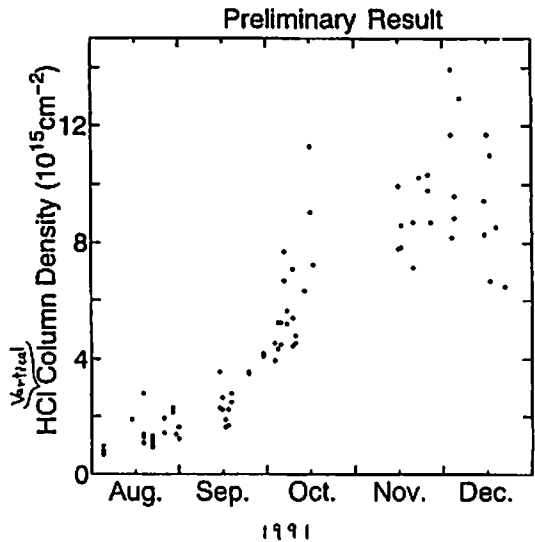


図1

# C11-PP-70 可視分光器を用いた NO<sub>2</sub>、オゾンの比較観測

中村 圭・近藤 豊・小池 真 (名大・S.T.E. 研)

## Intercomparison of Column Amounts of NO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> Obtained by Visible Spectrometers

K.Nakamura, Y. Kondo, M. Koike (Solar Terrestrial Environment Lab., Nagoya University)

Column amounts of NO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> have been measured by the ground based visible spectrometer since June 1992 at S.T.E. lab. in Toyokawa. These results have been compared with those obtained by another spectrometer manufactured by NIWAR New Zealand. Very good agreements to within 6 % and 10 % have been found for NO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub>, respectively.

### 天頂散乱光分光法

成層圏 NO<sub>2</sub>、オゾン量を長期間定量するために、我々は天頂散乱光分光法による可視分光器の開発を行った。天頂散乱光分光法の利点は、天候に左右されないため毎日の観測が可能であることがあげられる。また、この方法では太陽が地平線より上がらない太陽天頂角 90 度以上においても観測が可能であり、ドブソン分光法などでは月光観測を除いて観測が不可能な極域の冬期の貴重な毎日の NO<sub>2</sub> オゾンデータの取得が可能となる。一方、天頂散乱光分光法は、光路に沿ったオゾンのスラントコラム量が得られるため、鉛直オゾン量を得るためには air mass factor を知る必要がある。この我々の開発した分光器を用いて今回は、名古屋大学太陽地球環境研究所において 1992 年 6 月以来、3 カ月間ほとんど欠測のない良質のオゾン、NO<sub>2</sub> などの大気微量成分データの取得に成功した。

### 測定器

可視の分光器を用いた天頂散乱光分光法の観測のために、我々が開発した焦点距離 32 cm のシステムと New Zealand のグループが開発した焦点距離 20 cm の分光器を用いた。焦点距離 32 cm の光電子増倍管を用いた波長掃引式の分光器システムは、波長の駆動機構が簡単であるため長期安定性に優れており、また光量を多く取れるため S/N を大きく改善できるという利点がある。もう一つには、観測波長範囲が焦点距離 20 cm の分光器よりも長

波長方向に広く (観測波長範囲: 430 ~ 502 [nm]) オゾンの吸収構造をしっかりと捕らえているので、オゾンのコラム量をより精度良く測定できる。2 台の分光器システムによる同時観測は 1992 年 6 月より開始され現在に至るまで続けられている。

### 結果

本研究では、我々の可視分光器の結果と、同じ観測方法を用いた New Zealand の NIWAR の研究グループの同時観測の結果を詳細に比較を行った。NO<sub>2</sub> 全量とオゾン全量はそれぞれ 10 %, 6 % で一致していることがわかった。また NO<sub>2</sub> の観測値どうしの相関係数は 0.963 となり、NO<sub>2</sub> の日々の変動が両測定器で精度良く観測されていることが確認された。図 1 に、これら 2 台の分光器で測定された NO<sub>2</sub> 全量の観測結果の比較を示す。

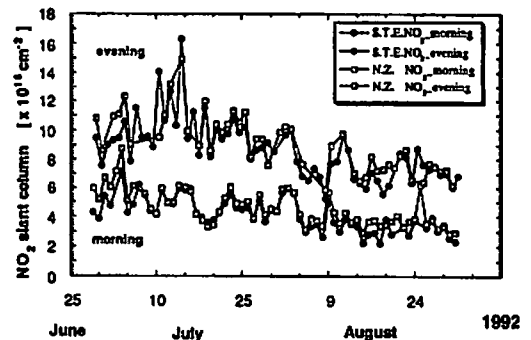


図 1 S.T.E.研システムと New Zealand システムで観測された NO<sub>2</sub> slant column の比較。



# C11-PP-71 高々度気球観測用光学オゾンセンサーの開発

・岡林昌宏、岡野章一、田口 真、福西 浩（東北大・理）、矢島信之（宇宙研）

## Development of the Balloon-Borne Optical Sensor for the High Altitude Stratospheric Ozone Measurements

・M.Okabayashi, S.Okano, M.Taguchi, H.Fukunishi

(Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University)

N.Yajima

(Institute of Space and Astronautical Science)

The measurement of ozone in the upper stratosphere is important to understand the photochemical processes and the solar activity dependence of stratospheric ozone. The highest altitude that can be attained with conventional electrochemical ozonesonde is ~30km. Recently, light-weight, high-altitude balloons, which can reach an altitude of 42km, have been developed. We have started the development of an optical ozone sensor, consisting of UV filter photometers in the Hartley band, for applying it to these high-altitude balloons. Vertical ozone profiles are obtained by differentiating measured UV intensity profiles.

成層圏オゾン総量の大部分を占める下部成層圏においては、オゾンの分布は大気ダイナミクスに支配されており、短期的な変動が大きい。そこで、オゾンの光化学的生成消滅過程と太陽活動周期変動等によるオゾン量の長期変動を理解するためには、光化学反応が支配的な上部成層圏でオゾン量を詳しく観測することが必要である。しかし、これまで行われている通常の電気化学式のオゾンゾンデでは、高々度で大気導入のためのポンプの能力が不足することにより、上部成層圏のオゾン観測には限界がある。

最近、高度42km程度まで上昇可能な小型の高々度ポリエチレン気球が開発された。小型の気球による観測の利点は、大がかりな施設を必要とせず経費も嵩まないことから、任意の観測点から多数回観測することが可能となることである。我々は、この高々度気球に搭載し、オゾン高度分布を観測するための光学オゾンセンサーの開発を開始した。

光学オゾンセンサーの原理は次の通りである。オゾンハートレー吸収帯によって生じる太陽紫外線強度の高度による変化を観測し、得られる高度プロファイルを微分することによりオゾン高度分布を求める。Fig.1に半値幅15nm、中心波長294nm（実線）及び308nm（点線）の干渉フィルターを用いたときの気球高度に対する紫外線強度の変化をシミュレーションした結果を示す。紫外線強度変化の大きな高度領域が観測波長によって異なるので、下部成層圏から高度42km程度までの観測を行うためには複数のチャンネルを必要とする。

光学オゾンセンサーの構成は次の通りである。太陽光を石英製拡散板で拡散させ一様光源とし、その光を干渉フィルターを通してレンズで集光しシリコンフォトダイオードで検出する。また、オゾンによる吸収をほとんど受けない波長の太陽光強度をリファレンスとして同時に観測し、気球の姿勢変化による光量の変動を補正する。

光学オゾンセンサーは、バッテリー、テレメータを含んで重量2kg以下で完成するように現在開発を進めている。

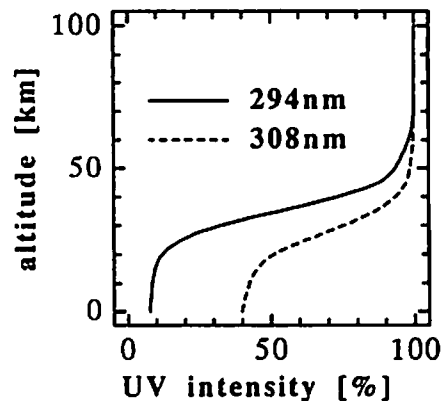


Fig.1 Expected solar UV intensity profiles calculated for interference filters with FWHM of 15nm and center-wavelength of 294nm (solid line) and 308nm (dotted line).

# C11-PP-72

## A STUDY TO MEASURE THE EFFECT OF Mt. PINATUBO AEROSOL PARTICLES ON OZONE AMOUNTS OVER JAPAN

° S.WILSON<sup>1</sup>, M.KOIDE<sup>1</sup>, M.TAGUCHI<sup>1</sup>, S.OKANO<sup>1</sup>, H.FUKUNISHI<sup>1</sup>, and H.NAKANE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UPPER ATMOSPHERE AND SPACE RESEARCH LABORATORY, TOHOKU UNIVERSITY

<sup>2</sup>THE NATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENTAL STUDIES, ENVIRONMENTAL AGENCY

When a volcanic eruption occurs a large amount of sulphuric acid aerosols are injected into the atmosphere. These aerosols are thought to act as sites for ozone depleting heterogeneous reactions to occur. To study the possible effects of the Mt. Pinatubo eruption, a comparison of potential vorticity data against ozonesonde data is made for the month of February 1992. Although Mt. Pinatubo erupted in June 1991, sulphuric acid aerosols are thought to remain in the atmosphere for months after the eruption and hence still be of consequence. The 1992 data sets were also matched against the same data for February 1991 and 1990 to see if there are any notable changes from year to year. The data sets were taken from Sapporo and Tsukuba sites.

The advantage of comparing potential vorticity with ozonesonde data is:

- 1) It is a relatively quick and easy analysis.
- 2) There is a high correlation between both data sets (0.95 from 15–22km)
- 3) Potential vorticity does not vary through adiabatic motion making it a good method to monitor dynamical effects of ozone levels.

The averaged potential vorticity results were taken and varied little from year to year ('90–'92), suggesting little variation in the dynamical effect on ozone levels. Whereas with the ozonesonde data there seems to be a slight decrease in the '92 observations at Sapporo. But as yet it cannot be attributed to a direct cause.

# O I 630.0 nm 亜熱帯大気光画像 にみられる構造

## C11-PP-73

° 大久保一郎<sup>1</sup>、久保田実<sup>1</sup>、岡野章一<sup>1</sup>、田口真<sup>1</sup>、阿部利弘<sup>1</sup>、中島英彰<sup>1</sup>、福西浩<sup>1</sup>、木山喜隆<sup>2</sup>  
1: 東北大理      2: 新潟大理

### STRUCTURES IN IMAGES OF O I 630.0 nm SUBTROPICAL AIRGLOW

° I. Ohkubo<sup>1</sup>, M. Kubota<sup>1</sup>, S. Okano<sup>1</sup>, M. Taguchi<sup>1</sup>, T. Abe<sup>1</sup>,  
H. Nakajima<sup>1</sup>, H. Fukunishi<sup>1</sup>, and Y. Kiyama<sup>2</sup>

1: Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University  
2: Faculty of Science, Niigata University

The procedure of the data processing from all-sky airglow image raw data obtained with the Multi-color All-sky Imaging System to final absolute intensity distributions in geographic coordinates has been established. This procedure was applied to the images of OI630.0nm obtained at Mt. Haleakala, Hawaii. Dark areas extending in meridional direction, which appeared at 07UT on October 6, 1991, are found to move eastward with an average velocity of 120m/sec. These dark areas appear to correspond to the region of electron density depression in the ionosphere F-region, that is, plasma bubbles.

大気光観測用に開発した多波長全天撮像装置 (Multicolor All-sky Imaging System : MAIS) により得られる画像データから絶対強度の地理的分布を得るには、装置感度の非一様性の除去、バックグラウンド光補正、van Rijn効果の補正、大気減光補正、および魚眼レンズで得られる画像を発光高度を仮定して地理座標に投影する等の手順が必要であるが、これら一連の処理手順が確立された。

この画像処理を1991年10月にハワイ・ハレアカラ山頂で行なった亜熱帯グロー画像データに適用してみた。図1は1991年10月6日の6<sup>h</sup>45<sup>m</sup>~7<sup>h</sup>05<sup>m</sup> UT (ハワイ標準時で20<sup>h</sup>45<sup>m</sup>~21<sup>h</sup>05<sup>m</sup>) に得られた OI630.0nm 画像の地理的分布である。1枚の画像の露出時間は180秒である。これらの画像の中で明るいすじの南端に、南北にのびる暗い領域がみられるが、この領域は西経約156° [図1 (a)] から西経約154.7° [図1 (d)] まで時間とともに東 (画面右方) に移動したことがわかる。移動速度は発光高度250kmを仮定すると約120m/secとなる。

OI630.0nm 夜間大気光は O<sub>2</sub><sup>+</sup> イオンの解離再結合によって発光し、その強度は F 領域の電子密度に比例することから、この暗い領域は赤道異常帯でのプラズマ密度の局所的減少、即ちプラズマバブルを反映しているものと考えられる。MAIS 観測により、このように電離圏の構造を可視化して捉えることが可能となる。

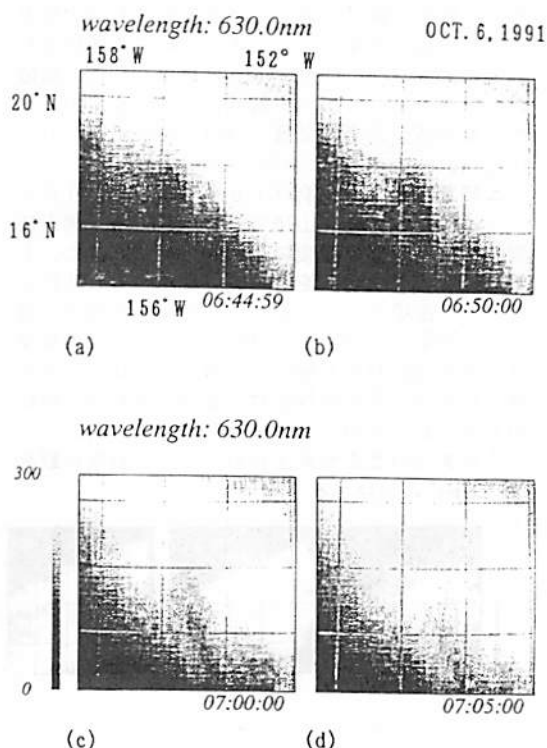


図1 ハレアカラ山頂で観測された OI630.0nm 夜間大気光を地理座標に投影した絶対発光強度分布。実線は2度おきの緯線・経線。

# C11-PP-74 多波長全天撮像装置による 夜間大気光観測 その2

久保田 実<sup>1</sup>、岡野章一<sup>1</sup>、大久保一郎<sup>1</sup>、田口 真<sup>1</sup>、阿部利弘<sup>1</sup>、中島英彰<sup>1</sup>、福西 浩<sup>1</sup>、木山喜隆<sup>2</sup>  
1: 東北大理 2: 新潟大理

## NIGHT AIRGLOW OBSERVATIONS WITH A MULTICOLOR ALL-SKY IMAGING SYSTEM (II)

M. Kubota<sup>1</sup>, S. Okano<sup>1</sup>, I. Okubo<sup>1</sup>, M. Taguchi<sup>1</sup>, T. Abe<sup>1</sup>, H. Nakajima<sup>1</sup>, H. Fukunishi<sup>1</sup>, and Y. Kiyama<sup>2</sup>  
1: Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University  
2: Faculty of Science, Niigata University

Multicolor All-sky Imaging System (MAIS) has been developed as a remote sensing tool for the study of atmospheric dynamics in a region ranging from the mesopause to the thermosphere. Since November, 1991, we have been making observations of airglow with the MAIS at Zao observatory. Images with wave-like structures in the 01557.7nm emission were observed around midnight of 2/3 June, 1992. This phenomenon is discussed in the light of the all-sky airglow images taken at different wavelengths.

高度 80 ~ 300 km の中間圏界面から熱圏上部にかけての領域においては様々な波長の大気光が異なる高度で発光している。これらの大気光を全天イメージング観測することにより、この領域の大気ダイナミクスを解明することを目的として、多波長全天撮像装置 ( Multicolor All-sky Imaging System ) は開発された。

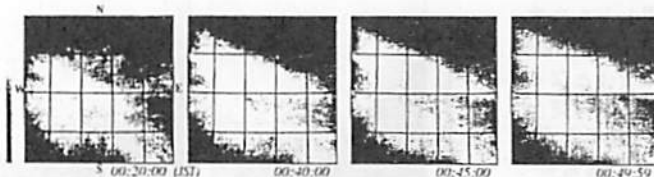
本装置を用いた観測は 1991 年 9 ~ 10 月にハワイ・ハレアカラ山頂で、11 月以降は蔵王観測所で新月期間の晴夜に行われている。また、大気光光度の変動現象を定量的に議論するために、得られた画像データに対していくつかの補正 ( 感度ムラ補正、back ground 補正、van Rhijn 効果及び大気減光に対する補正、魚眼レンズによる全天像を観測点上空の地理座標に変換する処理 ) が観測と平行して進められている。

これまでのところ蔵王においては十数晩の観測

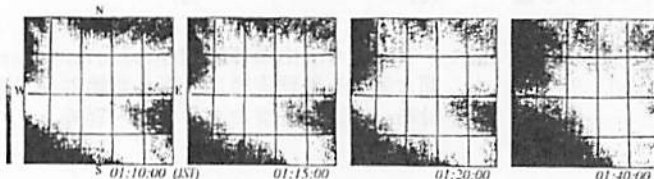
が行われており、各波長の大気光の様々な変動現象が捉えられている。1992 年 6 月 2 日の晩はその中でも特に顕著な波動状の構造が見られた。下図はその時の 01557.7nm の発光強度分布を時間をおって 5 分または 20 分おきにならべたものである。真夜中すぎに東西に伸びるすじ状の増光部が 2 本あらわれ、それらが北北東の方角に 50 ~ 100 km/h の速度で移動している様子がみられる。同時に観測している Na D-line はこの日は非常に暗くて 01557.7nm と同様な増光は観測されなかった。また 30 分おきに撮像している 01630.0nm には発光強度分布の変動はみられたがそのパターンは 01557.7nm とは異なっていた。木曾において同時に観測された大気光の天頂強度にも、夜半ごろから 01557.7nm の周期的変動があらわれておりその周期は約 1 時間であった。

今回は、これらのデータを地磁気や電離層のデータなどとも比較し考察した結果を示す。

wavelength: 557.7nm



wavelength: 557.7nm



1992 年 6 月 3 日  
0 時 20 分 ~ 1 時 40 分 ( JST )  
における 01557.7nm の全天イメージ。  
中心は蔵王観測所 ( 東経 140° 33' 43"  
北緯 38° 5' 39" ) の天頂にあたる。  
実線は 1 度おきの緯線・経線。  
露出 180 秒

モンテカルロ・シミュレーション

西川 拓、田口 真、岡野 章一、福西 浩  
東北大学理学部

THE MONTE CARLO SIMULATION FOR OBSERVATION OF  
THE MARTIAN HYDROGEN CORONA USING UV SPECTROMETER (II)

Nishikawa T., Taguchi M., Okano S., and Fukunishi H.  
Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University

The intensity distribution of hydrogen corona around Mars has been obtained by using Monte Carlo technique for multiple scattering of solar HLy $\alpha$  photons and an analytical solution of radiative transfer equations for single scattering photons. Our result and the height distribution of HLy $\alpha$  obtained by Mariner 6 are in good agreement. The effect of multiple scattering is found to become important in the region where tangential height is lower than  $\sim 5000$ km.

現在我々は、惑星超高層大気中の水素原子の共鳴散乱によるHLy $\alpha$ 線を分光観測するための吸収セル付き紫外分光計を開発中である。前回の学会では、火星の水素コロナ観測を想定し、予想されるHLy $\alpha$ 線の強度分布を、モンテカルロ法を用いてシミュレーションした結果を述べた。その結果、精度よくシミュレーションを行なうには、大気の希薄な高度3000km以上の部分にも大量の光子を入射させる必要があり、計算の効率を向上させるために手法の改良が必要なが分かった。そこで今回は、一次散乱光に関しては解析的に放射伝達方程式を解き、多重散乱を受ける光子のみをモンテカルロ法で扱った。散乱の際には、Complete Frequency Redistributionを考慮した。火星超高層大気における水素原子高度分布のモデルとして、Mariner 6の観測からAnderson et al. (1971)が求めた水素原子数密度の鉛直プロファイルを用い、温度分布は350°Kでisothermalとした。入射フォトン数は40万個、計算に要したCPU TIMEは約10分であった。

シミュレーションのジオメトリーを図1に、また図1での $\theta = 90^\circ$ のときの結果を図2に示す。点線はsingle scatteringを仮定した $\theta = 90^\circ$ の場合の放射伝達方程式の解、実際はMariner 6による観測結果、そして白丸がシミュレーションの結果である。今回のシミュレーションが観測結果をよく再現していることが分かる。また多重散乱の影響が現われるのは、Tangential Heightが5000km以下のときであることも分かる。

現在、衛星のジオメトリーや火星の大気モデルを様々に変化させたシミュレーションを行っており、講演において結果を述べる。

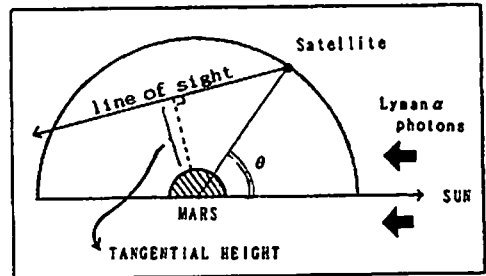


Fig.1 A geometry for the simulation.

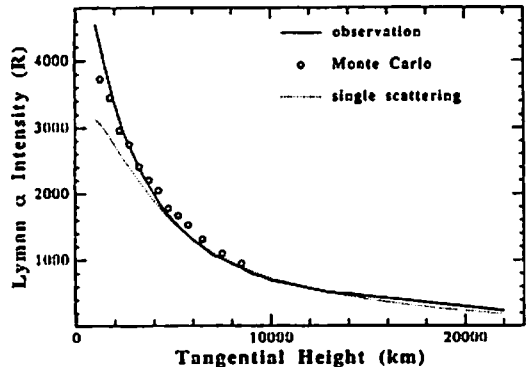


Fig.2 Open circles show the distribution of HLy $\alpha$  for  $\theta = 90^\circ$  in which a Monte Carlo technique is used for the simulation of multiple scattering and an analytical solution is used for single scattering. The dotted line represents an analytical solution of radiative transfer equations for single scattering alone. The solid line represents the observational result obtained by Mariner 6 (Anderson et al. 1971).

\* 浅沼孝祐<sup>1</sup>、田口 真<sup>1</sup>、岡野章一<sup>1</sup>、福西 浩<sup>1</sup>、石津美津雄<sup>2</sup>

1 東北大学理学部超高層物理学研究施設

2 郵政省通信総合研究所

Simulation for the observation of CO<sub>2</sub> 10.33 μm  
thermal emission in the atmosphere of Venus\* T. Asanuma<sup>1</sup>, M. Taguchi<sup>1</sup>, S. Okano<sup>1</sup>, H. Fukunishi<sup>1</sup>, M. Ishizu<sup>2</sup>

1 Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku Univ.

2 Communication Research Laboratory

We are planning to observe the atmospheres of planets from the earth using an infrared laser heterodyne spectrometer. As the first step of the project, we have performed the simulation for the observation of carbon dioxide 10.33 μm thermal emission from the atmosphere of Venus, taking account of the Doppler shift due to relative velocity between the earth and Venus. We estimated that an integration time of more than 15 hours is needed to get SNR of 100.

現在、我々は東北大学と通信総合研究所の共同研究として、赤外レーザーヘテロダイン分光計を用いた地上からの惑星大気観測の計画を進めている。この分光計は超高分解能 ( $\lambda/\Delta\lambda \geq 10^4$ ) を有するため、スペクトルを構成する個々の輝線や吸収線のプロファイルを得ることが可能で、これらから大気の組成、温度、風速等の物理量を導出することができる。

この観測計画の一環として、目標とする惑星を金星と想定して、金星大気中のCO<sub>2</sub> 10.33 μmの熱的放射を地上から観測する場合のシミュレーションを行った。金星大気の物理量は、Pioneer-Venus 衛星の観測に基づき、Steiff (1983) によって作られた温度及び圧力の高度分布のモデル、von Zahn (1983) によって作られた化学組成の高度分布のモデルを、また、地球大気の影響を考慮するために、地球大気モデルとして、夏季中緯度大気モデルを採用した。

図1は、1992年7月4日に地上から金星ディスクの周辺部を観測した場合に得られるであろう熱的放射のスペクトル(実線)及び、地球大気のみからの熱的放射のスペクトル(点線)を同時に示す。ここでは、測器の雑音や空間分解能は考慮されていない。縦軸は輝度温度 [K]、横軸は中心波数 (967.7072 cm<sup>-1</sup>) からの相対波数 [cm<sup>-1</sup>] である。中心の輝線が地球大気中のCO<sub>2</sub>による熱放射であり、中心から右にシフトしている小さなピークを持つ吸収線が金星からの信号である。これは、地球・金星間の相対速度によって、金星からの放射がドップラーシフトしているためである。このドップラーシフトにより地球大気中のCO<sub>2</sub>による吸収を逃れて、金星大気からの放射の観測が可能となる。この効果は金星が最大離角のときに最大で1.4 GHz (0.047cm<sup>-1</sup>)程度になる。一方、観測器の帯域は

~1 GHz であるので、ドップラーシフト量が500~600 MHz となるときが観測の好機である。

観測器の帯域幅を50MHzとした場合、SNR = 100のデータを得るには、15時間以上の積分時間を要する。実際の観測で得られる金星10.33 μmの放射には非熱的成分もあるので、この計算で得られた値よりも高い輝度で観測されることが期待される。また、通信総合研究所の1.5m望遠鏡を使用した場合、空間分解能は1.8°になり、これは金星の最大離角の時の視直径の1/13である。

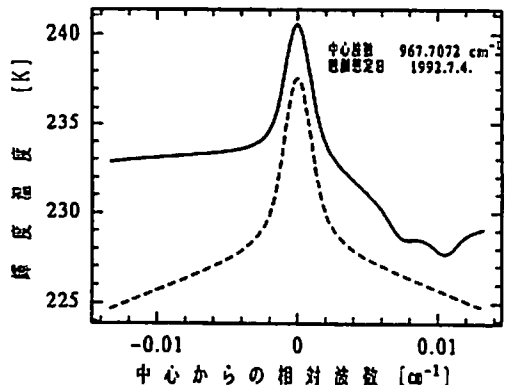


図1. CO<sub>2</sub> 10.33 μmの熱的放射スペクトル  
実線は、観測想定日を1992年7月4日とし、地上から金星ディスクの周辺部を観測した場合に予想される地球大気の影響を含む熱的放射のスペクトルである。点線は、地球大気のみからの熱的放射のスペクトルである。

# C11-PP-77

# PLANET-B搭載紫外撮像分光計 による火星大気観測計画

・ 岡野章一、田口 真、川原琢也、福西 浩（東北大理）、鈴木勝久（横浜国大教育）

Observations of Martian Atmosphere with a UV Imaging Spectrometer on PLANET-B Project

S.Okano<sup>1</sup>, M.Taguchi<sup>1</sup>, T.Kawahara<sup>1</sup>, H.Fukunishi<sup>1</sup>, and K.Suzuki<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University  
<sup>2</sup> Department of Education, Yokohama National University

A development project of a UV imaging spectrometer equipped with D/H absorption cells (UVS) on board the PLANET-B spacecraft, scheduled to be launched in 1996, has been started. Scientific significance of observations of Martian atmosphere with the UVS is given along with the details of the Instruments and the method of observation.

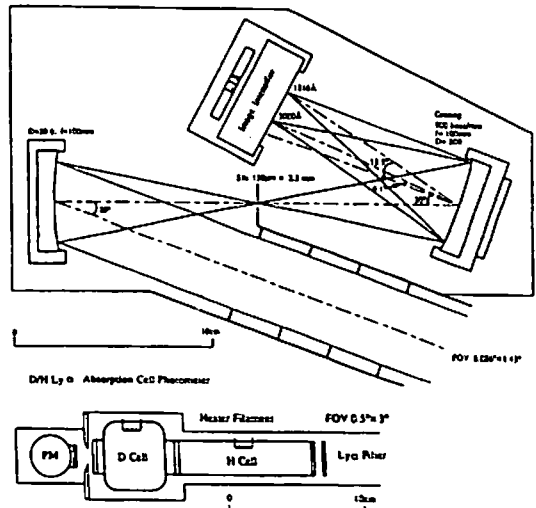
我が国の初めての惑星探査となる火星探査計画（PLANET-B計画）は1996年9月の打ち上げを目指し、1992年4月より正式にスタートした。我々はPLANET-Bに「水素・重水素吸収セルつき紫外撮像分光計」（略称UVS）の搭載を計画している。本講演ではUVSによる火星大気観測計画の概要について述べる。UVSの観測対象と観測目的は以下のとおりである。

- (1) 水素コロナ(HLy $\alpha$  121.6nm)と酸素コロナ(OII130.4nm)の2次元撮像により水素原子(H)と酸素原子(O)の密度分布とその変動をとらえ、太陽風と大気の間接相互作用の研究を行なう。
- (2) 水素・重水素吸収セルフォトメータにより水素ライマン $\alpha$ 線(121.566nm)と重水素ライマン $\alpha$ 線(121.533nm)を分離測定し、D/H比の空間分布と時間変動を明らかにすることにより水の消失当火星大気変遷過程の研究を行なう。
- (3) 昼側紫外大気光のCO $\alpha$ カメロンバンド(180-260nm)、CO $\beta$ ダブルットバンド(228-290nm)、O輝線(130.4nm, 297.2nm)などの強いエミッションの空間分布を測定することにより、電離圏・熱圏の温度および組成の分布とそれらの時間変動を明らかにする。
- (4) 現在未知の状態にある夜側ディスク部での火星オーロラ(OII130.4nm)の存在を調べる。
- (5) 昼側ディスク部のMie散乱光スペクトル(200-300nm)および同波長領域のオゾンハートレー吸収帯の観測から火星大気中のダストおよびオゾンの観測を行なう。

UVSは表に示すような主要諸元をもち、その構成は図に示すようなPaschen型紫外分光計を基本とし、以下の3つの特徴を有する。

- (1) 可動部をもち、入射スリット長辺をスピン軸に平行に配置して衛星のスピンと軌道運動を利用して火星周辺の2次元撮像を行なう。
- (2) 凹面グレーティングの焦点面にII(Image Intensifier)つきアレイセンサーをおくことにより115-310nmの波長域のスペクトルを1.5nmの分解能で検出する。
- (3) D/H比を測定するための水素・重水素吸収セルフォトメータをもつ。

UVSは火星大気を総合的に研究する上できわめて有用なデータを提供することが期待される。今後は分光計の一層の軽量化と長期安定性の向上を目指し、改良を重ねてゆく予定である。



水素・重水素吸収セルつき紫外撮像分光計の構成

紫外撮像分光計の主要諸元

寸法 / 重量	紫外分光計部分	25 × 14 × 8 cm	2.3 kg
重量	吸収セルフォトメータ部分	6.4 (直径) × 38 cm	0.8 kg
	電気系部分	20 cm × 13 cm × 5 cm	1.3 kg
	消費電力	セルヒーター使用時	12W
	非使用時	7W	
紫外分光計 光学系	対物鏡	f=100mm	視野0.09° × 1.43°
	回折格子	900line/mm, 50mm $\phi$	
	逆線分散	11nm/nm	
	波長範囲	110-310nm	
	波長分解能	1.5nm	

# 岩石磁気・古地磁気

oral: C12-01~16

poster: C12-PP-81~84

座長 中西正男（東大海洋研）  
船木 實（極地研）



火星古地磁気観測のための  
Planet-B 火星探査機の軌道について  
柳澤正久(電通大)

On the Orbit of Planet-B Mars Probe to Observe Martian Paleomagnetism  
M. Yanagisawa (Univ. Electro-Comm.)

