

第90回

地球電磁気・地球惑星圏学会講演会

90th SGEPSS Fall Meeting

講演予稿集

Abstract

と き 1991年10月2日（水）～4日（金）

ところ 琉球大学工学部

October 2 - 4, 1991

Faculty of Engineering, University of the Ryukyus

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90回総会・講演会プログラム

日時 1991年10月 2日 (水) ~ 4日 (金)

場所 琉球大学工学部 工学研究科大学院棟

〒903-01 沖縄県中頭郡西原町字千原1

TEL 098-895-2221 (Ex 3257, 3251) FAX 098-895-2688

(懇親会会場： 沖縄レインボーホテル 那覇市松尾1-19-17)

(TEL 098-866-5401 / 0120-051112 FAX 098-863-4163)

	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10月2日(水)	A	磁気圏構造(I)	磁気圏構造(II)	(昼休み)	磁気圏プラズマ波動(I)	磁気圏プラズマ波動(II)	磁気圏プラズマ波動(III)		
	B	電離圏(I)	電離圏(II)	(昼休み)	電離圏(III)	大気圏力学(I)		大気圏力学(II)	
	C	主磁場	固体惑星	(昼休み)	岩石磁気・古地磁気				
10月3日(木)	ポスターセッション			(昼休み)	特別講演会 (大学会館)		懇親会 (19:30~)	総会 (大学会館)	
10月4日(金)	A	磁気圏電離圏結合(I)	磁気圏電離圏結合(II)	(昼休み)	オーロラ・ダイナミクス(I)	オーロラ・ダイナミクス(II)	オーロラ・ダイナミクス(III)		
	B	大気圏化学・放射(I)	大気圏化学・放射(II)	(昼休み)	太陽圏(I)	太陽圏(II)	太陽圏(III)		
	C	ULF波動(I)	ULF波動(II)	(昼休み)	電気伝導度・地殻活動電磁気学・磁気異常				

- 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台同時使用可能です
- 特別講演会と総会は大学会館で行います
- ポスターは3日間展示可能です。できるだけ第1日より展示してください

PROGRAM AT A GLANCE

90th SGEPPS Fall Meeting

		10	11	12	13	14	15	16	17	18
Wed (10/2)	A	Magnetospheric Structure (I)	Magnetospheric Structure (II)	Lunch	Magnetospheric Plasma Waves (I)	Magnetospheric Plasma Waves (II)	Magnetospheric Plasma Waves (III)			
	B	Ionosphere (I)	Ionosphere (II)	Lunch	Ionosphere (III)	Atmospheric Dynamics (I)	Atmospheric Dynamics (II)			
	C	Geomagnetic Main Field	Solid Planet	Lunch	Rock Magnetism and Paleomagnetism					
Thu (10/3)		Poster Session		Lunch	SGEPSS Lectures		Photograph	Plenary Meeting		
Fri (10/4)	A	M-I Coupling (I)	M-I Coupling (II)	Lunch	Auroral Dynamics (I)	Auroral Dynamics (II)	Auroral Dynamics (III)			
	B	Atmospheric Chemistry & Radiation (I)	Atmospheric Chemistry & Radiation (II)	Lunch	Heliosphere (I)	Heliosphere (II)	Heliosphere (III)			
	C	ULF Waves (I)	ULF Waves (II)	Lunch	Electric Conductivity, Tectonoelectromagnetism, and Magnetic Anomaly					

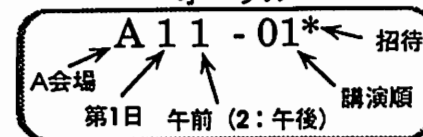
Buffet Party

Faculty of Engineering, University of the Ryukyus- (Phone: 098-895-2221 Fax: 098-895-2688)

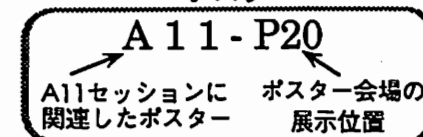
Buffet Party (Oct 3rd 19:30 -) at Okinawa Rainbow Hotel, Naha City (Phone: 098-866-5401)

講演番号の読み方

オーラル

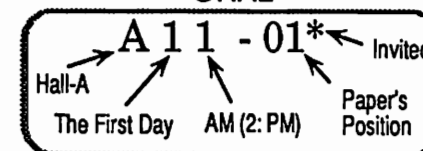


ポスター

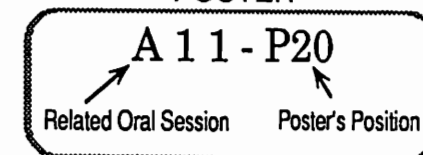


Paper Information Key

ORAL

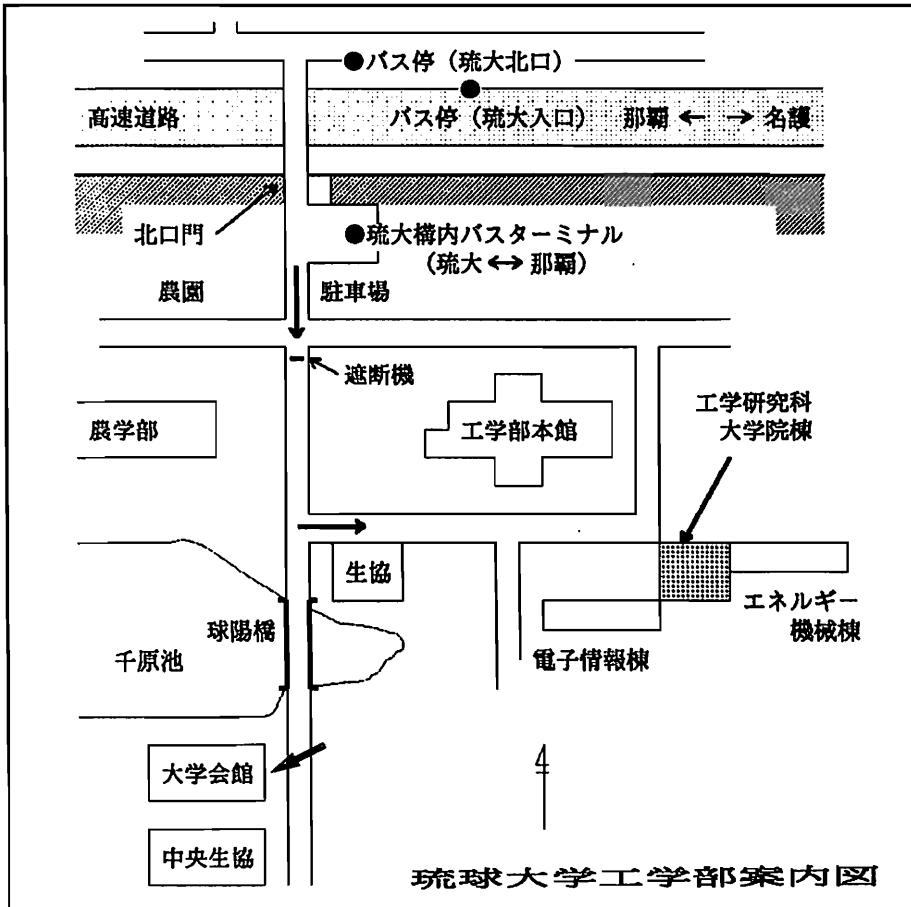


POSTER



琉球大学への交通案内 (那覇空港より琉球大学までの経路)

那覇空港	タクシー 45分 約2500円		
	高速バス 40分 530円		琉大入口下車徒歩5分
	102番 子供の国線 70分 440円		琉大北口下車徒歩5分
	24番 石川線 10分 170円	那覇バス ターミナル	97, 98番 琉大線 60分 440円 終点琉大
			27番 屋ヶ名線 60分 440円 中部商業高校前下車
	90番 バイパス線 50分 440円 中部商業高校前下車		
		徒歩15分又はタクシー 400円	
		徒歩15分又はタクシー 400円	



開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
	A11 磁気圏構造 (I) 座長 萩野竜樹 (名大STE研) 星野真弘 (理研)	B11 電離圏 (I) 座長 柴田 喬 (電通大) 渡辺重十 (北海道情報技研)	C11 主磁場 座長 浜端広充 (大阪市大理) 松島政貴 (東工大理)
9:30	01 Characteristics of the Magnetic Field Perturbation at Sudden Impulse in the Dayside Magnetosphere 河野英昭、園分 征 (東大理)、 K. Takahashi (JHU/APL)	01 The Generation of Magnetic Fields due to the Polarization Electric Field in the Ionosphere of Venus 品川裕之 (通総研平磯)	01 球殻内における有限振幅熱対流 飯島友邦、本蔵義守 (東工大理)
9:45	02 非一様な電気抵抗分布をもつプラズマシートでの外部駆動型磁気リコネクション 星野真弘 (理研)	02 カस्प領域でのイオン加熱と輸送 渡辺重十 (北海道情報技術研)、B. A. Whalen, A. W. Yau (Hertzberg Institute of Astrophysics)、佐川永一 (通総研)	02 円筒内の成層流体中の非線形磁気流体波の厳密解 (II) 浜端広充 (大阪市大理)
10:00	03 2次元電磁ハイブリッドコード・シミュレーションによるイオンの無衝突ティアリング不安定性 村田健史、大村善治、松本 紘、小嶋浩嗣 (京大超高層)	03 上向きイオンビームに伴う電場の波形異常 早川 基、鶴田浩一郎、向井利典 (宇宙研)、 岡田敏美 (富山県立大)	03 ダイポール磁場を含まないキネマティック・ダイナモの解 中島崇裕、河野 長 (東工大理)
10:15	04 磁気圏尾におけるサブストーム発生機構 玉尾 孜 (東大理)	04 Vertical structure of AGW associated ionospheric fluctuations observed with EISCAT 柴田 喬 (電通大/マックスプランク研)、 K. シュリーゲル (マックスプランク研)	04 地球外核内部流体運動の推定 ——時間変化の考慮—— 松島政貴、本蔵義守 (東工大理)
10:30	05 PWS (EXOS-D) データより解明された巨大磁気嵐時のプラズマ圏大規模変動 大家 寛、飯島雅英、森岡 昭 (東北大理)	05 オーロラ活動変化に対する熱圏温度の応答について 藤原 均 (東北大理)	05 地磁気長周期変化の解析から推定される地球の Global Electromagnetic Response 本蔵義守、松島政貴 (東工大理)
	(ポスター)	(ポスター)	
	P08 太陽風磁気圏相互作用のシミュレーションとマッピング解析 萩野竜樹 (名大STE研)、R. J. Walker、 Maha Ashour-Abdalla (UCLA/IGPP)	P04 海王星における Voyager 電波科学データの コヒーレント・アレイニング 水野英一、Paul A. Rosen (金沢大工)、 河島信樹、小山孝一郎 (宇宙研)	
	P09 Laboratory Evidence of a Possible Existence of Steady-state X-component Electric Field in the Nightside Magnetosphere I. M. Podgorny (SRI, USSR)、南 繁行 (大阪市大工)	P39 高周波電磁波の自己収束に関する計算機実験 上田裕子 (電通大)、松本 紘、大村善治 (京大超高層)、奥澤隆志 (電通大)	
	P10 極域における Convection の IMF-By 依存性 ; EXOS-D 電場観測 松岡彩子、鶴田浩一郎、西田篤弘、向井利典、早川 基 (宇宙研)	P40 Time of Flight 法による荷電粒子ビームを用いた沿磁力線電場の測定 中村正人 (宇宙研)	
	P11 磁気圏に侵入する太陽風イオンのトレーサー He ⁺⁺ と太陽風磁場 渡辺成昭、佐川永一、巖本 巖 (通総研)、 B. A. Whalen, A. W. Yau (カナダ・ヘルツベルグ天体物理研)	P41 極域電離圏の大規模構造 ——おおよそ衛星 NEI 観測と DMSP 衛星粒子観測との比較—— 高橋忠利、大家 寛、斎藤尚生 (東北大理)	
10:45	(休憩)	(休憩)	06 Electromagnetic core-mantle coupling related to the tidal deceleration of the Earth's rotation 行武 毅 (東大震研)
	A11 磁気圏構造 (II) 座長 向井利典 (宇宙研) 早川 基 (宇宙研)	B11 電離圏 (II) 座長 五十嵐喜良 (通総研) 山本 衛 (京大超高層)	(休憩)
11:00	06 極周辺イオン降下の起源 西田篤弘、向井利典、早川 基 (宇宙研)	06 M (3000) F2 より求めた熱圏中性風 ——MU レーダとの比較—— 猪木誠二、小川忠彦 (通総研平磯)	C11 固体惑星 座長 堀内千尋 (京都工繊大) 山越和雄 (東大宇宙線研)
11:15	07 カस्प近傍の降下イオンと対流電場 鶴田浩一郎、向井利典、早川 基 (宇宙研)	07 MU レーダ観測による地磁気静穏日のイオンドリフト 門倉真二 (地磁気観)、高見友幸、深尾昌一郎、山本 衛、山本泰史 (京大超高層)	07 形成期 Solar Nebula の重力安定性 中本泰史、中川義次 (東大理)
11:30	08 'EXOS-D' DATA からの POLAR RAIN と対流速度の関係 白井仁人、前沢 洸 (名大理)、向井利典 (宇宙研)、 賀谷信幸 (神大工)、鶴田浩一郎、早川 基 (宇宙研)	08 MU レーダによる電離圏擾乱時の F 領域イオンドリフト速度観測 (2) 山本泰史、深尾昌一郎、高見友幸、加藤 進、 津田敏隆、山本 衛、中村卓司 (京大超高層)	08 ピロタイト粒子の生成実験 堀内千尋、斎藤嘉夫 (京都工繊大)

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
11:45	09 共役点における地磁気変動の統計的特性 橋本久美子 (高知大理)、佐藤夏雄 (極地研)、 楠瀬昌彦 (高知大理)	09 1991年6月15日のピナツボ山噴火に伴う電離 圏擾乱 五十嵐喜良、貝沼昭司、西牟田一三、岡本 智、田中高史、小川忠彦 (通総研)	09 隕石中の酸不溶成分の分析 (I) 狩野直樹 (東大理)、山越和雄 (東大宇宙線 研)
12:00	10 GEOTAIL 衛星搭載三次元プラズマ観測器 LEP-EA の特性と機上データ処理精度の評価 斎藤義文 (京大理/宇宙研)、向井利典、町田 忍 (宇宙研)、平原聖文 (京大理/宇宙研)	10 中低緯度における赤道性電離圏不規則構造の 観測 皆越尚紀、西牟田一三、小川忠彦 (通総研)	10 New shocked materials in artificial impact craters 三浦保範、加藤敏郎 (山口大理)、河島信樹、 矢守 章 (宇宙研)、今井正史 (山口大理)
12:15	11 科学衛星 GEOTAIL の計装線からの磁場放射 佐藤裕明、筒井 稔、小嶋浩嗣、松本 紘 (京大超高層)、長野 勇 (金沢大工)、岡田敏 美 (富山県立大工)、向井利典 (宇宙研)、川 口正芳 (日電) (ポスター) P12 MAGSAT データから推定される磁気圏電流 の構造 鈴木 亮 (佐賀大教養)、福島 直 (東大) P13 フラックスゲート磁力計の検定及び出力シミ ュレーション装置の開発 遠山文雄、高野康行 (東海大工)	11 木星デカメートル電波の2地点広帯域同時スペ クトル観測による伝播路におけるシンチレー ションの影響の解明 田中 勲、大家 寛、森岡 昭、飯島雅英、 中嶋 実 (東北大理) (ポスター) P42 地殻力学計画 (CDP) 期間中の VLBI 観測 データから求めた電離層全電子数 近藤哲朗 (通総研鹿島) P43 MUレーダーによる Traveling Plateau の観測 高見友幸、深尾昌一郎、加藤 進、津田敏 隆、山本 衛、中村卓司、山本泰史 (京大 超高層) P44 Anomalous TEC enhancements in mid- latitude ionosphere during the geomagnetic storm on March 15, 1989 石橋弘光、丸山 隆、大高一弘、小川忠彦 (通総研)	(休憩)
12:30	(休憩)	(休憩)	
13:15	A12 磁気圏プラズマ波動 (I) 座長 森岡 昭 (東北大理) 三澤浩昭 (名大STE研)	B12 電離圏 (III) 座長 丸山 隆 (通総研平磯) 門倉真二 (地磁気観)	C12 岩石磁気・古地磁気 座長 田中秀文 (東工大理) 山崎俊嗣 (地調海洋)
13:30	01 銀河中心デカメートル・パルサーの多周波数観 測 福崎順洋、大家 寛、飯島雅英、森岡 昭、 永瀬文昭 (東北大理)	01 Modeling study of quasi-periodic scintillations 丸山 隆 (通総研平磯)	01 Rock magnetic properties of sub-bottom sediments from ODP Site 797 (Leg 127)、 Japan Sea (II) 鳥居雅之 (京大理)、林田 明 (同大工)、L. Vigliotti (IGM、イタリー)、J. Wipperf (ミ ュンヘン大)
13:45	02 任意速度分布プラズマ中での線形モード解析 とその応用 武田知弘、松本 紘、大村善治、筒井 稔、 小嶋浩嗣 (京大超高層)	02 MUレーダーによる中緯度E領域沿磁力線イレ ギュラリティの多ビーム観測 山本 衛、深尾昌一郎 (京大超高層)、小川忠 彦 (通総研平磯)、R. T. Tsunoda (SRI イン ターナショナル)、津田敏隆、加藤 進 (京大 超高層)	02 層状チャートの磁性球粒の起源について 趙 章熙 (京大理)
14:00	03 Oblique whistler and electrostatic instabilities in the magnetosphere: linear growth rates and particle simulations 張 永良、松本 紘、大村善治 (京大超高層)	03 MUレーダーによる流星飛跡の観測 (2) 堤 雅基 (京大超高層)	03 A paleomagnetic study of beachrocks from Australia and Japan: Its potentiality to detect Holocene geomagnetic secular variations in the oceanic region 時枝克安、伊藤晴明 (島根大理)
14:15	04 あけぼの衛星で観測された磁気赤道付近にお ける ELF 波動の発生機構 笠原禎也、木村磐根 (京大工)	04 The adoption of real values in the mechanism of aspects of the response of electron densities in the ionospheric D- region produced by solar soft X-ray flares to the flares and a calculated approach to SPA's 大塩光夫、マルディナ・アブドゥラ、平橋雄 司、城間 修 (琉球大工)	04 沖縄県普天満洞の二次生成物 (石筍) の古地磁 気 足立泰久 (神戸大自然科学)、森永速男 (姫路工大 理)、井口博夫 (神戸大理)、古川雅英 (科技 庁)、後藤博彌 (神戸大教養)、新垣義夫 (普天 満宮)、安川克己 (神戸大理)
			05 西秋吉産の石筍の古地磁気 河村宜紀 (神戸大理)、足立泰久 (神戸大自 然)、米沢隆文 (神戸大理)、森永速男 (姫路工 大理)、井口博夫 (神戸大理)、後藤博彌 (神戸 大教養)、安川克己 (神戸大理)