宇宙研は、1996年に、火星探査機Planet-Bを打ち上げる予定である。主目的は、電離圏、磁気圏の観測であるが、磁場のデータは火星古地磁気の研究に利用できそうである。現在の火星の磁場は、双極子モーメントの上限値しかわからないほど弱い。しかし、過去には強い磁場を持っていたのではないだろうか。幸い、火星には数億年前に活動していたと思われる火山がいくつかあり、もし当時磁場があれば、熔岩が冷え固まる時に、熱残留磁化を獲得したはずである。磁化した火山体は、火星上におかれた永久磁石(地殻残留磁化)として、磁力計による観測にかかる可能性がある。

残留磁化を測る上で問題になるのは、探査機の軌道である。ここでは、現在検討の進んでいる遠火点距離  $10R_M$  ( $R_M$  は火星半径) 程度の探査軌道を想定し、軌道への要求をまとめる。

1. 近火点高度はできるだけ低く

地殻残留磁化による磁場は高度と共に著しく(-2~-3乗)減少するので、高度は低いほうが良い。図1のように、遠火点距離を  $10R_M$  とし、近火点高度を  $h_p$ 、観測できる高度の上限を  $h_m$  とし、軌道のどのくらいの範囲で観測可能かを調べた(表1)。 $h_m$  は残留磁化による磁場がどのくらい強いかによるが、地球の場合、高度350kmのMAGSATで残留磁化らしきものを検出したことから最大350km、 $h_p$  を100km以下にするのは難しそうなことから、最小150kmとして一応計算した。

2. 近火点は夜側に

昼側および少し夜に入ったところでは、太陽風の影響が大きすぎて、地殻残留磁化による磁場は観測できない。

3. 近火点が、短期間に狭い地域に集中するように

観測可能なパスは、火星の一年間で多くても340本である。これが火星表面全体にばらついてしまったのでは、ある地域を通るパ

スは一本しかなく、測定された磁場が、地殻起源のものか、それとも電離圏磁気圏の擾乱によるものかの判断ができない。同じ場所をいくつものパスが通ることが必要である。

図2に観測パスの一例を示す。

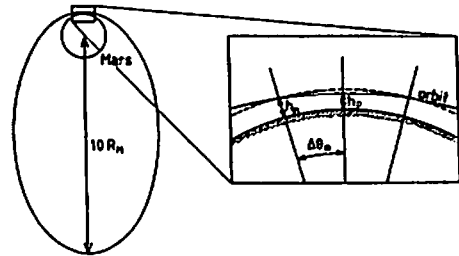


図1. 遠火点距離  $10R_M$  の場合、観測可能上限高度  $h_m$  以下の範囲 ( $\Delta\theta_m$ ) は、 $h_p$  で決まる。

表1. 図1の  $h_p$  と  $h_m$  以下で観測できる範囲 ( $\Delta\theta_m$ )

$h_p$	$h_m$				
	150km	200km	250km	300km	350km
100 km	15°	21	25	29	33
150		14	20	25	29
200		14	20	25	
250			14	20	
300				14	

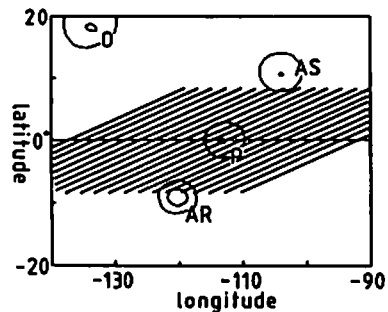


図2. 近火点は火星の赤道、軌道長半径  $(6.02 \pm 0.4\%)R_M$ 、軌道傾斜角は  $2.5^\circ$  として、近火点  $\pm 2.0^\circ$  で観測する場合、21 rev.、地球時間で約3週間の観測可能パス。観測地域はタルシス高原(大火山がある)に設定してある。AR, P, AS, Oは、それぞれ、アルシア山、パボニス山、アスクレウス山、オリンポス山。

・中西正男 (東大海洋研) ・ J. S. Gee (ラモント・ドハーティ地質学研究所) ・  
 ODP第144次航海乗船研究者一同

Paleomagnetic Studies of the Northwestern Pacific Guyots  
 -Preliminary results of the ODP Leg 144-

M. Nakanishi (Ocean Research Institute, Univ. of Tokyo),  
 J. S. Gee (Lamont-Doherty Geological Observatory) and Scientific Party ODP Leg 144

The ODP Leg 144 were conducted to drill five guyots in the northwestern Pacific Ocean. Shipboard paleomagnetic results from Leg 144 are largely confined to inclination (paleolatitude) estimates from the volcanic basement because no magnetostratigraphic results were obtained from measurement of pelagic sediments or limestones. The paleolatitude of the Limalok, Wodejebato, MIT, and Seiko Guyots is about 10°S. That of the Lo-En Guyot is about 30°S. We found that the two volcanic activities occurred at the MIT Guyot. The first volcanism occurred in Early Aptian and the second occurred in Late Aptian. Inclination of the volcanic rocks formed by the first volcanism is steeper than that by the second volcanism. This implies that the Pacific plate moved southward between Early and Late Aptian.

深海掘削計画 (ODP) 第143次航海と第144次航海によって北西太平洋の8つの海山 (ギョー: 平頂海山) が掘削された。これらの掘削は下記のことを明らかにすることが目的であった。

1. 海山の成因とその構造
2. 海山の生成から現在までの緯度方向の運動
3. 海山が沈降し始めた原因と時期
4. 白亜紀から現在までに起こった海面変動の時期とその規模
5. 珧礁を構成している生物の地域性
6. Dupal異常の始まるの時期

第144次航海では5つの海山において計10ヶ所で掘削が行われた (Fig.1)。そのほかに第129次航海で掘削されたHole801Cで孔内計測も行われた。

火成岩が保持している残留磁化の伏角からその海山の生成当時の緯度 (古緯度) が求められる。そのため本航海では海山の掘削に際して、堆積物だけでなく、堆積物下の火成岩 (玄武岩、破碎堆積物) も各海山で掘削された。もともと深く火成岩を掘削したのはMITギョー (187.5 m) であった。

船上では大洋性堆積物、石灰岩、火成岩のそれぞれについて古地磁気学的測定を行った。しかし、大洋性堆積物と石灰岩からは有効な磁気層序は得られなかった。火成岩の残留磁化はWodejebatoギョーとMITギョー以外の海山は正帯磁であり、Wodejebatoギョーの火成岩の残留磁化は逆帯磁であった。MITギョーの火成岩では正逆両帯磁の残留磁化が認められた。

Lo-Enギョー以外の4つの海山の古緯度は約南緯10度であることが判った。Lo-Enギョーの古緯度は約南緯30度である。また、MITギョーで2回の火山活動が起こったことが本航海の掘削から判明した。それらの火山活動の時期はAptianの前期と後期である。後期の火山活動による火成岩 (火山性破砕物) の伏角は前期のものより深く、当時太平洋プレートは南に移動していたことが示唆される。

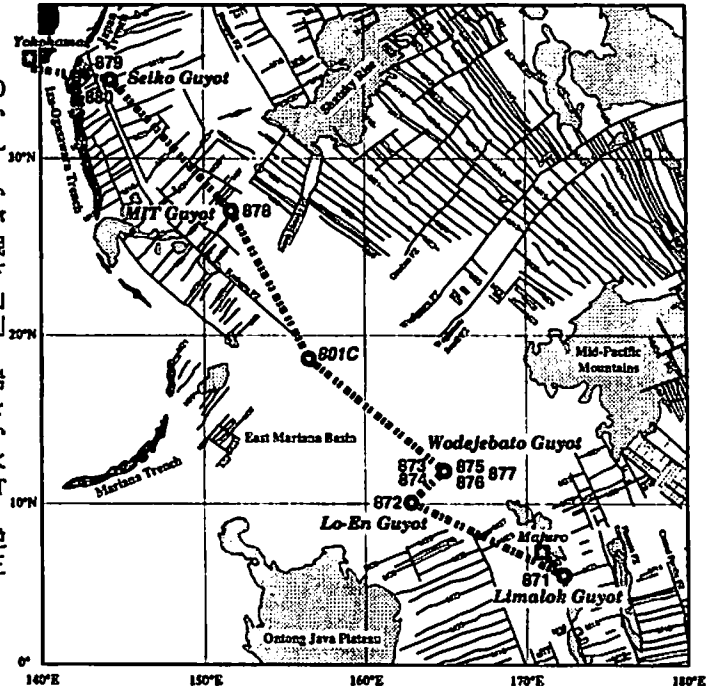


Fig.1 Drill sites of the Leg 144 based on the isochron chart by Nakanishi et al (1992)

## Contribution of Oceanic Gabbros to Seafloor Spreading Magnetic Anomalies

○E. Kikawa, Texas A&M University, Department of Geophysics, and  
Geodynamics Research Institute, College Station, TX 77843-3114  
and Geological Survey of Japan, Marine Geology Department,  
Tsukuba 305, Japan.

K. Ozawa, University of Tokyo, Geological Institute, Tokyo 113, Japan.

Contribution of oceanic gabbros, representative rocks for layer 3 of the oceanic crust, to seafloor spreading magnetic anomalies has been controversial because of the large variation in magnetic properties. Ocean Drilling Program (ODP) Leg 118 contains a continuous 500.7 meter section of oceanic gabbro that allows the relations between magnetization and petrologic characteristics such as the degree of metamorphism and the magmatic evolution to be clarified (Fig. 1). The data suggest that oceanic gabbros, together with consideration of the effects of metamorphism and of magmatic evolution, account for a significant part of marine magnetic anomalies.

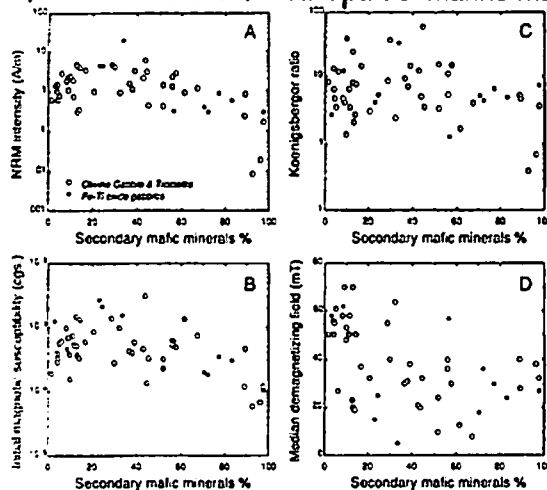


Fig. 1. Relations between percent of secondary mafic minerals (percentage of secondary mafic minerals in total mafics) and magnetic properties of gabbros. (A): NRM intensity, (B): initial magnetic susceptibility, (C): Koenigsberger ratio, (D): median demagnetizing field. NRMs of the samples which show negative (normal) inclinations are altered significantly by the secondary magnetic components probably acquired during drilling. We therefore excluded those samples, which are mainly Fe-Ti oxide gabbros, and used mostly olivine gabbros, representative rocks for Hole 735B. Samples for magnetic measurements were obtained from the top of each section of the hole and the ratio of various rock types may represent the overall population of Hole 735B.

C12-04

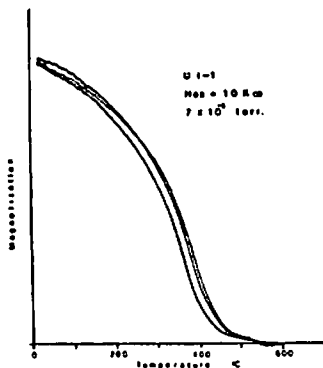
Magnetic properties of  
some volcanics from Mt. Unzen

M. Ozima      Kakioka Magnetic Observatory  
T. Hashimoto   Kyoto University  
Y. Tanaka      Kyoto University

It is necessary for us to confirm the magnetic properties of the rocks of which the volcano consists, before we construct a model of temperature change of the volcano on the basis of the magnetic total force intensity study. We collected some rock samples of the historical ages including the newly erupted ones from Mt. Unzen and studied magnetic properties of these samples.

The newly erupted rocks are bread-crust bombs, and both rocks erupted in 1792 and 1663 are lava flows. The NRM and TRM intensities of the newly erupted samples are weak compared with those of the historical lavas by one magnitude of order. This corresponds to the differences in the opaque mineralogy of the samples, i.e., the newly erupted samples have large grained homogeneous titanomagnetite, the lava erupted in 1792 have titanomagnetite with ilmenite lamellae which is the high-temperature oxidation product, and the lava erupted in 1663 have very fine-grained titanomagnetite.

In spite of the uniformity of the bulk chemical compositions of the rocks erupted during these several hundreds of years, the magnetic properties of those rocks are very different with each other. This is because the magnetic properties are sensitive to both the ferric/ferrous ratio in the chemical compositions of the magnetic minerals and thermal history. On the basis of the magnetic properties of these samples, an implication about the oxygen fugacity in which these rocks cooled down to room temperature is possible.



Thermo-magnetic curve of the sample which erupted on June 11, 1991 (bread-crust bomb).

## C12-05

### 片麻岩類の岩石磁氣的性質（南極・スカルプスネスの片麻岩について）

° 中井 睦美（国立極地研究所）、Peter Wasilewski（NASA, Goddard Space Flight Center）、船木 實（国立極地研究所）

Rock magnetism of the gneissose rocks of the Skarvsnes area, East Antarctica.

° Mutsumi Nakai (National Institute of Polar Research), Peter Wasilewski (NASA, Goddard Space Flight Center), Minoru Funaki (National Institute of Polar Research)

Paleomagnetic data of the gneissose rocks from the Skarvsnes area, are disconnected. But, these data show two paleomagnetic directions after neglecting some data which have the same direction as lamination of gneissosity. These rocks contain Ilmenite and Magnetite grains under the microscope. We study the relation between gneissosity and magnetic properties.

東南極大陸昭和基地南方のスカルプスネス（南緯69.5度、東経39.7度）には、おもに片麻岩類が分布している。この定方位試料について、古地磁気の測定を行ない、岩石磁氣的な検討を行なったので、報告する。

採取した定方位試料のほとんどが片麻岩類である。磁化の強さは、特殊なものをのぞいて、 $10^{-6} \sim 10^{-7} \text{Am}^2/\text{kg}$ と弱く、NRMの磁化方位も非常にばらばらしている。交流消磁や熱消磁後も全試料で見える限りにおいては磁化方位は集中しない。その原因の一つとしては、試料の約半数が肉眼で明確にわかるfoliationやliniationを持っており、岩石内の強磁性鉱物のliniationによる磁化の異方性、又は、強磁性鉱物を含む鉱物のfoliationやliniationによる磁化の異方性が磁化方位に何らかの影響をあたえているのではないかと思われる。そこで、消磁した結果と鉱物のliniationの方向を比較して、磁化方位について検討した。

その結果、すべての磁化方位が、liniationと同方向に向いている試料や、より高温の熱消磁で消磁するに従って、liniationの方向に引っ張られていくことがわかる試料もあった。前者については、たまたま外部磁場の方向とliniationの方向が一致していたか、それとも、liniationの方向に磁化しやすかったかのどちらかが考えられるが、これだけでは判断できないので、古地磁気方位としては使用できないと判断した。

また、後者の磁化方位についても使えないと判断した。

一方、NRMはliniationの方向に影響されているが、消磁するに従って、liniationの方向から外れていくという試料については、初生磁化は地球磁場を反映していた可能性があるかと判断し、古地磁気方位を求める試料として採用した。

以上のような手順を踏んで選んだデータと、どの段階の磁化方位もliniationとかかわりなそうな試料、および、肉眼で見たときliniationの発達していない試料を、280あるいは330℃で熱消磁した後の試料の磁化方位を本地域から採取した試料すべてについてまとめると2つの磁化方位の傾向が残る。採取した試料のほとんどが片麻岩類であることから、これらの試料の示す磁化方位は、岩石の最終の変成時のものである可能性が強い。

また、これらの磁化を担う強磁性鉱物について、反射顕微鏡下で観察したところ、Ilmenite、および、Magnetiteがほとんどであった。また、代表的ないくつかの試料の熱磁化曲線を測定したところ、常磁性鉱物に比べて、強磁性鉱物の量は非常に少ないが、強磁性鉱物のかなりの部分がMagnetiteと思われ、キュリー点は約575℃であった。

これらの試料の磁氣的性質と岩石の片麻状構造の関係について検討する。

## Decay of a primary magnetization of marine clays in the Osaka Group

Masayuki HYODO and Kaori TAKATSUGI (Dept of Earth Sciences, Kobe University)

Decay process of a primary magnetization of marine clays in the Osaka Group is discussed on the basis of an acquisition test of isothermal remanent magnetization (IRM). IRM acquisition rate measured three months or one years after sampling decreases comparing with the rate measured just after sampling. Especially, the rate at 25 mT drops to less than 10%. This shows that the magnetic carriers for the components of coercivity < 25mT changes to those of higher coercivity. The stable primary magnetization mostly consists of components with coercivity < 25mT. These suggest that the magnetization decay is caused by some chemical alteration of magnetic minerals, and that the coercivity of the magnetic minerals increases after the alteration.

大阪層群海成堆積物の古地磁気測定をした結果、粘土層の一次磁化は時間とともに崩壊していくことがわかった。不変質の粘土層は安定な一次磁化成分を保持しているが、測定試料を切り出して1-2週間以内に測定しなければその成分は取り出すことはできなかった。ポリカーボネイト製キューブに封入し無磁場で保管していても、約1か月後にはその安定成分は失われていた。

時間経過による一次磁化の崩壊は、NRM強度の極端な減少(元の強さの10-30%)を伴っている。その原因としてまずdrying effectが考えられるが、これが主要原因とするには磁化強度減少率が大きすぎる。

長時間経過後の磁性変化を見るために次の実験を行なった。同一層準から2個の試料を採取しIRM獲得実験を行なった。1個は1日後に実験し、残りの1個は3か月後または1年後に行なった。その結果、時間経過により同じ磁場強度で獲得されるIRM強度は減少することがわかった(図1)。700mTの磁場におけるIRM強度で規格化した値 $IRM/IRM_{F=700mT}$ でみると減少率は特に25mTの磁場で大きくなっていることがわかる。これは保持力が25mT以下の成分を担う磁性鉱物に変質して高い保持力を持つようになったと解釈できる。ちなみに段階交流消磁実験により得られる安定な一次磁化成分のほとんどは25mT以下の保持力をもつことがわかっていて、したがって時間経過により、一次磁化成分を担っている鉱物のほとんどが変質したと推定できる。

以上のことから、大阪層群海成粘土層の一次磁化成分が崩壊する原因としては、磁性鉱物の化学変化が最も有力である。そして、その化学変化はより高い保持力をもつ磁性鉱物の生成をもたらすものである。

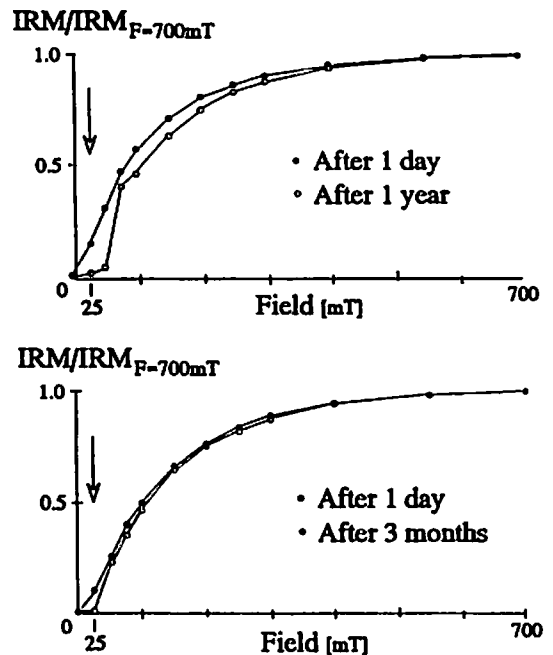


図1 試料採取を行なった直後、及び長時間経過後に測定して得られた相対的IRM獲得曲線。試料は上が和泉市、下が高槻市で採取した海成粘土。矢印は二つの曲線が大きく食い違う点を指す。

石灰華の磁氣的性質

・米沢隆文<sup>1</sup>、劉育燕<sup>2</sup>、森永遠男<sup>3</sup>、安川克己<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>神戸大理、<sup>2</sup>中国地質大(武漢)、<sup>3</sup>姫路工大

THE MAGNETIC FEATURE OF CALCAREOUS SINTER FROM HOT SPRING WATER

・ T.YONEZAWA<sup>1</sup>, Y.LIU<sup>2</sup>, H.MORINAGA<sup>3</sup>, and K.YASKAWA<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Fac. of Sci., Kobe Univ., <sup>2</sup>China Univ. of Geosci. (Wuhan)  
<sup>3</sup>Fac. of Sci., Himeji Inst. of Tech.

Calcareous sinter is one type deposit from hot spring water and is dominantly made of CaCO<sub>3</sub>. The sample was collected from Yunnan province, Southwest China. All disc specimens, which were sliced from the sample, were progressively demagnetized by alternating-field. Their NRM intensities range from 10<sup>-7</sup> to 10<sup>-9</sup> Am<sup>2</sup>. Their magnetization is very stable against AFD. We conclude that calcareous sinter is one of effective materials for paleo-geomagnetic secular variation survey.

石灰華とは温泉の湧水から析出する化学的沈澱物(俗に湯の花と呼ばれている物)で、おもに炭酸カルシウム(CaCO<sub>3</sub>)から成るものである。

我々はこの石灰華の磁氣的性質を調べ、古地磁気永年変化復元の材料となるかを考察した。

サンプリングは中華人民共和国(中国)の雲南省で行われた。サンプルは直径25mm高さ30mmの円柱状であった。これを実験室で厚さ2.0mm~3.0mmの円盤試料に整形し、磁化測定用の試料とした。磁化方向の測定はすべて超伝導磁力計(SQUID)で行った。それぞれの試料の特微的磁化方向を取り出すために、3mTから80mTまでの交流磁場中で段階消磁を行い、Kirschvink(1980)の主成分分析を用いた。また、磁性粒子の同定と古地磁気強度を推定するために、等温残留磁化(IRM)を50mT~800mT

までの直流磁場中で獲得させた。その結果、次の事がわかった。

- (1) NRM強度は10<sup>-8</sup>~10<sup>-9</sup>Am<sup>2</sup>の範囲である。
- (2) 残留磁化は交流消磁に対し非常に安定である。80mT消磁後もNRM強度の50%の磁化強度を持つものもある(FIG.1)。
- (3) 磁性粒子としてヘマタイトを含むと考えられる。

(2)、(3)の結果より、我々は石灰華の残留磁化は古地磁気を反映していると結論し、古地磁気永年変化の復元の手がかりになると考える。

FIG.2にそれぞれの円盤試料の特微的磁化方向の偏角および伏角を縦軸に、試料の表面からの距離を横軸にとったグラフに表す。

FIG.1 Typical example of progressive AFD

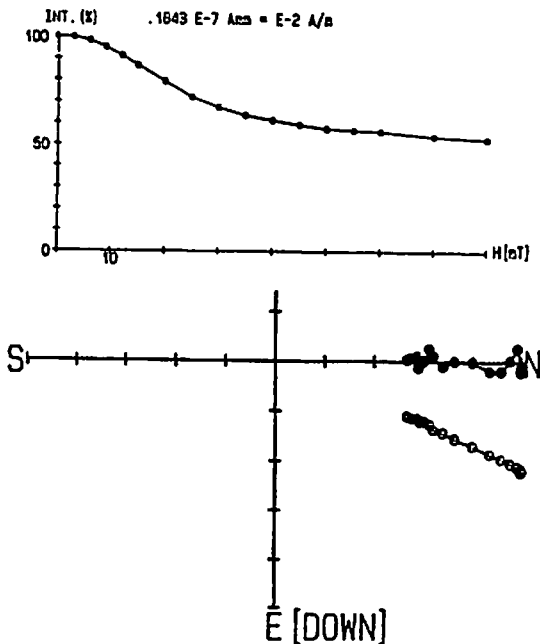
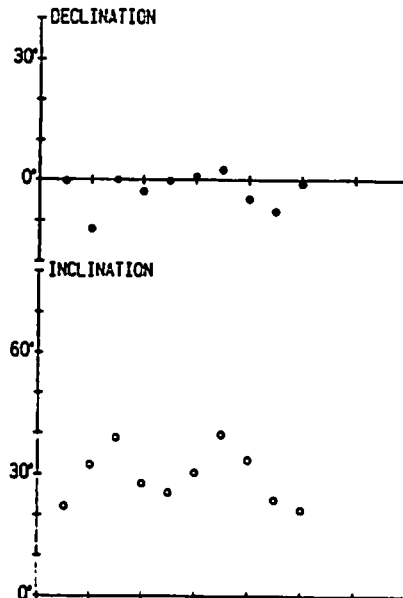


FIG.2 Direction variation as a function of distance from the surface



## CULTIVATION OF MAGNETOTACTIC BACTERIA FOR MAGNETIC ANALYSES

M. FUNAKI (National Institute of Polar Research) and H. SAKAI (Toyama University)

Magnetotactic bacteria migrate toward the preferable S pole (North Seeking Bacteria: NSB) or N pole (South Seeking Bacteria) along the magnetic field line. They are useful magnetic sensor to identify the N and S poles on the magnetic grains and magnetic domain structures. In this study, we introduce how the bacteria are collected, cultivated and applied to the magnetic analyses of iron oxide, iron sulfide and metallic iron grains.

## 1. はじめに

走磁性バクテリアは、磁力線に添って北半球に生息するもの (North Seeking Bacteria: NSB) はS極に、また南半球のもの (South Seeking Bacteria: SSB) はN極に遊泳する。これらのバクテリアは0.5~7 $\mu\text{m}$ の大きさを持つことから、岩石や鉱物の磁化方位や磁区構造の解析に応用できると期待されている。我々は、すでに隕石や岩石にこの手法を応用した例を報告している。今回は走磁性バクテリアの採集、培養、そして観察の手法について報告する。

## 2. 走磁性バクテリアの採集

走磁性バクテリアを採集するには、この菌が磁力線に沿って遊泳する性質を用いる方法が最も適している。水底が泥、細砂、あるいは植物の腐食層で形成されている比較的綺麗な湖、沼、池、河川等を選定する。これらの採集地の水深5cm以上で、底から約2cm位までの深さの泥土を約20cc、また水を30cc程ビーカーに採集する。水がある程度澄んできたら、北半球の場合、永久磁石のS極がビーカー外壁に接するように装着する。広範囲からバクテリアを集めるには直径5mmほどの強力な希土類磁石チップが適している。この状態を20分程保持した後、磁石を取り外し、磁石の中心のあった付近のビーカー内壁を注視する。走磁性バクテリアが多量にいる場合は、白~灰色の小さな点が容易に視認できる。この点をすばやくピペットで採集し、スライドガラスに滴下し、透過型顕微鏡で観察する。顕微鏡ステージにS極を水滴に向けた磁石を装置しその状態を10分ほど保つ。次に顕微鏡で磁石に近い水滴と空気の境界を観察する。倍率が50倍から視認できるが、200倍で各個体を明瞭に視認できる。菌数が少なく肉眼でバクテリア集団を視認できない場合でも、磁石の中央付近の水を採集し顕微鏡で観察することによって、バクテリアを確認できる。この方法で通常0.5~5 $\mu\text{m}$ のNSBが認められるが、球菌が最も多く、次いで桿菌、螺旋菌の他、走磁性藻類等も認められる。

## 3. 培養

走磁性微生物は何れも微好気的な環境に生育している。菌を確認した後、その泥土と水を採集し、微好気的な環境を保持する事により、培養が可能である。走磁性バクテリア (球菌) の生息している湖沼から、湖沼底表面の泥土約50ccと水約100ccを採集し、250ccの透明蓋付きの瓶に入れる。気層は空気とし、瓶の蓋を軽く閉め、地磁気の中で3週間以上放置する。この際、攪拌や激しい振動、直射日光等は避ける。バクテリアの集菌は上述と同じ手法で行なう。この方法で種々の走磁性バクテリアが培養されるが、

最終的に落ち着くものは球菌である。

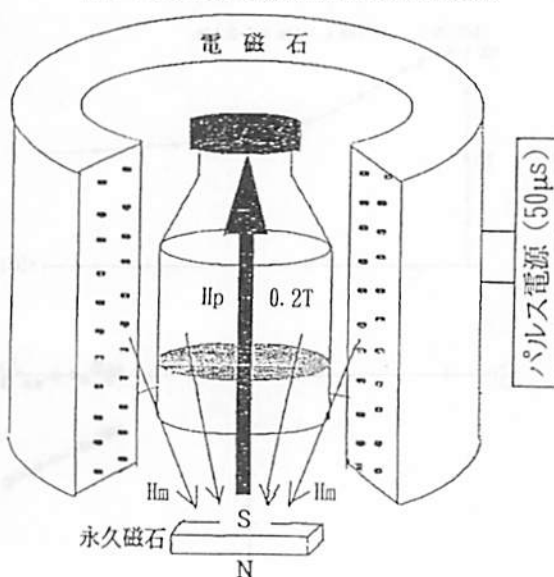
## 4. 遊泳方向を反転させる手法

NSBにより、岩石中の磁性鉱物のS極の判定は可能であるが、N極を判定するためにはSSBが必要である。そこで図1に示すような、NSBの走磁特性をパルス磁場により反転させる手法を試みた。NSBを培養し個体数を増やした後、S極により菌を一方方向に並べた後、この磁場と反対方向の磁場0.2kGを50 $\mu\text{m}$ 菌に作用させた。この手法により効率良くSSBを得ることが可能である。

## 5. 顕微鏡観察

磁極や磁区を観察したい試料の表面は鏡面になるまで研磨する。次にNSBあるいはSSBを含む水滴を、1 $\mu\text{T}$ 以下の弱磁場にコントロールされた顕微鏡ステージ上で、菌を多量に含む水を一滴試料表面に滴下する。更にその上にスライドガラスを被せる。この表面を反射顕微鏡で観察するわけであるが、鉄酸化物の磁性粒子の場合、粒子表面が暗いため暗視野照明で観察した方が明視野よりバクテリアの濃集が明瞭に観察できる。一方硫化鉱物や金属磁性粒子の場合明視野でも明瞭に観察できる。

図1 パルス磁界によりNSBをSSBに変える手法





# C12-09

## PALEOMAGNETIC RECORD OVER THE PAST 35,000 YEARS OF A SEDIMENT CORE FROM OFF SHIKOKU, SOUTHWEST JAPAN

○Masao Ohno, Yoza Hamano, Masafumi Murayama (University of Tokyo)  
Eiji Matsumoto, Toshio Nakamura (Nagoya University)

We studied the paleomagnetism of a sediment core from Southwest Japan and investigated the geomagnetic field over the past 35,000 years. The sediment core (KT89-18, P4) was recovered from the lower continental slope basin off Shikoku, Southwest Japan at 32°09' N, 133°54' E and from a depth of 2700 m. Continuous sediments of 7 m 40 cm long was taken using a gravity piston corer which was developed at Kochi University. The recovered sediments is hemipelagic sediments which is composed mainly of homogeneous olive grayish mud. The sediment core contains two tephra layers, Kikai-Akahoya ash and Aira-Tn ash, which are well known key beds in Southwest Japan.

A total of 266 cubic samples of about 10 cc in volume were taken for the paleomagnetic study. The NRM was measured using a 2-G SQUID magnetometer at Kochi University. AF demagnetizing experiments revealed that the remanent magnetization of the unconsolidated sediments were very stable and not affected by any secondary components. <sup>14</sup>C dating analysis were made on twenty horizons using an accelerator mass spectrometry at Dating and Material Research Center of Nagoya University. As a result, continuous variations of the inclination and the declination of the geomagnetic field over the past 35,000 years have been obtained (Figure 1). Comparison of the present result with that obtained from Lake Biwa [Kawai et al., 1975] indicates that the reliable secular variation for the southwest Japan are established.

The following characteristic of the geomagnetic field are pointed out. A long period variation of about 40,000 years are recognized in the inclination variation. The period between ca. 35,000 b.p. and ca. 22,000 b.p. is characterized by shallow inclination and high amplitude variation of both declination and inclination with a period of about eight thousand years. This result suggests the existence of excursions during this period.

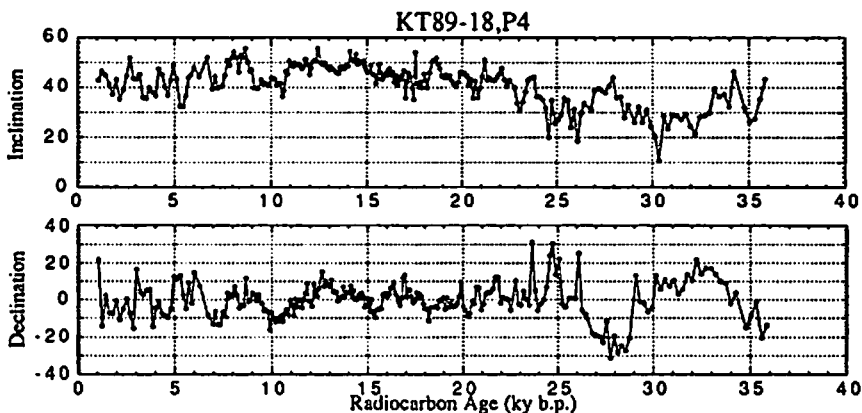


Fig. 1. Time variation of the inclination and the declination of the geomagnetic field over the past 35,000 years.

# C12-10

## **A short normal polarity event within Matuyama Reversed Chron from the SE Sulu basin, ODP Leg 124.**

°Hirokuni ODA<sup>1</sup>, Hidetoshi SHIBUYA<sup>2</sup>, and Dean MERRILL<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dept. Geol. Mineral., Kyoto Univ.

<sup>2</sup>Dept. Earth Sci., CIAS., Univ. Osaka Pref.

<sup>3</sup>Dept. Oceanogr., Texas A&M Univ., USA

A short normal polarity event was found within Matuyama Reversed Chron above the Jaramillo Subchron from ODP Leg 124 APC core samples drilled in the SE Sulu basin, northeast to Borneo Island. Unusually fine magnetostratigraphic records were recovered from this Leg 124. Sedimentation rate at the time of deposition calculated from magnetostratigraphic records are 45 m/m.y. for 768B and 86 m/m.y. for 769B. The age of this event is estimated as 0.86 Ma by interpolating the ages of upper Jaramillo transition and Brunhes/Matuyama boundary. Champion et al. (1988) compiled short reversal events within Brunhes and Matuyama chrons, and the age of one short normal event named *Kamikatsura* Subchron was estimated to be 0.85 Ma.

Two ODP core samples, 124-768B-10H-2 and 124-769B-9H-3 were used for "U-channel" sampling and was subsequently sliced into 5 mm thick thin sections by a non-magnetic wire. These samples are homogeneous and mainly composed of foraminiferal and nannofossiliferous marl with minor amount of volcanogenic materials. NRM intensity is about few tens of mA/m and thermomagnetic analysis provided Curie temperature of about 540 °C which implies Fe-rich titanomagnetite. These thinly sliced specimens were put on the pyrex glass plates and were used for progressive AF demagnetization and thermal demagnetization experiment. Remanent magnetizations of the specimens were measured by a cryogenic magnetometer. Thermal demagnetization up to 320 °C and AF demagnetization up to 10 mT revealed about 10 cm long normal polarity zone.

The period of this event was estimated to be about 1 kyr by sedimentation rate. This time interval seems to be too short to reverse the polarity of the axial dipole, and suggest the possibility that this event is a geomagnetic feature originated near the Core Mantle boundary.

○中島正志<sup>1</sup>, 中川登美雄<sup>2</sup>, 渡辺美子<sup>1</sup>, 今澤泰秀<sup>1</sup>

1: 福井大学教育学部, 2: 福井県立児童会館

## Magnetostratigraphy of the Miocene Kunimi Formation in Fukui Prefecture, central Japan

T. Nakajima<sup>1</sup>, T. Nakagawa<sup>2</sup>, T. Imazawa<sup>1</sup>, Y. Watanabe<sup>1</sup>

1: Faculty of Education, Fukui University

2: Fukui Prefectural Children's Hall

福井県丹生地域の新第三系は、下位から糸生累層、国見累層、荒谷累層、市ノ瀬累層、新期安山岩類に区分される(藤井ほか, 1992)。

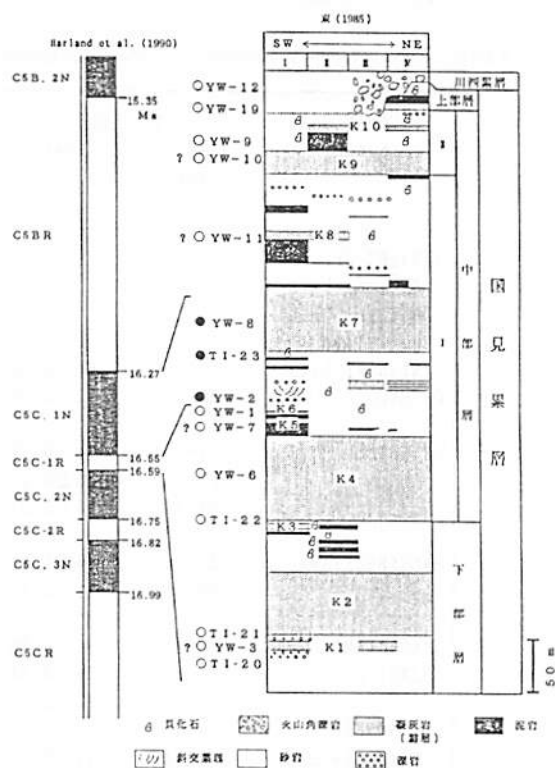
国見累層を整合に覆う荒谷累層下部からは, *Globigerinoides sicanus*と*Praeorbulina transitoria*が産出し, Blow (1969) のN. 8帯上部に対比される(中川・田原, 1991)。N. 8帯上部は, 新生代東北本州弧総年代層序グループ(1986)によれば, 16.0~15.2 Maに相当する。さらに, 荒谷累層下部では $15.7 \pm 0.5$  MaのK-Ar年代が報告されている(中島ほか, 1990)。国見累層からは, 16.5~16 Maの熱帯海中気候(tropical spike)に特徴的な*Vicarya*や*Geloina*に代表される軟体動物化石が報告されている(中川, 1989)。また, 糸生累層上部から $17.1 \pm 0.4$  MaのK-Ar年代が報告されている(中島ほか, 1990)。以上のような生層序と放射年代から, 国見累層の時代は17~16 Maと考えられる。

越前海岸は, 国見累層中・下部が模式的に露出する(東, 1985)。また, 数多くの火砕岩が挟まれ, 地層の上下関係が明らかで, 古地磁気層序の研究に適した場所である。この海岸沿いの13地点で試料を採取した。ただし, 越前海岸は, 新期安山岩類の鷹巣山安山岩により覆われ, 国見累層上部や荒谷累層が分布しない。そこで, 海岸から約10km東方の内陸部に露出する国見累層上部の1地点(YW-19)と荒谷累層の1地点(YW-12)からも試料を採取した。

越前海岸地域の古地磁気測定結果から逆磁極期に挟まれた正磁極期が得られた(第1図)。国見累層の上部と荒谷累層は, 逆磁極期で, N. 8帯であることから, 最近改訂されたHarland et al. (1990)による標準地磁気逆転年表のC5BR (16.27~15.35 Ma)に対比される。従って, 国見累層中部の正帯磁(YW-2, T1-23, YW-8)は, C5CNの16.55~16.27 Maの正磁極期に対比さ

れる。また, 国見累層中・下部の逆磁極期をC5C-1R (16.59~16.55 Ma)に対比した。

累層平均は, 偏角=20.3° E, 伏角=53.5°,  $\alpha_{95} = 11.6^\circ$  となり, 福井県地域の同時代の平均磁化方向と良く一致している(中島ほか, 1991)。この東偏傾向は, 中島ほか(1991)が指摘するように西南日本の急激な時計回り回転の時代を示すものである。しかし, 今回の測定結果からは, 期待した回転運動の途中経過を示すような系統的な偏角変化を読み取ることができなかった。



第1図

## 新第三紀から第四紀火山岩類のK-Ar年代と古地磁気(1)

\*森永速男、後藤篤、松田高明(姫路工大理)

## K-AR AGES AND PALEOMAGNETISM OF NEOGENE TO QUATERNARY VOLCANICS DISTRIBUTED AROUND THE NORTHERN PART OF HYOGO PREFECTURE

\*Hayao MORINAGA, Atsushi GOTO, Takaaki MATSUDA (Fac. of Sci., Himeji Inst. of Tech.)

Neogene to Quaternary volcanic rocks are distributed widely around the northern part of Hyogo Prefecture; Genbudo, Kannabesan, Takurayama basalts, Hyonosen, Hachibuseyama, Teragi, and Ooginosen andesites. Their K-Ar ages range from 2.9 to 0.3 Ma. The ages and preliminary paleomagnetic results are used to establish magnetostratigraphy of the volcanics. The resultant magnetostratigraphy is in harmony with the standard one.

兵庫県北部には新第三紀末から第四紀の火山岩が広く分布する。北西部には扇の山、その南に鉢伏山、氷ノ山そして照来層群などの火山岩類(安山岩質)、中央部から東部にかけて、神鍋単成火山群、玄武洞そして田倉山などの火山岩類(玄武岩質)が分布している。現在、それらのユニットの放射年代的、かつ地磁気的な層序の研究が進行中である。その一部の結果が得られたので報告する。

それらのユニットから複数または一箇所の露頭から岩石を採取し、K-Ar法により年代を決定した。それら

の年代は2.9 Ma(照来層群安山岩)から0.3 Ma(田倉山玄武岩)の範囲にある(下表)。

これらのうち、鉢伏山、氷の山の安山岩、神鍋単成火山岩類(古いほうから西気、ブリ、大机そして神鍋溶岩)そして玄武洞の玄武岩については古地磁気学用の試料も同時に採取した。現在、いかなる消磁も施していない自然残留磁化(NRM)の方位のみ得られている。各ユニットのK-Ar年代とそのNRM方位の極性は標準的な磁気層序(magnetostratigraphy)と調和的である。

Table K-Ar ages and preliminary paleomagnetic results of volcanics distributed around the northern part of Hyogo Prefecture

VOLCANIC UNIT Subunit	K-Ar AGE		PALEOMAGNETIC RESULTS					
	SAMPLE NAME	(Ma)	SITE NAME	SAMPLE NUMBER	DECLI. (°)	N R M INCL. (°)	k α <sub>95</sub> (°)	
KANNABE Gr.	Kannabe Lava		N	12	4.6	68.5	706.0	1.6
	Otsukue Lava		M	23	16.7	41.2	46.2	4.5
	Buri Lava		P	8	4.5	64.6	439.6	2.6
	Nishiki Lava	HG- 2	0.64±0.05	L	32	-0.5	48.1	110.1
GENBUDO	HG- 1	1.53±0.06	G1	17	-165.0	-33.1	1517.8	0.9
			G2	4	-156.7	-56.2	742.0	3.4
HYNOSEN	HY-40	2.54±0.06	A	11	2.9	51.2	42.3	7.1
	HY- 5	2.55±0.11	B	17	14.4	49.2	37.8	5.9
	HY-44	2.58±0.07	C	12	-3.7	46.5	53.8	6.0
			D	21	5.7	51.2	875.7	1.1
HACHIBUSEYAMA	HY-16	2.64±0.09	E	19	-13.7	59.7	141.1	2.8
	HY-11	2.71±0.12	F	19	-15.4	44.8	129.1	3.0
TAKURAYAMA	HG-16	0.30±0.05						
TERAGI Gr.	OG- 5	0.39±0.04						
	OG- 2	2.85±0.08						
OOGINOSEN	Hataganaru Lava	OG- 4	0.41±0.04					
	Sugawara Lava	OG- 8	0.61±0.08					
	Hirodone Lava	OG- 3	0.92±0.05					
	Byobuiwa Lava	OG- 1	1.08±0.04					

# C12-13 Paleomagnetic study of beach rocks on Heron Island, Australia

° 時辰克安(鳥根大理)・E. Frankel (シドニー工業大学)・伊藤晴明(鳥根大理)

オーストラリア クイーンズランド州  
グランドストーン沖合 60km のサ  
ング礁の小島 ヘロン島のビーチロッ  
クの古地磁気研究報告である。  
完全に固結し 砂浜の表面に分  
布するもの、表面下約 1.2m に  
ある半固結のもの、の定方位試料  
を測定した。前者は過去に固結  
したものであり、後者は現在固結  
していると考えられる。

ビーチロックの磁化は磁性粒子  
の再配列と考えているが、これを実  
証するため、coral sand に砂鉄  
を混入し、地球磁場中で水を流  
して磁化の変化を測定した。また、  
シドニー北方 30 km の Careel Bay  
に見られる Tidal Flat の砂浜から  
定方位試料を採取し磁化を  
測定した。

# C12-14

## CLOCKWISE ROTATION OF THE RED RIVER FAULT INFERRED FROM PALEOMAGNETIC STUDY OF CRETACEOUS ROCKS IN THE SHAN-THAI- MALAY BLOCK OF WESTERN YUNNAN, CHINA

Shoubu FUNAHARA\*, Nobukazu NISHIWAKI\*, Fumiyuki MURATA\*\*,  
○ Yo-ichiro OTOFUJI\* and Yi Zhao WANG\*\*

\* Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kobe University, Kobe 657, Japan

\*\* Department of Management and Information, Osaka Junior College, Osaka 587, Japan

\*\*\* Yunnan Bureau of Geology and Mineral Resources, Kunming, China

More than 150 samples were collected at 23 sites from the Lower Cretaceous Jingxing Formation around the city of Yongping (25.5°N, 99.5°E) which is located on the west side of the Red River fault. Sixteen sites have characteristic directions with high temperature component above 500°C. The high temperature component magnetization from 12 sites is pre-fold origin, and reveals clockwise deflection in declination (Dec=42.0°, Inc=51.1°, and  $\alpha_{95}$ =15.7°). The easterly declination more than 40 ° of Yongping is consistent with the Cretaceous paleomagnetic direction (Dec=45°) of Chuxiong (25°N, 101.5°E) which is located on the east side of the Red River fault. Both areas were subjected to about 25° clockwise rotation with respect to the eastern part of the Yangtze block since the Cretaceous time. We conclude that the Red River fault was rotated through  $25^\circ \pm 16^\circ$  with respect to the eastern part of the Yangtze block associated with rotation of the Yongping and Chuxiong areas. Removal of the rotation from the Red River fault indicates that the Red River fault and the Jinsha suture formed a straight line along N55°W-S55°E within the Asian continent from Vietnam to the Tibetan Plateau in the present coordinate system at the Cretaceous time. The lectilinear feature of the Red-River fault and Jinsha suture was deformed to the present unusually curved shape probably due to collision of the Indian continent to the Asian continent.

中国華南ブロックの  
先カンブリア紀から古生代の古地磁気

東京、山崎京子、米沢隆文（神戸大理）、劉育燕（中国地質大）、足立泰久（大阪短大）、  
森永遠男（姫路工大）、兵頭政幸、井口博夫、安川克己（神戸大理）

PALEOMAGNETISM OF SOUTH CHINA BLOCK FOR PRE-CAMBRIAN TO PALEOZOIC  
M.HIGASHI<sup>1</sup>, K.YAMAZAKI<sup>1</sup>, T.YONEZAWA<sup>1</sup>, Y.LIU<sup>2</sup>, Y.ADACHI<sup>3</sup>, H.MORINAGA<sup>4</sup>, M.HYODO<sup>1</sup>  
H.INOKUCHI<sup>1</sup>, and K.YASKAWA<sup>1</sup>: 1 Fac. Sci., Kobe Univ., 2 China Univ. Geosci.,  
3 Osaka Coll., 4 Fac. Sci., Himeji Inst. Tech.

We report here preliminary paleomagnetic results of sedimentary rocks in the South China Block from Pre-Cambrian to Paleozoic. Four of nine sites represent significant paleomagnetic directions. They are all limestones and each of them has a low temperature (100-300° C) but stable component. Mean directions for four sites are different from that of the geomagnetic dipole field.

中華人民共和国華南ブロックのテクトニクスを明らかにするために、先カンブリア紀から古生代の堆積岩の古地磁気を調べた。

湖北省宜昌県(30.7°N, 111.3°E)で採取した9サイト(震旦紀~二疊紀、ただしカンブリア紀については別に報告予定)中、4サイト(オルドビス紀前期-C7, 中期-C9, 後期-C8, 二疊紀-C13)から最近の二次磁化とは考えられない方向成分が得られた。

4サイトの岩石は、すべて石灰岩である。それぞれの岩石試料について、段階的に熱消磁をし、その後の磁化を超伝導磁力計(SQUID

D)で測定した。

すべてのサイトの試料は300℃ぐらいまでに90%の磁化が失われ熱的に不安定であった。しかし、100℃まででVRM(粘性残留磁化)が取り除かれた後、ほとんどの試料で100℃から300℃までの間に直線的に減衰する成分がみられた。これらの方位は、現在の位置で予想される地心双極子磁場(GDF)とは異なる平均値を示す。これらの平均方位はオルドビス紀または二疊紀の磁場を反映したものと思われるが、残りのシルル、デボン、石炭紀の未処理の試料の測定結果を待って考えたい。

FIGURE Typical examples of progressive thermal demagnetization

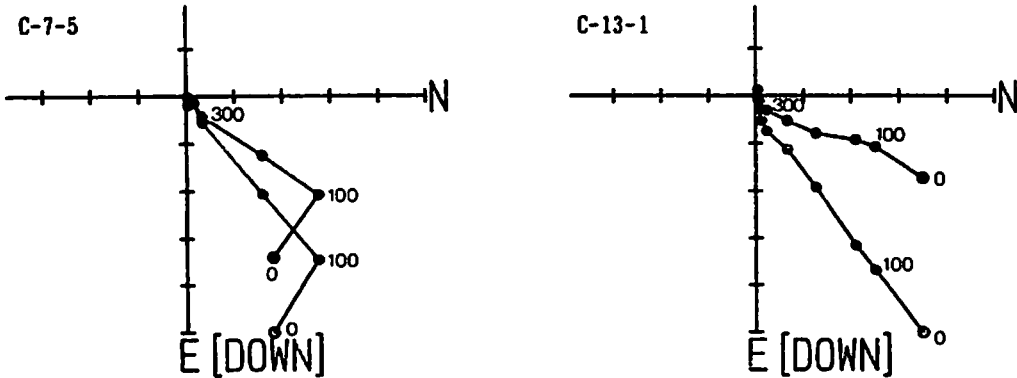


TABLE Paleomagnetic results

SITE NAME(N)	In situ		CORRECTED		k	$\alpha^{95}$	VGP		AGE
	DECL.	INCL.	DECL.	INCL.			LAT.	LONG.	
C-7(8)	27.1	43.1	37.6	40.5	114.1	5.2	55.8	204.8	LOWER ORDOVICIAN
C-9(9)	3.3	35.1	7.6	41.0	57.9	6.8	80.1	246.3	MIDDLE ORDOVICIAN
C-8(6)	-79.4	31.9	-84.7	36.1	33.5	11.7	14.4	36.3	UPPER ORDOVICIAN
C-13(10)	14.5	43.4	21.7	52.3	194.2	3.5	71.5	188.8	LOWER PERMIAN

— contact test の結果 —

○森本千代 (神戸大・理)、三木雅子 (京都大・理)、乙藤洋一郎 (神戸大・理)

Paleomagnetic Study of 2.5 Ga dyke in Nuuk area, Greenland

○Chiyo MORIMOTO (Faculty of Sci., Kobe Univ.),

Masako MIKI (Faculty of Sci., Kyoto Univ.),

and

Yo-ichiro OTOFUJI (Faculty of Sci., Kobe Univ.)

Paleomagnetic data give us important information about the earth core. The paleomagnetic study was carried out on a proterozoic dyke, cutting the Archean gneiss rocks, in Nuuk area of south east Greenland. The stepwise thermal demagnetization shows that both the dyke rock and the intruded gneiss rocks have stable two components of magnetization. The directions of high temperature component pass the backed contact test. The high temperature component of the dyke rock appears to be a primary component of 2.5Ga.

地球誕生初期の地球磁場を知ることは、地球中心核形成について、有意義な情報を与える。

本研究の目的は、25～35 億年前の古地磁気、及び地球磁場強度を導き、当時の地球中心核についての考察を試みることである。このために、Greenland 南東部 Nuuk 地域で採取した約 30 億年前の gneiss 及びそれを貫く約 25 億年前の dyke の残留磁化を測定した。今回は、この dyke による contact test の結果を報告する。

contact test のために dyke を横切る方向に沿って連続的に、母岩より 19 地点、dyke より 13 地点、合計 32 地点で岩石の採取を行なった。母岩については最大 55m、dyke については 4m、接触面から離れた地点で採取した。

残留磁化の安定性を調べるために、100°C～

620°C 範囲での段階熱消磁、2.5mT～85mT 範囲での段階交流消磁を行なった。その結果、ほとんどの試料の残留磁化が、安定な 2 成分を持っていることが分かった (図 1)。この安定な成分を取り出す為には、段階熱消磁がより有効であった。本研究では、主成分分析法により得られた高温成分を用いて議論する。

段階熱消磁の結果、dyke の 13 地点、接触面から 1m 以上離れた母岩の 12 地点より、安定な成分が得られた。予察的に、これらの地点から各 1 個の試料の高温成分をそれぞれ平均した。その結果、dyke と母岩では、21° の有意な差があった (図 2)。このことから、dyke の高温成分は、25 億年前に獲得した初生磁化の成分と考えられる。

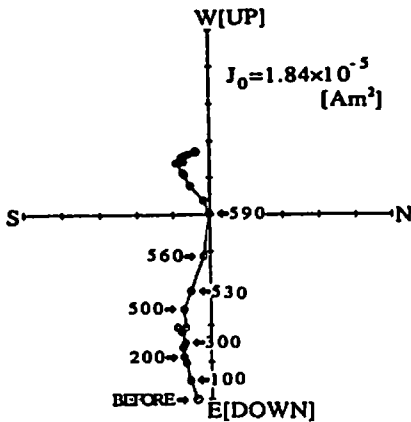


図1 dyke の熱段階消磁の例 (数値の単位: °C)

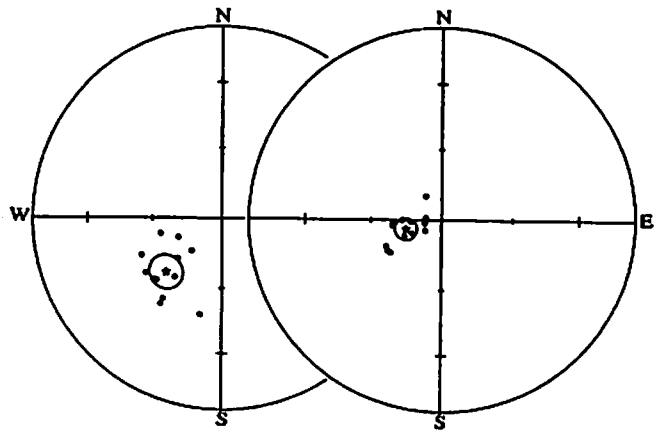


図2 高温成分の比較 (左: 母岩、右: dyke) ; ★=平均方向



Hideo Tsunakawa (Institute of Research & Development, Tokai University)

The previous and new Shaw methods have been examined using the recent volcanic rocks which have a well-determined palaeointensity. The measured samples consist of twenty two specimens of basalt, andesite and dacite taken from nine sites of eight flow units in Japan and Hawaii. Their Curie temperatures ( $T_c$ ) range from 250 to 580°C. Magnetic carrier is composed mainly of titanomagnetite and/or magnetite.

1) The previous Shaw methods (Shaw, 1974; Kono, 1978; Rolph & Shaw, 1984) often yield the palaeointensities 20-50% deviated from the expected values. This is probably caused by the chemical change in magnetic particles due to the laboratory heating above  $T_c$ .

2) Another Shaw method is proposed on the basis of the double heating above  $T_c$ . This method provides the powerful criterion to eliminate the wrong palaeointensity data. As a result, the successful rate is less than 50% whereas it is more than 90% in Rolph and Shaw technique.

3) The Shaw method is applied to the sample heated below  $T_c$ . The heating temperature is usually around 200°C. The Shaw method below  $T_c$  is carried out with thermal demagnetisation of ARM to evaluate pNRM corresponding to pTRM. This method also gives good palaeointensities within  $\pm 10\%$  error.

The new Shaw methods are suggested to give the palaeointensity with similar accuracy to that of the Thelliers method. The Shaw method below  $T_c$  has the potential of a good tool in measurement of low- $T_c$  samples.

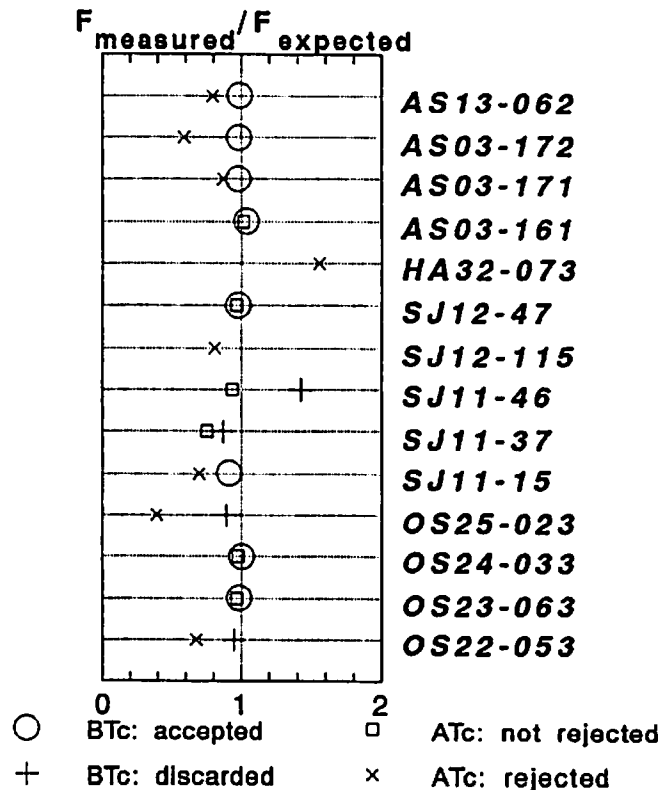


Fig.1 Examples of the palaeointensities measured with the Shaw method of the double heating above  $T_c$  (ATc) and with the Shaw method below  $T_c$  (BTc).

# C12-PP-82 ニュージーランド、タウポ火山帯で得られた逆転途中の地球磁場

田中秀文<sup>1)</sup>・内村英雄<sup>1)</sup>・河野長<sup>1)</sup>・Gillian TURNER<sup>2)</sup>・Bruce HOUGHTON<sup>3)</sup>

1) 東京工業大学・理学部・地球惑星科学科

2) Dept. of Geophysics, Victoria University of Wellington, New Zealand

3) Inst. of Geological and Nuclear Sciences (Wairakei), Taupo, New Zealand

## On the Transitional Paleodirections from the Taupo Volcanic Zone, New Zealand

Hidefumi Tanaka<sup>1)</sup>, Hideo Uchimura<sup>1)</sup>, Masaru Kono<sup>1)</sup>, Gillian Turner<sup>2)</sup>, and Bruce Houghton<sup>3)</sup>

1) Dept. of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

2) Dept. of Geophysics, Victoria University of Wellington, New Zealand

3) Inst. Geological and Nuclear Sciences (Wairakei), Taupo, New Zealand

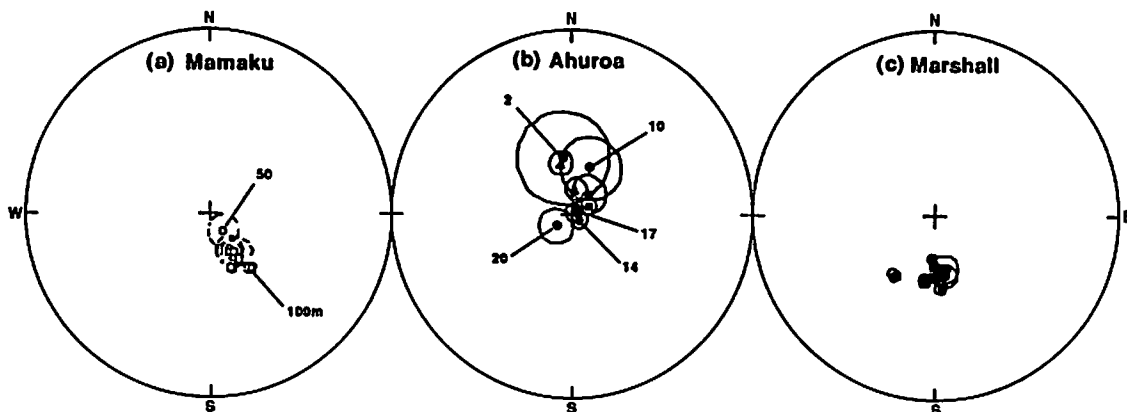
The Taupo Volcanic Zone (TVZ), located in the central North Island of New Zealand comprising of several caldera volcanoes, has been formed during the last 2 m.y. and has erupted dominantly rhyolitic magma which are mostly found as welded ignimbrites and lava domes. Recently, detailed geochronological study based on K-Ar and Ar-Ar dating methods has been made as a collaboration between DSIR, New Zealand and USGS and Stanford University. Based on the new geochronology results, revised magnetostratigraphy of TVZ was revealed by paleomagnetic measurements, and the results were reported in 90th SGPSS Fall Meeting 1991 (C12-13). Among 59 distinct rock units which were paleomagnetically studied, two remarkable transitional directions were found from Ahuroa (1.14 Ma) and Mamaku (0.14 Ma) Ignimbrites. There are some evidences for the former to be Cobb Mountain while the latter is tentatively assigned to the Blake Event. Extended study was made at several sites from the two ignimbrites to try to reveal any features of the transitional geomagnetic field.

Remanence directions were investigated at four sites, at one site at four levels, from 100m thick Mamaku Ignimbrite. Site mean and level mean paleomagnetic directions are shown altogether in Figure (a) where those from four level site are shown by circles and others by squares. All directions agree with each other and show no special large dispersion. One or two directions might be a little apart from others, but it seems to be insignificant because  $\alpha_{95}$  overlap to some of other directions.

Paleomagnetic directions were studied at five sites, at six and two levels for two sites, for Ahuroa Ignimbrite. Site mean or level mean directions are shown in Figure (b) where different symbols represent different site groups; circles for the six levels site, squares for the two levels site, and triangles for other single level sites. Directions from Ahuroa Ignimbrite show much more scatter than those from Mamaku Ignimbrite. There seems to exist a tendency for directions to lie on a small circle around vertical downward direction. Five level-mean directions obtained from the site in which 6 levels of 20m thick flow examined show change of direction according to level. Even though 2m level direction has large  $\alpha_{95}$ , the direction seems to be true because a direction from another site with small  $\alpha_{95}$  is almost coincident. Hence, it could be interpreted as that the ignimbrite captured, during its cooling time, the very rapid change of transitional geomagnetism which was found from the Steins Mountain reversal records [Coe and Prévot, 1989].

In comparison, Figure (c) shows site mean and level mean directions from Marshall Ignimbrite (0.91 Ma) of typical reversed polarity. Samples were collected at five sites, and at two sites, from six and three levels. In view of much smaller scatter in the directions from the Marshall Ignimbrite of non-transitional direction, the paleodirections from several sites of Ahuroa Ignimbrite of transitional direction seem to be too dispersed.

Ahuroa Ignimbrite probably captured the impulse of the transitional geomagnetic field which is associated to the Cobb Mountain Subchron, although obviously further detailed study will be necessary.



# C12-PP-83

## Result of paleomagnetic measurement of Late Cretaceous pillow basalt in the central Axial Belt, Pakistan

Mitsuo Yoshida, Iftikhar Mustafa Khadim and °Haider Zaman (Geoscience Laboratory, Geological Survey of Pakistan, P.O.Box 1461, Islamabad, Pakistan)

Samples from 7 sites of the Waltoi River Formation, a part of the Parh Group, in the Calcareous Zone, south to Muslim Bagh ophiolite complex, central Axial Belt were paleomagnetically measured.

On the basis of detailed mapping and biochronostratigraphy of calcareous nanofossil the formation was dated late Campanian (74-78Ma, late Cretaceous) age.

Natural remanent magnetization (NRM) intensities of the basalt samples range around 0.001 emu/cc, and stable directions of characteristic remanent magnetization vectors can be observed more than 500 degree Celsius in thermal demagnetization treatments. According to the result of thermomagnetic analysis, dominant magnetic mineralogy corresponds to members of the titanomagnetite series ( $T_c = 570$  degree Celsius), with high magnetite contents.

The directions of characteristic remanent magnetization vectors are concentrated, and the mean direction is preliminary reported Declination =  $+19^\circ$ , Inclination =  $-12^\circ$ . The paleolatitude is calculated  $9^\circ$  South.

The paleolatitude of the time is consistent with the path of drifting of the Indian Subcontinent, and it shows that the central Axial Belt of Pakistan formed a part of the subcontinent.