19

7

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
14:30	<p>05 あけぼの衛星による極域 VLF・ELF 波動とエネルギー粒子の観測結果 太口 努、木村警根 (京大工)、向井利典 (宇宙研) (ポスター)</p> <p>P14 デカメータ電波より推測する木星磁気嵐の継続性 古川欣司、森岡 昭、大家 寛 (東北大理)</p> <p>P15 木星電波のモードと木星磁場構造 三澤浩昭 (名大STE研)</p> <p>P16 Numerical calculation of mode conversion process from UHR mode waves to electromagnetic waves using multi-layer model for analyzing the results of mode conversions of the Akebono (EXOS-D) satellite observation data 飯島雅英、大家 寛 (東北大理)</p> <p>P17 2成分 Helical Gyrotron Instability の AKR 発生機構への適用について 天野武彦、渡辺智彦 (東北大理)</p>	<p>05 オメガ電波の位相および周波数偏移解析による下部電離層擾乱動態の考察 川上 登、島倉 信 (千葉大工)、佐藤夏雄、山岸久雄 (極地研)、早川正士 (電通大)</p>	<p>06 石筈の古地磁気に基づく石灰洞窟内崩落の年代決定 米沢隆文 (神戸大理)、河村宜紀 (神戸大理)、足立泰久 (神戸大自然科学)、森永速男 (姫路工大)、劉 育燕 (中国地質大)、庫本 正 (秋吉台科博)、後藤博彌 (神戸大教養)、安川克己 (神戸大理)</p>
14:45	<p>(休憩)</p>	<p>06 窒素振動温度測定器の開発 (II) 水町勇一郎 (東海大)、小山孝一郎 (宇宙研)、鈴木勝久 (横浜国大) (ポスター)</p> <p>P45 中波電界強度観測と送信アンテナの電流分布 中村 毅 (北陸電力)、満保正喜 (金沢大工)、深見哲男 (石川工専)、長野 勇 (金沢大工)</p>	<p>07 大阪層群海成粘土層 Ma3 の古地磁気——松山末期のショートイベント—— 高次かおり (神戸大理)、兵頭政幸 (神戸大自然科学)</p>
15:00	<p>A12 磁気圏プラズマ波動 (II) 座長 長野 勇 (金沢大工) 宮武貞夫 (電通大)</p> <p>06 あけぼの衛星に搭載の PFX 装置によるホイストラのシミュレーション 高田正人、長野 勇 (金沢大工)、木村警根 (京大工)、あけぼの VLF 班</p>	<p>(休憩)</p> <p>B12 大気圏力学 (I) 座長 津田敏隆 (京大超高層) 前川泰之 (大阪電通大)</p>	<p>08 Matuyama-Brunhes polarity transition recorded in a marine clay bed of the Osaka Group 林田 明、横山卓雄 (同志社大工)</p>
15:15	<p>07 電離層加熱設備とあけぼの衛星 VLF 波動観測装置による共同実験 石田 薫、木村警根 (京大工)、P. Stubbe (Max-Planck Inst.), M. Rietveld (EISCAT Assoc.), R. Barr (DSIR phys. Sci.)</p>	<p>07 Study of aspect sensitivity of radar echoes in the lower atmosphere H. M. Ierkić, T. Tsuda (京大超高層)</p>	<p>(休憩)</p>
15:30	<p>08 あけぼの衛星によるオーロラヒスの伝搬方向の解析 橋本直樹、長野 勇 (金沢大工)、木村警根 (京大工)、あけぼの VLF 班</p>	<p>08 MU レーダー観測による対流圏～下部成層圏乱流構造定数の季節変化 橋口浩之、深尾昌一郎、山中大工、山本 衛、加藤 進 (京大超高層)</p>	<p>09 カロリン海盆堆積物の、古気候変動を反映した帯磁率変化 井岡 昇 (愛媛大理)、山崎俊嗣 (地調)、水野篤行 (愛媛大理)</p>
15:45	<p>09 BRIFLE と高エネルギー粒子との関係 菊池雅行、大家 寛、森岡 昭、小林 香、飯島雅英 (東北大理)</p>	<p>09 MU レーダーによる下部成層圏中の重力波活動度の季節変化 村山泰啓、津田敏隆、中村卓司、加藤 進、深尾昌一郎 (京大超高層)</p>	<p>10 カロリン海盆堆積物に記録された、過去20万年の長周期地磁気永年変化及び逆転イベント 山崎俊嗣 (地調)、井岡 昇 (愛媛大理)</p>
16:00	<p>10 Propagation mode of enhanced auroral kilometric radiation observed at lower latitude 小林 香、大家 寛、森岡 昭 (東北大理) (ポスター)</p> <p>P18 不均質プラズマ中における電磁波による静電波の非線形励起 八木谷 聡 (金沢大工)、大村善治、松本 紘 (京大超高層)、長野 勇 (金沢大工)</p> <p>P19 DE-2 により観測された高緯度における低周波波動 岡 亜伊子、家森俊彦 (京大理)、杉浦正久 (東海大開発技研)、J. A. Slavin (NASA/GSFC)、石井 守 (京大理)</p>	<p>10 赤道域インドネシアにおける大気波動のラジオゾンデ観測 津田敏隆、村山泰啓、加藤 進 (京大超高層)</p>	<p>11 日本海堆積物コアに記録された Brunhes 期の磁場変動 浜野洋三 (東大理)、ODP 第128次航海乗船研究者一同</p>

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
16:15	P20 Analytic signal techniques applied to Akebono VLF wave observations P. A. Rosen、長野 勇 (金沢大工)、木村 馨根 (京大工) (休憩)	11 通総研 1.5m φ 望遠鏡を用いたレーダー観測 柴田 隆、板部敏和 (通総研) (ポスター) P46 MU レーダーによる Oblique Spaced Antenna 法を用いた渦度の観測 深尾昌一郎 (京大超高層)、M. F. Larsen、R. D. Palmer (クレムソン大)、山本 衛、津田敏隆、加藤 進 (京大超高層) P47 Two dimension gravity wave spectrum in the stratosphere R. Wilson、T. Tsuda、Y. Murayama (京大超高層)	12 地球磁場逆転の規則性及びその原因について 関 美穂、浜野洋三 (東大理)
16:30	A12 磁気圏プラズマ波動 (Ⅲ) 座長 富澤一郎 (電通大) 中村義勝 (通総研)	(休憩) B12 大気圏力学 (Ⅱ) 座長 村岡良和 (兵庫医大) 中村卓司 (京大超高層)	13 ニューゼaland、タウポ火山地域の古地磁気層序 田中秀文、橋 常実、河野 長 (東工大理)、B. F. ホートン (DSIR、ニューゼaland)、G. M. ターナー (ヴィクトリア大、ニューゼaland)
16:45	11 「おおぞら」の観測から得られた日本列島上空の電力線放射磁界強度分布 富澤一郎 (電通大) 12 「うめ2号-b」による中高緯度の中波帯 (500kHz) 電波放射強度の日変化特性 相京和弘、恩藤忠典 (通総研)	12 ヒカマルカ VHF 帯レーダーによる上部成層圏鉛直風速振動の観測 前川泰之 (大阪電通大)、山本 衛、深尾昌一郎、津田敏隆、山中大学、中村卓司、加藤 進 (京大超高層)、R. F. Woodman (ヒカマルカ観測所)	14 大平洋南東部イースター島の Paleosecular variation —Pacific dipole window の分布状態— 三木雅子 (京大理)、井口博夫 (神戸大理)、山口 覚 (神戸大教養)、松田准一 (阪大理)、長尾敬介 (岡山地球研)、伊勢崎修弘 (千葉大理)、安川克己 (神戸大理)
17:00	13 低緯度 VLF 放射の ULF 脈動による変調現象 田中義人、西野正徳、湯元清文、高橋文明 (名大STE研)	13 中間圏重力波強度の MU レーダー/MF レーダー比較観測 中村卓司、津田敏隆、村山泰啓、加藤 進、深尾昌一郎 (京大超高層)、A. H. Manson (サスカチュワン大)、R. A. Vincent (アデレード大)	15 ハワイ島の溶岩から得られた古地磁場強度 内村英雄、田中秀文、河野 長 (東工大理)
17:15	14 国際宇宙年 宇宙エネルギー伝送実験 松本 紘 (京大超高層)、賀谷信幸 (神大工)、ISY-METS 実験班	14 中間圏で観測された大規模重力波の特性について 村岡良和 (兵庫医大)、深尾昌一郎 (京大超高層)、杉山卓也 (京大理)、山本 衛、津田敏隆、中村卓司、加藤 進 (京大超高層)	16 古地磁気による雲南のテクトニクス解析 船原尚武 (神戸大自然)、西脇信和、乙藤洋一郎 (神戸大理)、村田史之 (大阪短大)、王 義昭 (雲南省地質鉱産局)
17:30	15 高電位テザー衛星と宇宙プラズマとの電磁力学的相互作用 白井英之、松本 紘、大村善治 (京大超高層)	15 ナトリウム層にみられる大気波動 藤森幸光、野村彰夫、斉藤保典、鹿野哲生 (信州大工)	17 Differential rotations on and around the western part of Southwest Japan during its clockwise rotation inferred from paleomagnetism in the northern half of the Kyushu Island 石川尚人 (京大教養) (ポスター)
17:45	16 電子ビーム放出実験で観測された衛星表面起源の低エネルギー電子 宮武貞夫 (電通大) (ポスター) P21 電離層中のダイポールアンテナによる大地上及び電離層中の VLF 波強度マッピング 宮村和俊、八木谷 聡、長野 勇 (金沢大工)、木村馨根 (京大工) P22 沖縄におけるホイスラ方探観測から推定されるダクト下端の高度 中村義勝 (通総研) P23 粒子コード専用シミュレータの開発 賀谷信幸、京本達典 (神大工)	16 中層大気から超高層大気へ注入される重力波運動量束・エネルギー束の評価 山中大学 (京大超高層) (ポスター) P48 中層・超高層大気における潮汐波・プラネタリー波の数値モデリング (9) 麻生武彦 (京大工) P49 南極昭和基地における熱圏ダイナミクスのドップラーイメージング観測 中島英彰、岡野章一、福西 浩 (東北大理)、小野高幸 (極地研)	P01 ODP Hole 794D (Leg128) 日本海の玄武岩類の磁気的性質 福岡浩司 (京大理)、浜野洋三 (東大理)

開始時間	
9:30	ポスターセッション (ロビー・廊下)
13:30	<p>特別講演会 (大学会館)</p> <p>・低緯度地域における地球物理研究 田中高史 (郵政省通信総合研究所)</p> <p>・沖縄トラフとプレート・テクトニクス 木村政昭 (琉球大学理学部海洋学科)</p>
15:30	記念写真撮影
15:45	総 会 (大学会館)
19:30	懇 親 会 (沖縄レインボーホテル)

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
9:30	<p>A31 磁気圏電離圏結合 (I) 座長 佐川永一 (通総研) 西谷 望 (名大STE研)</p> <p>01 Magnetic impulse events on the dayside: magnetosphere-ground correlations 園分 征、河野英昭 (東大理)</p>	<p>B31 大気圏化学・放射 (I) 座長 北 和之 (東大理) 柴田 隆 (通総研)</p> <p>01 ピナトゥボ火山噴火後の成層圏エアロゾルの観測 藤原玄夫、安松諭央、秋吉英治 (福岡大理)</p>	<p>C31 ULF 波動 (I) 座長 坂 翁介 (九大理) 佐藤夏雄 (極地研)</p> <p>01 静止衛星で観測されたPi2脈動の振動特性 竹内 仁、斎藤尚生 (東北大理)、桜井 亨 (東海大工)、高橋忠利 (東北大理)</p>
9:45	<p>02 IMF 北向き時における真夜中オーロラオーバル付近のByが制御する沿磁力線電流構造 田口 聡 (京大理)、杉浦正久 (東海大開発技研)、家森俊彦 (京大理)、J. A. Slavin (NASA)、J. D. Winningham (SRI)</p>	<p>02 稚内におけるピナトゥボ火山噴火雲緊急観測 板部敏和、柴田 隆、徳丸宗利 (通総研)</p>	<p>02 同時観測に基づく磁気圏Pc3-4波動の空間的広がり 松岡 均、湯元清文 (名大STE研)、高橋主衛 (JHU/APL)</p>
10:00	<p>03 Particle signatures and current systems as a global diagnosis of the magnetosphere 飯島 健、渡辺正和 (東大理)</p>	<p>03 成層圏HCl、HF高度分布観測 2. 1990年6月の大気球観測 柴崎和夫 (国学院大)、K. Chance、D. Johnson、K. Jucks、W. Traub (ハーバード・スミソニアン天体物理研)</p>	<p>03 Simultaneous occurrence of Pc5 geomagnetic pulsations in Scandinavia and North America 島津浩哲、荒木 徹、亀井豊永 (京大理)、花土 弘 (通総研鹿島)</p>
10:15	<p>04 Growth phase field-aligned current and plasma precipitation 渡辺正和、飯島 健 (東大理)</p>	<p>04 He-Neレーザーを用いた大気中メタン濃度の連続観測 北 和之、新 健二、遠嶋康徳、小川利紘 (東大理)</p>	<p>04 朝方Pc5脈動の発生機構に関する考察 坂 翁介 (九大理)、飯島 健 (東大理)、山岸久雄、佐藤夏雄 (極地研)、D. N. BAKER (NASA/GSFC)</p>
10:30	<p>05 夜側オーロラ帯降下粒子と磁気圏ソースの関係 向井利典 (宇宙研)、平原聖文 (京大理/宇宙研)、小原隆博 (宇宙研)、賀谷信幸 (神戸大) (ポスター)</p> <p>P28 オーロラと静止軌道衛星の磁場変動との比較による衛星の電離層共役点の緯度の推定 西谷 望、小口 高 (名大STE研)</p>	<p>05 大気COの赤外分光測定 米村正一郎、岩上直幹 (東大理) (ポスター)</p> <p>P50 夜間大気光 (OI 557.7nm) の全天イメージング観測 久保田 実 (東北大理)</p> <p>P51 成層圏OHの分光測定 岩上直幹、北 和之、小川利紘 (東大理)</p>	<p>05 朝方Pc5脈動によるCNA変調の原因に関する考察 山岸久雄 (極地研)、坂 翁介 (九大理)、佐藤夏雄 (極地研)、D. N. Baker (NASA/GSFC) (ポスター)</p> <p>P24 昭和基地周辺域における誘導電流から生じたPc5地磁気脈動の位相変化特性 加藤賢一、青山 巖、利根川豊 (東海大工)、佐藤夏雄 (極地研)、坂 翁介 (九大理)</p>

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
10:45	P29 EXOS-D/SMSで観測された低エネルギーDFI III 佐川永一(通総研)、B. A. Whalen、A. W. Yau (NRCC/HIA)、渡辺重十(北海道情報技研)	P52 大気光OH(8-3)バンドの強度と回転温度の空間分布変動 木山喜隆(新潟大理)	P25 QPエミッション発生時に昭和-アイスランド共役点とAMPTE衛星で同時観測された地磁気脈動の特性 神岡秀信(電通大)、佐藤夏雄(極地研)、高橋主衛(JHU/APL)、芳野起夫(電通大)
	P30 A Cylindrical distribution of the auroral electrons observed with AKEBONO LEP instrument S. Machida、T. Mukai (ISAS)、T. Terasawa (Kyoto Univ.)、and N. Kaya (Kobe Univ.)	(休憩)	(休憩)
11:00	P31 磁気圏-電離圏結合過程における粒子分布関数の変形 塩川和夫(名大STE研)	(休憩)	(休憩)
	A31 磁気圏電離圏結合(II) 座長 家森俊彦(京大理) 塩川和夫(名大STE研)	B31 大気圏化学・放射(II) 座長 鈴木勝久(横浜国大教育) 渡辺 隆(筑波技術短大)	C31 ULF波動(II) 座長 湯元清文(名大STE研) 糸長雅弘(九大中央計数)
11:15	06 夕方側オーロラオーヴァルにおける微細電流構造のあけぼの衛星とDMSP衛星の同時観測 坂野井 健(東北大理)、福西 浩(東北大理)、向井利典(宇宙研)	06 NOAA衛星TOVSデータによる日本上空オゾン全量の導出 亀卦川幸浩(東北大理)	06 GLOBAL MAGNETIC OBSERVATIONS ALONG 210° MAGNETIC MERIDIAN 湯元清文、田中義人(名大STE研)、B. J. フレーザー、F. W. メンク(ニューキャッスル大)、K. J. W. リン(DSTO)、瀬戸正弘(東北工大)、角村 悟(気象庁)、A. W. グリーン(USGS)、斎藤尚生(東北大)、L. クロベット(CSIRO)、J. ケネウェル(リーマンズ太陽観測所)、V. A. ピリペンコ(IFZ)、I. N. アミアントフ(IKIR)、A. ザイツェフ(IZMIRAN)
	07 夜側オーロラ帯極側境界に出現する電子バーストと沿磁力線電流構造の関係 長妻 努、福西 浩(東北大理)、向井利典(宇宙研)	07 THE OZONE LAYER ABOVE JAPAN: 1979-1988 M. W. J. SCOURFIELD(名大STE研)	07 210度磁気子午面多点観測されたグローバル・キャビティモードのPc3型ULF波動 磯野青児、湯元清文、田中義人(名大STE研)、B. J. フレーザー、F. W. メンク(ニューキャッスル大)
11:30	08 電離圏イオンの対流電場による速度分散現象 平原聖文(京大理/宇宙研)、向井利典(宇宙研)、賀谷信幸(神戸大工)、早川 基(宇宙研)	08 ドロップゾンデ方式による成層圏オゾンの観測 渡辺 隆、内藤一郎(筑波技術短大)、小川利絃(東大理)	08 低緯度・赤道域グローバルPc型ULF波動 篠原 学、北村泰一(九大理)
11:45	09 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 石井 守、木村和典、家森俊彦(京大理)、杉浦正久(東海大開発技研)、J. A. Slavin (NASA/GSFC)、J. D. Craven (アラスカ大)、L. A. Frank (アイオワ大)	09 オゾンキャンペーン期間に観測された札幌上空でのオゾン変動 小出理史(東北大理)	09 Cavity Resonanceに対応したPoloidal Modeの固有値問題について-II. 磁気圏空洞共鳴 吉川顕正(九大理)、糸長雅弘(九大中央計数)、北村泰一(九大理)
12:00	10 磁気嵐急始部(SC)の数値合成 長田真吾、荒木 徹(京大理)	10 ロケット搭載分光器による昼間紫外大気光観測 鈴木勝久(横浜国大教育)	10 磁気圏空洞——磁力線結合振動の計算機シミュレーション——I. 定式化 糸長雅弘(九大中央計数)、吉川顕正、利光一郎、北村泰一(九大理)
12:15	(ポスター)	(ポスター)	(ポスター)
	11 スピッツベルゲンISレーダ計画 松浦延夫、小口 高、野澤悟徳(名大STE研)	11 惑星超高層大気D/H比測定用吸収セルの開発 川原琢也、西川 拓、岡野章一、福西 浩(東北大理)	P26 Wave characteristic of medium-period geomagnetic pulsations observed on the ground multi-stations 林 希一郎(東大理)、林 幹治(東大理)、GADCグループ
	P32 極域での沿磁力線電流分布(MAGSAT観測) 亀井豊永(京大理)	P53 メソポーゾ領域の大気温度の地上測定(I) 松田一郎、山本博聖、関口宏之、牧野忠男(立教大理)	P27 ワンタンコイルによる桜島の電磁氣的測定 大崎裕生、湯元清文、日高耕一、塩川和夫、田中義人(名大STE研)、角田寿喜、田中稔(鹿児島大理)、高木章雄(東北大理)