# C12-PP-84 逆問題としての、古地磁気による大陸の復元

°内村 英雄 ・ 河野 長 (東工大理)

## The inverse problem of paleomagnetic reconstruction

°Hideo UCHIMURA and Masaru KONO

(Department of Applied Physics, Tokyo Institute of Technology)

Apparent polar wander path (APWP) is a useful data for the reconstruction of continents. However, such a reconstruction is non-unique because of longitudinal ambiguity. We examined the inverse problem of paleomagnetic reconstruction using total slippage of continents as a norm. However, initial value dependence of non-linear least-square method prevents the solution from ideal one.

複数のブロックからの見かけの極移動曲線 (apparent polar wander path) の違いから、大陸間の相対運動が導かれることはよく知られている。しかし、ある時代の極に対するブロックの位置はある緯度円上にあることしか決まらず、経度方向については不定である。このため、データを満足するモデルは無限に存在し、本質的に一意的でない。従って、古地磁気による大陸の復元を逆問題として考えた場合、データを満足するモデルのうち、どのような条件を満たすものを解として採用するかが重要になる。一般に逆問題では

$$S = S_1 + \gamma S_2$$

の和を最小にするモデルを求めることが多い。 $S_1$ は残差の二乗和のようなものであり、 $S_2$ は物理的考察から決められるノルムである。古地磁気データの場合  $S_1$ は簡単にゼロにできるため、 $S_2$ として何をを用いるかで逆問題としての性質が決まる。

河野は春の合同学会において、運動の実現しやすさは球面での摩擦に対してする仕事の大きさのみに依存すると考え、ブロックと球面の間の全すべり量を  $S_2$ として用いることを提唱した。具体的な形は次のようになる。

$$S_2 = \text{slippage} = \sum \sum [A_i^2 \Theta_{ij}^2 + C_i^2 \Psi_{ij}^2]^{1/2}$$

ここで、 $A_i$ と  $C_i$ は  $i$ 番目のブロックの面積と慣性モーメント、 $\Theta_{ij}$ と  $\Psi_{ij}$ は時間  $j-1$  から  $j$ の間に  $i$ 番目のブロックが移動する角距離と回転角である。

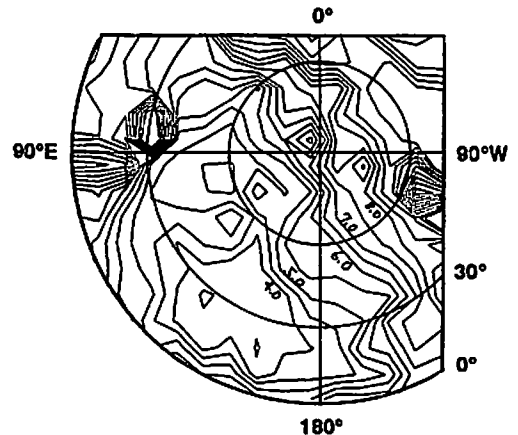
上式中の  $\Theta_{ij}$ と  $\Psi_{ij}$ は各時代の極 ( $A_j, \Phi_j$ ) の関数として求まるが、これらの式は非常に非線形性が高い。従って、通常の最小2乗法は用いることができず、逐次近似によって最適な解を求めることになる。大陸移動の古典的な例であるヨーロッパと北アメリカ (東西方向の運動が主)、さらにユーラシアとインド (南北方向の運動が主) の場合についてこの方法を適用し、他の方法による復元と比較してみた。残念ながら、単純には理想的な解は得られない。特に問

題となるのは、このような非線形形の最小2乗法の場合の解の初期値依存性である。 $(A_j, \Phi_j)$ の初期値によって得られるモデルは大きく異なる。ヨーロッパと北アメリカの場合について、得られたモデルの全すべり量の初期値依存性を示したのが右下のコンター図である。(30°N, 150°E) 付近から出発した場合、すべり量はより小さくなり、Bullard et al. (1965) による復元にやや近いモデルが得られるが、初期値によってはかなり大きなすべり量で収束してしまい、理想と大きくかけはなれた解が得られてしまう。

ところで、 $S_2$ は物理的考察から人為的に与えるものであり、全すべり量に限るものではない。そこで、別な情報をノルムに加えることを試みた。Bullard et al. (1965) が海岸線の形で復元したように、ある特定の時代のみについてはブロック間の相対的位置が地形的、地質学的に求まることが多い。それらとモデルとの差もノルムに加えてみようというわけである。つまり、

$$S_2 = (1 - \lambda)(\text{slippage}) + \lambda(\text{difference from known reconstruction})$$

これについては現在計算中であるが、既に得られた結果を見る限り、有効な手段であることが期待される。



# 固体惑星

oral: C31-01~06

poster: C31-PP-78

座長 山越和雄 (東大宇宙線研)

## STUDIES ON ACID RESIDUES IN VARIOUS METEORITES [III]

Naoki Kano<sup>1,2</sup>, Kazuo Yamakoshi<sup>1</sup>, Hiroyuki Matsuzaki<sup>1,3</sup> and Ken'ichi Nogami<sup>4</sup>

1)Institute for Cosmic Ray Reserch, University of Tokyo.

2)Department of Earth & Planetary Physics, Faculty of Science, University of Tokyo.

3)Department of Physics, Faculty of Science, University of Tokyo.

4)Department of Physics, Dokkyo University School of Medicine.

Elemental analyses were performed in acid residues of some meteorites[1) Canyon Diablo(IA) from Arizona,USA 2) Allende (CV3) from Chihuahua, Mexico 3) Nuevo Mercurio (H5) from Zacatecas, Mexico]. Refractory elements were generally enriched in the kind of acid residues. So, acid residues are considered to contain fractions of a primary condensates from the cooling gas of solar composition as well as pre- and extra- solar grains such as graphite, diamond and silicon carbide. In the cases of Allende and Canyon Diablo,the contents of a series of refractory siderophile elements were determined (Fig. 1).

In these samples, Ru and Os isotopic analyses are going to be carried out. Since these elements consist of so-many stable isotopes which would be synthesized at various sources, origins and locations during nucleosynthesis periods in active star explosion, some grades of isotopic-enrichments could be expected to be detected in primordial samples due to imperfect mixing of precursor materials. So far, in the preliminary stage of isotopic analyses, Ru isotopic abundance in acid soluble components from Canyon Diablo has been measured (Table 1).

In future, much more precise and reliable isotopic analysis for acid residues will be performed, then more detailed discussions on the prehistory of the solar system, and also the origin of acid residues could be done.

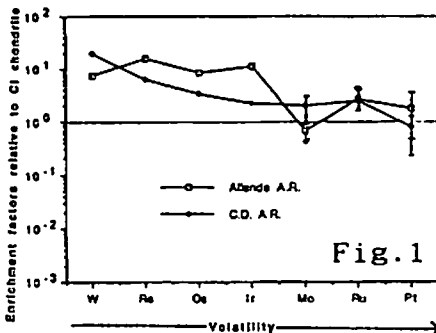


Table 1 Ru isotopic ratios for terrestrial standard and acid soluble components from Canyon Diablo

	96/102	98/102	100/102	101/102	104/102
terrestrial standard	0.176417	0.058807	0.398972	0.540826	0.501041
(Aldrich reagent)	± 515	± 292	± 326	± 242	± 358
0.175284	0.058942	0.399104	0.540651	0.501140	
± 107	± 40	± 83	± 140	± 208	
0.175405	0.058971	0.399138	0.540766	0.501705	
± 709	± 252	± 340	± 458	± 510	
0.174820	0.058398	0.398763	0.540370	0.500989	
± 324	± 518	± 332	± 183	± 291	
0.175036	0.058652	0.398657	0.540613	0.501114	
± 501	± 142	± 27	± 75	± 132	
Canyon Diablo (Acid soluble component)	0.173654	0.058633	0.398649	0.540009	0.502176
± 859	± 944	± 774	± 418	± 519	
0.174536	0.058821	0.398634	0.539574	0.500867	
± 3020	± 5735	± 2808	± 513	± 1710	

All ratios are corrected by normalization to  $^{96}\text{Ru}/^{102}\text{Ru}=0.4042$ . Errors are two standard errors of the mean.

○松崎浩之、山越和雄（東京大学宇宙線研究所）

Changes of the size distribution of iron meteoroid particles during atmospheric entry

H.Matsuzaki and K.Yamakoshi  
Institute for Cosmic Ray Research, University of Tokyo

Changes of the size distribution of iron meteoroid particles during atmospheric entry were investigated by numerical computer simulation. In this calculation, it is assumed, the dissipating energy through radiation and ablative mass losses from the meteoroid particles is balanced with kinetic energy transported with colliding air molecules.

Parameters in this work are the initial size of the iron particle,  $s$ , atmospheric entry angle,  $\theta$  (in the case of perpendicular input,  $\theta=90^\circ$ ), and entry velocity,  $v$ . 4032 atmospheric entry events with various  $(s, \theta, v)$  value combinations ranged  $10\mu\text{m} < s < 1000\mu\text{m}$ ,  $0^\circ < \theta < 90^\circ$ , and  $11 \text{ km/s} < v < 18 \text{ km/s}$  were calculated. The initial size distribution in space was assumed to be the form;

$$dn \propto s^{-A} ds,$$

where  $dn$  represents the number of particles having sizes between  $s$  and  $s+ds$ . Also taking the entry angle and the entry velocity distribution into account, the final size distribution was counted out.

The final distribution was found to be also expressed nearly as;

$$dn \propto s^{-B} ds \text{ (see Fig.1).}$$

And the initial index  $A$  and the final index  $B$  were found to have a very fitted relation;

$$B = 1.15A + 0.35, \text{ (} 3 < A < 7, \text{ Fig.2).}$$

Using such a relation, we can estimate the pre-atmospheric size distribution of the iron particles inversely by measuring that of ablated iron spherules taken from deep sea sediments.

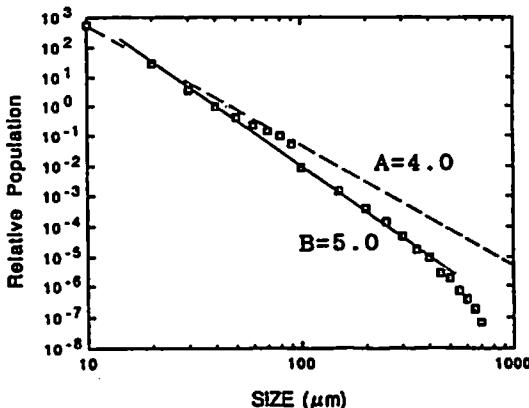


Fig.1. Final size distribution in the case of  $A = 4.0$

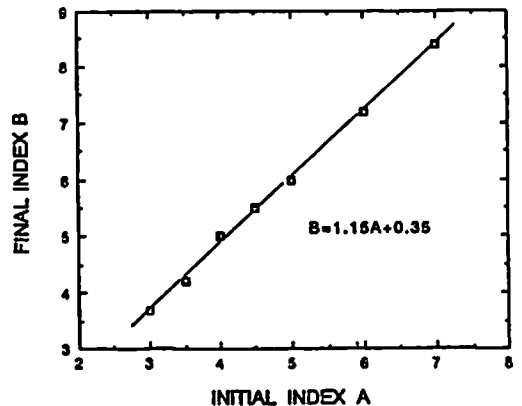


Fig.2. Relation between the initial index  $A$  and the final index  $B$

・野上謙一、大森理恵（獨協医大・物理）、松崎浩之、狩野直樹、山越和雄（東大・宇宙線研）

### Noble metals in the cosmic dust from the deep sea sediment.

K. Nogami, R. Omori (Dokkyo Univ. School of Medicine), H. Matuzaki, N. Kano, K. Yanakoshi (Inst. for Cosmic Ray Res. Univ. of Tokyo)

#### ABSTRACT

Deep sea sediment was divided into 9 fractions according to their size and magnetism. Chemical composition especially noble metals of each fraction were measured by instrumental neutron activation analyses (INAA). Existence of  $^3\text{He}$  in the submicron magnetic fraction of deep sea sediment was confirmed by Merrihue(1964). Origin of this  $^3\text{He}$  should be the implantation of solar wind. The origin and the thermal history of each fraction of the deep sea sediment were discussed using the data of noble metal evaporation experiments.

太陽系の起源と進化を調べることは、太陽系科学の一つの中心課題である。この目的のために、さまざまな研究が積み重ねられてきた。その内の一つに、隕石、月の石、宇宙塵を用いた研究がある。宇宙塵試料は地上では、海底堆積物や、極地の氷、ある特定の保存のよい地層、大気上層などから得られている。さらに、近年人工衛星を用い地球外での研究も進められている。

海底堆積物中の大きさ数百 $\mu\text{m}$ の球状粒子にはNiやRe、Os、Irなどの貴金属が含まれており、これは地殻物質に少なく鉄隕石などに多いので、地球外の物質（宇宙塵）と確認されている。このような比較的大きな球状粒子は、それ以上の大きさの物質が大気圏に突入し、空気との摩擦で加熱、溶融したものと考えられる。その起源としては、隕石、彗星、小惑星などが上げられよう。

地球突入以前に小さかったものは、大気中での加熱も少なく、そのままの形で地表まで到達する。このような $\mu\text{m}$ オーダーの微粒子は、一つ一つの分離は困難であるが、堆積率の小さいきれいな海底堆積物中には多く含まれている可能性がある。すでに、Merrihue(1964), Amari et al(1985), Fukumoto et al(1986) & Takayanagi et al(1987)らによって、深海底堆積物中のサイズの小さい( $\leq 20\mu\text{m}$ )部分に、高い $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比のあることが見いだされている。これは、地

球外で $^3\text{He}$ の多い太陽風が打ち込まれた微粒子で、小さいために加熱されず、そのため $^3\text{He}$ が保存されているものと思われる。

我々は、海底堆積物をまず $20\mu\text{m}$ 以下、 $20\mu\text{m}$ から $74\mu\text{m}$ 、 $74\mu\text{m}$ 以上の3つに分け、さらにそれぞれの磁性成分を分離用磁石の強さにより3つに分けた。この9種類に分類した試料を放射化学分析し、その組成を調べた。とくに貴金属であるRe、Os、Ir、Auと鉄隕石に多いNiの定量から、磁性微粒子中の宇宙塵量の推定、その熱履歴を考察する。

Niや微量の貴金属を含む母体が加熱、溶融されたときに、それぞれの元素が蒸発する割合は実験室での鉄隕石を用いた加熱溶融実験で得られており、その結果と海底堆積物の分析結果との比較から、特に加熱を受けずに落ちてきたものが得られる可能性を検討する。このようなものには太陽輻射圧で、太陽近傍から飛ばされてくる $\beta$ メテオロイドなども含まれていることも期待され、興味のあるところである。



山越和雄、大橋英雄[東京大学宇宙線研究所]、

野上謙一、大森理恵[独協医科大学物理]、桜井敬久、野間元作[山形大物理]

"STUDIES ON LDEF'S CLAMP SAMPLES-(I)"

K.Yanakoshi, H.Ohashi [ICRR, Univ. Tokyo], K.Nogami, R.Omori [Dept. Phys., Dokkyo Univ. School Medicine], T.Sakurai, M.Noma [Dept. Phys., Yamagata Univ.]

LDEF ( Long Duration Exposure Facility ) samples, which are exposed materials to dust, debris, cosmic radiation and/or atomic oxygen in the upper ionosphere. Two aluminum "clamp" blocks are curated from NASA in this August and we found one "big crater" among 12 micro-craters on the surfaces. That crater is chocked up with projectile's material. We are planning to study the content of the crater chemically and isotopically. And also to measure the diameter(D), the depth(T) and the parameter (D/T) of the crater will be compared with those of the craters obtained by laboratory experiments.

Cosmogenic radioisotopes are also measured in Nokogiriyama Underground Laboratory.

1990年1月に回収されたLDEFの表面部分が国際的に一般の研究者たちに公開された。我々もCLAMPの部分有二片[#A007,C003], [#A008,C003]を受け取って調査を開始した。

[1] マイクロクレータの直径(D)と深さ(T)の比(D/T)値はPROJECTILESの材質を示す優れたパラメータと成りうる事が、室内実験で確かめられている。直径は顕微鏡で測定できるが、クレータの深さ(T)は探針法で計測しうる。

[2] 恐らく、我が国では初めての、熱変成を受けていないダストが一例分析できることになろう。

[3] 平均高度450 KM を飛行していたとおもわれるが、Aluminumを標的として破砕反応物  $^{14}\text{C}$ ,  $^{10}\text{Be}$  の強度比が得られ、破砕反応生成断面積の比と一致するはずである。 $^{26}\text{Al}$ ,  $^{22}\text{Na}$ などの測定値もこの推算を補強することができる。

[4] 今後の探査機の設計。近年の人工DEBRISのFLUX増大に伴い、SPACE STATIONの安全性を保つための基礎データを得るために企画されている DEBRIS OBSERVER の基礎設計を始められる。

## Temperature Distribution of Growing Solar Nebula

Taishi Nakamoto, Yoshitsugu Nakagawa

Earth and Planetary Physics, University of Tokyo

Temperature distribution of growing solar nebula is investigated theoretically. It is revealed that observed temperature is understood by taking into account shock heating at the solar nebula surface by infalling material from parent molecular cloud core.

## 1. はじめに

最近の観測によって、まさに形成期にある原始太陽系星雲の様子がとらえられるようになってきた。例えば、1AUでの表面温度 $T_1$ は $T_1 = 100 - 200\text{K}$ 、表面温度の距離 $R$ に対する依存性は $\propto R^{-q}$ として $q = 0.5 - 0.7$ くらいである。しかし従来の理論では温度分布が $q = 0.75$ となるので、観測された原始太陽系星雲の温度分布を説明できなかった。これに対しここでは、従来考慮されていなかった原始太陽系星雲表面への質量降着を考慮することにより観測を説明することができることを示す。

## 2. モデル

原始太陽系星雲を形成する母体の分子雲コアは球対称・等温(10K)で一様回転しているとする。この分子雲コアの収縮を考察することにより原始太陽系星雲表面への質量降着率や降着物質の分布を知ることができる。降着物質の分布は分子雲コアの回転角速度 $\omega$ に依存する。回転角速度は観測的には $10^{-14}\text{ s}^{-1}$ のオーダーである。

原始太陽系星雲内には乱流粘性が働くとすると、原始太陽系星雲を accretion disk と考えることができる。ここでは動粘性係数 $\nu$ を $\alpha$ を無次元のパラメータとして $\nu = \alpha c^2 / \Omega$  ( $c$ :音速,  $\Omega$ :公転角速度) で与えた。

原始太陽系星雲のエネルギー源としては、粘性散逸による発熱と原始太陽系星雲表面への質量降着によるショック加熱を考える。原始太陽系星雲の熱的進化のタイムスケールは力学的進化のタイムスケールに比べて短いので、熱力学的には常

に平衡になっているとする。

## 3. 結果

$\alpha = 10^{-3}$ ,  $\omega = 1 \times 10^{-14}\text{ s}^{-1}$  の場合で時刻 $4 \times 10^5$ 年の時の原始太陽系星雲の温度分布を図に示す。太い線が原始太陽系星雲の表面の温度、細い線が赤道面の温度を表す。表面温度は $T_1 \approx 120\text{K}$ ,  $q \approx 0.6$ となっている。これは、観測されている温度分布とよく合っている。すなわち、質量降着がまだ続いている形成期の原始太陽系星雲においては、降着物質のショック加熱も考慮することにより、原始太陽系星雲の温度分布を正しく理解することができることがわかった。

$$\log \alpha = -3$$

$$\omega = 1 \cdot 10^{-14} \text{ s}^{-1}$$

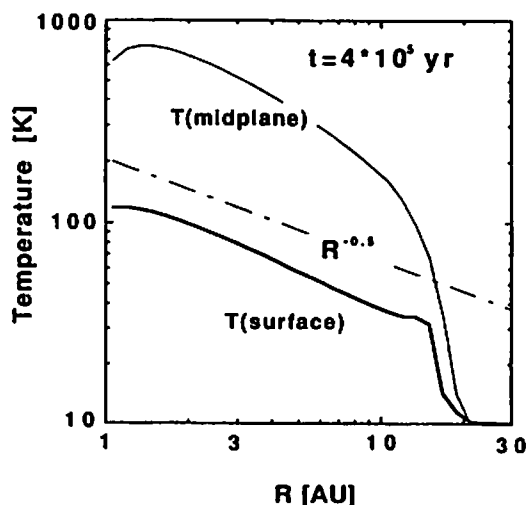


図 形成期原始太陽系星雲の温度分布

# アルフェンウイングを考慮した 始原物質の電磁誘導加熱

°島津浩哲(京都大・理)、寺沢敏夫(東京大・理)

Electromagnetic Induction Heating of Primitive Materials  
including the effect of Alfvén Wing

H. Shimazu<sup>1</sup> and T. Terasawa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Geophysics, Kyoto University

<sup>2</sup> Department of Earth and Planetary Physics, University of Tokyo

Sonett *et al.*(1970) and Herbert (1989) examined the electric current induced in the interior of the asteroidal-sized body by the  $V \times B$  electric field of the solar wind and concluded that the bodies melted by the Joule heating in a dense pre-main-sequence solar wind. However, it is obscure how the current closes outside the body from their results.

Alfvén wing is important in the interaction between the solar wind and a solid body which has no magnetic field. When the solar wind flows onto a solid body, the Alfvén wave is generated by the polarization charges induced on the surface and propagated to the magnetic field directions. The region where the waves are propagated is called Alfvén wing. The Alfvén wave carries the current outside the body and the current circuit is made between them. The environmental plasma has a characteristic conductance  $\Sigma_A$  (Alfvén conductance) in this circuit.

In this paper the induced current and the Joule heating rate inside the body is estimated under the condition of the pre-main-sequence solar wind on the basis of the theory of the Alfvén wing. Furthermore, the temperature distribution is calculated by solving the thermal diffusion equation in the case of an infinite cylindrical body and it is discussed whether asteroids melted or not by the induction heating. Our preliminary result supports that asteroids did not melt by the induction heating.

## References

Herbert, F. (1989) *Icarus* 78, 402.

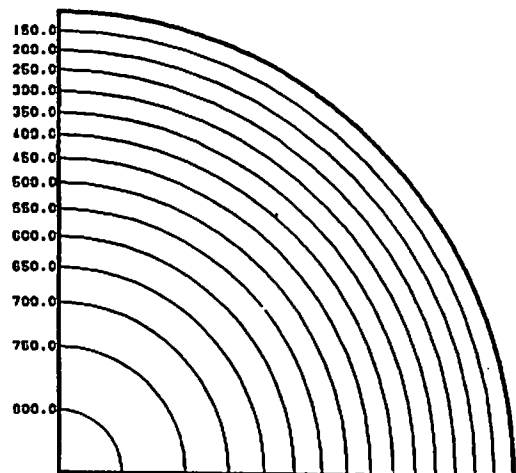
Sonett, C. P., D. S. Colburn, K. Schwartz, and K. Keil (1970) *Astrophys. Space Sci.* 7, 446.

## Figure

Calculated temperature profile (K) in the interior of the asteroid.

Used parameters

insolation temperature :	100K
electrical conductivity :	$10^{-3} S/m$
thermal conductivity :	$2.5 W/mK$
solar wind density :	$10^{-17} kg/m^3$
solar wind velocity :	$10^3 km/s$
magnetic field :	1G



## Magnetic Braking in Low-Conductivity Plasmas

Y. SANO<sup>1</sup> and T. TERASAWA<sup>2</sup>

1. Faculty of Science, Kyoto Univ.

2. Dept. of Earth and Planetary Physics, Tokyo Univ.

The angular momentum transfer problem, or the magnetic braking problem, is investigated in the case when the plasma's electric conductivity is low enough e.g. in the primordial solar nebula. In the analysis, a steady solution of the MHD (magnetohydrodynamic) equations is derived in the limit of small magnetic Reynolds number. We start with the following equations

$$\Delta \mathbf{b} = -R_m \text{rot}(\mathbf{v} \times \mathbf{b}) \quad (1)$$

$$\rho(\mathbf{v} \cdot \nabla)\mathbf{v} = -\nabla(C_s^2 \rho) + V_A^2 \text{rot} \mathbf{b} \times \mathbf{b} + \rho \mathbf{g} \quad (2)$$

$$\text{div}(\rho \mathbf{v}) = 0 \quad (3)$$

where  $\mathbf{b}$ ,  $\mathbf{v}$ ,  $\rho$  and  $\mathbf{g}$  respectively denote the (normalized) magnetic field, velocity field, density, and the gravity acceleration. A non-dimensional number  $R_m$  (termed 'magnetic Reynolds number') appears as a result of scaling. The normalized Alfvén and the sound velocities are denoted by  $V_A$  and  $C_s$ , respectively. The criterion for "low" conductivity adopted here is that the magnetic Reynolds number  $R_m$  is small enough compared to unity. The basic equations (1) to (3) are solved with the following expansions in powers of the small parameter  $R_m$  for the variables:

$$\mathbf{v} = \mathbf{v}_0 + \mathbf{v}_1 + \mathbf{v}_2 + \dots \quad (4)$$

$$\mathbf{b} = \mathbf{b}_0 + \mathbf{b}_1 + \mathbf{b}_2 + \dots \quad (5)$$

$$\rho = \rho_0 + \rho_1 + \rho_2 + \dots \quad (6)$$

where  $\mathbf{v}_1 = O(R_m)$ ,  $\mathbf{v}_2 = O(R_m^2)$ , etc.

Defining a scalar function  $\phi_1$  by  $\rho_0 \mathbf{v}_1 = \text{rot}(\text{rot}(\phi_1(r, \theta) \hat{\mathbf{r}}))$ , we obtain the following equation which governs the generated velocity field  $\mathbf{v}_1$  through  $\phi_1$ :

$$\frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial \phi_1}{\partial \theta} \right) \left( \frac{\partial v_0}{\partial r} + \frac{v_0}{r} \right) - \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \phi_1}{\partial r \partial \theta} \left( \frac{\partial v_0}{\partial \theta} + \frac{v_0}{\tan \theta} \right) = R_m V_A^2 v_0 \quad (7)$$

The above equation is solved by

$$\frac{\partial \phi_1}{\partial \theta} = R_m V_A^2 \cdot r^3 \cdot \Theta(\theta) \quad (8)$$

where

$$\Theta(\theta) = \sin^{\frac{1}{2}} \theta \int_{\frac{1}{2}}^{\theta} \sin^{-\frac{1}{2}} \theta' d\theta' \quad (9)$$

This is a velocity field flowing in from the equatorial plane and going out along the rotation axis of the central body. The time scale  $\tau_B$  of magnetic braking in the low-conductivity plasma derived from (8) and (9) is

$$\tau_B \sim \frac{\rho_0}{\sigma B_0^2} \quad (10)$$

It is worth noting that this  $\tau_B$  is given regardless of the Alfvén velocity in the external medium surrounding the solar nebula; it is dependent only on the density, electric conductivity, and magnetic field strength of the solar nebula. This implies that the angular momentum transfer in low-conductivity plasmas takes place in a different mechanism from that in the high-conductivity limit in which MHD waves play the major role.

## ダイナモ・主磁場

oral: C31-07~13

poster: C31-PP-79~80

座長

本蔵義守 (東工大理)

浜端広充 (大市大理)

°Takahiro Nakajima <sup>1</sup>, Paul H. Roberts <sup>2</sup>, and Masaru Kono <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Applied Physics, Tokyo Institute of Technology

<sup>2</sup> Institute of Geophysics and Planetary Physics, University of California, Los Angeles

<sup>3</sup> Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

The Earth's magnetic field is generated by the hydromagnetic induction in the Earth's core. It is thought that the core of the Earth is rapidly rotating. It is attractive to replace the full equation governing core flow by the magnetogeostrophic approximation to it,

$$2\Omega \times \mathbf{V} = -\nabla\Pi + \rho^{-1}\mathbf{J} \times \mathbf{B} + \mathbf{g}, \tag{1}$$

where  $\rho$  is density (assumed uniform),  $\mathbf{V}$  is fluid velocity,  $\mathbf{B}$  is magnetic field,  $\mathbf{J}$  is electric current density,  $\Omega$  is angular velocity,  $\rho\mathbf{g}$  is a driving force such as buoyancy and  $\rho\Pi$  is a pressure. After  $\Pi$  has been eliminated, the equation of the fluid becomes

$$\frac{\partial\mathbf{V}}{\partial z} = \frac{1}{2\omega\rho}\nabla \times (\mathbf{J} \times \mathbf{B} + \rho\mathbf{g}), \tag{2}$$

where  $Oz$  is parallel to  $\Omega$ .

In solving (2), cylindrical coordinates  $(s, \phi, z)$  are ideal. While for solving the induction equation for  $\mathbf{B}$ , the spherical coordinates  $(r, \theta, \phi)$  are infinitely preferable. We introduce the mapping method to solve these equations in the same time. The mapping which we used in the case of axisymmetric is

$$(s, z) \rightarrow (s', z'), \quad \text{where } s = s', \quad z = \sqrt{2s'z' - z'^2}.$$

This transforms the quadrant into the interior of the triangle with sides  $s' = 0, z' = 0$  and  $s' + z' = a$  (Fig. 1). The integrations are performed on the grid points in the figure.

We adopted this method to the problem of the axisymmetrical kinematic dynamo to check whether we can get the same solutions which have already reported. We shall report the results of these tests.

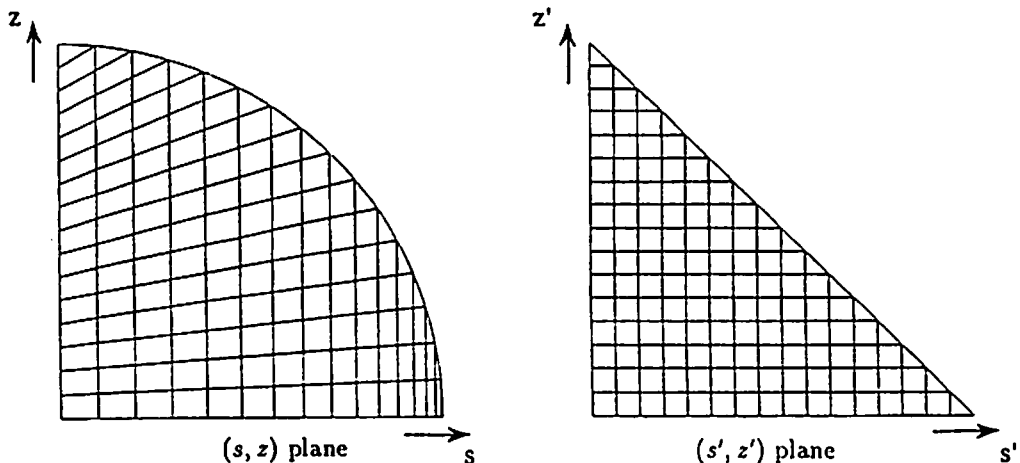


Fig. 1 The grid points on  $(s, z)$  plane and  $(s', z')$  plane.

## Back Ground and Objective of the Study

In most of the  $\alpha^2$ -dynamos, the critical Reynolds numbers are quite similar for dipole and quadrupole family solutions. Kono and Roberts (1992) studied the amplitudes of the solutions of various  $\alpha^2$ -dynamos when the system is only slightly above the critical state, and found that the growth rates are again quite similar for dipole and quadrupole family solutions in five of the six models studied. However, in the last model, which has  $\alpha$ -effect of the form  $f(r)[P_1(\cos\theta) - P_3(\cos\theta)]$  in place of  $f(r)P_1(\cos\theta)$  in all the other models, the quadrupole family grows about 70 % faster than the dipole family. For the explanation of this anomalous behavior, the following possibilities were considered: (a) the dynamos of  $P_1$  and  $P_3$   $\alpha$ -effects behave differently, (b) the vanishing of  $\alpha$  at the axis causes this difference, or (c) the  $r$ -dependence of  $\alpha$  is responsible for this behavior.

The following numerical study is performed to see if any of the above speculations or their combinations are valid.

- Explore the difference between the  $P_1$  and  $P_3$   $\alpha^2$ -dynamos by using the same form of radial dependence but changing the  $\theta$ -dependence.
- Compare the eigenvalues and growth rates of the dipole family and quadrupole family solutions for the two groups of dynamos.
- Examine the dynamos which has the  $\alpha$ -effects of the form  $f(r)[P_1(\cos\theta) - P_3(\cos\theta)]$  in a similar way.

## Numerical Results and Discussion

The dynamo models calculated so far are the ones in Kono and Roberts (1992) except model 5, with the  $P_1$  term replaced by  $P_3$ . The calculation has not been completed, and so the results are tentative in the sense that satisfactory convergence was not reached yet.