14-

15-

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
12:30	P33 Dependence of Dst index upon solar wind parameters 荒木 徹、亀井豊永 (京大理) P34 中緯度地磁気1分値データでみた磁気圏擾乱の性質 家森俊彦 (京大理) P35 MAGNETIC VARIATIONS IN THE SOUTHERN POLAR CAP S. Saroso (京大理)、杉浦正久 (東海大開発技研)、家森俊彦、荒木 徹、亀井豊永 (京大理) (休憩)	(休憩)	C32 電気伝導度・地殻活動電磁気学・磁気異常 座長 藤 浩明 (東大海洋研) 茂木 透 (九大工)
13:00			01 MT法による東北中部横断構造探査 (第1報) 藤縄幸雄、上嶋 誠 (防災科研)、高杉真司、川上則明 (地熱技術開発 (株))
13:15	A32 オーロラ・ダイナミクス (I) 座長 山本達人 (東大理) 小原隆博 (宇宙研)	B32 太陽圏 (I) 座長 榊原志津子 (名大STE研) 宗像義教 (中部大)	02 三宅島におけるULF帯電磁場観測 山本哲也 (地磁気観)、歌田久司 (東大震研)、三宅島火山集中観測班電磁気グループ
13:30	01 中 (低) 緯度オーロラの起源 小口 高 (名大STE研)、あけぼのチーム、地上観測グループ	01 JAPAN-AUSTRALIA OBSERVATION OF THE NORTH - SOUTH SIDEREAL ASYMMETRY AT $\sim 10^{12}$ eV 森 覚、安江新一、宗像一起、峯野 基、古畑 誠、塩崎嘉之、横田有一、赤羽重信 (信州大理)、藤井善次郎 (名大STE研)、森下伊三男 (朝日大)、J. E. ハンブル、A. G. フェントン、K. B. フェントン (タスマニア大)、M. L. ドゥルディヒ (タスマニア南極研)	03 CSMT、TDEM法による九重火山の比抵抗構造 下泉政志 (北九州職訓短大)、茂木 透、江原幸雄 (九大工)、西村 進、桂 郁雄 (京大理)、西田潤一 (大谷大)、楠建一郎、鈴木浩一、藤光康宏 (電力中央研)、城森 明 (日本地殻調査)、又吉盛次 (吉沢技研)
13:45	02 極冠域アークの電場構造 小原隆博、向井利典、早川 基、西田篤弘、鶴田浩一郎、町田 忍 (宇宙研)、福西 浩 (東北大理)	02 惑星間空間のNeutral Sheet通過時に起る加速によって生じる宇宙線の異方性 藤本和彦、長島一男 (名大STE研)、森下伊三男 (朝日大)、宗像一起 (信州大理)	04 九州中部高地地殻熱流量地域の比抵抗構造 茂木 透、福岡晃一郎 (九大工)、下泉政志 (北九州職訓短大)
14:00	03 あけぼの高度 ~ 10000 kmで観測された夕方側オーロラに伴うポテンシャル構造 山本達人、金田栄祐 (東大理)、福西 浩 (東北大理)、早川 基、向井利典、鶴田浩一郎、西田篤弘 (宇宙研)	03 高速太陽風による宇宙線日変化の長期変動 宗像義教、龍岡亮二 (中部大)、森下伊三男 (朝日大)、A. Darwish、森 覚 (信州大理)	05 Study of the bimodal induction around the Izu-Bonin arc using non-uniform thin sheet approximation 藤 浩明、瀬川爾朗 (東大海洋研)
14:15	04 Simultaneous occurrence of the auroral particle acceleration with the enhancement of the plasmaspheric UHR waves 森岡 昭、大家 寛 (東北大理)	04 太陽面磁場の調和成分から見た宇宙線強度の太陽活動依存性 龍岡亮二 (中部大経営情報)、長島一男、藤本和彦 (名大STE研)	06 Sea water dynamics as reflected on time-variation of electromagnetic field at the sea floor 藤井郁子、藤 浩明、瀬川爾朗 (東大海洋研)
14:30	05 A particle simulation of the westward traveling surge (3): Comparisons with satellite observations 山本 隆 (東大理)、井上祥史 (愛知技術短大)、C. I. Meng (JHU/APL) (ポスター)	05 1989年9月29日に宇宙線GLEとして観測されたSolar Protonの空間分布およびRigidity Spectrum 森下伊三男 (朝日大)、長島一男、榊原志津子 (名大STE研)	07 雲仙岳噴火に伴う電磁放射観測 芳野起夫、富澤一郎、早川正土、瀬尾洋一
14:45	P36 「あけぼの」衛星で得られた磁場データの高精度解析法 田中 真、遠山文雄、利根川豊 (東海大工) (休憩) A32 オーロラ・ダイナミクス (II) 座長 小野高幸 (極地研) 山本 隆 (東大理)	(休憩) B32 太陽圏 (II) 座長 袴田和幸 (中部大工) 河野 毅 (理研)	08 1991年雲仙岳噴火にともなう地磁気変化 田中良和、橋本武志、増田秀晴 (京大理)、半田 駿 (佐賀大教養)、歌田久司 (東大震研)
15:00	06 Global distribution pattern of aurora and its relation to IMF polarity 金田栄祐、山本達人、篠原 育 (東大理)、ATVチーム	06 X線フレアとプロトン現象の関係 ——1986年から1990年までの解析—— 巨 慎一 (通総研平磯)	(休憩)

-16-

-17-

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
15:15	07 「あけぼの」オーロラ可視光撮像装置(ATV-VIS)がとらえたオーロラ 門倉 昭、江尻全機、藤井良一(極地研)、金田栄祐、山本達人、林 幹二(東大理)、佐々木進(宇宙研)、巻田和男(拓殖大)、津野克彦(東芝)、小口 高(名大STE研)	07 大きい磁気嵐にかかわるIMFの太陽における起源の探査 丸橋克英(通総研)、J. A. ジョセリン(NOAA/SEL)	09 千屋断層における電磁気探査 西谷忠師、佐藤秀幸(秋田大鉦山)
15:30	08 オーロラの形態学的分光特性 岡村 宏(電通大)、江尻全機(極地研)、芳野超夫(電通大)	08 1989年8-10月の太陽プロトン現象について 河野 毅(理研)	10 花折断層周辺の電磁気学的調査 溝畑茂治(神戸大理)、山口 覚(神戸大教養)、藤田清士(神戸大自然科学)、後藤忠徳(神戸大理)、住友則彦(京大防災研)、安川克己(神戸大理)
15:45	09 地上オーロラ観測による降下電子エネルギーの推定 1. 多波長フォトメータ観測結果に見るオーロラ輝線強度比の変化 小野高幸、平沢威男(極地研)	09 太陽中性子望遠鏡を使った1991年6月の太陽フレアに伴う中性子の観測 村木 毅、村上一昭、柴田祥一、榊原志津子、山田良実、宮崎政英、高橋俊典(名大)、三井清美(東大宇宙線研)、境 孝祐(日大)	11 漏洩電流法の黄葉断層調査への応用 住友則彦(京大防災研)、後藤忠徳(神戸大自然科学)、小泉 誠(京大防災研)
		(ポスター)	
		P05 太陽風擾乱に対する彗星磁気圏の応答 小塚幸央、斎藤尚生(東北大理)、沼澤茂美(JPL)、高橋忠利(東北大理)	
16:00	10 TVカメラによるオーロラの共役性・非共役性 佐藤夏雄(極地研)、長岡孝行(山形大)	(休憩)	12 くい違いモデルに伴うピエゾ磁気変化のグリーン関数一再考 笹井洋一(東大震研)
		B32 太陽圏(Ⅲ) 座長 中川朋子(宇宙研) 徳丸宗利(通総研稚内)	
16:15	11 SUPER FAST AURORAL WAVES G. HOUGH(名大STE研)	10 回転反転MODELによるCORONA構造11年変化の解釈 斎藤尚生、高橋忠利、小塚幸央(東北大理)、沼澤茂美(Japan Planetarium Lab.)	13 和歌山における短電極間隔方式による地電位差観測(序報) 宮腰潤一郎、塩崎一郎(鳥取大教養)、中村正夫、瀬戸恋彦(東大震研)
	(ポスター)		
	P37 UV-images and particle precipitations of θ aurora observed by EXOS-D 篠原 育、山本達人、金田栄祐(東大理)、向井利典(宇宙研)、國分 征(東大理)		
16:30	(休憩)	11 惑星間空間磁場の面状構造とセクター境界 中川朋子(宇宙研)	14 伊豆大島における地電位差連続観測と確率差分法で予測しきれない毎分値データの地磁気誘導成分について 川瀬隆治(東大震研)、上田誠也(東海大海洋)
	A32 オーロラ・ダイナミクス(Ⅲ) 座長 西野正徳(名大STE研) 宮岡 宏(極地研)		
16:45	12 極冠域に重点を置いたSTEP磁場・オーロラ観測網一速報 林 幹治、山本達人、國分 征(東大理)、湯元清文、塩川和夫(名大STE研)、GADC観測グループ	12 太陽風加速機構とコロナの性質 袴田和幸(中部大工)	15 中国東部沿岸域の磁気異常 石原丈実(地調)
17:00	13 Ny-Alesund(L~16)で観測された昼間電離層吸収(CNA)の特性 西野正徳、田中義人、小口 高(名大STE研)、林 幹治(東大理)、エゲランド、ホルテット(オスロ大学)	13 太陽近傍で観測された惑星間空間シンチレーションスペクトルの解析 徳丸宗利(通総研稚内)、森 弘隆、田中高史(通総研)、近藤哲朗、高羽 浩、小山泰弘(通総研鹿島)	16 ケルゲレン海台西海盆の2次元磁化走向 野木義史(気象研)、島 伸和(東大海洋研)、伊勢崎修弘(千葉大)、林 保(国土地理院)、船木 賞(極地研)、神沼克伊(極地研)
17:15	14 南極PPB(Polar Patrol Balloon)による制動放射X線の観測 鈴木裕武(立教大)、山上隆正(宇宙研)、藤井良一(極地研)、秋山弘光(宇宙研)、村上浩之(立教大)、並木道義、太田茂雄(宇宙研)、平島 洋(立教大)、小玉正弘(理研)	14 ケルビン・ヘルムホルツ不安定による衝撃波形成 三浦 彰(東大理)	17 南極周回気球(PPB)による磁場観測 遠山文雄(東海大工)、藤井良一、江尻全機(極地研)、秋山弘光(宇宙研)、國分 征(東大理)、大西信人(テラテクニカ)
			(ポスター)
			P02 地磁気Sq場のゼロレベルについて 竹田雅彦(京大理)
			P03 雲仙岳における全磁力観測(その1) 中禮正明、仲谷 清、中島新三郎、山崎明、角村 悟、山本哲也、石井美樹、菅原政志(地磁気観)

- 18 -

- 19 -

開始時間	A 会場	B 会場	C 会場
17:30	15 パルセーティングオーロラ中のELF-HF帯プラズマ波動および電子密度観測(Ⅱ) 宮岡 宏(極地研)、森岡 昭、大家 寛(東北大理)、岡田敏美(富山県立大)、江尻全機(極地研)、鶴田浩一郎(宇宙研)	15 太陽磁気圏外縁の構造—室内実験 南 繁行(大阪市大工) (ポスター) P06 太陽風の前面と背面における地磁気活動の違い 思藤忠典(通総研) P07 二つのプラズマ流の相互作用の3次元電磁流体力学的シミュレーション 梶川 博、荻野竜樹(名大STE研)	
17:45	16 北欧ロケット実験結果：パルセーティングオーロラのX線放射特性 江尻全機、宮岡 宏、山岸久雄(極地研)、山上隆正(宇宙研)、平島 洋、鈴木裕武(立教大理)、小玉正弘(理研) (ポスター) P38 北欧ロケットS-520-14号機で観測されたパルセーティングオーロラ発光層の厚さ 岡野章一、福西 浩(東北大理)、塩川和夫(名大STE研)		

□ 磁気圏構造 (I)

A11-01~05, -P08~11

座長 荻野竜樹 (名大STE研)
星野真弘 (理研)

□ 磁気圏構造 (II)

A11-06~11, -P12~13

座長 向井利典 (宇宙研)
早川 基 (宇宙研)

Characteristics of the Magnetic Field Perturbation at Sudden Impulse in the Dayside Magnetosphere

°Hideaki Kawano and Susumu Kokubun

Department of Earth and Planetary Physics, University of Tokyo

Kazue Takahashi

The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory

In the vicinity of the dayside magnetopause, the magnetic field often perturbs transiently with a time scale of a few minutes. *Russell and Elphic* [1988] was the first to study them. They named the events “flux transfer events” and associated them with transient dayside reconnection. However it is suggested recently that many of the transient events near the dayside magnetopause are caused by transient variations in the solar wind pressure [*e.g.*, *Sibeck* 1990]. Therefore it is important to distinguish the generation mechanisms.

In this paper we utilize AMPTE/CCE data and study the magnetic field variations in the dayside magnetosphere during Sudden Impulses (SIs). SIs have a time scale of several minutes, and they are (by definition) caused by sudden changes in the solar wind pressure. We can therefore expect to find particular characteristics associated (not with reconnection but) with solar wind pressure variations in the study of SIs.

As a result of the initial survey, we have found the following two features. First, the magnetic field vector rotates systematically in the plane perpendicular to the ambient field (roughly identical to D-H plane in the VDH coordinate system). The rotation is left-handed (right-handed) in the prenoon (afternoon) sector. This rotation is consistent with the tailward-propagating surface waves. Second, the magnetic field vector also rotates systematically in the plane which includes the ambient field and the magnetopause normal vector (roughly identical to V-H plane in the VDH coordinate system). The observed sense of rotation is “from H to V (from V to H)” in the northern (southern) hemisphere. This sense of rotation is opposite to that expected from the tailward propagation of the surface wave. For better understanding of the above features, the behavior of the magnetic field vector is discussed in detail.

A11-02

非一様な電気抵抗分布をもつプラズマシートでの
外部駆動型磁気リコネクション過程
星野真弘 (理化学研究所)

Driven Magnetic Reconnection in a Plasma Sheet
with Non-uniform Resistivity Profile

M. Hoshino (Institute of Physical and Chemical Research, RIKEN)

Magnetic reconnection processes are thought to be crucial to understanding fundamental plasma phenomena in both astrophysical phenomena (e.g., the earth's magnetotail, solar flares, accretion disks) and laboratory plasmas (e.g., reversed-field theta pinch). One of key roles of magnetic reconnection is to limit the electric current near the neutral sheet by the magnetic diffusion process. However, the magnetic diffusion process around the neutral sheet has not yet been self-consistently understood in MHD magnetic reconnection process.

Since the classical resistivity (i. e., Coulomb collision) in many application is very small, an anomalous resistivity excited by the lower-hybrid-drift (LHD) kinetic instability, is assumed for MHD magnetic reconnection process. The LHD instability, which is driven by diamagnetic currents associated with the pressure gradient, is thought to be the most reasonable candidate of the anomalous instability in collisionless plasmas. The LHD wave, however, cannot propagate into the neutral sheet and the anomalous resistivity caused by LHD turbulence is expected to be found only away from the neutral sheet because LHD wave is strongly absorbed by electrons in high β region of the neutral sheet. Therefore, due to the localization of LHD turbulence far from the neutral sheet, it remains a significant unresolved problem in combining the resistive MHD reconnection with the concept of anomalous resistivity. One of other possible instabilities to be expected near the neutral sheet might be the ion acoustic type instability, though the ion acoustic mode is suppressed for most of the magnetosphere with the high ion to electron temperature ratio.

We study the unresolved MHD reconnection problem with a new variation, that is, we construct a reasonably consistent mode of the resistive MHD magnetic reconnection by incorporating the evolution of microscopic anomalous resistivity based on the LHD turbulence into the MHD evolution under the assumption that the saturation of the microscopic instability is strongly affected by the macroscopic evolution. We find that the growth rate of the new driven magnetic reconnection mode is independent of the local resistivity at the neutral sheet, both when a plasma sheet has a non-uniform resistivity profile based on LHD turbulence and when a small-amplitude MHD plasma flow is driven at a finite distance from the neutral sheet. We study this by using both a nonlinear numerical MHD simulation and a linear theory. The mode may be relevant to the prevalent theoretical concept of MHD reconnection and the localized anomalous resistivity profile based on lower-hybrid-drift instability.

2次元電磁ハイブリッドコード・シミュレーションによる イオンの無衝突ティアリング不安定性

° 村田 健史 大村 善治 松本 紘 小嶋 浩明
京都大学超高層電波研究センター

EVOLUTION OF ION TEARING INSTABILITY: 2D EM HYBRID CODE SIMULATION

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

We study the evolution of the ion tearing instability using two-dimensional electromagnetic hybrid code. First, we revise our hybrid code in order to establish good energy conservation. Second, using this revised hybrid code, we perform computer experiments on this instability. In most of the simulation studies, the effects of B_y component have been neglected. However, we study the effect of B_y component on the ion tearing instability. On the assumption of 1D Harris equilibrium at the initial stage, we present the evolution of the ion tearing instability in our simulation system.