The following features are noted:

1. The convergence of the solutions is much worse in the  $P_3$  dynamos compared with the  $P_1$  dynamos, reflecting the shift of the interaction terms toward higher degrees.
2. The dipole and quadrupole family solutions have very similar eigenvalues in  $P_3$  dynamos compared with the  $P_1$  dynamos. In fact, the difference is less than 0.3 % in all the models.
3. The range of the ratio of the growth rates of the two families is between 0.95 and 1.35, which is somewhat larger than that for the  $P_1$  dynamos.
4. No systematic relation was observed between various types of models.
5. Models 1-4 show small difference between the growth rates of the dipole and quadrupole family solutions. On the other hand, the quadrupole family solutions grows about 35 % faster than the dipole family solutions in model 6, which has the same radial function as model 5. It may be concluded for this model that the large disparity between the two families is caused not only by  $\theta$ - but by  $r$ -dependence of the  $\alpha$ -effect.

# C31-09

## 磁場がある場合の2次元対流シミュレーション

°豊島吉宏・本蔵義守(東工大理)

### Simulation of 2D Convection in the Presence of the Magnetic Field.

°Y. Teshima and Y. Honkura

(Dept. of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology)

We use lattice gas cellular automata to simulate a two-dimensional compositional convection in the magnetic field. We consider two kinds of fluid circulating in a rectangular system with a magnetic field applied horizontally. As one effect of the magnetic field, we point out that convective motion is decreased.

#### 1. モデル

2次元矩形の系における流体運動を、格子ガスを使ってシミュレートする。

2次元の非圧縮流体を表すモデルとしては、FHPモデルがある。FHPモデルは、正三角形の格子を用いる。粒子は格子点(サイト)上に存在し、タイムステップ毎に隣の格子点へと移動し、他の粒子と衝突する。また、巨視的な量である密度と速度は、 $16 \times 16$ のサイトを含む領域での平均を取るにより得られる。

ここでは、外核内における対流は成分対流だとする説を取る。軽元素の放出は系の底のみで起こるものと仮定し、放出位置は温度場を導入することにより決定する。

格子ガスでは粒子にカラーを持たせ区別することによって、2種類の粒子を表すことができる。衝突後の粒子配置を粒子種に依存せずランダムに選択するモデルと、同種の粒子が集まるように選択するモデルを用いることにより、軽元素が周囲の液体とすぐに混じり合ってしまうモデル(miscibleモデル)と、軽元素がある程度の大きさを持つ塊を形成するモデル(immiscibleモデル)の、2つの極端な状態をモデル化することができる。

磁場は $xy$ 平面内に限られているとすると、磁場はベクトルポテンシャルの $z$ 成分 $A_z$ のみによって表すことができる。磁場は初期において水平方向に入れ、磁場の発展は $A_z$ に対するinduction方程式を差分化して解くことにより

導入する。また、その結果得られるローレンツ力を、格子ガスにフィードバックする。

#### 2. 結果

上のようなモデルについて、磁場の強さをいくつか変えて計算を行った。Fig.1~2にimmiscibleモデルに対する磁場が非常に弱い場合と強い場合を示す。その結果、磁場がある場合には、ローレンツ力が働くため流体の運動が小さくなることが確認された。また、軽流体が周囲の流体と混ざり合うモデルでは、混ざり合わないモデルに比べて弱い磁場で対流的な運動を起こさなくなった。

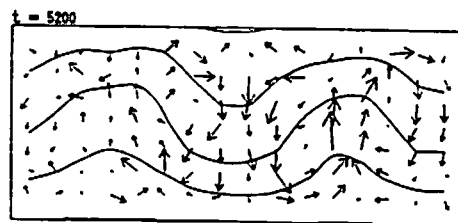


Fig. 1

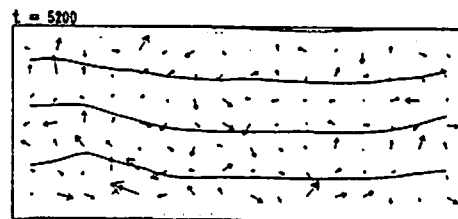


Fig. 2



Double Diffusion Convection in a Rotating Spherical Shell

°Kanya KUSANO, Tetsuya SATO<sup>1</sup> and Kyoji NISIKAWA

Dept. of Materials Science, Faculty of Science, Hiroshima University

The convection of the electrically conducting fluid in the earth's outer core is believed to be responsible for the maintenance and the secular variation of the geomagnetic field. It is recently pointed out that the compositional buoyancy of the lighter elements expelled from the growing inner core has an important influence on the convection in the outer core.

The objective in this study is to investigate the effect of the lighter elements on the convection in the earth's outer core. To achieve the purpose, we carry out the numerical simulations of the double diffusion convection in a rotating spherical shell. The double diffusion convection of a binary fluid mixture reflects the situation where the miscible lighter elements are mixed with the ambient liquid iron in the outer core. We adopt the Boussinesq approximation, and numerically solve the equations following:

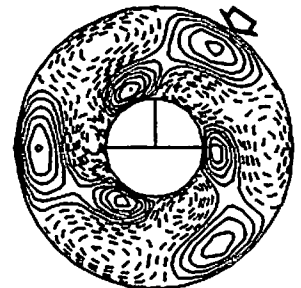
$$\frac{\partial \vec{U}}{\partial t} = -(\vec{U} \cdot \nabla)\vec{U} - \nabla P - P(R\theta + Q\eta)\vec{g} + P\nabla^2\vec{U} + T^{1/2}P(\vec{U} \times \vec{\omega}), \quad \nabla \cdot \vec{U} = 0,$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{r_b}{r}U_r - \vec{U} \cdot \nabla\theta + \nabla^2\theta, \quad \frac{\partial \eta}{\partial t} = -\vec{U} \cdot \nabla\eta + L\nabla^2\theta + \nabla^2\eta,$$

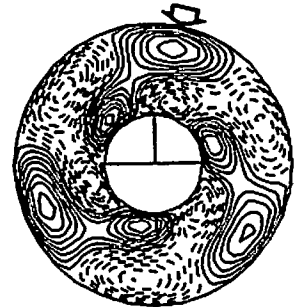
by MAC method. The variable  $\vec{U}$  and  $\theta$  are respectively the velocity and the temperature perturbation, and the  $\eta$  is the variable whose gradient is proportional to the flux of the lighter elements.

Simulation results show that when the thermal Rayleigh number  $R$  is much higher than the critical value for the convective instability, the spatial-temporal evolution of the convection is not greatly changed from the purely thermal convection in a rotating shell. The convective columns (rolls) aligned to the rotation axis appear, and they are travelling westward. It is similar to Busse's analytical result [F.H.Busse and A.C.Or, *J.Fluid Mech.* (1986) 166 (1986) 173]. We find, however, when the thermal Rayleigh number is slightly higher than the critical value and the compositional Rayleigh number  $Q$  is as large as  $R$ , the convective columns travel to the eastward, that is opposite to that in the purely thermal convection case.

Figure shows the contour plots for the longitudinal velocity  $U_\phi$  on the equatorial plane. Solid and dotted lines represent the eastward and the westward fluid motion, respectively. We can see that the convection pattern is drifting eastward with passage of time. The generation of the differential rotation as well as the distribution of the kinetic helicity in the double diffusion convection will be also discussed.



$\tau = 0.50$



$\tau = 0.53$

<sup>1</sup>National Institute for Fusion Science

° 飯島友邦・本蔵義守・松島政貴 (東工大理)

## Preferred VGP Paths Due to an Inhomogeneous CMB

° T. Iijima, Y. Honkura and M. Matsushima

(Dept. of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology)

Whether preferred VGP paths exist or not is a question under debate. We calculated an MHD dynamo with a homogeneous outer boundary condition and also with an inhomogeneous outer boundary condition. The homogeneous one shows no preferred VGP paths as expected, but the inhomogeneous one does show preferred paths. The paths seem to be concentrated above up-welling in convection.

## 1. はじめに

核 — マントル境界の不均一がどのような影響を及ぼすかどうかは興味深い問題である。そこで私達は不均一な温度場を持つ境界条件を課し、どのような変化が見られるかを調べた。

## 2. 計算方法

$$Pr^{-1} \left\{ \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} + (\mathbf{V} \cdot \nabla) \mathbf{V} \right\} = -\nabla \pi + \nabla^2 \mathbf{V} + Ra(\Theta + T_1) \mathbf{r} + 2\mathbf{V} \times \boldsymbol{\Omega} + (\nabla \times \mathbf{B}) \times \mathbf{B}$$

$$\frac{\partial \Theta}{\partial t} + (\mathbf{V} \cdot \nabla)(\Theta + T_1 + T_0) = \nabla^2 \Theta$$

$$\frac{Pm}{Pr} \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = \nabla^2 \mathbf{B} + \frac{Pm}{Pr} \nabla \times (\mathbf{V} \times \mathbf{B})$$

$$\nabla \cdot \mathbf{V} = 0, \quad \nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

ここで  $T_0 + T_1$  は定常温度を表し、それぞれ  $T_0(r) = C_1 + C_2/r$ ,  $T_1(r) = (Ar^l + B/r^{l+1})Y_l^m$  である。また  $Y_l^m$  は球面調和関数である。 $C_1, C_2, A, B$  は境界での値によって決められる。

$\mathbf{V}, \mathbf{B}$  をポロイダル, トロイダルに分解し、それらのスカラー関数と  $\Theta$  を球面調和関数で展開する。そして  $r$  方向に関しては境界条件を満足する三角関数で展開する。それぞれの基底を掛け球殻内で積分することによって、各展開係数の時間微分を係数を使って表すことができる。そして、初期値を与え各係数の時間発展を追った。

## 3. 結果

Fig. 1 に見られるように、均一な境界を持つモデルには選択的 VGP パスはないように見

えるが、不均一なモデルでは  $120^\circ, 300^\circ$  付近にパスの集中があるように見られる (Fig. 2)。この場所は、Fig. 3 に見られるように、回転がゆっくりとなる時の湧きだしの位置である。この図において右側を  $0^\circ$  とし、左回りを正の方向としている。

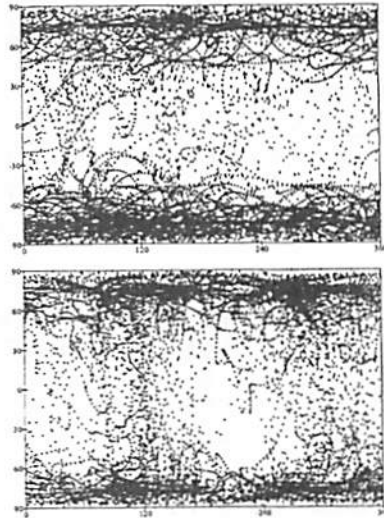
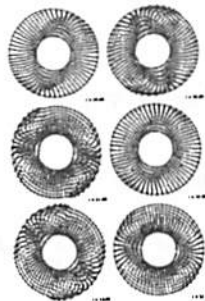


Fig. 1 (上)

Fig. 2 (中)

Fig. 3 (下)



地球回転変動による  
地球磁場逆転シミュレーション (その1) :  
定常状態の定式化  
関美穂 浜野洋三 (東京大学理学部)

Simulation of the geomagnetic reversals caused by the fluctuation of the earth's rotation (Part I) :  
Formulation of the stationary state  
Miho SEKI and Yozo HAMANO ( Dept. Earth Planet. Phys., Univ. Tokyo )

In our recent research we found a correlation between the geomagnetic reversals and the fluctuation of the earth's rotation by investigating the regularity of the reversals. To investigate the mechanism in which the geomagnetic field reverses by the fluctuation of the rotation, we created a stationary  $\alpha\omega$ -dynamo as a first step. This dynamo has a toroidal field which changes its polarity along the radial direction. When a fluctuation of the earth's rotation occurs the reversed field in the inner part of the earth grows whereas the field in the outer part diffuses; which may result in a geomagnetic reversal.

はじめに：最近の研究により地球磁場の逆転間隔と氷床変動によって引き起こされる地球回転変動には相関があることが分った。そこで、地球回転変動による地球磁場逆転をシミュレーションし、そのメカニズムを解明するために今回はまず定常な $\alpha\omega$ -ダイナモを作成した。簡単のため軸対称を仮定し、又回転変動による影響をより直接的に見るために無限円筒を仮定し球の効果、及び上下の境界層の影響を取り除いた。 $\alpha, \omega$ -効果の分布としては、円筒内の内側と外側で磁場のトロイダルな成分がその符号を変えるようにとった。実際地球磁場逆転をシミュレーションするときは外側の $\omega$ -効果に摂動を与え、外側の磁場が弱まることにより内側の勢力が増し逆転に至ると考えられる。  
ダイナモモデルの定式化：無限円筒内で軸対称で kinematic な $\alpha\omega$ -ダイナモを考える。磁場 $\vec{B}$ をトロイダル場 $\vec{B}_T$ とベクトルポテンシャル $A$ で表せるポロイダル場 $\vec{B}_P$ に分け、 $z$ 方向の依存性を(1)のように仮定する。

$$\vec{B}_T = B(s) \sin(kz) \hat{\phi} \quad \vec{B}_P = \text{rot}(A(s) \cos(kz) \hat{\phi}) \quad (1)$$

但し、 $\hat{z}, \hat{s}, \hat{\phi}$ をそれぞれ軸、動径、回転方向の単位ベクトルとし、 $k$ は $z$ 方向の波数とする。速度場 $\vec{v}$ としては回転方向のみ、かつ $z$ 依存性はないとし、 $\alpha$ -効果としては(2)のように $z$ 依存性を仮定すると、

$$\vec{v} = v(s) \hat{\phi} = \alpha \alpha(s) \hat{\phi} \quad \alpha = \alpha(s) \cos(kz) \quad (2)$$

誘導方程式

$$\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = R_T \text{rot}(\vec{v} \times \vec{B}) + R_P \text{rot} B + \nabla^2 \vec{B} \quad (3)$$

$$(\nabla^2 = \frac{1}{s} \frac{\partial}{\partial s} (s \frac{\partial}{\partial s}) + \frac{1}{s^2} \cdot k^2)$$

は完全に変数分離され、

$$\frac{\partial B}{\partial t} = R_T \omega' A + \nabla^2 B \quad \frac{\partial A}{\partial t} = R_P \alpha A + \nabla^2 A \quad (4)$$

となる。

境界条件は、 $s=0$ では $\text{div} \vec{B}=0$ より

$$B(0)=0 \quad A(0)=0 \quad (5)$$

$s=1$ では円筒外側でのポテンシャル場 $\vec{B} = -\text{grad} \Phi$  (但し $\Phi = \Phi_0 K_0(kz)$ ,  $K_0(z)$ : 0次のベッセル関数、 $\Phi_0$ : 定数)と連続に接続するため

$$B(1)=0 \quad A(1) = \Phi_0 K_1(k) \frac{1}{s} \frac{\partial}{\partial s} (sA) = -\Phi_0 K_0(k) \quad (6)$$

となる。

今回は定常状態を仮定しパラメタ $k, \alpha(s), \omega(s)$ を固定し(4)をShooting法を用いて解いた。(5)、(6)の境界条件を合わせるためには $A, B$ それぞれの $s=0$ での微係数の比、及び $R(=R_T \times R_P)$ をパラメタとした。  
結果及び考察：Fig.1に解の一例を見る。Fig.1-bの様に外側では安定な $\alpha, \omega$ の領域( $\alpha > 0$ )を作り内側にかけて不安定な領域を作ると、Fig.1-aのように内側では逆向きのトロイダル場ができる。

定常状態での(4)の方程式はトロイダル、ポロイダル、に対してそれぞれ二階の微分方程式で4つの境界条件が必要であるが、(5)、(6)では全部で5つある。つまりこの系はある限られたパラメタ領域

( $R(=R_T \times R_P), k, \alpha(s), \omega(s)$ )内でのみ解を持つ。これより地球磁場を逆転させる時、 $\omega$ -効果を変化させると安定な定常状態の存在するパラメタ領域から外れ、逆転に至る可能性がある。

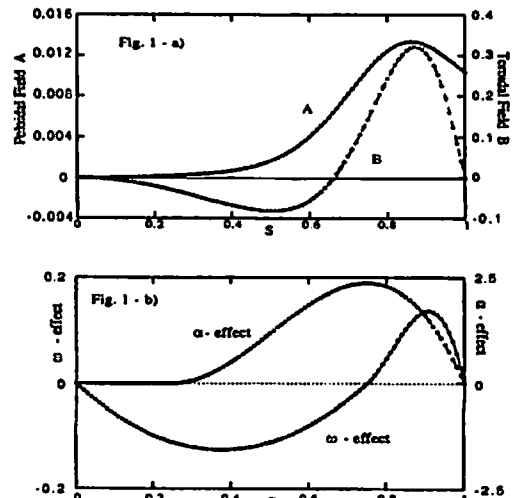


Fig.1: An example of the dynamo solution ( $k=3.14$ )  
a) Distribution of the toroidal field B and the poloidal field A  
b) Distribution of the  $\alpha$ - and the  $\omega$ -effect

°吉田 茂生, 浜野 洋三 (東大・理・地球惑星物理)

The geomagnetic secular variation results from length-of-day  
fluctuation

°Shigeo Yoshida, Yozo Hamano

(Department of Earth and Planetary Physics, Faculty of Science, University of Tokyo)

## 1. 概要

地球磁場変動と自転速度変動との間に関連があるであろうということは従来から指摘されていたが、具体的なメカニズムに関しては満足な説明は皆無だった。

我々は、コアマントル境界の凸凹を介してマントルの回転速度変動がコアの流れに影響を及ぼす、というモデルを作った。この強制振動モデルによって地球磁場変動のうち sectorial 成分は、数十年から数百年程度の時間スケールにわたって、非常に良く説明できる。

このモデルによれば、西方移動の大きさからコアの中の流れの大きさは  $10^{-4}$  m/s 程度であると考え、という常識は根拠を失う。また、古地磁気学への応用として、古地磁気データから昔の地球回転を推定できる可能性がある。

## 2. モデル

我々のモデルの物理的内容は以下の通り。コアには成層がないと仮定する。そしてコリオリ力が力のバランスにおいて卓越しているものとする。そうすると流れは自転軸方向にほぼ一様になる。いま、自転軸方向の渦度を考える。コアとマントルの間に速度差があり、かつコアマントル境界に凸凹があると、渦の伸び縮みのために渦度が変化する。それによってできた流れがトロイダル磁場を曲げてポロイダル磁場を作る。

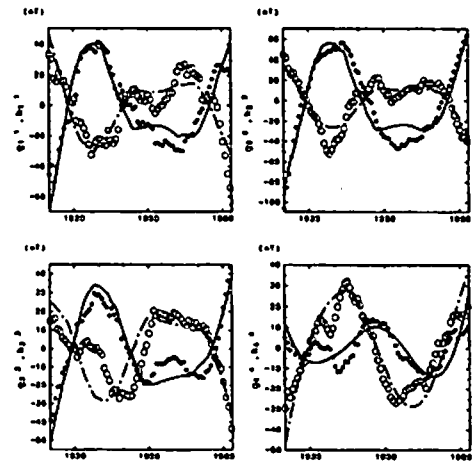
## 3. 結果

モデルと観測を比較した結果、以下のことがわかった。

数百年の変動はいわゆる西方移動と呼ばれるものである。これは 700 年周期の自転速度変動を仮定すれば説明できることがわかった。コアの固有振動である MC wave が西向きに位相速度を持っているために強制力が定在波的な強制振動の場合でも西向きに位相が動く。観測と理論との比較から MC wave

の分散関係を求めることができ、さらにそれからトロイダル磁場の強さが 50 ~ 100 gauss であると推定した。

数十年の変動については図を示した。ここに見られるように、観測とモデルとは良く一致する。フィッティングに用いたパラメタからコアマントル境界の地形を推定することができる。その結果は下部マントルの地震波速度不均質と強い相関がある。ジオイドの観測から求めたコアマントル境界の地形も同じようなパターンを示しており、我々のモデルが正しいことが示唆される。



図：観測される gauss 係数と、自転速度変動から計算した gauss 係数。観測、理論とも長周期成分を 2 次式の形で取り除いて短周期成分のみを示した。黒丸、白丸はそれぞれ  $g_m^m, h_m^m$  の観測値。実線、一点鎖線はそれぞれ  $g_m^m, h_m^m$  のモデルによる計算値。

# C31-PP-79 成層化した球殻内の 非線形磁気流体波の厳密解

浜端 広充  
大阪市大理

## An Exact Nonlinear Hydromagnetic Wave Solution in a Thermally Stratified Spherical Shell

Hironitsu Hamabata  
Faculty of Science, Osaka City University

Studies of hydromagnetic waves under the influence of the nonuniform magnetic and velocity fields and the convective forces are of some interest, and may be a useful stepping-stone in the solar dynamo and geodynamo problem. In this connection, Parker (1984) found exact nonlinear Alfvén wave solutions with large amplitude but restricted form propagating along a uniform horizontal magnetic field in a highly conducting incompressible fluid subject to the convective forces produced by a uniform temperature gradient within a Boussinesq approximation. However, an important property of the solar and Earth's magnetic field is the curvature of the field lines and hence studies of hydromagnetic waves which use a plane layer with a uniform magnetic field do not model some of the essential physics in the Earth's core and the solar convection zone.

In the '90 and '91 SGPSS fall meeting, we reported that we applied the Parker's analysis to the thermally stratified electrically conducting fluid within a perfectly conducting cylindrical container and found the exact translationally, axially or helically symmetric hydromagnetic wave solutions with large amplitude but restricted form, which represent the waves propagating in the azimuthal or the axial direction or propagating helically on the cylindrical surfaces under the influence of helical magnetic field.

In this report, the propagation of nonlinear hydromagnetic waves in a highly conducting, self-gravitating fluid in a spherical shell, subject to the convective forces produced by a radial temperature gradient, is treated in a Boussinesq approximation. We assume that effects of thermal, viscous and magnetic dissipation may be neglected for the wave motions and the boundaries are rigid and perfectly electrically and thermally conducting. We obtain an exact hydromagnetic wave solution of arbitrary amplitude, but restricted form, which represent the waves propagating in the azimuthal direction under the influence of the axisymmetric toroidal magnetic and velocity fields. The detailed properties of the obtained wave solution will be presented in the meeting.

# C31-PP-80

## 日変化磁場による地球自転速度の減速

日向清孝<sup>o</sup> 行武 毅 (東大地震研)

### Deceleration of the rotation of the earth by Sq magnetic field

Kiyotaka HINATA<sup>o</sup>, Takesi YUKUTAKE

(Earthquake Research Institute, University of Tokyo)

The rotation of the earth is decelerating at a rate of  $10^{-22}$  rad/s<sup>-2</sup>. This deceleration is mostly accounted for by tidal friction between the ocean and the solid earth. However, there are some other mechanisms conceivable for dissipating the rotational energy.

We examine the effect of electromagnetic coupling between static external magnetic field and the rotating earth, and estimate the electromagnetic torque exerted on the solid earth, assuming that the earth with a constant electrical conductivity rotates in a static Sq field. It has resulted in that the torque by the Sq field is  $10^{12}$  Nm which is about  $10^{-4}$  smaller than the torque estimated from the observed secular deceleration.

#### 1. Introduction

地球の自転速度は、 $10^3$ 年以上の長いタイムスケールでは  $-\dot{\omega} \sim 10^{-22}$  rad/s<sup>-2</sup> の割合で減速している。この永年変化は、月及び太陽による潮汐摩擦 (トルク  $\sim 10^{16}$  Nm) によって大部分は説明されるが、すべてが潮汐摩擦によるかどうかは、必ずしも明らかではない。本研究では、静止した外部磁場 (特にSqの磁場) と回転する地球 (導体) との間の電磁気 coupling によるトルクが自転速度に与える効果を見積った。

#### 2. Model

Sq磁場は、昼間側の中低緯度の電離層にはほぼ定常的に存在する電流系が作る外部起源の磁場で、地方時に対しほぼ固定されている。いくつかの球面調和解析が行われ、ガウス係数が求められている。(Matsushita & Maeda 1965, etc.) 地球は、このSq磁場に対し相対的に回転しているので、内部に誘導電流が生じ、Sq磁場から自転を減速する向きにMaxwell応力を受ける。外部磁場は定常、地球内部の電気伝導度  $\sigma_{eff}$  は一様として induction equation を解き、誘導磁場のMaxwell応力によるトル

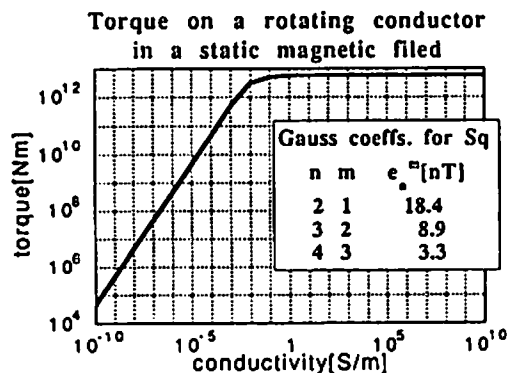
ク  $\Gamma$  を  $\sigma_{eff}$  の関数として求めた。

#### 3. Conclusion

現在妥当と思われる地球内部の電気伝導度構造 (マントルで  $\sim 1$  S/m) に対しては、Sq磁場によるトルクは、 $10^{12}$  N/m 程度であり、潮汐摩擦によるトルクの約1/10000であることがわかった。この値は、 $\sigma_{eff}$  を  $\pm 1$  桁変えてもほとんど変わらない。下に、トルク  $\Gamma$  と  $\sigma_{eff}$  の関係を示す。

#### Reference

Matsushita, S., and H. Maeda, *J. Geophys. Res.*, 70, 2559-2578, 1965



地殻活動電磁気学  
磁気異常  
電気伝導度

oral: C32-01~16

poster: C32-PP-85~96

座長

大志万直人 (京大防災研)

歌田久司 (東大 地震研)

## 伊豆大島における地電位差データの周波数解析とその潮汐成分について

川瀬 隆治 下村 高史 歌田 久司  
東京大学地震研究所

Spectral analysis of the geoelectric potential observed in Izu-Oshima island and its tidal constituents.

Takaharu KAWASE, Takafumi Shimomura, Hisashi Utada  
Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Tidal constituents of the geoelectric potential got from spectral analysis are thought to be caused by geomagnetic induction in short period (harmonics of the solar diurnal variation) and by a dynamo process associated with tidal currents in longer one. In case that underground water exists, the ocean tide may change its pressure distribution and arise current of underground water. This causes streaming potential and influences geoelectric potential. To investigate this possibility, we established a new span for geoelectric measurement beside east coast in Izu-Oshima island.

伊豆大島での火山活動を調べる目的で、地電位差測定を行っている。現在、観測点は13ヶ所で、ほぼ伊豆大島全体を網羅している。

地電位差データの中にみられる潮汐成分は、その原因として地磁気にもみられる潮汐成分による誘導、潮流の海洋ダイナモによって発生した電流の陸地への浸透などが考えられている(Mori, 1987)。伊豆大島においては、地下水層が存在することがわかっている(Utada, 1990)ことから、これらの原因のほかには地下水の流動が考えられる。島を囲む海水のレベルが潮汐によって変化すると、それが地下水層の圧力分布に影響を及ぼし、地下水の流動をもたらす。それによって流動電位が生じ、地電位差データに変化をもたらすことが考えられる。

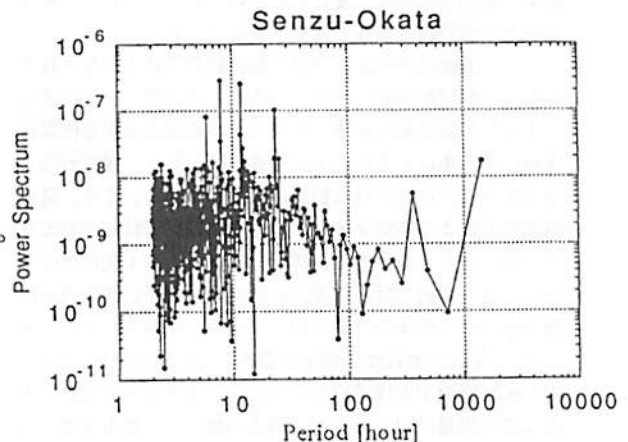
第1図は、岡田-泉津(東京大学地震研究所津波観測所)の測線データのパワースペクトルである。日周期よりも短い周期の辺りにはS<sub>2</sub>、P<sub>1</sub>などの潮汐成分のピークがいくつかみられる。それより長周期の部分では、周波数の分解能が充分ではないがピークがあることがわかる。このピークは、他の測線にはこれほど顕著にみられない。この測線では泉津の電極が海岸線真近の崖の上に位置しているため、海岸線付近特有の現象である可能性がある。このことは、海岸線付近の地下水の流動によって流動電位が生じ

ている可能性を示唆する。

今回、伊豆大島東岸の海岸線から内陸に約500mの測線を張り、地電位差を測定した。その周波数解析の結果を含めて、上の可能性を検討する。

### References

- T.Mori Geophysical magazine, vol.42, No.2, 1987  
H.Utada et al. Journal of Geomagnetism and Geoelectricity, vol.42, No.3 1990



第1図



住友 則彦・大志万 直人・坂中 伸也（京都大学 防災研究所 地震予知研究センター）

## Construction of Geomagnetic total force observation Network in Kinki District

N. Sumitomo, N. Oshiman, and S. Sakanaka

Research Center for Earthquake Prediction

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

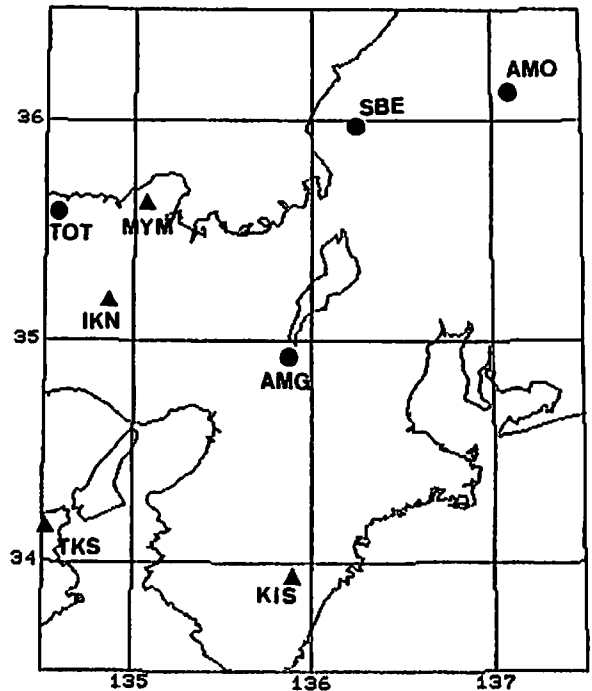
A new network of the geomagnetic total force observation using proton precession magnetometers is constructing in and around Kinki district. This aims to detect locally anomalous secular changes of the geomagnetic total force in relation to crustal activities such as earthquake occurrences. There are, however, many problems to be solved concerning non-uniformity of secular variation in the total field, reduction method of external magnetic disturbances and decreasing artificial noises from electric railways. Among those problems, some assessment of artificial noises at several stations are carried out and a long term variation between Tottori and West-Amou stations is examined particularly in term of annual variations.

In addition to these permanent stations, temporary magnetic surveys more than several decades sites are also planning along active faults such as Hanaori, Yanagase faults and Median Tectonic Line in Kii peninsula within interval of one year. Noise reduction methods in temporary surveying in urban areas are studying.

伊豆半島周辺では地震、火山噴火など地殻活動に関連した全磁力の異常変化が度々報告されている。この地域では現在プロトン磁力計が18台稼働している。また、東海地方から房総半島までを含めると、プロトン磁力計による全磁力観測点は25におよぶ。これまでの報告によると、地震に直接関連した磁場変化の他に地殻隆起など地殻変動と相関の高い変動も検出されている。しかし、反面、比較的近い距離（例えば西伊豆と東伊豆）でも永年変化の傾向が幾らか異なるなど、地殻起源の変化でありながらその原因が必ずしも明らかでない変化も見受けられる。これらの事は全磁力の群列観測の重要性を示唆している。

近畿地方でも、全磁力群列観測の計画がなされており、一部観測が開始されている。この目的は、上に述べたような地殻活動に関連した局所的な磁場の永年変化異常を検出する事にあるが、その準備段階として、擾乱磁場の補正するにはどの様な観測点配置が最適か、また、電車漏洩電流による磁気ノイズの見積および影響軽減の対策などを調べることを当面の目標としている。第1図に現在すでにプロトン磁力計が稼働中の観測点及び予定観測点の位置を示した。今後の計画では、これらの基準ネットワークの他に、年に一度程度の磁気測量を行なう磁気点を、花折、柳ヶ瀬断層や中央構造線沿い等に設ける予定である。この様な磁気測量の場合のデータ補正の精度を都市部でどの程度まで向上させ得るかを明らかにすることが最大の課題である。この他、鳥取と西天生間の磁場変動を長期にわたって調べ、特に年周変化等の有無を調べる。

第1図



● 稼働点  
▲ 予定点

# C32-03 地中電界鉛直成分のVLF帯における 間欠的変動と地震との関係

藤 野 幸 雄 (防災科研) 高 橋 耕 三 (通 総 研)

Relations Between Earthquakes and Sporadic Variations in the  
VLF Bands of Vertical Components of Subsurface Electric Fields

Yukio Fujinawa (NIED) and Kozo Takahashi (CRL)

## ABSTRACT

Here we report an analysis of observational records of the vertical component of subsurface electric fields by use of deep boreholes during the period from 1989 July to 1992 June. Very clear anomalous sporadic field changes have been observed, before eleven earthquakes of magnitudes 4.6-6.6, focal depth 8-75km, epicentral distance 20-230km, occurring on land except at around Izu-Oshima. And, they have never been observed at other time of observational period.

1. 長さ603mの鋼管深井戸を用いた地中電界変動の鉛直成分の観測を、茨城県つくば市の防災科研の構内において1989年6月より実施している。1989年7月の伊豆半島沖群発地震の際に前兆的現象としてVLF帯において特徴的な間欠的変動が、記録されていた。ここでは、この種の変動と地震との関係について、1992年5月までのほぼ3年間のデータにより、解析した結果を報告する。

2. 図1の最上段が上記の群発地震の際の最大の地震(1989年7月9日 11:09、マグニチュード $M=5.5$ 、深度 $H=7\text{ km}$ )の直前に記録された特徴的なVLF帯の振幅の変動パターンである。このような変動パターンは、1992年5月までの3年間の記録に11例あった。その内、一目で検出できる程度に明瞭な変動の内の他の3つの例を、伊豆半島沖群発地震の際の図1

の下に示してある。1~2時間を周期として、'放射'期間が30分程度の変動パターンが、共通して表れている。また、このような変動は、この11例以外には、見当たらなかった。

3. 防災科研による地震カタログの内マグニチュード $M \geq 4.5$ 、 $H \leq 100\text{ km}$ の地震との関係を見たところ、これ等の現象は全て日本の中央部に発生した地震に対応させることが出来た。先行時間 $T_p$ としては、0.4~15日(大部分は、数日以内)、であり、 $\log T_p$ と $M$ とは線形関係があるようである。図2に、地震のマグニチュード・深度と、この種の異常信号の有無との関係を示したが、この現象が先行する地震は $H < 80\text{ km}$ 、 $M < 5.0$ であり、又震央距離は $\Delta < 200\text{ km}$ と推定された。なお、伊豆大島近海を除いて、海で起きる地震には全く対応しない。

図 1

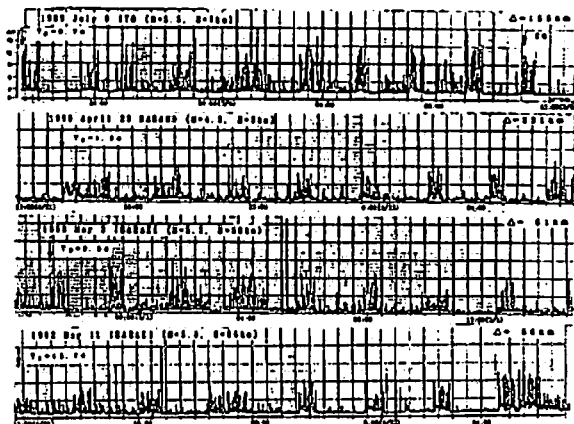
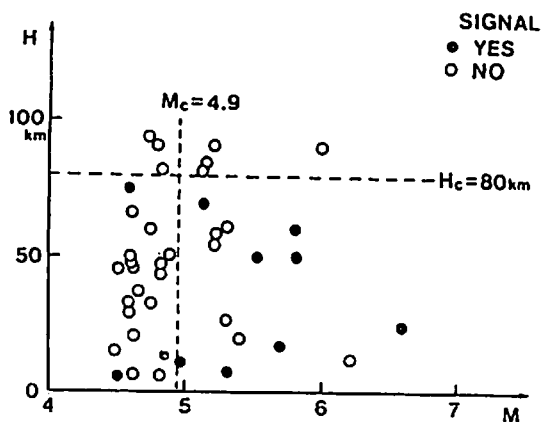


図 2



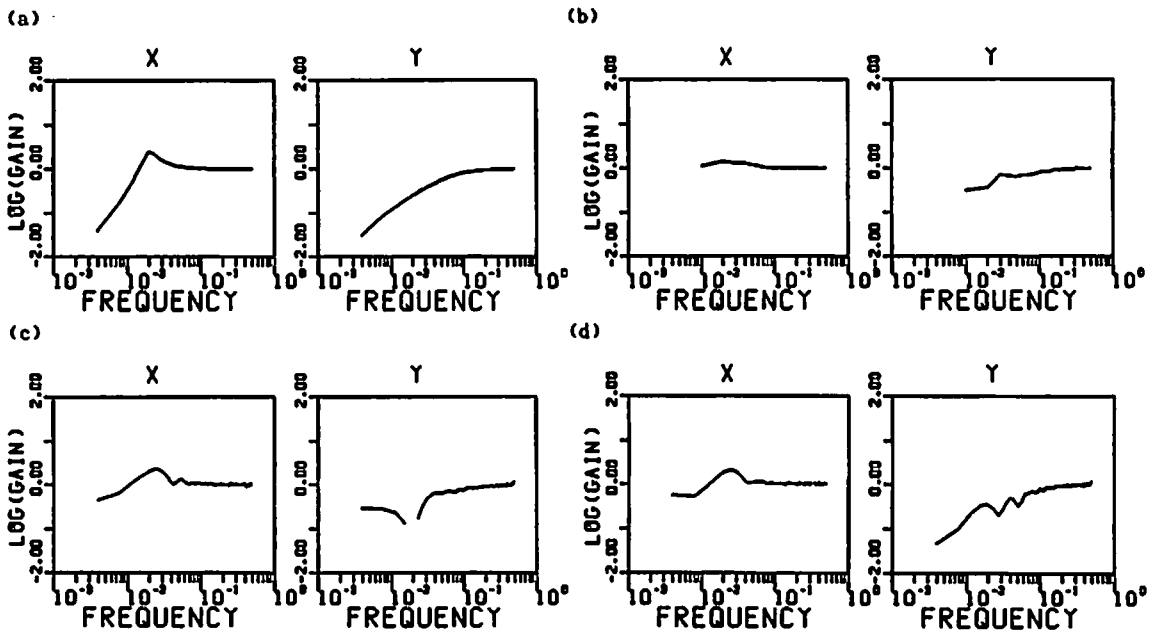
Comparison of Methods for Estimating  
a Transfer Function

Hiroki Takayama (Meteorological Research Institute)

The following three methods for estimating a transfer function are studied. (1) Blackman-Tukey method, (2) method by means of regression model, and (3) method by means of digital filter. A result is shown in the figure. In all methods, estimated absolute value of transfer function is consistent with theoretical value at high frequency and is inconsistent at low frequency.

変換関数を推定する方法のうち (1)Blackman-Tukey法, (2)回帰式を用いる方法, (3)digital filterによる方法について2入力1出力の場合で比較を行った。

ガウスホワイトノイズを入力とするシミュレーションデータに対してこれらの方法によって推定された変換関数の例を図に示す。図では絶対値のみを示している。(a)は理論曲線であり, (b)はBlackman-Tukey法, (c)は回帰式を用いる方法, (d)はdigital filterによる方法で推定された変換関数の絶対値である。いずれの方法においても, 高周波では理論曲線と良い一致をみせるが, 低周波ではくいちがいがみられる。Blackman-Tukey法による推定は安定しているが分解能が悪い。



Theoretical and estimated absolute value of transfer functions. (a) theoretical curve, (b) Blackman-Tukey method, (c) method by means of regression model, and (d) method by means of digital filter.

ENHANCEMENT OF TECTONOMAGNETIC SIGNALS  
WITHIN MAGNETIZED CRUST

Yoichi SASAI ( Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo )

According to the representation theorem of tectonomagnetic field, a term proportional to the displacement just at the observation point emerges in the piezomagnetic potential when the point is embedded within a strained magnetoelastic body. This term has an enhancement effect of piezomagnetic charges associated with dislocation sources. This is exemplified for a vertical strike-slip fault. Bore-hole magnetometer can be a powerful tool in tectonomagnetism.

くい違いモデルによるピエゾ磁気変化では、くい違い面(断層)の位置に等価磁石が生じなくて、地上での地磁気変化はかなり小さい(SASAI, 1991)。ただしこれは地殻が一様帯磁している場合である。不均質に帯磁している場合には、そのブロックの境界付近で急激に磁場変化が大きくなる、いわゆる増幅効果が知られている(OSHIMAN, 1990)。

ここでは別の種類の増幅効果について考察する。磁場の源泉が磁性体だけである場合、スカラー・ポテンシャルは磁性体の内部でも定義できて、その表面を横切っても、ポテンシャルは連続である。しかし磁性体の内部で磁場を測るためには、我々はそれに孔を空けなければならない。孔の壁には必ず、磁極が現れるために、孔の中の磁場にはこの磁極からの寄与が含まれる。これは磁性体の外部で測る時には起こらない効果である。この時、孔壁に生じた磁極の作る磁気ポテンシャルは

$$W_k = 4\pi C_k \{u_k(r)\}, \quad C_k = \frac{1}{2} \beta J_k \mu \frac{3\lambda + 2\mu}{\lambda + \mu} \quad (1)$$

となる(SASAI, 1983, 1991)。βは磁気応力係数、J<sub>k</sub>は磁化のk成分、λ, μはラメの定数、そしてu<sub>k</sub>(r)は観測点(磁性体野内部の点)の変位のk成分である。

(1)の結果はピエゾ磁気ポテンシャルの表現定理を求める際に、デルタ関数の性質を使って得られる。これは磁性体内部にくり抜いた球の半径を、ゼロに近づけた極限として定義される。この数学的操作を物理的の言葉に翻訳すれば、くり抜いた孔は十分小さく、かつ孔を空けたことによって元々の変位場は乱されていない事を意味する。実際には球状の孔を空け、磁力計センサーを非磁性

の砂などで固定することで実現されよう。孔の形が角張っていると局所的な応力集中も起こり得るが、ここでは考えないことにする。

例として、垂直な横ずれ断層による地殻地磁気効果を調べる。地中ではSASAI(1991)の解に加えて、(1)の寄与が衰える。紙面の都合で数式は省略するが、特に断層が無限に長い場合に、(a)地表と、(b)地中の磁力計で見える等価磁石を、図1に示した。(b)の場合、断層の位置に等価磁石が出現するので、ある程度深くなると観測される磁場は急速に大きくなる。ボア・ホール磁力計(フラックス・ゲート型)は、既に実用の域に達している(山本, 1990)。地中プロトン磁力計の開発を含めて、深井戸による精密磁場観測は、地殻活動監視にとって有望な手段と思われる。

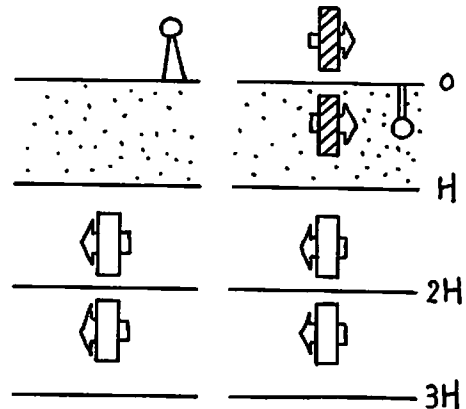


図1 (a)地表 (b)ボア・ホール

中塚 正 (地質調査所)

Magnetic Structure Model Derived from Aeromagnetic Data  
around Unzen-dake Volcano

Tadashi NAKATSUKA (Geological Survey of Japan)

1991年8月に、雲仙岳を中心とする地域の空中磁気データが取得された。これから得られた暫定版の全磁力異常分布の特徴については、本年春の合同学会において述べた。その後、GPS測位に含まれていた誤差の修正を行って最終版の磁気異常分布図を作成するとともに、地形効果の評価に用いる地形モデルの精密化を行った。その結果は、地形効果を除去した残差にわずかな相異が認められる程度であり、春の合同学会での結論を左右するものではない。春には、地形効果を除去した残差磁気異常(図1)が大体的には島原地溝帯を相対的に強磁性の火山岩が埋めているモデルで説明できることを、2次元モデルによって示したが、今回はその構造の3次元的な解析を試みた。

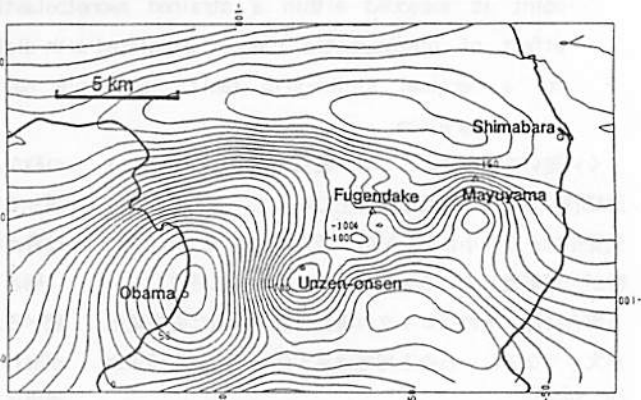
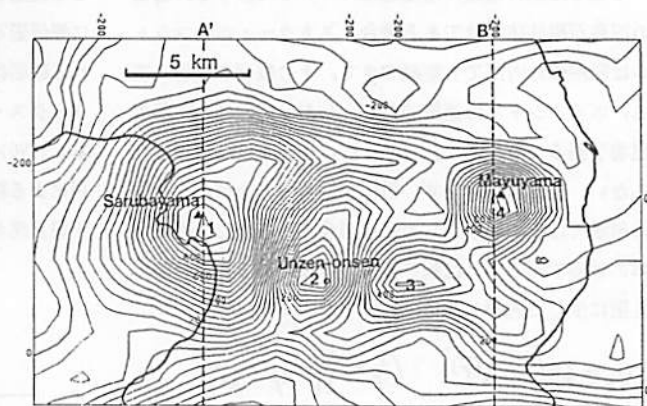


図1. 地形効果を除去した残差異常 (10nTコンター)

図1では、地形が  $3(A/m)$  の一様な順方向の磁化を有すると仮定して、地形を海水準にならす操作を行ったことに相当している。この分布に対して、上面が海水準に一致し下底面が起伏する層構造モデルを最小自乗法的にあてはめる計算を行った。底面深度は1 km四方の単位毎に与え、地形効果と同じ  $3(A/m)$  の磁化強度の場合の結果が図2である。このあてはめの残差は、より浅部での磁化のラテラルな変化で説明できる。

図2. 層構造解析結果 ( $3(A/m)$ 一様磁化モデル)  
磁化層の底面深度: コンター間隔50m

この結果は、島原地溝帯を構成する千々石・金浜・深江・富津の各断層とよく対応し、雲仙温泉付近の熱水変質作用による磁化強度の低下や眉山の高磁性火山体の存在なども示している。猿葉山付近の大きな深度分布は、大規模な磁性岩体の伏在を示しており、古い主要な火山体の存在を示唆する。

図2のA・Bの位置での南北断面を図3に示すが、Bでのハッチ部は浅部での眉山のより高い磁化強度の影響と考えられる。Aでのハッチ部も同様の等価モデルが考えられ、解析結果の深度 950mにこだわる必要はない。

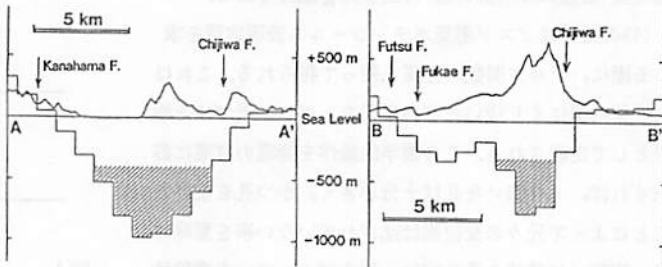


図3. 層構造モデル解析結果の南北断面

# C32-07 雲仙岳における自然電位観測（続報）

京大理 橋本武志、田中良和、増田秀晴  
東大震研 歌田久司、鎌山恒臣、増谷文雄

## Observations of Self-Potential on Unzen Volcano

Takeshi Hashimoto, Yoshikazu Tanaka, Hideharu Masuda\*  
Hisashi Utada, Tsuneomi Kagiya, Fumio Masutani\*\*

\*Faculty of Science, Kyoto Univ.

\*\*Earthquake Research Institute, The Univ. of Tokyo

火山活動の消長を電磁気的な手法で推定する試みの一つとして、1991年3月以来、雲仙岳において自然電位の連続観測を続けてきた。最近の観測データによって、より明瞭になった点や新しく得られた知見について述べる。

1991年3月から8月にかけて、火山活動の活発化に伴って地獄跡火口近くで大きな正の電位異常が確認された。最も変化の大きかった観測点では約100日間に600mVを越す電位変動が見られている。（図1）

観測を開始して既に1年半が経過しており、この変動が降水量の変化による季節変動でないことは明きらかである。また、銅-硫酸銅電極によってクロスチェックを行うことにより、連続点に使用している自作の鉛-塩化鉛電極自身の異常を監視しているが大幅な電極の劣化はみられていない。さらに、これとは別に、電極の室内実験及び野外実験を行い、その特性についてもいくつかの知見が得られている。これらのことを総合して考えると、観測された電位上昇は火山活動に伴って発達した地下の熱水対流によるものであるという考えがさらに強まったといえる。

1992年以降は、普賢岳周辺の約20点でほぼ1カ月に1回のペースで繰り返し観測も始めている。最近の観測では地獄跡火口の南西部では電位が上昇を続けているのに対して、北西部から西部にかけては電位が低下する傾向が見られている。

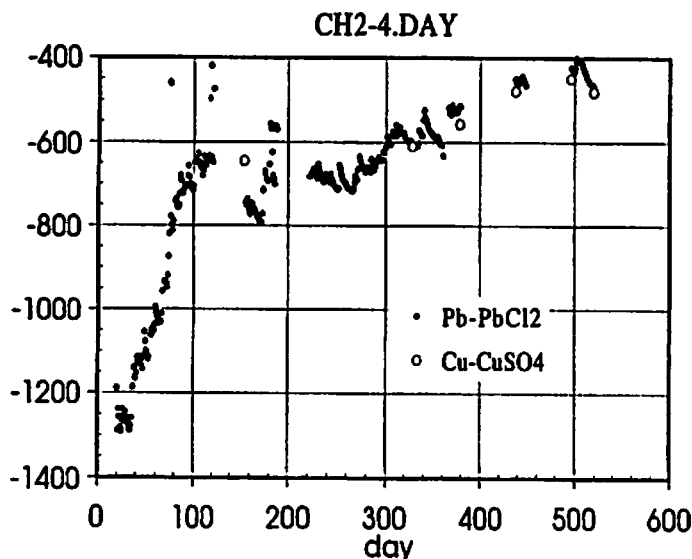


図1：地獄跡火口南西部#2点における自然電位変動。縦軸は蔚谷を基準とした電位（mV）。横軸は1991年3月1日を第1日とした日数。黒丸はPb-PbCl<sub>2</sub>電極による日平均値。白丸はCu-CuSO<sub>4</sub>電極による繰り返し観測値。

山本哲也(地磁気観), 鍵山恒臣, 歌田久司(東大震研), 雲仙火山MT観測グループ

ULF Electromagnetic Research around Unzen Volcano  
Tetsuya Yamanoto<sup>1)</sup>, Tsuneomi Kagiya<sup>2)</sup>, Hisashi Utada<sup>2)</sup>  
and Magnetotelluric Research Group of Unzen Volcano

1) Kakioka Magnetic Observatory, JMA.

2) Earthquake Research Institute, Tokyo Univ.

The magnetic and electric field variations in the ULF band were observed around Unzen Volcano. For each site, we calculated apparent resistivities, phase differences and induction arrows at the periods of about 5 seconds to several hundred seconds by MT or GDS. It was expected that there existed low resistivity layer (the resistivity less than 10 ohm meter) at the depth less than 1 km, and more resistive beneath that. Induction arrows of all sites pointed to the southwest at the period of 512 seconds, and pointed to the outside of Shimabara Peninsula at the period of 64 seconds. It was similar to the island effect rather than the peninsula effect.

1990年11月17日の噴火以来, 現在にいたるまで雲仙普賢岳は活発な活動を続けている。火山下で何がおこっているかを理解するために雲仙岳周辺の比抵抗構造の調査が実施されており, これまでに, 雲仙火山の浅部構造として帯水層とみられる低比抵抗層が広く分布することが, ELF-MT, VLF-MTの調査から明らかにされている。また, 噴火の過程やマグマの供給源を考えるために重要なさらに深い部分の構造を調査するために, ULF帯の電磁場の多点同時観測が噴火開始後数回にわたって行われている。初期の観測成果については鍵山他(1992)によって報告されており, 今回報告するのは1991年9月以後の3回の観測(1991年9月, 1992年1月, 3月)についての結果である。

観測では, 数日程度の期間の4-6点同時観測を行っている。観測点は, 主として雲仙火山周辺, 島原半島の中央部の島原地溝とよばれる部分に分布しており, 各点では磁場3成分, 電場2成分の1秒値を測定している。顕著な現象が捉えられなかったために再観測を行ったり, 雑音等でよい測定値が得られなかった地点もあるため, ここで述べるのは7観測点のMTの結果と8観測点の地磁気変換関数についてである。

MT法によって, 各点の電磁場の測定値から周期5.4秒から256秒のインピーダンス・テンソルを求めた。その結果をみると,  $\rho_{xy}$ は

どの観測点でも, 周期10-100秒で数 $\Omega$ mから数10 $\Omega$ mの比抵抗である。 $\rho_{yx}$ は, 周期10-100秒で数 $\Omega$ mから数100 $\Omega$ mの比抵抗であるが, 観測点による差異が大きい。ただし, 比抵抗が周期10秒から100秒にかけて次第におおきくなるという特徴が共通してみられる。位相差は, 周期10秒で15-30°であるが次第に大きくなり周期100秒で35-40°となる。これらの特徴は, 地下1kmより浅いところに10 $\Omega$ m以下の低比抵抗層があり, それより深い部分が高比抵抗という構造が, 各観測点の地下に共通して存在するためだと推定される。

地磁気変換関数は, 各点の磁場の測定値から周期5.4秒から512秒の範囲で求めた。結果をインダクション・アローとして図示すると周期512秒では, どの点でも南西をむき大きさは0.3程度である。周期64秒では, おおむね西をむいているが島原半島の外側を向くような傾向がみられ, 大きさは0.1程度である。周期512秒での結果は, 海洋と, 沖縄トラフ下部の低比抵抗帯によると思われるが, 周期64秒の結果は, 隠島効果と類似しており島原半島の根元のくびれた部分に海洋中で誘導された電流が流れることを示唆している。半田他(1992)が九州北部の広い範囲で実施した観測の中に島原半島での観測が含まれており, 今回の結果はそれとよく一致している。

## Volcanic Activities on Aso as Inferred from Geomagnetic Observations Vicinity of the Crater

°Yoshikazu TANAKA, Takeshi HASHIMOTO and Hideharu MASUDA

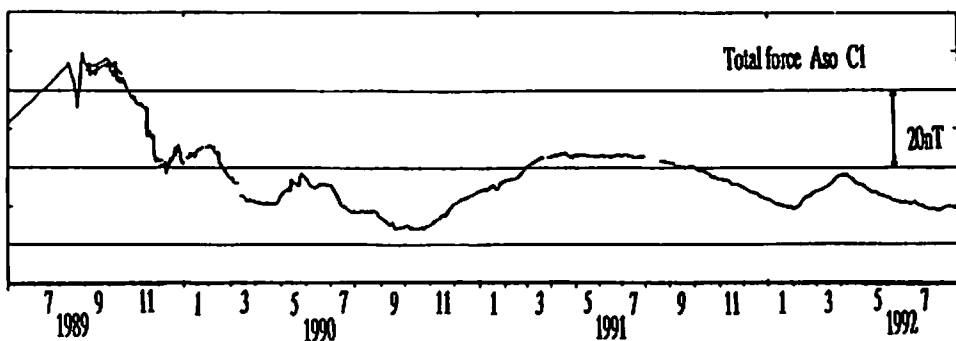
Aso Volcanological Laboratory,  
Faculty of Science, Kyoto University

The activity of Aso volcano had been calm apparently and the crater had been covered by a water pool since February 1991. In the early spring of 1992, a color of the pool was changed from light green to gray by convective stirrings in the bottom. In April 1992, small scale mud eruptions occurred intermittently. Ejections of accessory rocks about 150m in height were followed and small phreatic explosions have happened in the early morning on 1 July 1992. In the end of August 1992, weak ejection of bombs and mud eruptions occurred repeatedly in the muddy crater floor.

Geomagnetic observations have been developed in the vicinity of the crater since June 1989, and the relations with geomagnetic changes and the volcanic activities were revealed as thermal magnetic effects by the author. In consideration of constant energy supply if the outlet of a vent is closed, the heat is trapped in a shallow part and demagnetization is caused. While, if the outlet is opened, the heat released in the air and surroundings are cooled, as a result the magnetization is intensified. Thus, a vicissitude of the magnetization represents a supply rate of the energy when the outlet has been kept steady.

The geomagnetic changes observed at C1 point, located about 250m southwest from the active crater, are shown in a figure. The data were reduced to AVL (0h00m-3h59m JST). The changes until the end of 1990 were already reported as thermal magnetic effects. In the geomagnetic changes after the later half of 1990, followings were seen:

- 1) Increase until the summer of 1991.
- 2) Decrease after the summer of 1991. The revert of geomagnetic change should be regarded appearance of a new heat source, because no distinctive change was seen on the crater floor.
- 3) Increase change was observed again in the period from February to April 1992, and the pool was stirred.
- 4) The geomagnetic change was decreased in summer of 1992, although amount of heat energy was dissipated through the vent. Thus, the increase of energy supply rate from a depths is supposed.





# C32-10 伊豆・小笠原弧周辺の薄層計算 (2)

東京大学海洋研究所 藤 浩明

## Calculation of the Bimodal Induction around the Izu-Bonin Arc using Non-uniform Thin Sheet Approximation

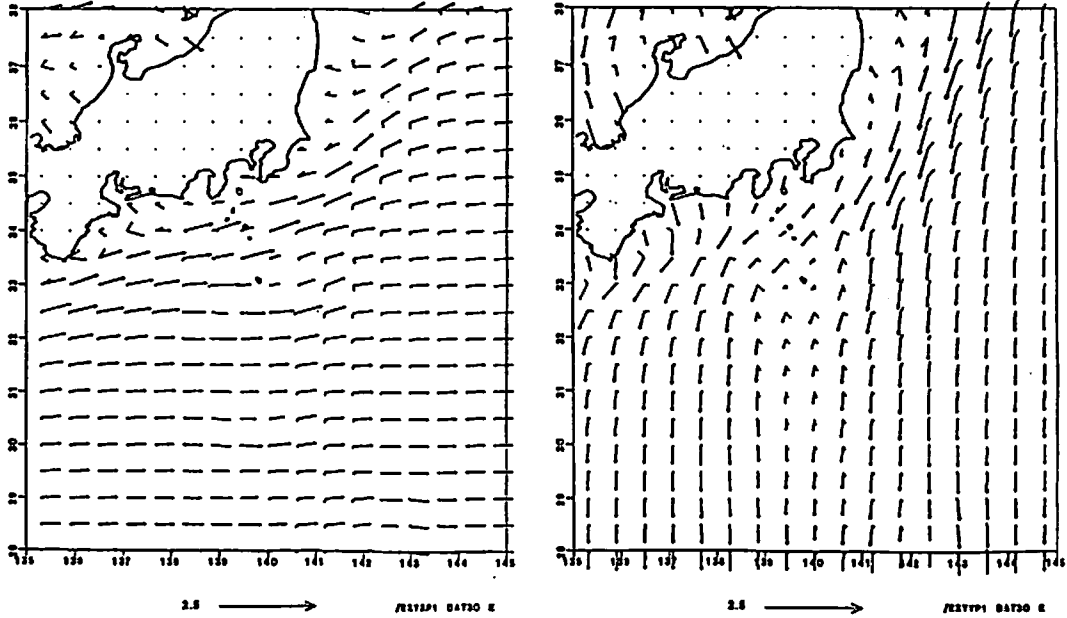
Hiroaki TOH

Ocean Research Institute, the University of Tokyo

It is well known that complicated land-sea distributions are well approximated by non-uniform thin sheet conductors. Recent progress in the algorithms using non-uniform thin sheet approximation has shown that it is important to appreciate the 'bimodal induction' effect to interpret regional conductivity anomalies. Here, we made a non-uniform thin sheet calculation around the Izu-Bonin arc using Dawson and Weaver's algorithm (Dawson and Weaver, 1979).

Their algorithm treats the induction problem for an  $\omega$ -harmonic plane wave source field as a boundary value problem of the Helmholtz equation and applies Neumann type boundary conditions at lateral infinity, which means that the studied area is not necessarily surrounded by a uniform structure. The Helmholtz equation is integrated to obtain the second-type Fredholm integral equation with an integral kernel derived from the Green's function for an electric dipole.

The calculated electric current distributions for a period of 30 min are shown in the figure below for both X-polarization and Y-polarization case. It is clear that strong deflection of the induced current in the ocean occurs at the north end of the arc. This implies that the remarkable changes of directions of the observed induction vectors around this area are partly attributed to the current deflection.



藤井郁子<sup>o</sup>、歌田久司（東大地震研）、浜野洋三（東大理）、行武毅（東大地震研）、  
田中良和（京大理）、湯元清文（名大太陽地球環境研）

### Apparent resistivity at sea bottom between Ninomiya and Guam

Ikuko FUJII, Hisashi UTADA (ERI, Univ. of Tokyo), Yozo HAMANO (Fac. of Sci., Univ. of Tokyo),  
Takeshi YUKUTAKE (ERI, Univ. of Tokyo), Yoshikazu TANAKA (Fac. of Sci., Univ. of Kyoto),  
Kiyohumi YUMOTO (STE Lab., Nagoya Univ.)

Apparent resistivity at sea bottom between Ninomiya and Guam, inferred from a voltage measurement by using powered and unpowered submarine cable, is reported. At the lower frequencies, apparent resistivity tends to increase. It shows that the layer below sea bottom becomes resistive with depth.