磁気圏尾部での磁気リコネクション問題に関しては、主としてMHDコードによる計算機シミュレーションが行われてきた。これらのMHDシミュレーションでは異常抵抗を先験的に仮定しているが、この異常抵抗のメカニズムは現在まで明らかにされていない。

これに対し、異常抵抗を仮定しないイオンおよび電子の無衝突ティアリング不安定性は、磁気圏尾部リコネクションの原因を説明するためには有用であると考えられる。この不安定性については、粒子コードによる研究が進められてきた。その結果、定性的には不安定性の成長によって、磁力線のつなぎ換えや磁気島の形成などが起こることがわかった。しかし、この不安定性が大規模リコネクションにつながるという定量的な説明はなされていない。

本研究の目的はイオンの無衝突ティアリング不安定性の成長を調べ、異常抵抗の発生メカニズムを定量的に解明する事である。そのために、我々の研究グループで開発された2Dハイブリッドコードに次のような改良を行った。まず、電

子の圧力の計算方法を単純化し、ついでセルフフォースを除外した。また、電場をより精度よく予測する事により数値不安定性を取り除き、さらにメモリーを大幅に減らし効率化を計った。この結果、精度の高い計算が行えるようになった。

この2次元ハイブリッドコードを用いて、イオンのティアリング不安定性について調べた。初期状態として、1D Harris平衡解を用いた (Fig.1)。これまでティアリング不安定性の研究に用いられてきたコードの多くでは、 B_y 成分が考慮されていなかった。ところが、 B_y 成分がティアリング不安定性の成長に影響を与えることが、最近の研究により指摘されている。本研究で用いたハイブリッドコードは、電子を空間的に一様な温度からなる流体として扱い、イオンを粒子として扱うことにより、 B_y 成分を含めた全ての電磁場成分を計算している。このコードによるシミュレーションの結果を定量的に解析して、 B_y 成分による効果を含めたイオンの無衝突ティアリング不安定性が、磁気圏リコネクションのメカニズムを説明し得るかを検討する。

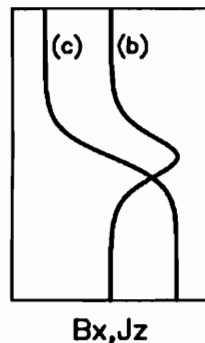
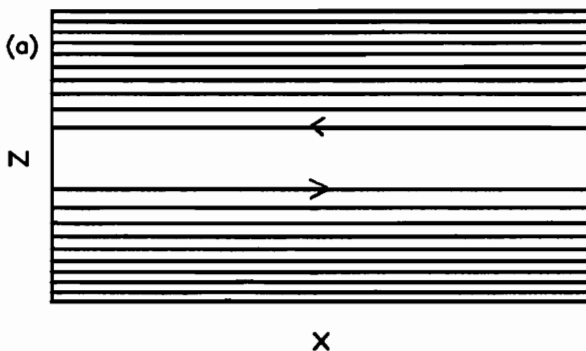


Fig.1

- 1D Harris equilibrium
(a) Magnetic field lines
(b) Neutral sheet current: J_y
(c) Magnetic field: B_x

A Mechanism of Substorm Expansion in the Near Earth Tail

Tsutomu TAMAO (Dept. Earth & Planetary Phys., Univ. of Tokyo)

A mechanism of substorm expansion process in the near earth tail and ring-current region is presented on the basis of a hydromagnetic picture in 3D configuration. At the expansion, a rapid energy release stored in the near earth tail as a localized non-uniform pressure enhancement during the growth phase is taking place through the field-aligned plasma bulk flow due to the parallel acceleration of particles on distorted field lines with a strong curvature to exceed the compressional stabilization. The resulting loss of current carrier particles means a decreasing in the original current intensity (alternative concept of the current disruption), and yields a localized rarefaction region with the diamagnetic current to increase the magnetic intensity. Such a recovery of the magnetic field in the slow rarefaction region induces the inductive electric field whose direction is reverse to the diamagnetic current, and thus we can expect the negative energy dissipation in this dynamo region. The rarefaction state is also transmitted outward by the fast rarefaction wave with the same directing electric field and current. East-west dependence of the current in the slow region tends to yield space charge accumulation that excites the secondary shear Alfvén wave with the static perpendicular electric field and field-aligned currents.

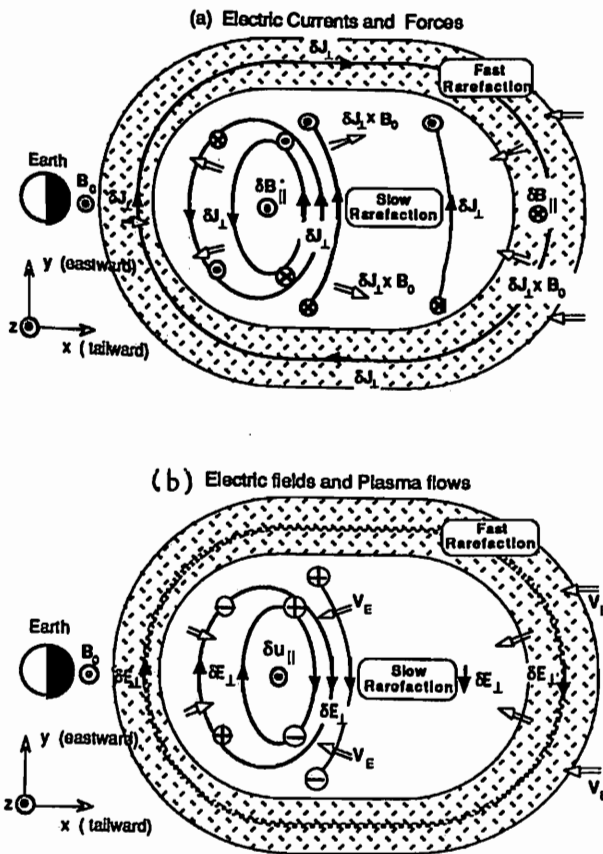


Figure: Schematic equatorial views of the localized slow (open central domain) and fast (surrounding dotted domain) rarefied regions for the substorm expansion in the tail. (a) *Perpendicular currents, and associated Ampere forces.* The compressional magnetic field, δB_{\parallel} is positive and negative in the slow and fast regions, respectively. Circles with a dot and a cross stand for field-aligned currents earth- and tailward, respectively. These circles also mean the current closure through the dawn to dusk current of the fast rarefaction at the tail magnetopause. (b) *Perpendicular electric fields and plasma bulk flows.* The field-aligned plasma flow with the velocity δu_{\parallel} yields a loss of current carrier particles, and the associated pressure decrease in the central slow region generates the outward propagating fast rarefaction wave with the inward convection flow, V_E due to the inductive electric field, δE_{\perp} . The electrostatic field of the shear Alfvén wave is arising from space charge accumulation due to east-west dependence of the perpendicular currents of the slow rarefaction mode in 3D configuration.

○大家 寛、飯島 雅英、森岡 昭 (東北大学・理学部)

Large Scale Variation of the Plasmasphere in the Period
of Large Magnetic Storm Detected by PWS-Data
Onboard the EXOS-D (Akebono) Satellite

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

The variation of the distribution of the electron density deduced from the upper hybrid wave frequencies of PWS-data (onboard the EXOS-D satellite) shows large scale variation of the plasmasphere through the entire regions violating the state of the diffusive equilibrium, in the times of the large magnetic storm. The behaviors of the plasmasphere are characterized by:

- i) In main phase of the large magnetic storm, the plasmopause is completely destructed.
- ii) Associated with the disappearance of the ring current, extremely enhanced plasma density regions are produced in the region corresponding to the large distortion of the magnetic field due to the ring current.
- iii) Large shaking of the outer plasmasphere takes place after removal of the ring current.

序

EXOS-D (あけぼの) 衛星に搭載されたPWSはその高感度性と高い周波数分解能のため多くの新しい事実をみい出しているが、高域ハイブリッド周波数 (upper hybrid frequency) から求められる電子密度からもプラズマ分布に関する多くの情報もたらされている。特に巨大嵐時には、プラズマ圏に大変動が出現することが明らかになった。

対象とした磁気嵐

本研究では 1989 年における三つの巨大磁気嵐、すなわち、3月13、14日、10月20～24日、及び11月17、18日にわたった現象の他、1991年3月の現象を対象に解析を行った。

結果

- i) 巨大磁気嵐の発生にとともに、特に磁気嵐主相では、プラズマ圏の「崩壊」現象が起こる。この時、プラズマ圏内の密度が $1/2 \sim 1/3$ にもなり大巾に下がる一方、プラズマポーズが全く存在なくなり、外方に連続的に分布する。
- ii) 巨大磁気嵐の回復時に、環電流が消失してゆく磁気管に相当する領域で、プラズマ密度が急上昇を示す (図参照)。
- iii) さらに、磁気嵐の回復が進んだとき、激しい振動が発生する。この変動の振巾は周囲の2～5倍に及び、もはや単なる perturbation ではなく、プラズマ圏構造にかかわるものである。

検討

これらのプラズマ圏の激動は従来全く知られていなかったもので、磁気圏からのエネルギー流入が単に極域を介して行われているのではなく、環電流の発生で代表されるような大規模変動がプラズマ圏に生じ、エネルギー伝播を行っていることが明らかになった。

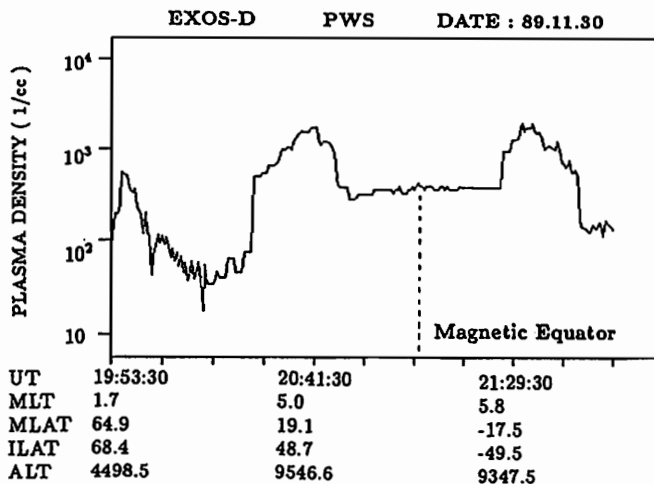


図1
大磁気嵐の回復期に
磁気赤道をはさんで
生ずる電子密度上昇部

THREE-DIMENSIONAL MHD SIMULATION OF THE SOLAR WIND-
MAGNETOSPHERE INTERACTION AND MAPPING ANALYSIS

Tatsuki Ogino¹, Raymond J. Walker² and Maha Ashour-Abdalla²

¹Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

²Institute of Geophysics and Planetary Physics, UCLA, USA

We have developed a high-resolution three-dimensional global magnetohydrodynamic (MHD) simulation model of the interaction between the solar wind and the earth's magnetosphere. With the code, we solved the MHD and Maxwell's equations as an initial value problem by using a modified leap-frog scheme in order to study earth's magnetospheric phenomena in the boundary layers, plasma sheet and polar cap depending on the z-component of interplanetary magnetic field (IMF).

In the simulation, quasi-steady state configurations of the earth's magnetosphere have been obtained for southward IMF ($B_z = -5nT$), no uniform IMF and northward IMF ($B_z = 5nT$), where the parameters of the uniform solar wind were given by the number density of $5/cc$, velocity of $300km/s$ and temperature of $2 \times 10^5 K$. Characteristic features of the earth's magnetosphere such as the bow shock, magnetopause, cusp and plasma sheet are clearly reproduced and also a sunward magnetospheric convection around the earth are created in the magnetotail near the equator. The position of the dayside magnetopause is determined by the solar wind dynamic pressure while the thickness of the boundary depends on the IMF B_z -component. The boundary thickness is greater for northward IMF than that for southward IMF although the magnetopause becomes irregular for southward IMF because of magnetic reconnection, as is understood on the vortex pattern of plasma flow near the flank magnetopause. Moreover, we have tried a mapping analysis of the local time and radial distance between the polar ionosphere and the equator along magnetic field lines, which clearly demonstrates the field distortion due to field aligned currents or magnetospheric convections, and also the magnetopause structure or the boundary of open-closed field lines.

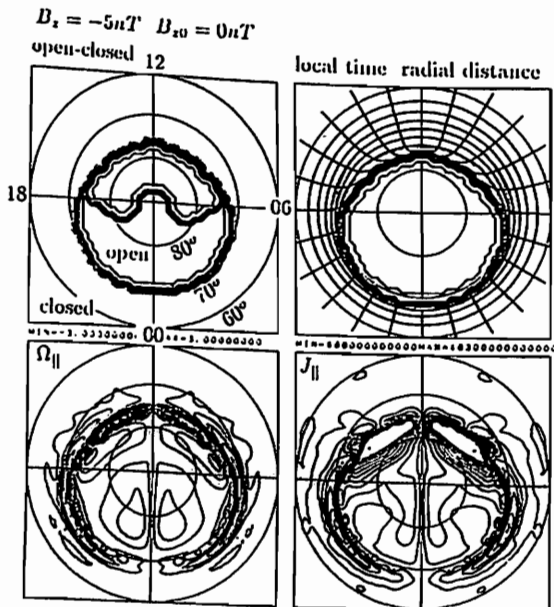


Fig.1. Polar cap structure projected along field lines for southward IMF, $B_z = -5nT$.

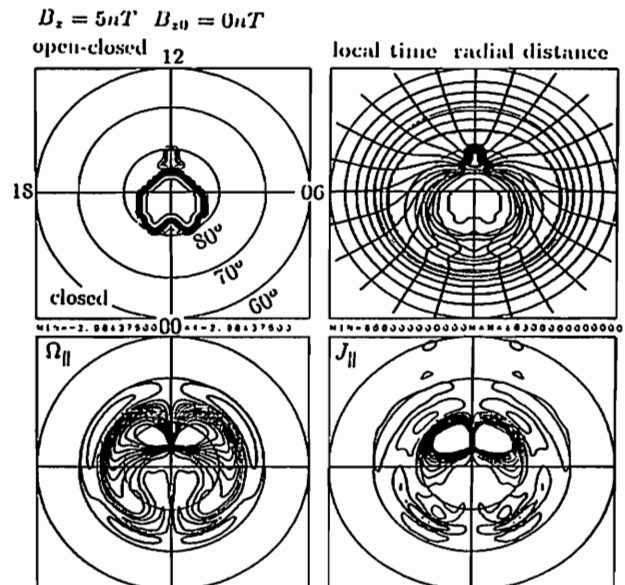


Fig.2. Polar cap structure projected along field lines for northward IMF, $B_z = 5nT$.

S. Minami¹ and I. M. Podgorny²

¹Department of Electrical Engineering, Osaka City University

²Space Research Institute, Moscow

Abstract

Our laboratory measurements indicates a possible existence of quasi-steadystate x-component of the electric field, E_x , that exists in the nightside of the magnetosphere. In our knowledge this has not yet been reported in any space observation. The measured value of the anti-earthward component of electric field in the current sheet is, ≈ 1 V/cm, which is consistent with the calculated value. Fig. 1 shows the laboratory value of the E_x field in the tail. The calculated value by $J \times B_z$ for the real magnetospheric tail is about 1 mV/m, where J and B_z are the y-component sheet current and the z-component of the magnetic field respectively. The estimated value of the potential difference generated along the midnight tail, where the current sheet exists, is of the order of 50 kV for the distance of 5×10^4 km. This generation of E_x in the magnetotail plays important role for the energy source of the auroral arc formation. Our understanding suggests that the auroral arc structure must also be directly

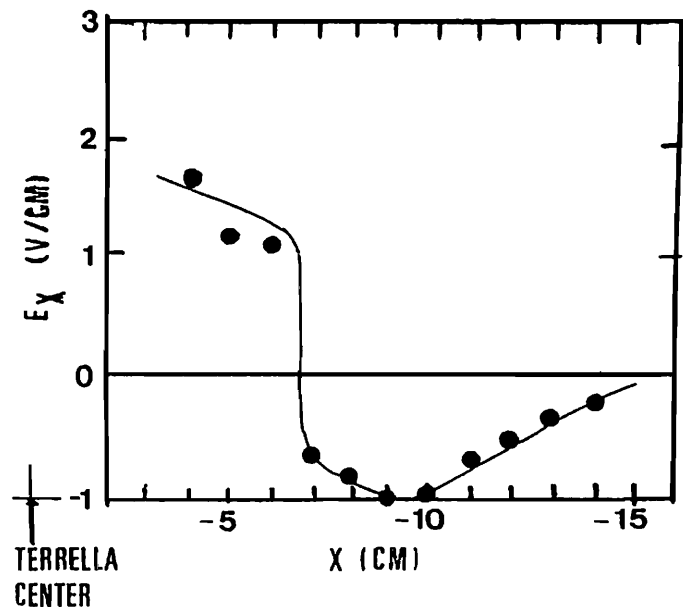


Fig. 1 Measured x component electric field in the tail.

The By effect on plasma convection in the polar region
A. Matsuoaka, K. Tsuruda, A. Nishida, T. Mukai, H. Hayakawa (ISAS)

The feature of the plasma convection in the polar region has been interpreted as to strongly depend on the direction of IMF. There remain, however, several questions which the prevailing interpretation cannot explain. For example, the By component of IMF does not seem to make dawn-dusk symmetrical effect on the flow in the vicinity of the cusp or cleft region. Further, besides the cases when Bz is strong, the feature of convection do not seem to depend on the sign of Bz.