二宮ーグアム間の海底ケーブルを用いた電位差観測から推定される、平均的な海底の電磁気学的性質について報告する。

海底ケーブルを用いた電位差観測は、91年12月から続いている。まず91年12月17日に、ケーブルに電圧を供給しない状態で両端の電位差を8時間測定した。92年2月からは、電流が370 mAを保つようグアムから約4500 Vの電圧を供給し、グアム局で供給電圧と電流の時間変化を記録している。測定はサンプリング間隔1分で始められたが、電圧を供給すると周期20秒以下、振幅約1 Vのノイズが見られることがわかり、エイリアジングを防ぐため6月から2秒ごとに変更された。

本研究では、MTの手法を用いて二宮ーグアム間の海底の平均的な構造を反映する見かけ比抵抗を求めた。使用したデータは、電圧を供給していない8時間の電位差測定値、92

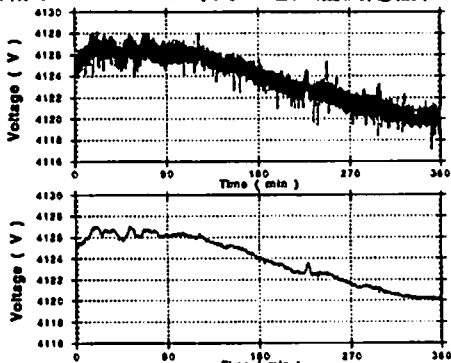


Fig. 1 6時間分の供給電圧の変化(上)と1分以下の成分を取り除いたもの(下)

年6月4日から33日間の電位差測定値、及び同期間の柿岡、グアムの地球磁場測定値である。電圧の供給を始めた後の電位差測定値については、1分以下の成分を除き毎分値にリサンプリングして長周期成分のみ用いることにした。Fig. 1にローパスフィルターを作用させる前と後の供給電圧の例を示す。短周期のノイズが除かれていることが認められる。見かけ比抵抗の計算では簡単のため、海深と海水の電気伝導度を一定とし、地球磁場変動については柿岡ーグアム間を直線近似した。このようにして得られた見かけ比抵抗の短周期部をFig. 2に示す。周期が長くなるほど見かけ比抵抗が大きくなることから、深くなるにつれ電気伝導度が下がる傾向にあることがわかる。

なお、講演では簡単な構造モデルとの比較も行なう予定である。

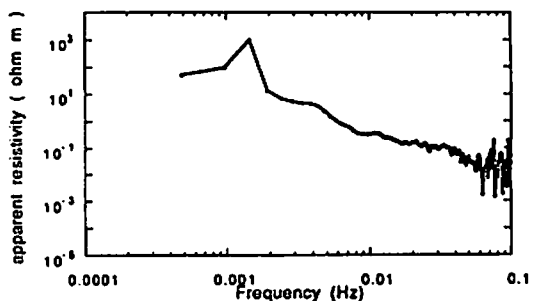


Fig. 2 海底面での見かけ比抵抗

◦ 山崎英樹・本蔵義守・松島政貴 (東工大理)

Electromagnetic Response of the Earth by Long-Period Geomagnetic Variations

◦ H. Yamazaki, Y. Honkura and M. Matsushima

(Dept. of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology)

We examine the electromagnetic response of the Earth by analyzing long-period geomagnetic variations. For this purpose, we collected daily-mean data covering 10 years from 59 stations over the globe. In order to reduce errors in the data, we applied a remote reference method. We then compare the result with the model proposed by Banks.

1. 計算方法

ある観測所での磁場の水平成分を  $H_1$ , 別の観測所での磁場の水平成分を  $H_2$ , ノイズを  $N$ , とした時

$$H_1(f) = A(f)H_2(f) + N(f)$$

と書けるであろう。 $H_3$  を remote reference 点での水平成分とすると

$$P_{H_1H_3} = A(f)P_{H_2H_3} + P_{NH_3}$$

$$= A(f)P_{H_2H_3}$$

$$A(f) = \frac{P_{H_1H_3}}{P_{H_2H_3}}$$

$$P_{H_1H_1} = |A(f)|^2 P_{H_2H_2}$$

垂直成分  $Z_1$  についても同様に、

$$Z_1(f) = B(f)H_2(f) + N(f)$$

$$P_{Z_1Z_1} = |B(f)|^2 P_{H_2H_2}$$

となる。これらから  $H_2$  に相対的な  $H_1$  および  $Z_1$  を求めることができる。

2. 結果

ノイズ除去前のデータ、およびノイズ除去後のデータ (中低緯度) に対し、緯度依存性を  $P_1^0$  で近似した図を Fig.1 および Fig.2 に示す。ノイズ除去後のデータは、 $P_1^0$  の項のみで極めてよく近似できることがわかる。これを用いて計算した応答関数  $\frac{i-1}{e^{\lambda}}$  は、Banks (1969) Fig.17 のマントルの電気伝導度モデルから得られるものと良く一致する。

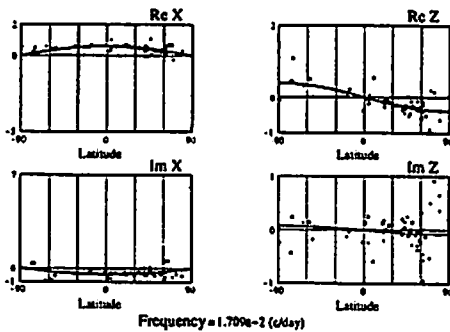


Fig.1 ノイズ除去前のデータ

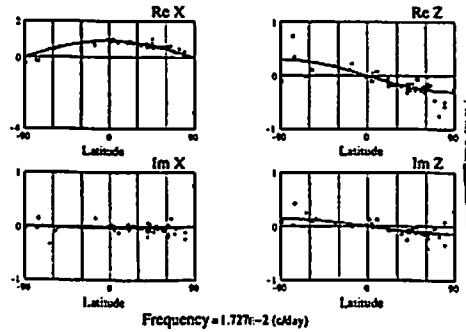


Fig.2 ノイズ除去後のデータ

仲山 洋 (北大理), 上嶋 誠 (東大震研), ° 西田泰典 (北大理), 歌田久司 (東大震研)

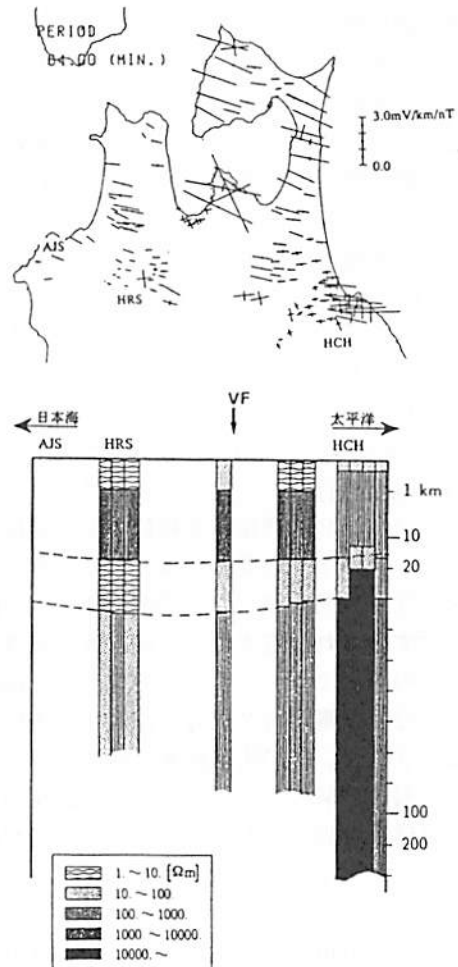
Deep resistivity structure in the Aomori prefecture as revealed by the Network MT measurements

Y. Nakayama<sup>1)</sup>, M. Uyeshima<sup>2)</sup>, Y. Nishida<sup>1)</sup> and H. Utada<sup>2)</sup>  
 1) Faculty of Science, Hokkaido University  
 2) Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

Network magnetotelluric measurements were made in the Aomori prefecture, northern most part of Honshu, Japan, by using the earth and telephone cable facilities of NTT and the following results were obtained: 1) the electric fields around Osore-zan volcano (solid triangle in Fig. 1) are low, suggesting the existence of low resistive rocks beneath the volcano. 2) the lower crust of Aomori prefecture is low resistive (from several to several tens ohm-m).

青森地方でNTT回線網を用いたネットワークMT観測を行なった。データサンプリングは1分毎である。Fig. 1のインピーダンステンソルの主軸にみるように、特に下北半島で東西方向の電場が卓越しており、海峡効果の陸地への浸み込みがみられる。しかしその中でも恐山 (Fig. 1の黒三角) 付近の電場は相対的に小さいことから、直下に低比抵抗体の存在が示唆される。

一般的には堆積層の発達した平野部で見掛け比抵抗が低いなど、表層地質と対応が良い。3次元性をもたらす津軽海峡から最も離れた青森県南部を東西に切った測線で、E-polarization モードのインピーダンスを用い、1次元構造の逆解析を行なった。この付近で小川 (1987) が求めた浅部構造 (1層目の深さおよび比抵抗値) および Zhao et al. (1990) により求められたコンラッド面とモホ面の深さを固定して解析を行なった結果、下部地殻は数~数10Ω・mと、極めて低比抵抗であることがわかった (Fig. 2)。又岩木山のある弘前地域 (HRS) では、下部地殻のみならず、それ以深のマントルも周辺と比べ低比抵抗の傾向にある。



浜野洋三(東大理)、歌田久司、大野正夫、神田径(東大地震研)、住友則彦、大志万直人、坂中伸也(京大防災研)、後藤忠徳(神戸大理)、下泉政志(北九州職業訓練短大)、福岡晃一郎(九州大理)、伊達裕樹、渡部重雄、藤原輝芳(高知大理)、田中裕(鉄道総合技術研究所)

#### Electromagnetic measurements on the signals from leakage-test currents

Y. Hamano, H. Utada, M. Ohno, W. Kanda (Univ. of Tokyo), N. Sumitomo, N. Oshiman, S. Sakanaka (Kyoto Univ.), T. Goto (Kobe Univ.), M. Shimoizume (Kitakyushu Polytech. College), K. Fukoka (Kyushu Univ.), H. Date, S. Watanabe, T. Fujiwara (Kochi Univ.), H. Tanaka (JRI)

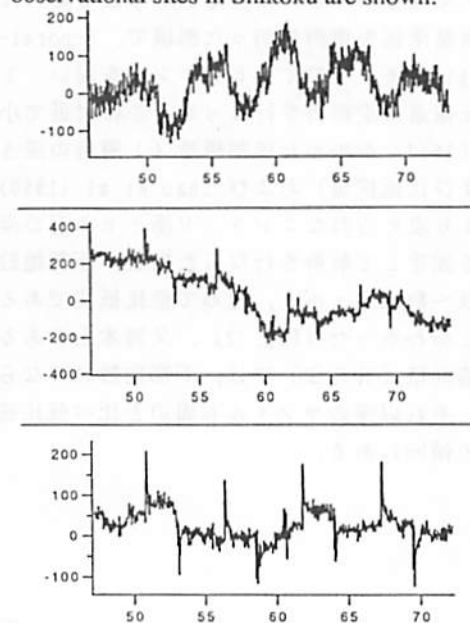
Electromagnetic signals from the leakage test current through the electric car rail between Imabari and Iyo-Houjou were observed at 12 sites in Takanawa peninsula, Shikoku. Three components of the geomagnetic field and two horizontal components of the electric field caused by the current were detected at all the sites including the farthest site (C4), which is about 15 km apart from the current source. The present experiment confirms the possibility for using the leakage test current as a current source to investigate the deep structure of the earth.

J R予讃線の電化に伴う軌条漏洩試験が鉄道総合技術研究所及びJ R四国によって6月30日と7月1日に、今治-伊予北条の区間で行われた。我々は地下の電磁気構造を探索する目的で、この電流試験に伴う電磁場変動の観測を四国の高縄半島で行った。電流試験は図1のA、B、Cの3区間に分けて行われた。電流源の長さは、それぞれ6.1km, 12.3km, 13.4kmであり、電流はA区間が25アンペア、B、Cは50アンペア程度である。電磁場変動の観測はU-36型フラックスゲート磁力計を用い、磁場3成分、電場水平2成分の観測を、Fig.1に示すA1からC4までの2地点で行った。電流の通電時間は各区間について、2秒通電、3秒休みを4回繰り返して、次の20秒間は休みという組み合わせを約30分間継続した。観測結果の例をFig.2に示す。これは電流源から最も遠い地点(C4)の観測であり、すべての観測点で磁場のZ成分及び電場の2成分で電流による信号が検出された。この実験結果は鉄道レールに流れる漏洩試験のための電流が、地殻深部の電磁気構造を調べるための電流源として有用であることを示していると考えられる。

Fig.2 Variations of Hz(top), Ex(middle), and Ey(bottom) at Site C4. Horizontal axis shows time in second.



Fig. 1 Current sources (A, B and C) and 12 observational sites in Shikoku are shown.



・下泉 政志 (北九州職訓短大) ・茂木 透、福岡 晃一郎 (九大工)

*Geoelectrical Structure beneath the Western part of Shikoku district*

M. Shimoizumi (Kitakyushu Poly. Coll.)

T. Mogi, K. Fukuoka (Fac. of Eng., Kyushu Univ.)

The MT surveys have been made in the of Shikoku district since 1991. Though Our final purpose of this study is to estimate the three dimensional geoelectrical structure beneath the Shikoku district, we report the two dimensional structure of the north-south transects across the western part of Shikoku district.

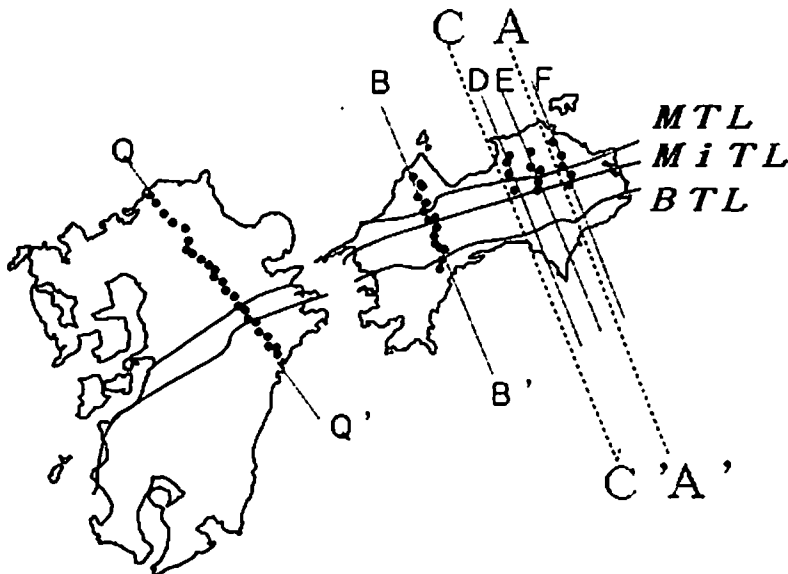
我々は、四国地方の三次元電磁気構造を推定する事を最終目的として観測を続けている。既に、四国地方においては、地殻比抵抗グループが1987年に電磁気共同観測を行い(図C-C'ライン, A-A'ライン(ELF-MT)), 1988年にはその補観測が行われ、その結果地質構造帯との良好な比抵抗構造や2次元モデルなどが報告されている<sup>1)</sup>。

我々は1991年7月, 8月, 1992年8月にそれぞれD, E, Fラインで各々5地点, 1991年12月, 1992年6月にB-B'ラインでのべ17地点, 17.4KHz~数mHzの周波数帯域の電磁場観測を行った。

九州地方を縦断する構造(図Q-Q'ライン)については、昨年秋の学会で報告した<sup>2)</sup>が、主な地質構造帯により比抵抗構造が異なり構造線近傍では地殻深部に数10Ωm以下の低比抵抗帯がみられた。このような特徴が四国西部地域においても見られるのかどうか、又四国中央部(C-C'ライン)で得られている構造などとの整合性、相違点に関し、主に、四国西部地域を縦断するB-B'ラインの結果について報告する。

1) CA論文集 (1988, 1989)

2) 第90回 SGPSS 予稿集 C32-04



= 地殻浅部構造について =

○後藤忠徳<sup>1)</sup>、山口 寛<sup>2)</sup>、宝谷博之<sup>1)</sup>、安川克巳<sup>1)</sup>

1) 神戸大学理学部 2) 神戸大学教養部

The conductivity structure in the shallower part of the Median Tectonic Line, the eastern part of the Shikoku district (1)

T.Goto<sup>1)</sup>, S.Yamaguchi<sup>2)</sup>, H.Houtani<sup>1)</sup>, K.Yasukawa<sup>1)</sup>

1) Faculty of Science, Kobe Univ. 2) College of Liberal arts, Kobe Univ.

The magnetic field and electric field variations in the VLF, Audio-frequency and ELF bands were observed across the Median Tectonic Line in the Shikoku district. The primary result is summarized as follows, 1) The north side of the MTL is more resistive than the south side. 2) The boundary between the Izumi belt and the Sanbagawa belt is inclined to the north.

西南日本の地質構造は内帯と外帯に大別される。中央構造線 (MTL) はその境界であり、長さ1000kmに及ぶ大断層である。四国地方では垣積層である和泉層群と、高圧変成帯である三波川帯とが、中央構造線を境に接している。日本列島形成史を辿る上で、中央構造線の地下での形状や、その周辺の地下構造を知ることが非常に重要である。しかしそれらはまだ良く理解されていない。

我々は MagnetoTelluric法を用いて中央構造線を横切る断面で地殻上部の電気伝導度構造を求めた。1992年3月と7月に徳島県勝町周辺でVLF-MT、AMT及びELF-MT観測を行なった (Fig.1)。これより17.4kHzから数Hzの連続した周波数帯について見掛け比抵抗値と位相差を求めた。これとはほぼ同じ測線

で、伊藤他が1992年春に反射地震法による地下探査を行っており、重力探査、磁気探査も行なっている。これらの結果と比較することで、より詳細な地下構造を推定できることが期待される。

解析結果の一部をFig.2に示す。特徴として次の点があげられる。1) 見掛け比抵抗値が中央構造線の両側で低く、北側で高くなっている。2) 位相差が南から北に行くにつれ下がる傾向にある。

これらから次のような構造を推定できる。

(1) 中央構造線南側の三波川帯よりも、北側の和泉層群のほうが比抵抗値が高い。

(2) 三波川帯和泉層群の境界=中央構造線は北に傾斜している。

その他の周波数の解析結果も用いて求めた、2次元電気伝導度構造を報告する。なお本研究の一部は、文部省科学研究費「反射法による中央構造線の3次元形態解析と周辺の地質構造」(代変者:伊藤谷生)によった。

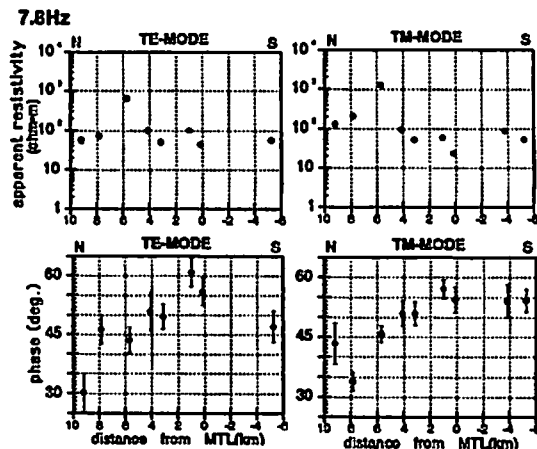
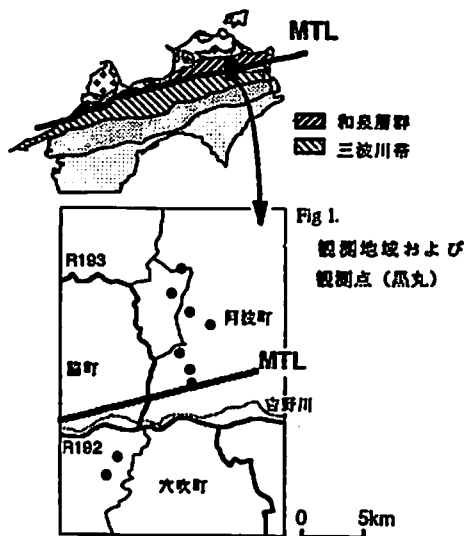


Fig.2. 7.8HzについてTE, TM -modeの見掛け比抵抗値 (上: error barは黒丸に含まれる) と位相差 (下)

# C32-PP-85 北フィジー海盆のリフト周辺部の磁気異常

—YOKOSUKA90,91のデータを加えて—

上嶋正人\*、棚橋学\*、岸本清行\*

\*地質調査所

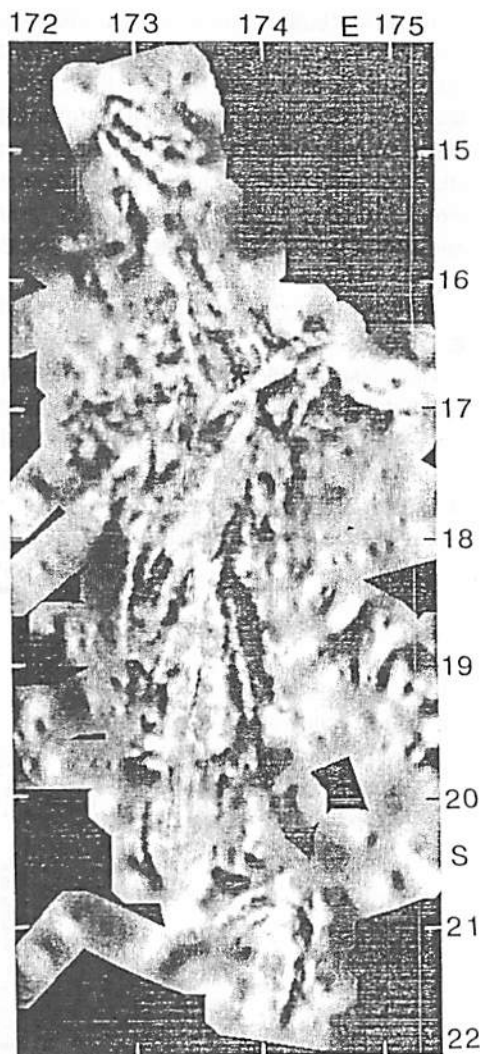
## Magnetic anomalies around the axial part of the rift of the North Fiji Basin

Masato JOSHIMA\*, Manabu TANAHASHI, Kiyoyuki KISIMOTO\*

\*Geological Survey of Japan

Geomagnetic intensity data were obtained around the axial area of the rift of the North Fiji Basin during the cruise of SEAPSO3, KAIYO87, KAIYO88, KAIYO89, YOKOSUKA90, YOKOSUKA91 in the cooperating research project between France and Japan (STARMER project). Covered area around the rift, full or half, using multi-narrow beam sounding ranges 100 to 200 km. The magnetic anomaly data and the topographic features have at least 3 elongated triangle shapes, which indicate units of spreading center, each ranges 100 to 200 km in length and mixture of recent fan-shape spreading and propagation of rifts.

科学技術庁の科学技術振興調整費による日仏共同研究として調査研究航海が1987年から1991年まで5年にわたって行われた。地質調査所は海底の岩石堆積物試料の採取、音波探査、磁気探査、等を担当した。これらの航海で得られた磁気異常のデータをリフト周辺部を中心にコンパイルした。1989年まではリフトの極近傍だけであったが1991年度ではさらにその外部まで調査を行っており、その結果を合わせて報告する。使用したデータはSEAPSO3, Kaiyo87, 88, 89, Yokosuka90, 91航海によるものである。マルチナロービーム音響測深機によって全般的または半分(1本おき)でカバーされた範囲は、南北に延びるリフト、東経173度から174度の間で南緯22度から14度30分まで長さ600 km、の周囲100から200 kmにわたる。図1に南緯14度から22度、東経172度から175度の範囲で磁気異常値の濃淡図を示す。前回2年前に報告したときに比べかなり測線がふえていてリフト周辺の磁気的な構造が明らかになっている。図の北北西方向に延びる谷筋で\*印の点で行なわれたドレッジ(st 29, KAIYO88)で半固結の石灰質軟泥が得られていて、その有孔虫の年代から約1 Maが得られている。三重点の北西部の磁気異常プロファイルから松山期に拡大したのではないかと考えられる。南緯22度から南緯14度まで約600 kmの間に、長さ100-200 kmオーダーの鋭角三角形をした構造が数回繰り返して見られ、100から200 kmの長さの拡大軸の単位にたいし、リフトのプロパゲーションと扇型拡大の重なったものと考えられる。また海底の磁気構造をより鮮明にするために大熊(地質調査所)のプログラムで南部、中部、北部で100\*100(2 kmメッシュ)のブロックを切り出し、インバージョンの計算を行なったので合わせて報告する。





## Downhole Three-Components Magnetometer Logs on ODP Leg 143

Yoshifumi Nogi (Meteorological Research Institute), ODP Leg 143 Scientific Party

Downhole measurements of the geomagnetic field were made within Hole 865, 866 and 869 on ODP Leg 143 using Japanese downhole three-components magnetometer. Basaltic sills intruded limestone within Hole 865 (Allison Guyot in the Mid-Pacific Mountains) have normal polarity magnetization which were acquired in the southern hemisphere. Shallowest basaltic layer within Hole 866 (Heuvo Guyot in the Mid-Pacific Mountains) has reverse polarity magnetization which were acquired in the southern hemisphere. Vertical magnetic variations within sediment layers of Hole 869 (archipelagic apron of the atoll-guyot pair in the Marshall Islands) show the boundaries among anomaly No. 33N, 33R and Cretaceous normal super chron.

ODP第143次航海は、西太平洋の海山の掘削を行ない、その成因、発達及び沈降史を明らかにするために行なわれた。海山の磁化構造を明らかにするために、日本製の孔内3成分磁力計による掘削孔内での磁場変化の観測を行なった。孔内3成分磁力計による観測は、Mid-Pacific Mountainsの2つのGuyotの掘削孔(Site 865, 866)と、マーシャル諸島のPikin-Wodejebato Atollから南西83 kmの海山の麓の堆積物の掘削孔(Site 869)で行なった(Fig. 1)。

以下に各掘削孔での孔内3成分磁力計の結果を述べる。

Site 865 (Mid-Pacific Mountainsの中のAllison Guyot) : 孔内3成分磁力計測は、海底下500~865 mの間で行なった。孔内の地磁気水平成分及び鉛直成分の変化より、このSiteの石灰岩に貫入している玄部岩の磁化が、南半球で獲得した正帯磁であることがわかった。

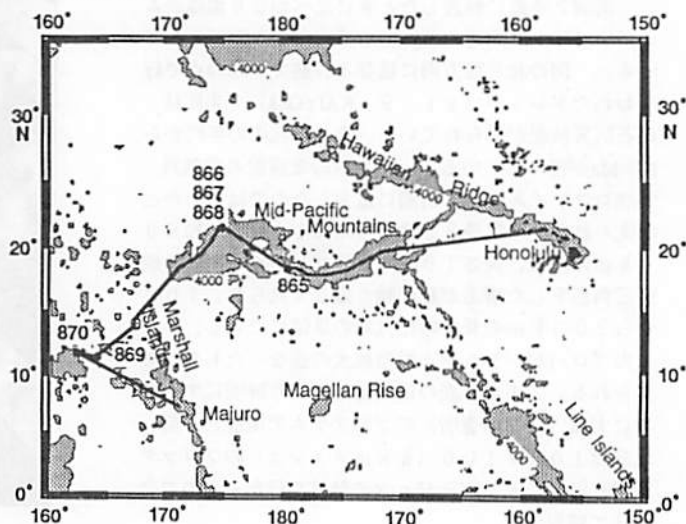
Site 866 (Mid-Pacific Mountainsの中のHeuvo Guyot) : 孔

内3成分磁力計測は、海底下1595~1636 mの間で行なった。このSiteの最も浅い部分の玄部岩(海底下1622~1630 m)は、南半球で獲得した逆帯磁の磁場変化を示し、それより下(海底下1630 m以下)では北半球の正帯磁を示す。海底下1630 m以下の玄部岩の磁化は、二次磁化の可能性が高い。

Site 869 (Pikini-Wodejebato Atollの南西83 kmの海山の麓の堆積層) : このSiteでは、水平成分の磁場変化は、計測器の孔内での急激な回転により、使用が不可能であった。しかし、鉛直成分の磁場変化と船上での古地磁気学の結果より、海底下約330 m及び410 mに地磁気異常No. 33N, 33Rおよび白亜紀地磁気静穏期の境界が存在することがわかった。

本講演では、ODP第143次航海の孔内3成分磁力計測の結果を基に、西太平洋の海山の磁化構造に関する議論を行なう。

Fig. 1 The Location of Leg 143 drill sites and the track of the drill ship. Seafloor shallower than 4 km is striped.



# C32-PP-87 1990.0年磁気図について

藤原 智, 海津 優, 大流三夫 (国土地理院)

Magnetic Charts for the Epoch 1990.0

Satoshi FUJIWARA, Masaru KAIJZU and Mitsuo OOTAKI (Geographical Survey Institute)

Geographical Survey Institute has been conducting geomagnetic survey all over Japan since 1948. This results are compiled to magnetic charts in Japan. Recently magnetic charts for the epoch 1990.0 were compiled and secular changes of geomagnetic field (1980 - 1990) are investigated. For example, the variation of horizontal field is spatially not linear but curved and follows Japanese island arc.

地球磁場の地理的分布と永年変化を明らかにするために、国土地理院では日本の磁気測量を行っている。磁気測量の成果は10年ごとに磁気図としてまとめられており、このたび最新版である1990.0年磁気図(5面1組)が完成した。

この磁気図は、国土地理院で実施された一等および二等磁気測量の成果を用いて編集されたものである。一等磁気測量は、全国105点の一等磁気点において、2~5年に1回の観測を行い、地磁気の時空間変化の様相を把握するために実施されている。また、二等磁気測量は、全国に872点が設けられ、地磁気の地理的分布を把握する目的で観測が行われたものである。

磁気図の編集方法は従来と同じであり、二等磁気測量点が従来より追加されていないために地域的な磁気異常分布に大きな変化はない。

今回明らかになったのは、繰り返し実施されている一等磁気測量の成果より得られた地磁気の永年変化である。たとえば、東京付近における偏角は、この10年間で角度にして15分西にふれて、西偏6度50分となった。

つぎに、地域ごとの変化分布をみってみる。図-1は、1980年から1990年までの地磁気の水平成分の変化である。ちょうど日本列島の形に沿うように変化ベクトルが系統的に分布している。

また、一等磁気点ごとの永年変化のパターンをみると、東日本と西日本では大きく異なるのがわかる(図-2)。

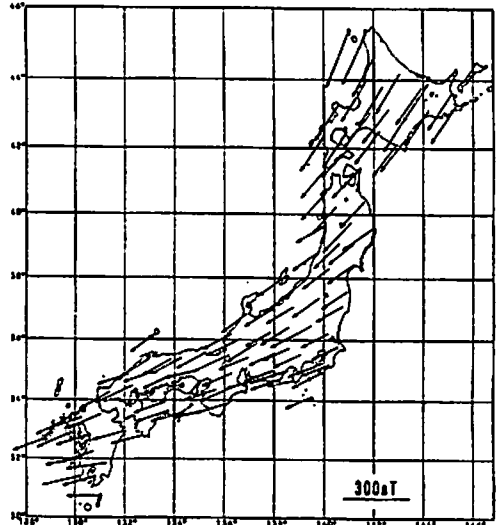


図-1 地磁気の水平成分の変化  
(1980年から1990年)

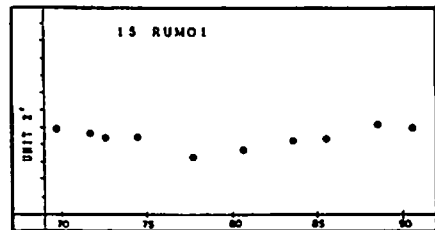


図-2.1 留萌の偏角永年変化

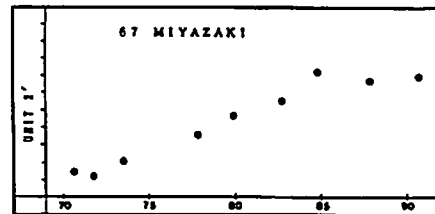


図-2.2 宮崎の偏角永年変化

°上嶋 誠(東大震研)、藤原 智(国土地理院)、上村和彦(国土地理院)、  
藤縄幸雄(防災科研)、海津 優(国土地理院)

## Detailed Geomagnetic Survey in the Vicinity of Odawara City

°M. Uyeshima (ERI), S. Fujiwara (GSI), K. Uemura (GSI),  
Y. Fujinawa (NIED) and M. Kaidzu (GSI)

最近、飛行船にプロトン磁力計とGPSを搭載し、詳細な面的磁気異常分布を得る観測手法が実用化されつつある(例えば、Makino et al., 1992)。飛行船による観測は、地上の様々な雑音の影響を小さくでき、同時に、低速低高度飛行であるため解像度が良く、従来の地上観測及び航空磁気測量の間を埋める観測法として期待がもたれている。

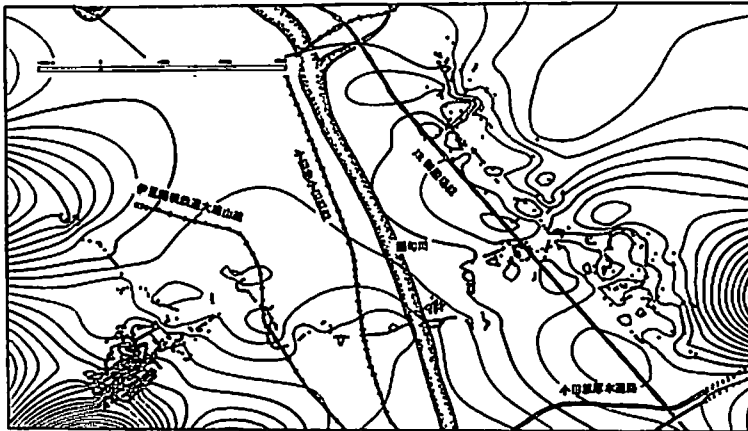
本研究では、同法による観測を小田原周辺の、国府津・松田断層及び(仮称)早川-関本断裂帯において行なった。前者のように明瞭な地形異常を伴った一級の活断層帯と、後者のようにあまり明瞭ではないがリニアメント解析等からその存在が示唆される程度の断裂帯において観測を行ない、結果の比較を行なうことによって同法の解像度がどの程度のものであるのか、断層帯に伴って磁気異常の分布が見出されるのか、もし存在するならばその磁気異常を解析することによって断層の形状や運動に関する情報を引き出すことが出来るのか等を明らかにするのが本研究の目的である。

観測は1991年10月に、Geometrics社のG-856型プロトン磁力計とTrimble社の4000ST型GPSを用い、(株)日本飛行船サービスの協力により行なわれた。GPS測位では、reference点観測を行なわなかったため、受信衛星の組み合わせが変わった際に飛行船の位置の

とびが見られたが、基本的には、目視などによりそのとびを補正し、ほぼ連続した航跡を得ることが出来た。将来は、reference点観測を行なうことによってより正しい航跡が容易に得られるであろう。対地高度は約50-100m程度であり、30-40km/hの速度で運行した。データサンプリング間隔が、位置、全磁力計測共に5秒であったので、約40-55m間隔で測定が行なわれたことになる。

下図に、測定値を基にBriggs法による内捜によって得られた50nT毎のpreliminaryなコンター図を示す。ここでは、生の全磁力測定値から国土地理院鹿野山測地観測所における全磁力値を引いたものを用いている。東側の国府津・松田断層に沿っては断層を境とする明瞭な磁気異常分布が見られる。一方、西方の(仮称)早川-関本断裂帯においては、前者ほど明瞭な異常は見られない。しかし、細かく見ると北西-南東の方向に磁気異常が伸びているようにも見える。このような異常が、断層系のいかなる特質によるものなのか、あるいは単なる地形効果なのか、さらには国府津・松田断層にほぼ平行に走っている直流電化の御殿場線によるものなのか、等は今後十分に吟味して明らかにする必要がある。

本研究において、東京工業大学本蔵義守助教授から、終始、御指導・御助言を頂いた。



小田原周辺の全磁力コンター図(コンターは50 nT 毎、点は本図の作製に用いた測点)。

## 伊豆大島火山の比抵抗断面 (その2)

小川康雄 高倉伸一 光畑裕司 曾屋龍典  
(地質調査所)

## Resistivity Cross-section of Izu-Oshima Volcano (2)

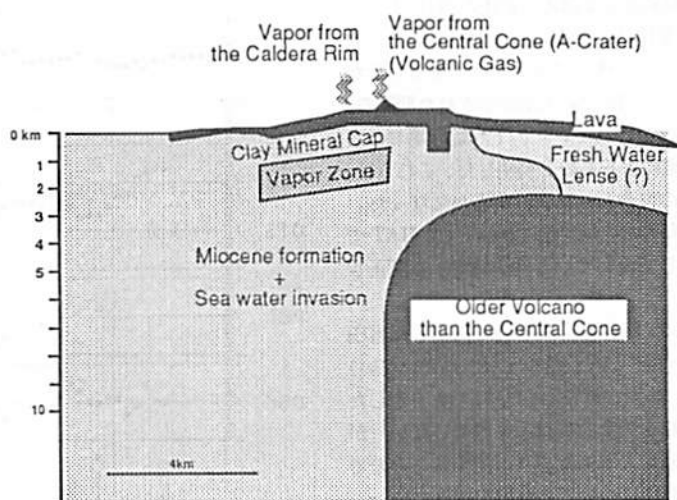
Y.Ogawa, S.Takakura, Y.Mitsuhashi and T.Soya

Wideband MT measurements detected the deep structure of Izu-Oshima volcano. Measurements were carried out in March 1989 and in March 1990. Additionally, we repeated measurements in March 1992 at the same location in the caldera floor region. The purpose of the repeated measurements were to detect the resistivity change in relation to the weakening volcanic activity.