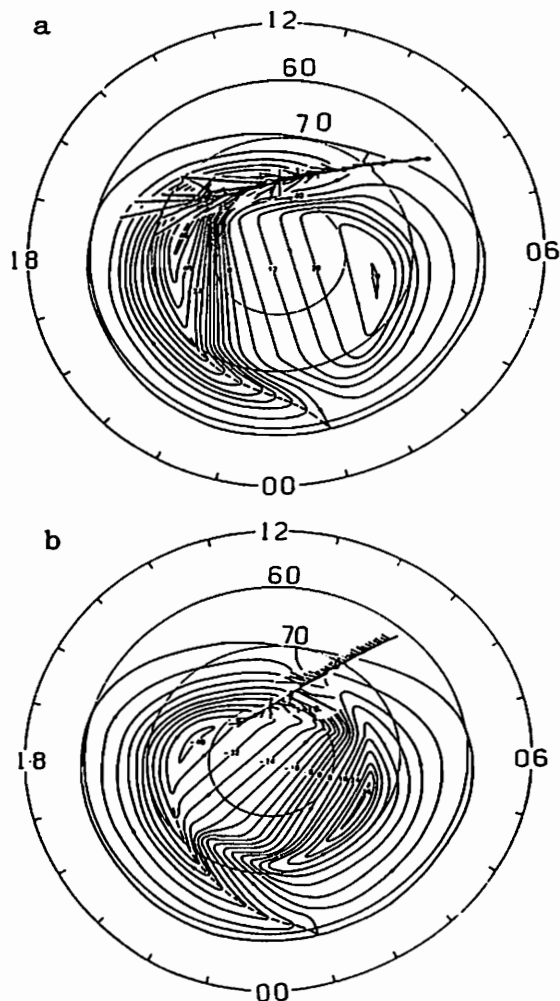
極域における plasma の convection の IMF 依存性に関しては、これまでに多くの観測が成されてきた。また、これらの依存性に対する解釈が、sub-solar point におけるリコネクションを基礎として提唱されてきた。

磁気圏観測衛星 EXOS-D の電場の観測から得られた convection のデータは、大筋ではこれまでの観測結果や解釈と一致することが確認された。しかし、太陽風との相互作用に基づいて convection の物理を考える上で重要ないくつかの項目は、今尚明かになっているとは言えない。

例えば、Heppner and Maynard [1987] の出した統計的な convection のパターンでは、特に cusp - cleft 近傍において IMF の By の効果は朝夕対称的ではない。(図 - a, b) また、EXOS-D の観測結果の中には、時として By を無視するようにも見えるものも少なくない。

また、IMF の Bz 成分が北向きの時は、By に比べて大きくない限りでは open の磁力線上で anti-sunward の流れができ、基本的なパターンは IMF の Bz 成分が南向きの時と変わらない。南向きの IMF の前提のもとに convection への energy input を考える従来の解釈には何等かの修正が必要である。また、磁気圏の状況は常に過渡的であることはもっと重要視されるべきである。

EXOS-D によって得られた電場と粒子のデータ及び IMP-J の IMF のデータを用い、IMF の By の効果に注目しながら convection を解析した結果を報告する。



Heppner and Maynard [1987] による convection のパターンと EXOS-D によって北半球で得られた convection;
a - By < 0, b - By > 0

渡辺成昭、佐川永一、巖本 巖 (通総研)、B.A.Whalen, and A.W.Yau(NRCC Herzberg Institute of Astrophysics)

He⁺⁺ as a Tracer of Solar Wind Penetration into Magnetosphere and its relation to IMF

S.Watanabe, E.Sagawa, I.Iwamoto(Comm.Res.Lab.), B.A.Whalen and A.W.Yau(NRCC Herzberg Institute of Astrophysics)

Low energy He⁺⁺ can be used as a tracer of the solar wind penetration into the magnetosphere near the cusp region using the Suprathermal Ion Mass Spectrometer (SMS) onboard the EXOS-D(AKEBONO) satellite, since He⁺⁺ is the major component of the solar wind plasma although a minor component of the magnetospheric plasma. At high latitude region traversed by the AKEBONO satellite, the flux of suprathermal M/Q=2 ions is not large in usual condition. However, large flux of M/Q=2 ions with the density ratio to H⁺ of ~ 10⁻¹ were sometimes observed near the cusp region. Comparison with IMP-8 data suggests that the IMF controls the He⁺⁺ penetration into the magnetosphere from the solar wind. The large flux of the cold He⁺⁺ near polar cusp region seems to be associated with the negative By and Bz of IMF. Locations of He⁺⁺ are controlled by IMF:By and Kp index.

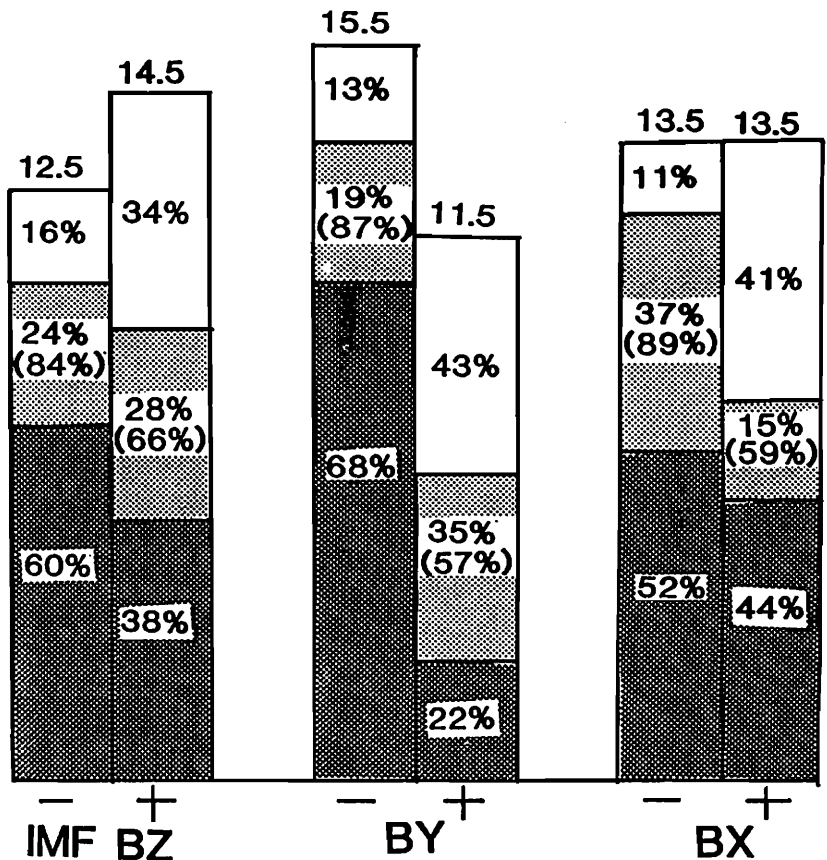
地球磁気圏では微少成分であるHe⁺⁺も太陽風の中では主要な成分である。この特性を利用すれば太陽風イオンのCUSP/CLEFTより侵入する様を描くトレーサとして使う事が出来る。

SMSは磁気圏に侵入し減速された太陽風He⁺⁺を測定できる。次の全ての条件を満たすパスは極めて少ない。

- * SMSが低エネルギー-Mass Scan Modeになっている。
 - * IMP8がIMFを測定している。
 - * 不変磁気緯度が80度を越えるパスである。
 - * 高度は5000Kmを越える。
 - * 昼側。
- 尚、軌道の状況により1990年1月~4月までの期間を選んだ。

これらのパスについて統計としては母数が少ないが、IMFのBy, Bzが負の時、相対的に多量のHe⁺⁺が観測された。He⁺⁺の出現する経度緯度はByとKp indexに相関がある。

謝辞) IMP8-IMFデータを提供して戴いたR.P.Lepping(NASA GSFC) 博士に感謝致します。



IMF DEPENDENCE OF OCCURRENCE PROBABILITY OF M/Q = 2 IONS

Densely shaded area: passes in which M/Q=2 ion count rate > 10² counts s⁻¹.
 Lightly shaded area: passes in which M/Q=2 ions were present; rate < 10² s⁻¹.
 Unshaded areas: passes in which M/Q=2 ions were absent.

A11-06 極周辺イオン降下の起源

西田 篤弘、 向井 利典、 早川 基 (宇宙科学研究所)

Origin of Circumpolar Ion Precipitation (CPIP)

A. Nishida, T. Mukai, H. Hayakawa (ISAS)

Ions with energies of several hundred eV to a few keV precipitate along the border of the polar cap. According to observations by AKEBONO, these ions drift sunward and their outer part is on open field lines. Hence they do not correspond to cleft/LLBL or closed field line region of the PBS. The latitudinal width of the CPIP is only several times the proton Larmor radius in the weak magnetic field of the tail, and an acceleration mechanism seems to operate in the region encompassing the boundary surface of the plasma sheet.

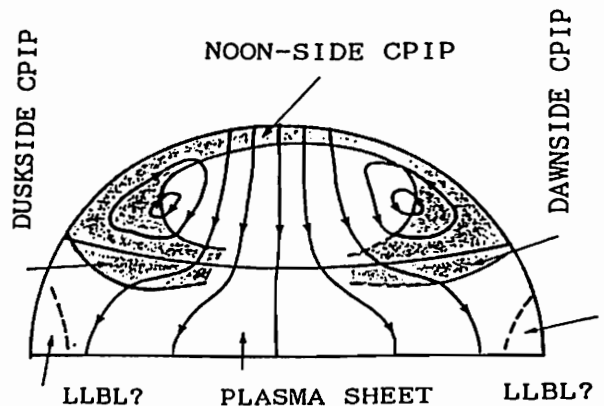
極冠域の周辺には数百eVから数keVのエネルギーを持つイオンが降下している。この領域は磁力線によって磁気圏表面やプラズマシート境界面に投影されるところであるため、これらのイオン（極周辺イオン降下：Circumpolar ion precipitation:CPIPとよぶことにする）はカスプから侵入した太陽風プラズマ、低緯度境界層(LLBL)を経て降下する太陽風起源のプラズマ、またはプラズマシート境界層(BPS)のプラズマであると考えられてきた。

しかし「あけぼの」の観測によると、朝夕のCPIPのほとんどの領域でプラズマ流速は太陽向きであるため、高高度のcleft/LLBLが朝夕のCPIPにつながっているというモデルは成り立たない。また極冠域をpolar rainとよばれる太陽風電子が満たしている時には、CPIP領域の半ばまでpolar rainが広がっているため、この領域は開いた磁力線の上にあるものと思われ、閉じた磁力線から成るプラズマシートにCPIPの全域がつながっているというモデルにも無理がある。これらのことはIMFの南北極性が正のときにも負のときにもいえることである。

CPIPを磁力線にそって投影すると、図に示すようにプラズマシートの境界を挟む領域になると思われる。その一部はプラズマシート

の外にあり一部は中であって、イオンは尾部の朝側または夕側の境界面に向かってドリフトしており、これが低高度での太陽向きの流れに対応している。夜間にはCPIPは見られない（あるいは昼間と様相が異なる）ので、CPIPに対応する尾部の領域は真夜中付近には存在しない。

CPIPの幅は尾部の弱い磁場のもとでの陽子のラーマー半径の数倍程度である。プラズマシートの境界面を含むこの程度の幅の領域でCPIPのイオンが作られているようである。



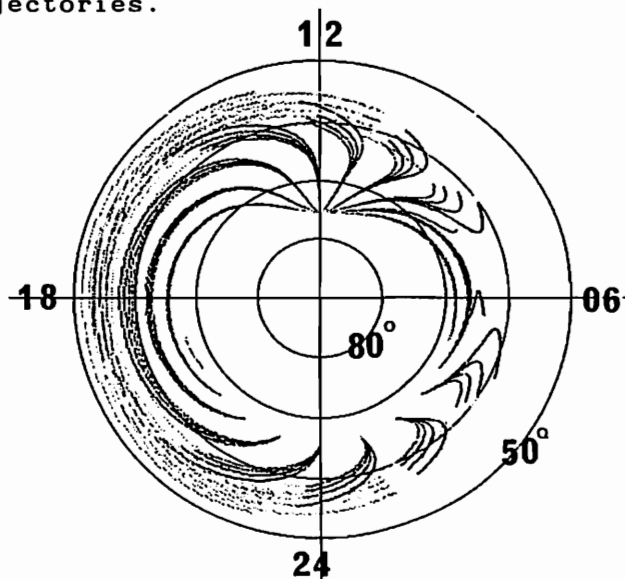
鶴田 浩一郎、 向井 利典、 早川 基 (宇宙研)

ION PRECIPITATION AND CONVECTION ELECTRIC FIELD NEAR THE CUSP

K.Tsuruda, T.Mukai, and H.Hayakawa (ISAS)

KeV range ion precipitations observed near the open/close boundary of the magnetosphere frequently show energy dispersion from the morning to noon sector. This dispersion can be interpreted by the velocity filter effect on the ions coming from the dayside cusp. These ion precipitations often observed in the region where convection is sunward suggest that they originate from the plasma sheath. With these observations we came to an idea that some of the ions usually interpreted as 'cusp ions' originate in the plasma sheath. To test this idea we have calculated the trajectories of ions injected from the plasma sheath and their energy change along the trajectories.

たにははがるるたおで向事た一が疑めルを的にブに一ラお投ブ一傾
 じ近しンとえすまいて度にのいのンうかデ道備道スえのブ)にスギウ
 閉付がオこ考釈。下し緯向らてンオい確モ軌予軌力考果のV層カルい
 て界ンイるを解い降致高方れえオイトを場のはびるの結Rem離がネと
 け境オのれ向と多と一し陽こ考イのか点磁ン算及れと算R2電ンエー
 かのいらさ方ンも点も少太。とた源いののオ計道さい計0.のオてギ
 に線るれ釈のオ合化した反いンっ起なこのイの軌測なは10mイッル
 午力あこ解場イ場変すしら多才持トは。ンの回の観きの+(kのなエ
 正磁の。と電ブいの必滅かがイを一でたネで今ンてでも、場0てもエ
 らた散るン、スなきは消向とブ散シのっガ中。オけ視た8電2全とい
 かい分れオが力で向とが方コス分まる至チのたいか無し+、1てに高
 方開一さいるも当の点ン陽るカーズいに、そみがには示し度し化で
 けとギ測のあし適場減オ太え、ギラてつにてる午性に。入高映変側
 明線ル観ブでずが電消イが変らルブし持めっしあ正能図。投を反の度
 力ネばス通必と流のず流をかネに入をた使算でら可。8をれを度緯
 磁エし力普とこ対ンら対き実エ部混いるを計みかる。ンこ微強低



の方あ、オて特場一、
 算けで、10イの磁ギ
 の計明源、1の跡ルギ
 の、起、-V追デとネ
 ンらト、=eをモノエ
 オか、Y00化ココい
 イ子シ、0変ン。低
 の様マ、e9のネるで
 度の化ラ、R-道ガ側
 0変ブ、80軌ちて度
 9変ブ、=30る。っ緯
 角一が、Xらにあにめ
 チギ部、か配で果た
 ンル、がト勾の結るる。
 ビネの、一場もるすれ
 でエン。る一磁たま化現
 のたオたあシ磁たま化現
 もっイっでマびし集変が
 な沿的至例ズよ影にも向

白井仁人¹⁾、前沢例¹⁾、向井利典²⁾、賀谷信幸³⁾、鶴田浩一郎²⁾、早川基²⁾
 1) 名古屋大学、2) 宇宙科学研究所、3) 神戸大学工学部

Relation between the Polar Rain Intensity and the Convection Velocity

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

Polar rain is the smoothly varying, weak, and low-energy electron flux observed in the polar cap. Its origin is thought to be the solar wind strahl electrons which have access to the magnetotail via reconnected field lines. We present the examples of the correlation between the polar rain flux and the polar cap electric field which were observed simultaneously by the Akebono satellite. The correlation is found to be high, with the correlation coefficient $r > 0.7$ for 65% of our data. In order to account for this correlation, we adopt a model in which some of the strahl electrons are scattered in the magnetosheath and cannot make its way to the magnetosphere. In our model, the polar rain flux in a region of weak convection should be weaker than in a region of strong convection, because the electrons have been scattered in the magnetosheath for a longer time for slowly convecting field lines.

POLAR RAIN は、POLAR CAP内で観測される低エネルギーでフラックスの弱い電子の降り込みである。その起源は太陽風中の STRAIL ELECTRONという非常に磁力線に沿った成分であり、この電子が開いた磁力線に沿って地球磁気圏内に入り、低高度で POLAR RAIN として観測されると考えられている。したがって、POLAR RAINの性質を調べることは、太陽風粒子の地球磁気圏への入射過程、地球磁気圏の構造 (POLAR CAP BOUNDARY) 等を考える上で非常に重要である。

POLAR CAP内の POLAR RAINの分布が dawn-dusk asymmetry を持ち、それが IMF Byによってコントロールされていることが Meng et al.[1977]によって指摘されている。我々は、こうした POLAR CAP内の POLAR RAIN の分布に注目し、これと同時に観測された対流速度 (電場) との対応を研究してきた。そしてこの2つが POLAR CAP内でとてもよく似た変化をする例をいくつか示した。

今回はこれらの相関を統計的に調べ、全バスのうち POLAR RAIN と対流速度の相関がよいバスがどの程度あるのかを見る。また、同時に IMFとの比較を行い、総合的にPOLAR RAIN の磁気圏への入射過程について述べる予定である。

図1は1990年3月20日第6バスで観測された POLAR RAINと同時刻の対流電場のSCATTER PLOTである。反太陽方向の対流速度を表す電場Y成分を横軸として、縦軸に POLAR RAIN FLUXの対数が PLOT されている。相関係数は 0.773 で正の良い相関を持っていたことがわかる。また、こうした相関係数に対するバスの頻度分布が図2に表されている。(POLAR RAIN FLUXが DAWN-DUSK方向に変化している) 全てのバスに対する、各相関係数ごと (0.1間隔) の割合が示されている。全体の90%以上のバスで正の相関があり、そのうち65%以上のバスが 0.7以上の良い相関係数を持っていた。

これらのことは IMFによるそれらのコントロールにおいて両者の間に密接な関係があることを示唆している。このことから、我々は POLAR RAIN は対流速度を通して IMF によってコントロールされると考えた。そして、シース中の波による散乱のために POLAR RAIN FLUX が減少するというモデルを考え、これによって上の関係を次のように説明した (図3)。対流速度の遅い磁力線はリコネクションをして(A)から観測点(B)にくるまでに より長い時間がかかる。このためシース中にある磁力線の長さ(BC)がより長くなり、この磁力線を通ってくる粒子はより長い時間シース中にあることになる。従って、これらの粒子はより多く散乱されるため、フラックスが小さくなる。こうして遅い対流速度の磁力線を通って来る粒子ほどフラックスが小さくなることになる。

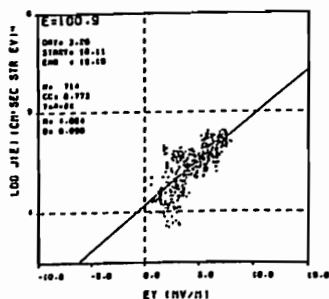


Fig.1

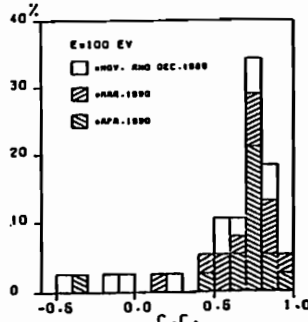


Fig.2

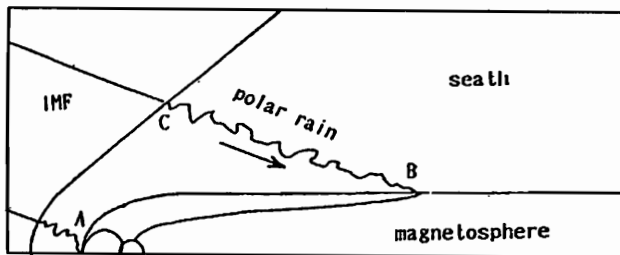


Fig.3

共役点における
地磁気変動の統計的特性

橋本久美子¹、佐藤夏雄²、楠瀬昌彦¹

¹高知大学理学部、²国立極地研究所

Statistical study on the conjugacy of geomagnetic field variations

Hashimoto, K.¹, N. Sato², M. Kusunose¹

¹Kohti University, ²NIPR

Simultaneous observation of geomagnetic variations has been continuously carried out at the Syowa-Iceland conjugate pair stations. In order to clarify the difference of the ionospheric current system between summer and winter hemisphere, we examined the relationships of geomagnetic variations at these stations statistically.

南極昭和基地-アイスランド(Husafell, Tjorness, Aedeý) 地磁気共役点に於て地磁気の連続観測が行われている。一本の磁力線が結ばれている地球の南北両半球の地磁気共役点では季節が逆である。両観測点では日照効果により電離層の電気伝導度が違い、そしてそこに存在する電流系にも季節による変化が現れるはずである。そこで南北両半球で同時に観測された地磁気の変動量の相関を調べた。

Fig. 1は、地磁気のH成分の変動量の10分間平均データの比(SYOW/AEDEY)を1990年1月の比較的荒れた15日分を重ねてプロットしたものである。0900-2100UTでは両観測点とも正(北向き)の変動がみられる。特に1200-2000UTではSYOW(夏半球)がAEDEY(冬半球)の2-3倍の変動になっているのがわかる。

Fig. 2は、1989年9月と12月の両観測点の地磁気のH成分の全時間帯における変動量の相関図である。解析の結果、以下の事がわかった。

- 1, 1300-2000UTでの地磁気変動は、夏季が冬季の2-3倍程大きい。
- 2, 地磁気が北向きの変動の場合(1000-2200UT)、その変動量に季節による変化がみられる。しかし、南向きの場合(0000-1000UT, 2200-2400 UT)には、季節による変化はかなり小さい。

特に結果の2は、極域の電離層電流系に及ぼす日照効果(伝導度など)が小さい領域が存在すると考えられる。

講演ではさらに、他の成分について、またIMFや磁気活動度の影響について考察する。

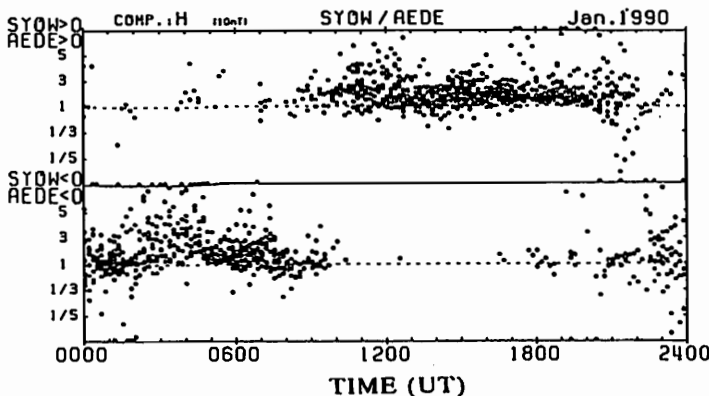
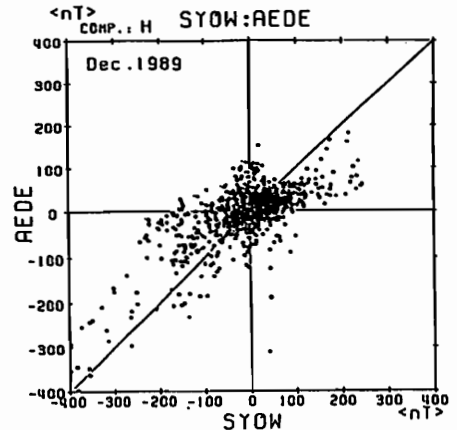
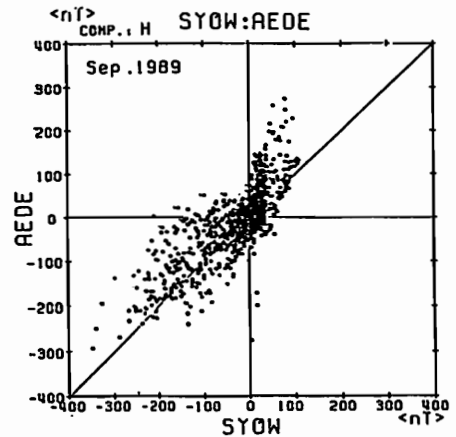


Fig. 1

Fig. 2

GEOTAIL衛星搭載三次元プラズマ観測器 LEP-EA の特性と 機上データ処理精度の評価

°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(京大理/宇宙研)

Characteristics of the 3-D plasma analyzers (LEP-EA) onboard GEOTAIL

Yoshifumi Saito (*/**) Toshifumi Mukai (**)
Shinobu Machida (**)
Masafumi Hirahara (*/**)

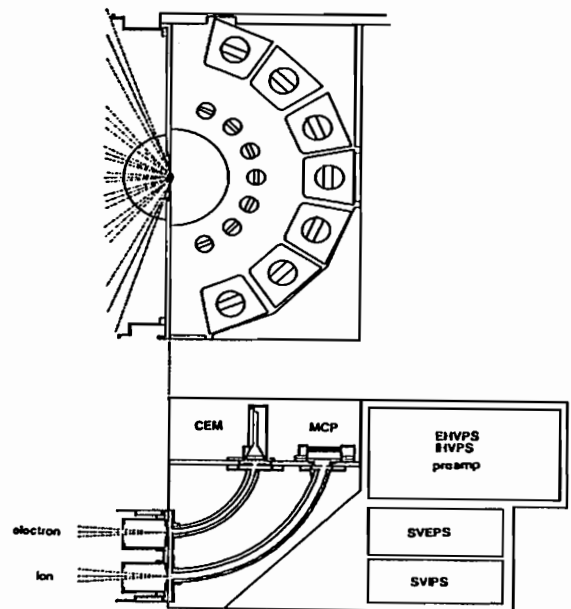
(*) Faculty of Science, Kyoto University

(**) Institute of Space and Astronautical Science

The LEP-EA (Low Energy Particle instrument - Energy Analyzer) will be carried onboard GEOTAIL which will be launched in July, 1992. The instrument can measure the 3-dimensional distribution function of both electrons and ions separately and simultaneously. Velocity moments (number density, bulk velocity, pressure tensor, and heat flux tensor) are calculated by DSP (digital signal processor) on the satellite from the count rate data obtained by LEP-EA. Characteristics of the LEP-EA and the estimation of the accuracy of the velocity moment calculation are presented.

GEOTAIL衛星は1992年7月、地球磁気圏尾部の諸現象を調べる事を主目的として打ち上げられる。この衛星には磁気圏尾部に於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、サブストームに於けるプラズマ粒子の果たす役割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-EA)が搭載される。LEP-EA(以下EAと略す)は、上記の現象を解明するため三次元プラズマ分布関数の高時間分解能、高角度分解能による観測を行うべく設計された。下図はEAの概略図である。EAはイオン、エレクトロンの各々を別々にかつ同時に測定する2組の1/4球型電極、イオンを検出するMCP、エレクトロンを検出するCEM、高圧電源、プリアンプから構成される。EAは衛星のスピンの軸に垂直な面に対し、 0° 、 $\pm 22.5^\circ$ 、 $\pm 45^\circ$ 、 $\pm 67.5^\circ$ の7つのチャンネルを持っており、各チャンネルの視野角は 10° (チャンネル方向) \times 12° (スピン方向)となっている。衛星のスピンの周期は約3秒であり、観測は1スピンを16等分したセクタの単位でスピンに同期して行われる。イオンの測定エネルギー範囲は $7\text{eV}/Q \sim 42\text{keV}/Q$ 、エレクトロンの測定エネルギー範囲は $6\text{eV} \sim 36\text{keV}$ であり、1セクタ間(187.5msec)に32ステップで測定範囲のエネルギー掃引が行われる。テレメータ容量の制限上、得られる全てのカウントデータを送る事はできないので、得られたカウントデータは各セクタ、各エネルギーステップ毎に4スピン(12sec)分の加算を行った後に伝送する。更に、高時間分解能のデータを得るため、4セクタ毎に機上でDSPによる高速モーメ

ント計算を行い、その結果も合わせて伝送する。この計算に於ては3次元のモーメント、すなわち密度、速度ベクトル、圧力テンソル、熱流束テンソルが計算される。本講演では、EAの特性の理論予想値と実験値との比較、予想される粒子フラックスを用いたセンサ特性の評価、並びに高速モーメント計算の精度の評価について報告する。



°佐藤 裕明¹, 筒井 稔¹, 小嶋 浩嗣¹, 長野 勇², 岡田 敏美³, 松本 敏¹, 向井 利典⁴, 川口 正芳⁵

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. 富山県立大学工学部, 4. 宇宙科学研究所, 5. 日本電気宇宙開発課

Magnetic Radiations from Harness Wires of GEOTAIL Spacecraft

°H.Sato¹, M.Tsutsui¹, H.Kojima¹, I.Nagano², T.Okada³, H.Matsumoto¹, T.Mukai⁴, M.Kawaguchi⁵

1. Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

2. Department of Electrical Engineering, Kanazawa University

3. Department of Electronics & Infomatics, Toyama Prefectural University

4. Institute Space and Aeronautical Science

5. Space Development Division, NEC Corporation

Radiation properties of magnetic noise from harness wires of GEOTAIL spacecraft have been studied using a minimum set of subsystems. The result showed that the noise intensity was largely changed by the existence of conductive plate near the wires. This change can be explained by eddy currents induced in the conductive plate. Numerical calculations of magnetic flux density caused by the source and the eddy currents provide the consistent results with those in the experiment. The result obtained in this study provides us an important information for a method of reducing the intensity of radiated noise from harness wires of spacecraft.

現在、文部省宇宙科学研究所を中心に準備が進められている科学衛星 GEOTAIL は、地球磁気圏尾部のプラズマダイナミクスの研究を目的としており、来年の7月に打ち上げが予定されている。

その数々の計測機器の内、PWI (Plasma Wave Instrument) はプラズマ波動の電界2成分、磁場3成分を観測することになっている。それら成分は実波形として得ることができるため、それらの振幅、位相情報からプラズマ波動のk-ベクトルの算出が予定されている。しかし、地球磁気圏尾部の領域の電磁波強度は非常に微弱なため、衛星自身から発生するノイズがデータに混入することは、十分な精度でk-ベクトルを求めることの妨げとなる。そのために本衛星では徹底した EMI (ElectroMagnetic Interference) の対策がなされている。その具体的な方法として、PWI センサーの位置におけるノイズの規制値を決定し、各単体機器の放射ノイズが規制値内に収まるよう改善することが行われている。

日本の科学衛星においてこのような系統だった EMC (ElectroMagnetic Compatibility) 対策が行われるのは今回が初めての試みであったが、多くのノイズ測定実験の結果、放射ノイズの性格やその対策方法などが次第に明らかになってきた。その明らかになったノイズ源の中に計装線からのノイズ放射がある。すなわち、各単体機器と DHU (Data Handling Unit) とを結ぶ信号線とそれらの機器の電源ラインによって一つの閉ループが形成され、そこに電流が流れることによって生じる磁場放射である。このノイズは当初 GEOTAIL の規制値を大きく上回っていたが、閉ループの面積を極力小さくするように配線し直すことにより改善がなされた。この改善を行うにあたり、そのノイズの性質を調べるため、衛星の機器の一部を使った簡単な構成による

ノイズ放射の測定実験が行われた。その結果、この信号線に近接して導体板が存在すると、流れる電流に起因した渦電流が導体上に逆方向に流れるであろうことが予想された。この効果はノイズの抑制に大きな役割を果たすことが考えられるので、この影響をさらに詳しく調べるために、計算機を用いた有限要素法解析の手法によって渦電流を求め、合成磁界強度の数値計算を行った。その結果、導体板によるノイズ減衰の効果は計装線と導体板の距離に依存することが明らかとなり(下図参照)、導体板に密着するような配線を行うことによってノイズ放射の減衰が図れることが分かった。

この結果は今後の衛星における計装線の配線方法に対する有用な提言となるものと思われる。

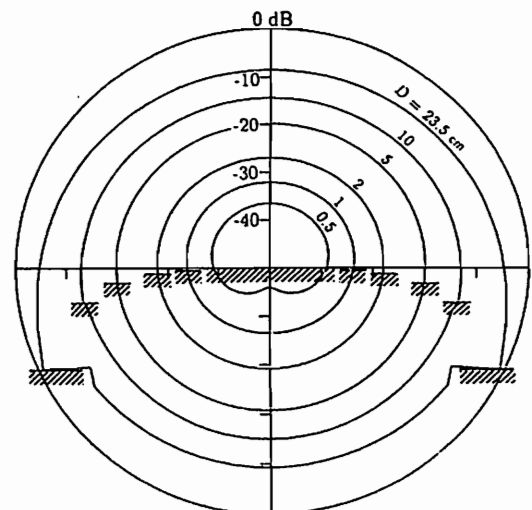


図. 電流-アルミ板間距離の違いによる放射磁界強度

A11-P12 MAGSATデータから推定される磁気圏電流の構造

鈴木亮 (佐賀大教養)・福島直 (東大)

On Magnetospheric Current Distributions Deduced from MAGSAT Data

Akira Suzuki¹ and Naoshi Fukushima²

¹College of Liberal Arts, Saga University

²University of Tokyo

We concluded previously that the space currents of a few million amperes flow below the Magsat level antisunwards on disturbed days. On such occasions the time change of current intensity strongly resembles the time change of AE indices. On quiet days the current intensity becomes nearly one order of magnitude smaller. Afterwards we found an unusual day, i.e. May 10, 1980, on which, though the surface magnetic field was very calm, strong currents comparable to disturbed days flow sunwards contrarily to disturbed days. So far we do not have similar example except this day, but we found many characteristic features of Magsat fields through the study inquiring the special features on May 10.

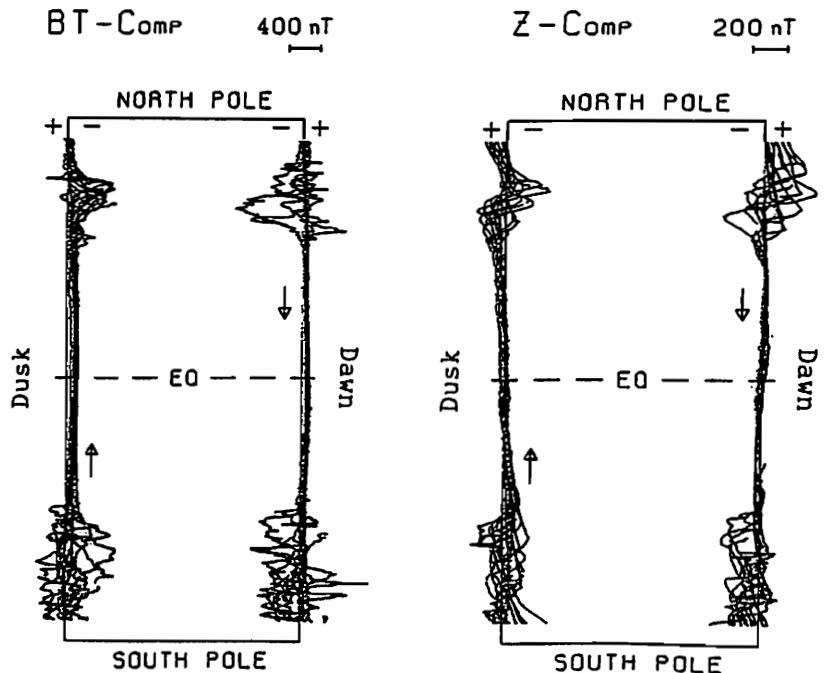
以前我々は、アンペールの定理を応用して、MAGSAT衛星の軌道が囲む面を横切る電流を求めることを試みた。アンペールの定理とは、磁場の積分路にその成分を一周積分したものは積分路が囲む電流の強さの4π倍になるというものである。その結果、地磁気擾乱日には電流が太陽から真夜中に向かう方向に流れ、その強さの時間変動はAEインデックスの変動に非常によく似ていることを報告した(Suzuki et al., JGR, 1985)。

静穏日には電流は1桁近く弱くなる。ところがその後、あきらかに静穏日でありながら、5月10日には擾乱日と逆に強い電流が、真夜中から太陽向きに流れることを発見した。(1980年5月10日, ΣK_p=15, AE indexの平均は80) 静穏日に電流が太陽向きになることは多いが、この日のように強い例は見つかっていない。まだ解析例が30日程度と少ないが、他の例を見つけないし、原因をつかみたい。原因を調べるための図をいろいろ描くうち、MAGSAT衛星の観測したいくつかの特徴的な磁場変化が見えてきたので、それらを発表したい。

下の図は磁場の軌道方向成分(B_r, 左)とZ成分(右)をまる1日分重ねてプロットしたものである。長方形の枠の左半分が18°、右半分が06°の子午面で、衛星は18°の子午面を北方に向かい、06°の子午面を南方に下る軌道を90分ごとに回っている。B_r成分は積分

路に沿う方向をプラスとしているので、大まかに言えば、夕方は北向き磁場がプラスで、朝方は南向きがプラスである。縦軸は地理緯度である。図を描くとき、長方形の外向きをプラスの方向にしているので、軌道を書く電流が太陽向きであれば磁場のカーブは外に膨らむこととなる。ここに示したのはかなり荒れた日であるが、B_rの1周積分に効いて来るのは結局、極域の電流であることが分かる。中低緯度の磁場は非常に変動が少ないが、朝晩対称ではなく、常に夕方の方が強い磁場を示す。極域では南が常に北よりも不規則な変化を示すが、これは軌道が完全に18° 06°子午面でなく、北で昼側に、南で夜側に入り込むためであろう。

NOV 13, 1979



A11-P13 フラックスゲート磁力計の検定及び出力シミュレーション装置の開発

遠山 文雄 ・ 高野 康行 (東海大工)

Development of the magnetic field control system for fluxgate magnetometers

F. Tohyama and Y. Takano (Tokai Univ.)

It is difficult to calibrate on the ground for sensitivity, electrical offset and rectangularity of tri-axial sensor.

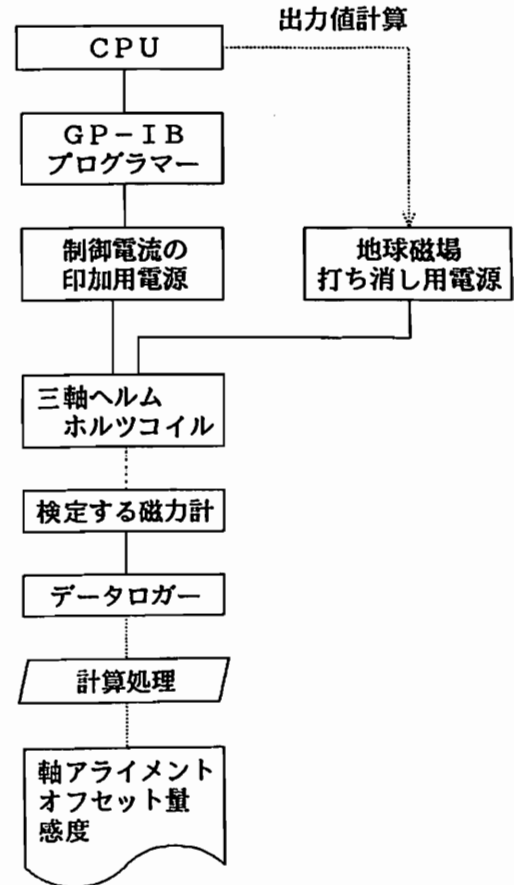
We develop a coil control system of magnetic field by use of tri-axial Helmholtz coil and computer. Computed and controlled currents are driven to the tri-axial coil system by many DC power supplies. It can simulate the changes of geomagnetic field by a motion of vehicle without sensor rotating.