We newly found the difference in basement resistivity, beneath the previously known widespread conductor at the sea level (Utada and Shimomura, 1990). The eastern basement is resistive. Older volcanoes which formed earlier than the present central cone may be responsible for the resistor. They actually outcrop at the east coast. On the other hand, the western basement is conductive, suggesting the Miocene formation, the Yugashima Group (altered andesite, basalt and dacite). Recent seismic tomography results also support the anti-symmetry.

Beneath the western part of the profile, we found resistive anomaly which extends from the central cone to the west coast. Its depth ranges from 1 to 2km depth. On the corresponding surface, there are manifestations of vapor release at the central cone and at the rim of the caldera. Therefore, we suspect the resistor may imply vapor dominant zone. The cap of the vapor zone can be created by altered clay minerals such as montmorillonite, which shows very low resistivity and low permeability. Actually, montmorillonite is found by two drillings at the northwestern part of the island from about 400m depth down to at least 750m depth (Isshiki, 1984).

The preliminary results of the repeated measurements will be presented in addition.



Schematic Resistivity Model of Izu-Oshima Volcano

# C32-PP-90 伊豆半島東部、特に伊東周辺での全磁力変化について

大志万直人<sup>○</sup>・笹井洋一・石川良宣・本蔵義守  
 (京大防災研) (東大震研) (東工大理)

Geomagnetic Changes in the North-Eastern Izu Region,  
 Especially at Observation Points around Ito Area

N.Oshiman(D.P.R.I.,Kyoto Univ.), Y.Sasai(E.R.I.,Univ.Tokyo),  
 Y.Ishikawa(E.R.I.,Univ.Tokyo), and Y.Honkura(Tokyo Inst. of Technology)

Dense network observation of the geomagnetic intensity has revealed very local geomagnetic changes in the north-eastern Izu region since the Teishi knoll seafloor eruption in 1989. It is found that, however, the remarkable changes observed at HAT and OIS since March 1991 seem to be artificial ones due to the construction close to the observation sites

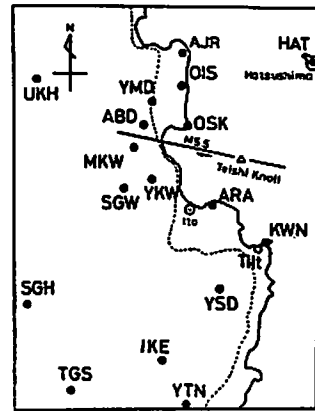
1989年7月の伊豆半島東方沖での海底噴火以来、伊豆半島の北東部地域では、非常に密な全磁力連続観測網が設置されている(第1図)。海底噴火以後伊豆東方沖での群発地震も鎮静化し、現在までに1991年の8月下旬、12月下旬にわずかな活動を示しただけであり、国土地理院により実施されている水準・光波測量・検潮記録等も活動の静穏化を反映し、その変化量は、ほとんど一定か、ごく微小のようである。

第2図に、1989年1月から1992年7月までの期間について、菅引(SGH)を基準としたときの、各観測点での、全磁力値の夜間単純差の1ヶ月平均値を示す。1992年春の合同学会でも既に述べたように、伊豆東方沖での群発地震が鎮静化しているにもかかわらず、観測網内の数点の観測点で顕著な変化が観測されている。第2図では、HAT(熱海市初島)とOIS(伊東市御石ヶ沢)での1991年以降の変化(矢印でその期間を示してある)も、その1例である。しかしながら、観測網内で観測された顕著な変化の内HATでの矢印で示された期間の変化は、島内で行なわれている、大規模な建設工事による、人工擾乱によるものであることが判明した。また、同様に、OISでの矢印で示された期間の、顕著な減少も、近くで行なわれていた、下水処理場およびゴミの焼却場の建設工事によるものと判明した、これらは、入手した工事日程表との突合わせにより明らかになった。

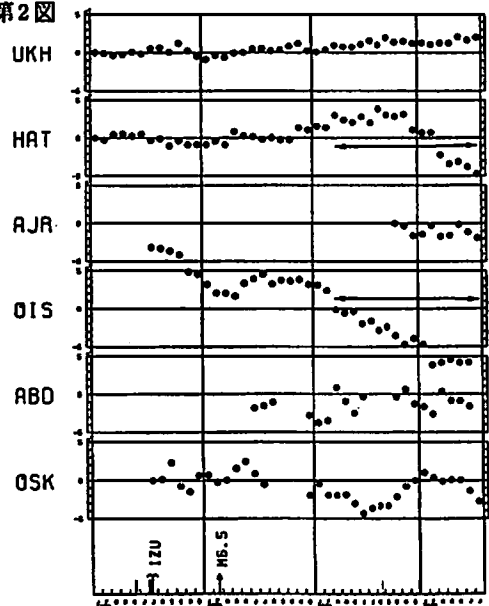
したがって、1992年春の合同学会で指摘した、HATでの「海底噴火後依然として続いている増加傾向」は訂正されなければならない。

しかし、同じく1992年春の合同学会で指摘した吉田(YSD)での顕著な減少傾向(第2図には示されていない)は、人工擾乱ではない。また、遠笠山(TGS)でも一定した全磁力の増加傾向(これも第2図には示されていない)が見られる。これら、原因を人工的な擾乱に帰すことのできない局所的な全磁力変化についての解釈を試みたい。

第1図



第2図



# C32-PP-91

琵琶湖西部花折断層周辺におけるTDEM観測結果  
地殻比抵抗研究グループ、  
歌田久司 (東大・震研)

## TDEM Result from the Hanaori-fault Area, west of Lake Biwa Research Group for crustal resistivity structure, Hisashi Utada (ERI Univ. Tokyo)

In November 1991 TDEM experiment was carried out in the tectonically active region around the Hanaori-fault, west of Lake Biwa, as a part of the cooperative project by the Research Group for Crustal Resistivity Structure. Several results by other techniques have already pointed out the E-W contrast in the shallow resistivity structure across the Fault zone.

Measurements of transient EM field were done at 10 and 3 sites for two source current dipoles (Fig.1). A new apparatus, U36, was fully utilized for the measurement with 32 Hz sampling rate and with a magnetic field resolution of 1 pT. Fig.2 shows an example of transient of the vertical magnetic field. We discuss the resistivity structure at the deeper part of the crust and its relation to the crustal activity in this region.

1991年11月に琵琶湖西部・花折断層周辺において実施した、地殻比抵抗研究グループの共同観測の中から、TDEM (Time Domain Electromagnetic sounding) 法の結果について報告する。すでに自然電磁場を用いる方法などで明らかにされたように、ほぼ南北に近い走行をもつ花折断層の東西で地下数kmまでの電気抵抗構造に顕著な違いが見られる。断層をはさんだ東西での違いは地震活動などにもあることが知られており、地下構造と地殻活動との関連を解明するのが共同観測の目的である。TDEM法の観測では、32ヘルツのサンプリングインターバルで高感度電磁場観測を行なうことができる装置 (U36) を用いた。Fig.1に示すように2ヶ所に送信電流ダイポール(Dipole-1, Dipole2)を設置し、それぞれについて10ヶ所・3ヶ所で電磁場の観測を行なった。送信電流は送信時間および停止時間がともに5秒の交番直流で、電流値は10~15Aであった。測定したデータから、磁場の鉛直成分の減衰の様子をFig.2に示す。このようなデータをもとに、この地域の深部地殻構造を解明するのが今後の目標である。

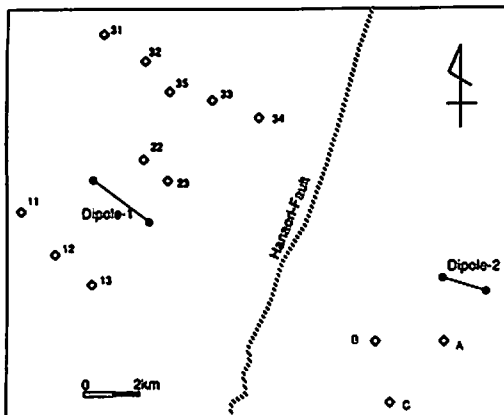


Fig.1. Location of source dipoles and observation sites.

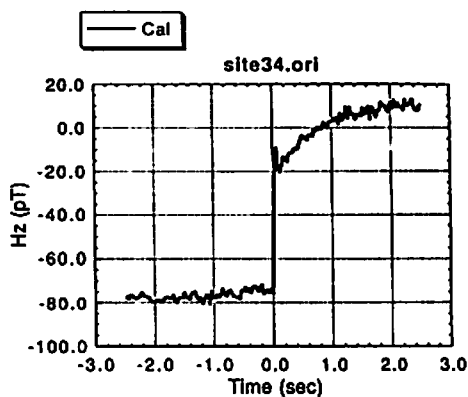


Fig.2. Transient waveform at site 34.

TDEMデータの解析:

スタッキングとデコンボリューション

神田 径・歌田 久司 (東大震研)

Processing of TDEM Data: Stacking and Deconvolution.

W.KANDA and H.UTADA (ERI, Univ.Tokyo)

昨年11月の地球電磁気共同観測で行なわれたTDEM測定の前リミナリー解析結果のうち、最適化スタッキングの方法およびデコンボリューションフィルターの作成について報告する。

スタッキングを行なう際には、なるべくノイズの少ないデータセットを選択したいが、今回のようにデータセットの数が多くなると人間の力に頼るのは無理がある。そこで、最適のデータセットを選択する方法を考えて計算した。n個のデータセットがあるとき、そのなかのある1つを取り除いたn-1個のデータセットを作る。その作り方はn通りあり、その中からある判定基準により最適のn-1個のデータセットを選択する。判定基準についてはいろいろと考えられるが、今回は経験的に標準偏差の最大値の最も小さいものを選ぶようにした。この作業を繰り返して、判定基準となる値があまり変わらなくなるところで打ち切る。データセットの数を少なくしすぎると、かえって汚い波形になるので2/3は残すようにした。Fig.1は最適なスタック数を決める過程を表している。

観測された波形は、装置(U36)自身の特性などにより歪められているので、真の波形に戻す作業が必要である。そこで、柿岡地磁気観測所の検定用ヘルムホルツコイルを用いて測定した、真の波形のわかっているキャリブレーションデータを用いて、デコンボリューションした。つまり、

$$y_n = \sum_{k=0}^n C_k X_{n-k},$$

$y_n$ : 真の波形データ,  $X_n$ : 観測された波形データ

において、キャリブレーションデータより係数 $C_k$ を求め、それを用いて真の観測波形を求めた。Fig.2は結果の一例である。

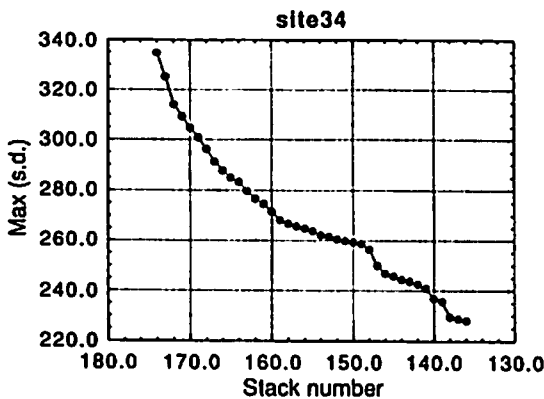


Fig.1. Decrease of maximum standard deviation during the selected stacking process.

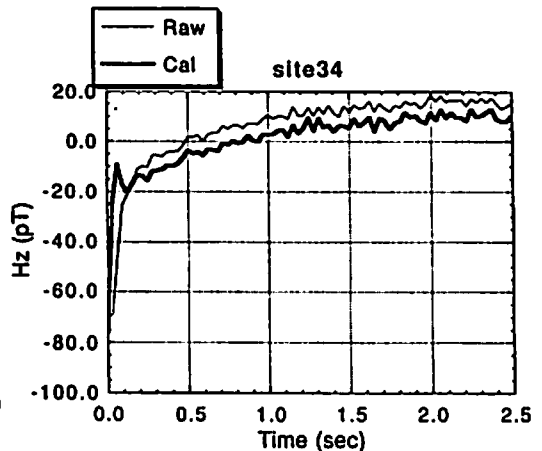


Fig.2. Observed (thin line) and deconvoluted (thick line) time series.

# C32-PP-93

## 南部沖縄トラフの電気伝導度構造 (I)

○北岳夫<sup>1)</sup>、歌田久司<sup>2)</sup>、長岡雅史<sup>3)</sup>、日向清孝<sup>2)</sup>、古川雅英<sup>4)</sup>、藤田清士<sup>1)</sup>、木下正高<sup>3)</sup>

1)神戸大学自然科学、2)東京大学地震研究所、3)神戸大学理学部、

4)放射線医学総合研究所、5)東海大学海洋学部

### CONDUCTIVITY STRUCTURE BENEATH THE SOUTHERN PART OF OKINAWA TROUGH (I)

Takeo ICHIKITA<sup>1)</sup>, Hisashi UTADA<sup>2)</sup>, Masahumi NAGAOKA<sup>3)</sup>, Kiyotaka HINATA<sup>2)</sup>, Masahide FURUKAWA<sup>4)</sup>, Kiyoshi FUJITA<sup>1)</sup>, Masataka KINOSHITA<sup>5)</sup>

1)The Graduate School of Science and Technology, Kobe University, 2)Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 3)Faculty of Science, Kobe University, 4)National Institute of Radiological Sciences, 5)Department of Marine Science and Technology, Tokai University

92年3月、我々は石垣島近海の南部沖縄トラフおよび琉球海溝斜面において、海底電位磁力計 (OBEM) 3台を用いて海底における自然電磁場変動の測定を行った。また、石垣島においても2地点で同様の観測を行った。観測点の位置をFig.1に示す。

全ての観測点において3月17日、18日に発生した地磁気擾乱時の記録を得ることができた。海底で得られた電磁場変動の記録をFig.2に示す。

これまで南部沖縄トラフでは様々な地球物理学的観測が行われてきた。地殻の地震波速度構造もHIRATA et al. (1991) によって求められている。本講演においてはこの地域における電磁気学的性質を明らかにし、他の地球物理学的データとの比較を行う。

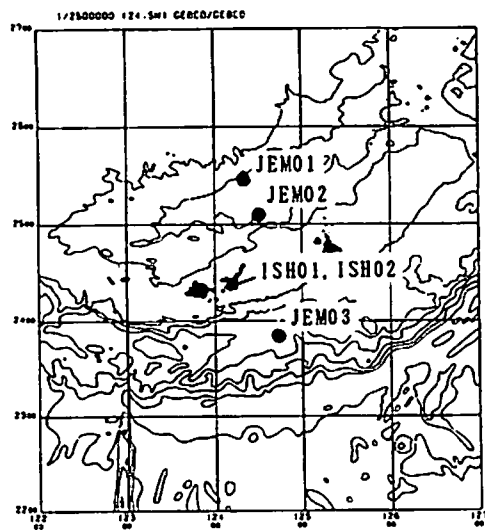


Fig.1 Distribution of observation site.

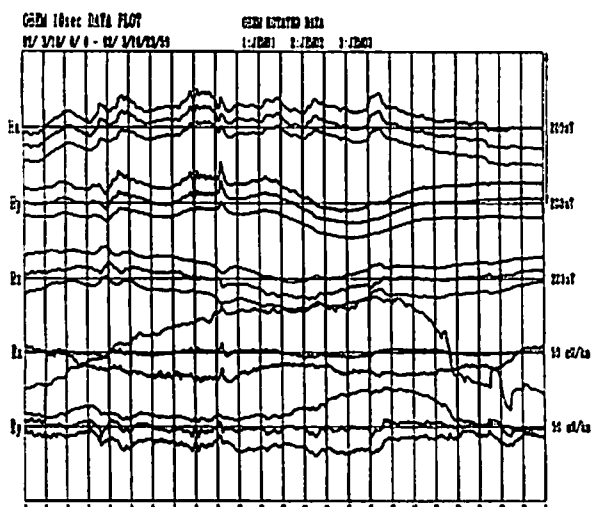


Fig.2 EM field data of OBEMs



その誘導によって生じた地電位差の偏波主軸の違いについて  
 °大崎裕生<sup>1)</sup>, 湯元清文<sup>1)</sup>, 日高耕一<sup>1)</sup>, 田中義人<sup>1)</sup>, 田中稔<sup>2)</sup>, 角田寿喜<sup>2)</sup>  
 1)名古屋大学STE研 2)鹿児島大学理学部

Difference of the polarization major axes of Pi2 pulsations and their induced potential differences at the foot of Sakurajima Volcano .

°Hiro OSAKI<sup>1)</sup>, Kiyohumi YUMOTO<sup>1)</sup>, Koiti HIDAKA<sup>1)</sup>, Yoshihito TANAKA<sup>1)</sup>, Minoru TANAKA<sup>2)</sup>, Toshiki KAKUTA<sup>2)</sup>

1)STE Lab., Nagoya Univ. 2)Kagoshima Univ.

Geomagnetic field and their induced potential difference variations have been observed at the foot of Sakurajima Volcano since 16 March, 1992. We analyzed Pi2 events and examined these polarizations. The major axes of the potential difference tend to be fixed within the NNE-SSW domain, in spite of those of geomagnetic field variations vary with local time. This result shows that there seems to be conducting zone(NNE-SSW) near the observation site of Sakurajima Volcano.

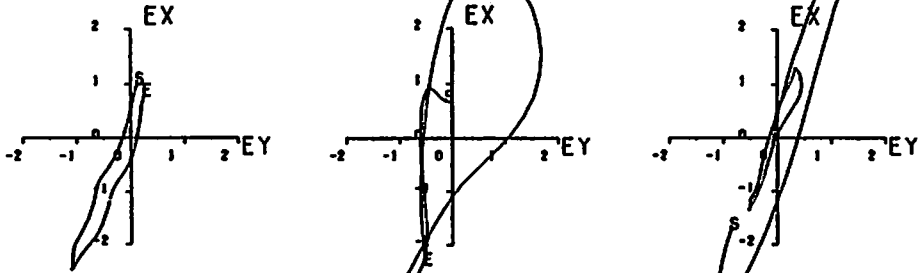
我々は、地球圏で起こる電磁気学的環境の変化を理解することを目的として、観測網を整備しつつある。その一環として、桜島ではこれまで地磁気変化とそれに関連した桜島半島間の海面間の電位差変化を調べてきた。この研究の延長として、桜島山麓の有村町に、地電位差計と誘導磁力計が設置された。

この2つの観測データの中から、典型的なPi2脈動が起きている部分を取り出し、10

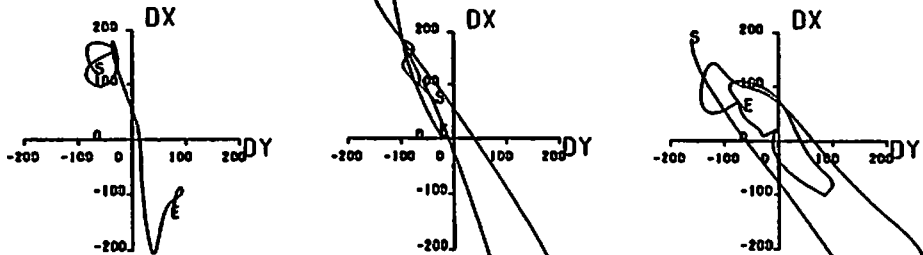
~150秒のバンドパスフィルターをかけた上で、偏波を描かせたものを図1に示す。

この図を見ると、磁場の偏波の主軸が現象の起きた地方時に依存して回転していくのに対し、地電位差の主軸は北北東-南南西の方向に東縛されていて回転しないことがわかる。この結果から、桜島の近くの地下構造が電気伝導度の異方性を持っていて、北北東-南南西の方向に伝導度が高いことが予想される。

地電位差変化[mV/km] (有村町)



磁場変化 (有村町: 誘導磁力計)



13: 51 -13: 52

16: 37 -16: 38

18: 48 -18: 50

図1. 地方時によるPi2偏波の回転と、それに対応した地電位差偏波

人工地震の爆破開始から10msec以内に

観測された電位変動パルスの性質とその起源

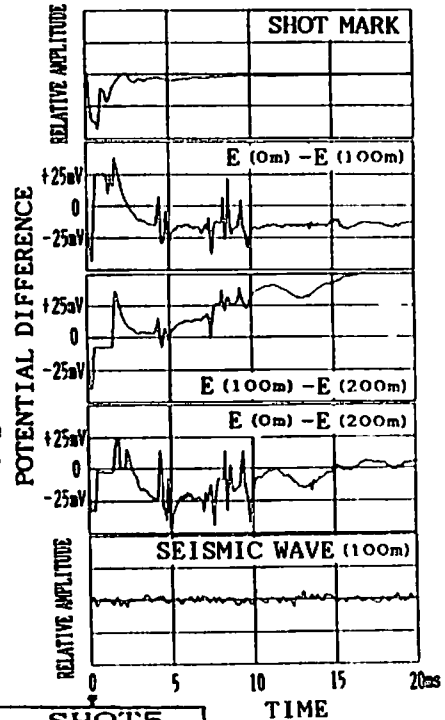
富澤一郎 (電気通信大学)・山田功夫 (名古屋大学理学部)

Characteristic and source of short electric pulses within 10msec from ignition of dynamite observed in explosion seismic experiments

Ichiro TOMIZAWA(Univ. of Electro-Communications) and Isao YAMADA(Nagoya Univ.)

Electromagnetic phenomena have been observed at the time of several explosion seismic experiments[1-3]. The phenomena can be separated into two categories, direct and indirect, based on the time sequence of the phenomena[1]. The indirect process such as potential fluctuation induced by seismic wave is the most prominent phenomena observed from several tens of millisecond to several seconds since the seismic wave induces mechano-electric potential and it takes such time to propagate from the place of explosion to electric potential sensors which are placed on the ground surface. However the phenomena observed within 10msec from the ignition of dynamite has to be explained by the direct process because there is no way to explain such phenomena as local without seismic wave. Three experimental data are used in this study, two obtained in 1982 and one in 1991. All three data show the electric potential fluctuations within 10msec from the ignition of dynamite. Fig. 1 shows the phenomena within 20msec obtained in the 1982 experiment. Three potential differences, between 0 and 100m, 100 and 200m, and 0 and 200m, show impulsive fluctuations up to 10msec, and are quite similar in shape and time sequence. As the shot mark indicates the ignition current, the start time of the explosion can be precisely determined by the raising edge of the waveform. It is clear that no seismic wave was detected up to 20msec at the 100m point. The propagation speed from the source point to 100m must be greater than 500km/sec since the time difference between 0-100m and 100-200m waveforms is less than 0.2msec. Since the speed is much greater than that of seismic wave, the potential difference must be propagated in the order of electromagnetic wave. Therefore the source location of the electric fluctuation has to be placed close to the exact point of the explosion. The possibility of induction from the ignition current can be excluded since the shot mark decays within 3msec and their waveform does not show such impulsive shape, and since the induction magnetic field cannot be detected in the 1991 experiment. The duration of the time sequence can be determined as 10msec since no impulse appears after 10msec. As the duration time of such impulsive fluctuation is almost the same for three experiments, it must be controlled by the geometrical factor of the explosion seismic experiments. The speed of explosion within the casing pipe is approximately 500m/sec and the length of dynamite cartridge is 45m, then we can get the duration of explosion as approximately 9msec. As the obtained duration is consistent with the observed one, it can be determined by the time scale of explosion process. Although the explosion process must be monotonous, the observed electric fluctuation includes many impulses which have the duration of less than 1msec and also shows intermittent occurrence. Additionally the shape of impulses and the sequence of the impulses are different among three experiments. Therefore the impulsive phenomena cannot be attributed to the explosion process of the dynamite, since the geometrical parameters of the explosions are quite similar among them. So it can be concluded that the impulsive fluctuation is caused by the secondary process triggered by the explosion. The pressure produced by this type of explosion exceeds the maximum breaking strength of the surrounding rock. There are several mechanisms to generate such electric fluctuations accompanying the rupture of rocks, however, it must be assumed that there is difference in electric response from top to bottom. It can usually be expected in the normal geological structure which must be correlated with the electrical characteristics. In conclusion, the impulsive electric pulses just after the ignition are generated by the rupture of rocks and the source is placed at the depth of explosion.

1. I.Yamada(1989); Ph.D Thesis, Univ. of Nagoya
  2. H.Sakai, H.Oda, T.Nakayama and H.Doi(1992); J. Phys. Earth, in press
  3. I.Tomizawa, M.Hayakawa, T.Yoshino, K.Ohta, T.Okada and H.Sakai(1992); Proc. of ISAP
- Fig.1** Short electric pulses observed at the explosion seismic experiment in 1982.



SHOT'S  
01:02:0.17JST  
Oct. 29, 1982

# C32-PP-96 冬至時の地磁気Sq内外電流系の UT変化のシミュレーション

竹田雅彦  
京大・理

Simulation for the UT Variation of the Geomagnetic Sq External and Internal Currents at the December Solstice

Hasahiko Takeda  
Faculty of Science, Kyoto University

Both external and internal equivalent currents of the geomagnetic Sq field at each universal time at the December solstice are simulated and compared with those obtained by the data analysis. Simulation for the external currents includes the effect of both ionospheric currents and field aligned currents connecting the conjugate points, and that for the internal currents estimates currents induced both in the ocean and the mantle.

地磁気Sq場のUT変化が何に起因するかを調べるために、冬至時の地磁気Sq場の地球外部・内部等価電流系のシミュレーションを行った。

まずUT1時間毎に冬至・太陽黒点数35の条件でIR190モデルに基づく電気伝導度の全地球的分布とForbes and Garrett (1978)によって太陽活動度極小期の冬至の条件下でシミュレートされた風の分布を用いて電離層ダイナモの計算を行い、電離層電場・電流、及び両半球の共役点間を流れる沿磁力線電流を求めた。ついでこれら両電流による磁場を計算し、地球外部等価電流系を求めた。

次に、この地球外部電流系のUT変化をフーリエ解析によって1/4日項まで求め、この時間変化が薄層不均一導体一様有限導体系で近似された海洋-マントル系に誘導する電流と、その作る磁場変化及び

それを表現する地球内部等価電流系を計算した。

最後にこの一連のシミュレーションの結果得られた地球内部・外部等価電流系を、Suzuki and Maeda (1978)によって求められた1964年12月1か月のSq解析結果の各UT別1か月平均と比較した。Fig. 1は一例としてUT22時の結果を示したものである。

学会発表時にはこの他、電離層電場のレーダー観測結果との比較や、推定されるマントルの電気伝導度にも触れる予定である。

## References

Forbes, J.M. and Garrett, H.B., *J. Atmos. Sci.*, **35**, 148-159, 1978.

Suzuki, A. and Maeda, H., WDC-C2 Databook No.1, 1978.

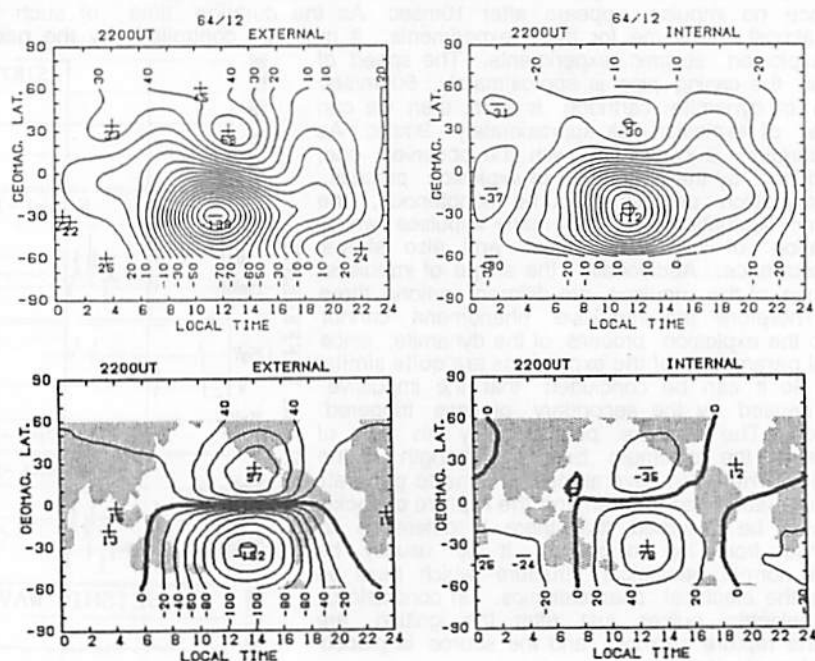


Fig. 1 External (left) and internal (right) equivalent Sq currents at 22hUT. Top and bottom panels show the observational (Suzuki and Maeda, 1978) and simulational results.