From the data of magnetometer, it will be able to determine sensitivity, offset value and discrepancy of rectangularity.

近年の宇宙空間の磁場計測には高感度の磁力計が搭載され、得られたデータの高精度解析を行なうために磁力計の精密な感度や磁気オフセット量を地上試験で精密に把握することが必要である。しかし地上での検定方法は、ソフトウェアを含めて、確立しておらず、高い精度の検定が難しいというのが現状である。これまでの検定方法の一つとして、ヘルムホルツコイルを用いて、コイル中央にセンサを置き、定電流による印加磁場内の測定データから磁力計の感度や磁気オフセット量を測定してきた。しかしこの測定精度はセンサ軸精度やコイル定数等に左右される。そこでセンサの非直交性や感度、磁気オフセット量を同時に算出し、あわせて宇宙空間での飛行体の運動による磁力計出力のシミュレーションを行なえる磁力計検定装置を開発する。

電流制御はGP-IBインターフェイスを用いて、コンピュータはクロック周波数20MHzのCPUに演算処理プロセッサを取り付け高速化を図る。ヘルムホルツコイルは1成分に対し、地球磁場の打ち消し用と制御電流の印加用の2組を用いる。コイルの非直交性は三軸精密回転台上の1成分磁力計であらかじめ測定し、軸が直交していない分もプログラム上で補正して、制御電流を印加し、三軸が直交している時の変動磁場を与えるようにする。

磁力計の三成分データはデータロガーに記録され、計算処理を行なって、磁力計の感度、磁気オフセット量およびセンサ自身の軸アライメントを算出する。



□ 磁気圏プラズマ波動 (I)

A12-01~05, -P14~17

座長 森岡 昭 (東北大理)
三澤浩昭 (名大STE研)

□ 磁気圏プラズマ波動 (II)

A12-06~10, -P18~20

座長 長野 勇 (金沢大工)
宮武貞夫 (電通大)

□ 磁気圏プラズマ波動 (III)

A12-11~16, -P21~23

座長 富澤一郎 (電通大)
中村義勝 (通総研)

A12-01 銀河中心デカメートル・パルサーの多周波数観測

° 福崎 順洋、大家 寛、飯島 雅英、森岡 昭、永瀬 文昭
東北大・理学部

Multi-frequency Observation of Decametric Pulsar in our Galactic Center

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

The decametric pulsar with the period of 421.602 ± 0.01 msec has been observed in a frequency range from 25 to 30 MHz since 1984. In the present investigation, further wide frequency range observations at 21.86 MHz and 37.93 MHz have been carried out using 3 observation stations of the Tohoku University Decameter Observatory. The results show clear images of the same forms obtained in the previous observations up to 38 MHz.

1. 序

1984年に発見された (Oya et al., 1988)、デカメートル波帯 Pulsar は、1983年～1990年までの定常観測により、その Pulse が 421.602 msec の周期を持ち、銀河雑音レベルに対し、そのパワーが、0.6% という非常に S/N 比の低い信号であるが、その Pulse 波形は Box-car method によって明確に検出されている。その観測周波数は 25-30 MHz まで進められていたが、本研究では、更に高い周波数帯域で新たに観測を行い、Pulse 波形の検出を試みた。

2. 手法

東北大のデカメータ電波観測ステーションにおいて、観測周波数 20-40 MHz でデカメータ電波が観測されている。システムは、3 Stage-Super Heterodyne 方式により、最終信号は 1 kHz に Down convert され、テレメータで仙台に伝送され、リアルタイムで A/D 変換される。デジタル化された観測データは、Boxcar-method を適用し、Pulse 波形を再現する。

3. 観測結果

今回の観測は、20-40 MHz 帯の5つの周波数について行い、その内、21.86 MHz, 37.93 MHz の2つの場合について、それぞれ30時間、9時間分のデータの解析を行った。いずれの場合も、従来の観測によって検出された Pulse 波形と類似した波形が確認された。

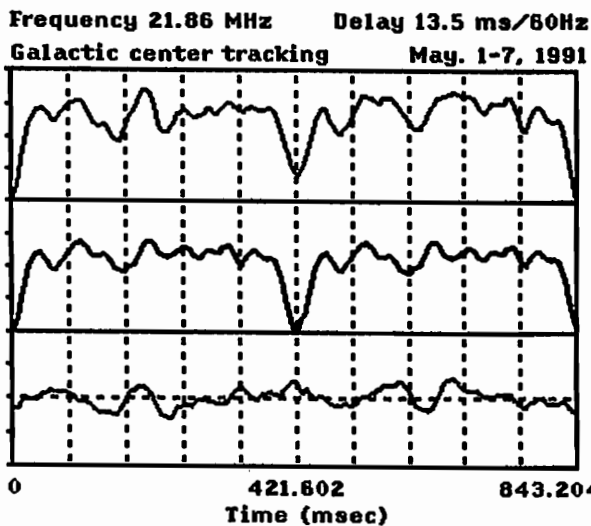


Fig.1 21.86 MHz で観測されたパルス波形

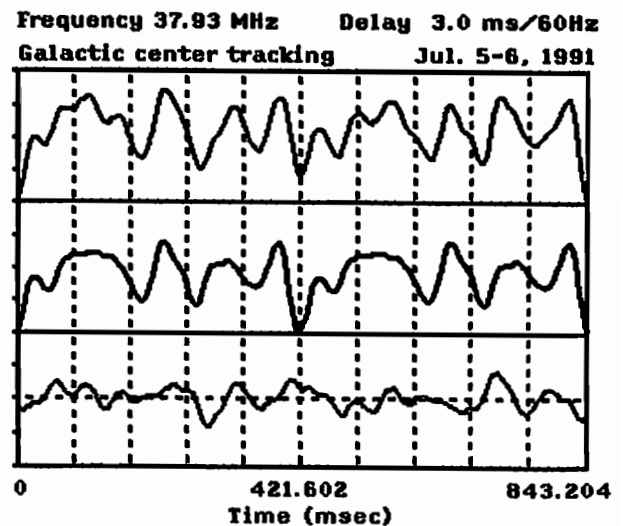


Fig.2 37.93 MHz で観測されたパルス波形

任意速度分布プラズマ中での線形モード解析とその応用

° 武田 知弘 松本 紘 大村 善治 筒井 稔 小嶋 浩嗣
京都大学超高周電波研究センター

LINEAR ANALYSIS OF WAVE MODE IN PLASMA WITH ARBITRARY
VELOCITY DISTRIBUTION AND ITS APPLICATION

°Tomohiro TAKEDA Hiroshi MATSUMOTO Yoshiharu OMURA Minoru TSUTSUI Hirotsugu KOJIMA
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University.

We have developed the dispersion solver in the magnetized plasma these past several years. It can be applied to the plasma with not only "Maxwellian" and "Loss-corn" velocity distribution but also arbitrary given distribution. However, in the latter case, the dispersion solver needs a lot of CPU time because of integrating the velocity distribution consisting of discrete data. In this presentation, we show how we have improved the program and its application to the analysis of the data from both satellite and simulation.

磁化プラズマ中の波動の分散関係数値解析プログラム (dispersion solver) は波動のモード解析を行う上で非常に有用である。これまで我々の研究室で開発されてきた dispersion solver は主に速度分布関数を Maxwell 分布、あるいはロスコーン分布として与えたものであった。しかし、実際の衛星の観測データ、あるいは計算機実験によるデータを用いて解析を行う場合、速度分布関数は任意の形で、しかも離散的な値で与えられることになる。そのため我々の研究室では、4年前に任意の速度分布に対する dispersion solver が開発された。しかし、任意の速度分布に対応する分散関係式を解くには速度空間を格子状に切って、その格子点上における離散的なデータを用いて速度空間上の数値積分を行わなければならない。そのため計算時間が非常にかかるというのが最大の問題であった。そこでこれを改良するため、これまで分散関係式の求解方法をセカント法からマラー法に変更し、プログラムのベクトル化にとり組んできた。さらに対話形式で行っている dispersion solver をバッチ処理形式でも行えるように変更する。

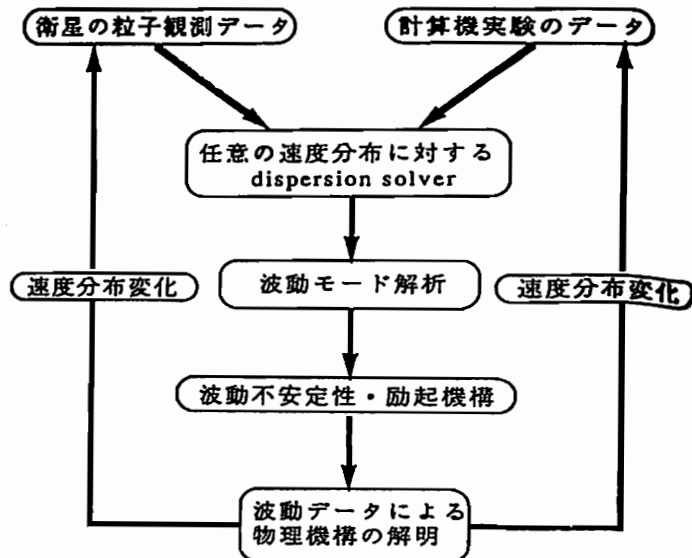
また、この任意の速度分布に対する dispersion solver による解析の応用として、右図に示すように衛星の粒子観測の速度分布のデータを用い、波動のモード解析を行うことによって、不安定性の有無、波動の励起機構を調べ、それを波動観測のデータの解析に役立てることができる。さらに計算機実験においてもその結果から速度分布関数を導出して、波動モード解析を行うことにより同様

な解析が可能となる。来年の7月に打ち上げ予定の磁気圏尾部を探索する科学衛星 GEOTAIL の波動観測においても、この dispersion solver による解析は磁気圏尾部のプラズマの物理機構の解明に役立つと思われる。

今回の発表では、改良された dispersion solver について述べ、さらにそのデータ解析への応用方法についていくつかの例とともに示す。

参考文献

- [1] 植木 勉 他、第 81 回 SGEPPS, 講演予稿集



A12-03

Oblique Whistler and Electrostatic Instabilities in the Magnetosphere: Linear Growth Rates and Particle Simulations

YongLiang Zhang, Hiroshi Matsumoto, and Yoshiharu Omura

Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University, Uji 611

Competing processes of electrostatic mode and whistler mode instabilities induced by an electron beam for different angles (between the wavenumber vector \vec{k} and the background static magnetic field \vec{B}_0) are studied by a linear growth rate analysis and an electromagnetic particle simulation. We assumed an electron beam drifting along the static magnetic field and chose all the parameters to be the same to that of a paper by Omura and Matsumoto, [1987], except that the angle varies from 0 to near 90 degrees.

In the presence of the electron beam, there are three different unstable modes:

1. Slow extraordinary mode (ES) which merges to the Langmuir wave at angle=0.
2. Electrostatic whistler mode wave (ESW) propagating in the direction of the electron beam (Landau resonance)
3. Electromagnetic whistler mode wave (EMW) propagating in the opposite direction of the electron beam (cyclotron resonance)

The linear growth rate analysis with an assumption of Maxwell distributions for both the electron beam and background electrons shows that growth rates for ES, ESW and EMW generally decrease with increasing of the angle, but there is an exception for ES, when the angle is between 60 and 70 degrees. For a case that the angle ≤ 15 degrees, electrostatic instability is the dominant one. With the angle=20 degrees, maximum growth rates of both ES and EMW are almost the same with a value of $\gamma/\Omega_e = 2.9E - 3$. When the angle is between 25 and 30 degrees, only EMW has a positive growth rate. With increasing of the angle from 45 to near 90 degrees, ESW instability gradually becomes dominant one.

Results of the one dimensional electromagnetic particle simulation agrees with the linear analysis for ES. We need to run the simulation with much more time steps to study ESW and EMW instabilities. However, the distribution function of the electron beam is distorted by the electrostatic diffusions, and thus the growth rates of ESW and EMW are modified. We will discuss the competing processes of these instabilities based on the analysis of the simulation results.

°笠原 禎也 木村 磐根
(京都大学工学部)

The Generation Mechanism of ELF Emissions in The Magnetic Equatorial Region Observed by the Akebono Satellite

°Yoshiya KASAHARA Iwane KIMURA
(Dept. of Electr. Eng. II, Kyoto Univ.)

Electromagnetic ELF emissions, often observed in the magnetic equatorial region by the Akebono(EXOS-D) satellite, are identified as ion cyclotron waves(ICW) closely connected with the presence of He⁺ and O⁺ ions. In order to discuss the generation mechanism of these emissions, we analyzed the dependency of the observed wave frequency on the L-value, and found that most cases are consistent with the result of the ray tracing calculated on the assumption that these waves are enhanced by ion cyclotron instability. However, there are some exceptions and they are considered to be generated by some other generation mechanism.

我々は今までに、あけぼの衛星搭載の VLF 観測装置の一つである ELF 装置を用いて、磁気赤道付近にて頻繁に観測される ELF エミッションについて解析を行ってきた。その結果、これらの波動の多くは、磁気圏中に H⁺ イオン以外に、He⁺ イオンおよび O⁺ イオンが存在することによって存在し得る電磁イオンサイクロトロン波で、3次元レイトリング法により、それらの波動は磁力線に沿って伝搬し、磁気赤道を中心としたある緯度範囲内で何度か反射を繰り返すことを明らかにした¹⁾。さらに、これらの電磁イオンサイクロトロン波の発生原因として、磁気赤道付近における H⁺ イオンの温度異方性によるイオンサイクロトロン不安定性を仮定したときの、波動の増幅率や、ホットプラズマ3次元レイトリング法を用いた波動の伝搬路に沿った減衰・増幅過程について議論した²⁾。

さて、以上の結果を総合すると、電磁イオンサイクロトロン波は、ソース領域において、イオンサイクロトロン不安定性を起こす特定の周波数範囲で励起された後、ほぼ磁力線に沿って磁気圏内を伝搬していくと考えられる。この仮定が正しければ、観測される波動の周波数は、個々の磁力線に沿って一定、つまり観測されるエミッションの周波数と観測点の L 値との間に、相関がなければならない。Fig.1 は、ELF エミッションが観測されたデータ中、代表的な数パスを選んで、観測されたエミッションの強度が最大である周波数と、その時の観測点の L 値をプロットしたものである。点線は、磁気赤道上での磁場強度より求めたイオンのサイクロトロン周波数 Ω 、およびその定数倍を示している。その結果、観測される ELF エミッションの周波数は、ほぼ $0.35\Omega_{H^+}$ の曲線上に分布していることがわかる。この周波数は、ちょうど H⁺ イオンの温度異方性によるイオンサイクロトロン不安定性が生じる周波数に相当し、上記の仮定を裏付けるものである。

しかし、Fig.1 に示されるように、すべての ELF エミッションが $0.35\Omega_{H^+}$ の曲線上に分布しているわけではない。これらの曲線上に分布していない波動は、他の発生原因によって生じていると考えるのが妥当である。Fig.2 にその様な ELF エミッションの f-t ダイアグラムの例を示す。図中に示した太線は、観測点の位置における Ω_{He^+} および Ω_{O^+} である。また、細線は $0.5\Omega_{H^+}$ を表し、

この ELF エミッションは、ちょうどこの細線に沿ってカットオフを持つ、今までとは全く異なる性質を持つものであることがわかる。つまりこの波動は、前述の電磁イオンサイクロトロン波の高調波、もしくは He²⁺ のような今までの議論では考慮に入れていなかったイオンの存在に起因して生ずる波動であると考えられる。

謝辞 あけぼの運用に関し、追跡チームの方々々に感謝する。
参考文献 1) 笠原 他, 第 86 回地球電磁気・地球惑星圏学会予稿集, 1989. 2) 笠原 他, 第 88 回地球電磁気・地球惑星圏学会予稿集, 1990.

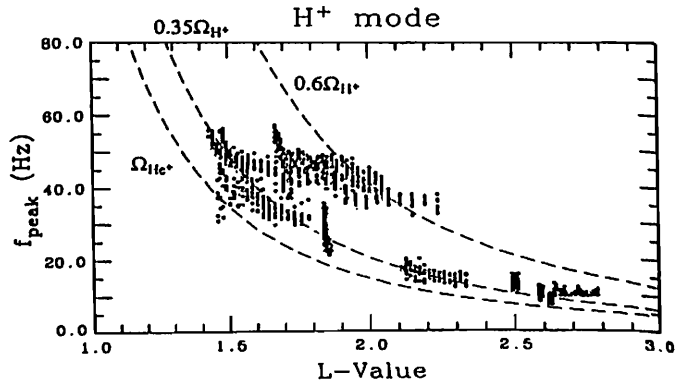


Fig.1 Relation between the frequencies of ELF emissions and the L-value where the emissions were observed.

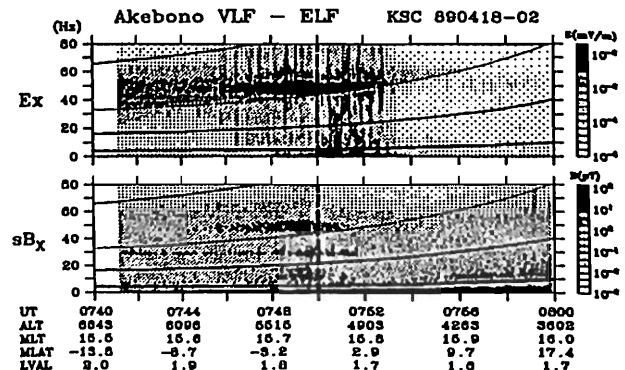


Fig.2 A f-t diagram of ELF emissions observed by Akebono on April 18, 1989.

あけぼの衛星による極域 VLF·ELF 波動とエネルギー粒子の観測結果

太口努¹ 木村磐根¹ 向井利典²
¹京都大学工学部 ²文部省宇宙科学研究所

VLF·ELF WAVE AND LOW ENERGY CHARGED PARTICLE OBSERVATIONS
 IN THE AURORAL REGION BY AKEBONO(EXOS-D) SATELLITE

T. TAGUCHI¹ I. KIMURA¹ T. MUKAI²
¹Kyoto Univ. ²Inst. of Space and Astronautical Science

The simultaneous observations by VLF(Very Low Frequency) wave and LEP(Low Energy Particle) instruments on board the Akebono(EXOS-D) satellite indicate that VLF·ELF waves propagating in the auroral region are correlated with the non-thermal charged particles precipitating along the magnetic field line. A typical example is shown in the figure. The each panel shows f-t spectrograms of electric and magnetic field and E-t spectrograms of electron and positive ions respectively which were observed from 11:26 to 11:38 UT on Oct.22,1989. In this figure, the low-frequency electric and magnetic noises are evident from 11:29 to 11:33 UT in the local morning at the altitude of about 5000km and corresponding enhanced electron flux(~1keV) and ion flux(~several keV) are also seen.

これまで衛星で観測されたデータを用いた磁気圏プラズマ中の波動粒子相互作用に関する研究が数多くなされてきたが、まだまだ未解明な部分が残されているのが現状である。1989年2月に打ち上げられた科学衛星あけぼの(EXOS-D)には様々な観測機器が搭載されているが、そのうちのVLF受信機¹⁾とLEP観測装置²⁾による同時観測から、磁気圏極域中を伝搬するVLF·ELF波動と地球磁場に沿って降り込むエネルギー粒子が相互に関連していることがわかった(Fig.1)。データは1989年10月22日UT11:26~11:38に南極の昭和基地でトラックングされたものである。

UT11:29~11:33にかけてE, B成分ともに100Hz以下のLow Frequency Noise³⁾が、またそれより長い時間スケールでE成分の数100Hz以上にAuroral Hissが受信されているが、ほぼ同じ時間帯に数100eV~1keVの強い電子FLUXが観測されている。またUT11:30頃には数keVのイオンFLUXが観測されているが、そのときEの低周波成分において強度のピークを迎えている。このように極域での波動と粒子の振舞いは密接に関係し合っていることが明らかであり、これらを定量的に解析することで波動粒子相互作用のメカニズムの解明に向けて前進することが期待できる。

謝辞 あけぼのテレメータ受信をして頂いている宇宙研あけぼの追跡班及びデータ解析においては粒子班の協力を謝意を表す。

参考文献

- 1) 木村 他 *J. Geomag. Geoelectr.*, 42, 459, 1990.
- 2) 向井 他 *J. Geomag. Geoelectr.*, 42, 479, 1990.
- 3) Gurnett 他 *J. Geophys. Res.*, 89, 8971, 1984.

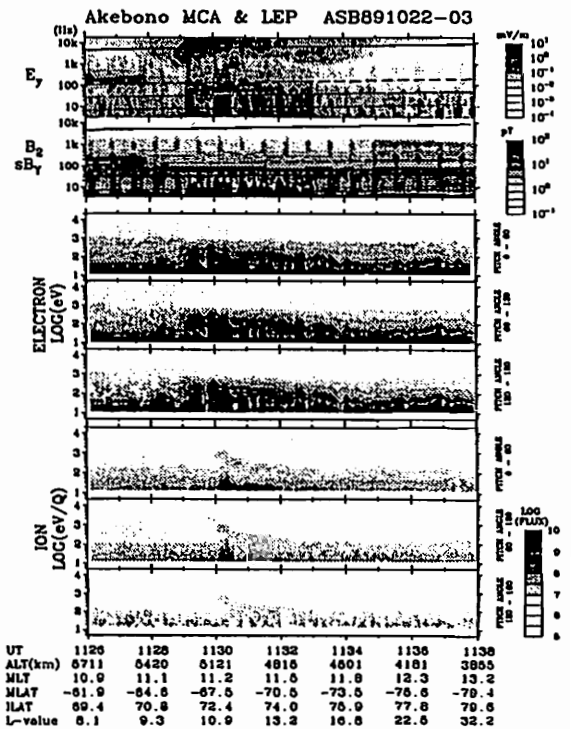


Fig.1 観測されたVLF·ELF波動とエネルギー粒子上から順にE(電界), B(磁界)それぞれ1成分のf-tダイアグラム、ピッチ角毎の電子、イオンのE-tダイアグラムを表す。また、E, Bのf-tダイアグラム中の4本の線は上から順にLHR周波数、H⁺, H_e⁺, O⁺のサイクロトロン周波数を表す。

A12-P14 デカメータ電波より推測する木星磁気嵐の継続性

・ 古川 欣司、森岡 昭、大家 寛 (東北大理)

Duration of Jovian magnetospheric disturbance observed by decametric radio waves

K.Furukawa, A.Morioka and H.Oya (Geophysical Institute, Tohoku Univ.)

In the decametric radiations, there are components which are directly connected to the solar wind activities. The origin of this component is related to the possible injection of the solar wind energy into the Jovian ionosphere. Duration of the enhancement of the decametric wave emission associated with the enhanced solar wind condition durate only one earth day. The evidence suggest that the magnetic disturbance is much like the direct injection of the solar wind energy rather than the earth type magnetic storm that results in the ring current effects with fairly long duration after the SC phenomena.

1. 序

非イオ関連の木星デカメータ電波 (JDW) の中で、比較的強度の強い現象は、太陽風中の擾乱が木星磁気圏にエネルギーを供給し木星磁気圏嵐を起こす事により、発生すると考えられる。この木星磁気圏嵐の継続時間については、あまりよく知られていない。これを調べるために、過去 15 年間に渡る JDW の観測データの中で非常に強い現象に着目し、その前後の期間について JDW の出現の様相とそのパワーを統計的に解析した。この結果により、デカメータ電波で見た場合の木星磁気圏の擾乱の継続時間について考察する。

2. データと解析

1974 年以来、木星デカメータ電波の観測を継続している東北大学蔵王観測所のデータを用いて、解析を行なった。木星電波放射のエネルギーを表すものとして、強度の指標と現象の継続時間を掛けたパワー指数を用いた。全非イオ関連 JDW のうちパワー指数が 400 以上の値をもつ巨大現象 (出現頻度約 8%) に着目して、各現象毎にその前後の 10 日間の非イオ関連及びイオ関連 JDW のそれぞれのパワー指数に対する、自己相関係数と相互相関係数を求めた。これらの平均を取ることで平均的な描像を得る事が出来る。第 1 図に巨大非イオ電波の平均自己相関係数を示す。これより巨大非イオ電波の継続時間は平均的に 1 日以内であることが示される。また第 2 図には非イオ電波のうち巨大なものとその後に発生したイオ関連電波との平均相互相関係数を示すが、巨大非イオ電波はその後に大きなイオ関連電波の発生を伴わない事が明らかである。これより太陽風にそのエネルギーをもつと考えられる木星磁気圏擾乱の継続時間は平均的に見てほぼ 1 日以内である事、及びイオ関連電波は磁気圏擾乱の影響を受けない事より、太陽風によるエネルギー流入により生じた磁気圏擾乱の効果は木星内部磁気圏に蓄積されるまでは到らないと考えられる。

3. まとめ

デカメータ電波をプローブとして観測した木星磁気圏擾乱の継続時間は平均的に見て約 1 日である事、また、そのエネルギー源である太陽風の効果は、直接木星内部磁気圏に蓄積してない事がこの解析により明らかにされつつある。

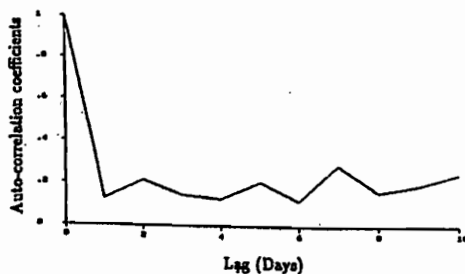


Fig 1 Averaged auto-correlation of Non-Io-related JDW

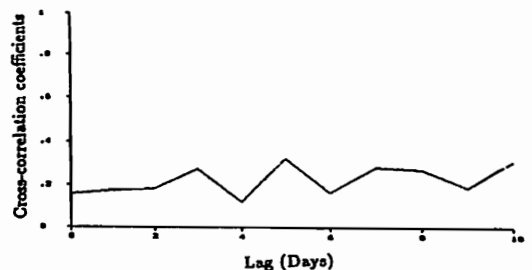


Fig 2 Averaged cross-correlation between Non-Io-related JDW and Io-related JDW

A12-P15 木星電波のモードと木星磁場構造

三澤浩昭 (名大STE研)

The Electromagnetic Mode of Jovian Decametric Radiation

Hiroaki Misawa

Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya Univ.

3-D ray tracing of Io-related Jovian decametric radiation (JDR) have been performed to investigate the generation processes based on several plasma distribution models and magnetic field models. A weighting function supposed by energy induction processes from Io to JDR generation regions is used to derive estimated JDR occurrence rates. Although magnetic field configurations are deeply concerned to the occurrence rates, the results show that R-X mode waves correspond with observed characteristics better than L-O mode waves which correspond only at low frequencies on the GSFC-04 type magnetic field.

1. 序

衛星Ioをエネルギー源とした木星デカメータ電波の発生機構の解明を目的として3次元レイ・トレーシングを試みてきた。複数の電子密度モデルを仮定し、R-X, L-Oの2つの自由空間波モードに対し任意位置より任意方向へ放射されるレイ・パスを求めた結果、前回迄、電波の伝搬域の電子密度とローカル磁場に対する放射方向について限定条件を得てきた。しかし、出現特性に関する観測事実と計算結果は十分には対応せず、発生機構に関わるモードの同定には至っていない。本講演では、今回、新たな磁場モデルを導入すると共に、Torus中のIoの位置と発生域へのエネルギー流入量との関係から想定される電波の出現頻度を算定する事により得られた、モードと磁場構造に関する互いに相補的な結果を報告する。

2. 磁場モデル及び発生域へのエネルギー流入量

・磁場モデル：Pioneer11の2つの磁場計測機 (FGM, VHM) の計測結果に基づく2種 (GSFC-04, JPL-13E2) を用いた。両者は特に南半球の磁場が異なる。(図1)
 ・エネルギー流入量：Hashimoto & Goldstein, 1983により、IoがTorusの中央よりずれた所に位置する時、発生域へエネルギーを運ぶ強力なAlfvén波が励起される事が示唆されている。IoがTorusの北に位置する時は、図2のS1, N2の運ぶエネルギー量が多いとして出現頻度に重みを加える。(南の時はS2, N1に加重)

3. 結果

各モードについてその存在の可能性と示唆される発生域の磁場構造を述べる。

・R-X：卓越の可能性有り。特にJPL型の磁場の場合、北半球起源の電波が低～高周波域で卓越して発生、観測偏波特性とも合致。(図3：左・右は各々南・北半球の計算結果)IoがTorusの南にあるときの発生が抑制される場合更に一致(図3、4中の▼印)。
 ・L-O：条件付き。発生域の電子密度が高い場合でも高周波では観測偏波特性を満たす出現の可能性はなくなる。低周波域では特にGSFC型の磁場の場合南半球の出現頻度は観測と合うものの、北半球からの発生も同時に存在し、偏波特性を満たすには南

球に対する北半球の発生の抑制条件が必要。(図4)

結果は、発生域の電子密度分布よりも磁場の形状の影響を主に反映しており、示唆されるモードは磁場と相補的な関係にある。木星電波をプローブとし、逆に木星電磁圏の物理量を過不足なく説明する事も、ambiguityの残る両者を解明する上で重要と言える。

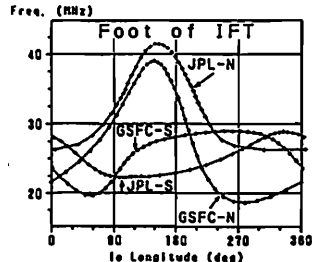


Fig.1 fc at the foot of IFT for GSFC & JPL models.

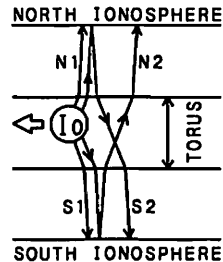


Fig.2 Path of Alfvén waves from Io.

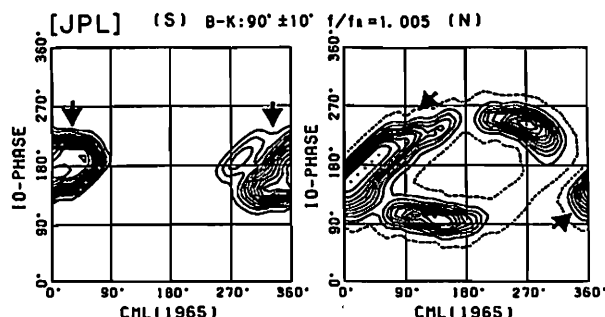


Fig.3 Result of R-X mode ray tracing at 20MHz.

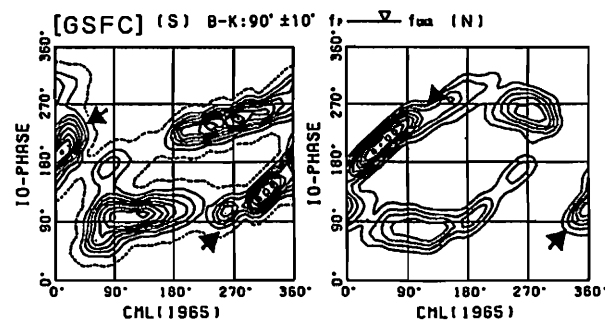


Fig.4 Result of L-O mode ray tracing at 20MHz.

A12-P16 Numerical Calculation of Mode Conversion Process from UHR Mode Waves to Electromagnetic Waves Using Multi-layer Model for Analyzing the Results of Mode Conversions of the Akebono (EXOS-D) Satellite Observation Data

°M. Iizima and H. Oya (Tohoku Univ.)

After the studies on the connection of electrostatic plasma waves and electromagnetic waves through the channel of UHR mode waves, mode conversion processes from electrostatic plasma waves to electromagnetic waves have been proposed one of the significant mechanism to produce electromagnetic waves in the space plasma (Oya, 1971). Direct observational evidences of the mode conversion processes have been obtained by EXOS-D (Akebono) satellite in the equatorial plasmasphere, plasmopause regions as well as the topside polar ionosphere where highly irregular distributions of plasma density exist. First attempt of quantitative studies on the possible mode conversion processes based on the EXOS-D observations was carried out (Iizima and Oya, SGEPS fall meeting, 1990) by employing simple sharp boundary model. For further quantitative studies based on EXOS-D observations, however, more realistic models have been required. For this purpose, Multi-layer model of plasma distribution with finite slabs (see Fig.1) has been developed to investigate significant parameters in the actual mode conversion processes in the space plasma.

The statistics of the occurrence-frequency of the mode conversion processes detected by PWS onboard the EXOS-D satellite show that the rate increases with increasing the ω_p/Ω value (see Fig. 2). The present numerical results have indicated that while the ratio ω_p/Ω is small, the energy conversion rates to L-O mode electromagnetic waves remain small under the usual situation of plasma distribution, while the conversion rate becomes large in the case of large ω_p/Ω value (see Fig.3 where the case of large ω_p/Ω value, $\omega_p/\Omega = 5.0 - 5.3$, is indicated.). From the clear coincidence of the results of the numerical studies and observation results that one of the important factors controlling the conversion rate is ω_p/Ω value, we can understand that for high ω_p/Ω , the wavelength make sharp change within a given length, that becomes the origin of the high rate of the conversion.

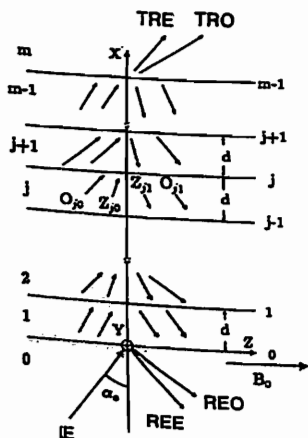


Figure 1 Multi-layer model

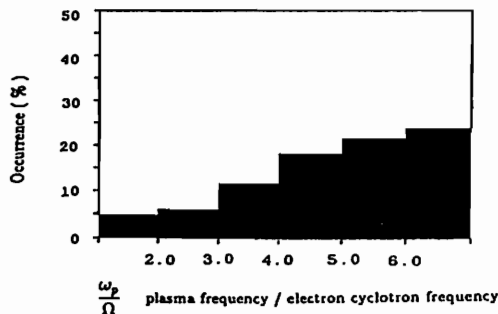


Figure 2 Occurrence-frequency of the conversion processes

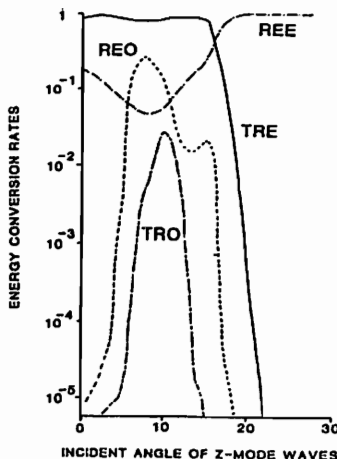


Figure 3 Calculated energy conversion rates

Reference

Oya, H., Conversion of electrostatic plasma waves into electromagnetic waves : numerical calculation of dispersion relation for all wavelength. Radio Sci., 6, 1131, 1971.

○天野武彦、波辺智彦 (東北大・理)

Two components helical gyrotron instability and the applicability to AKR generation mechanisms

Amano.T and T.Watanabe (Geophysical Institute of Tohoku University)

Abstract

Helical gyrotron instability where the gyrating beam interacts with tenuous plasma is studied by linear analysis and computer simulations. We found that not only relativistic dispersion shift, but also beam effects modify wave dispersion relation significantly . It is found that there is mode coupling between o-mode and x-mode .Thus the o-mode waves make growth even the level is lower than the x-mode by one order of magnitude. Applicability to auroral wave emissions are discussed briefly .

Introduction

Gyrotron はパワフルなレーザー光発振器として知られているが、その発生メカニズムに関しては通常、ring 分布をした一成分プラズマの分散解析をしている。本研究ではこれに加え、cold なプラズマと helical motion をした ring-beam 分布を与えた 2 成分プラズマを想定し、線形解析とコンピューターシミュレーションを行なった。

Results

図 1(a) は線形解析の結果であり、図 1(b) は 1 次元電磁粒子コードによるシミュレーションの結果である。波数方向は磁場に平行方向を仮定し、サイクロトロン周波数は $7.5\omega_{pA}$ にとった。図は (a),(b) 共、transverse 成分のみ示してある。図 1 に現れた結果は通常の relativistic dispersion に Doppler-shift が加わり Doppler-shift した mode 同士が coupling して complex-conjugate になったものと思われる。さらに本研究では 2 次元電磁粒子コードを用いて生じる波動を解析した。図 2 はこのシミュレーションによって得られた磁場に垂直な方向でのスペクトルである。プラズマ周波数以下に現れているのは二流体不安定による静電的プラズマ波動であり、サイクロトロン周波数付近に現れているのは gyrotron instability による電磁的波動であると考えられる。

Discussion

加速域における粒子分布はビーム成分だけではなく、bump 等の様な磁場に垂直な速度成分をもった粒子から成立っていることが分かっている。この様な意味で ring-beam 分布は加速域における粒子分布を現していると考えると、静電波は hiss に、電磁波は AKR に対応していると考えられる。さらに ring-beam 効果として o-mode と x-mode が coupling することが分かり、この結果 o-mode が x-mode と同位相で成長する事が出来ることが分かったのでこの議論を行なう。

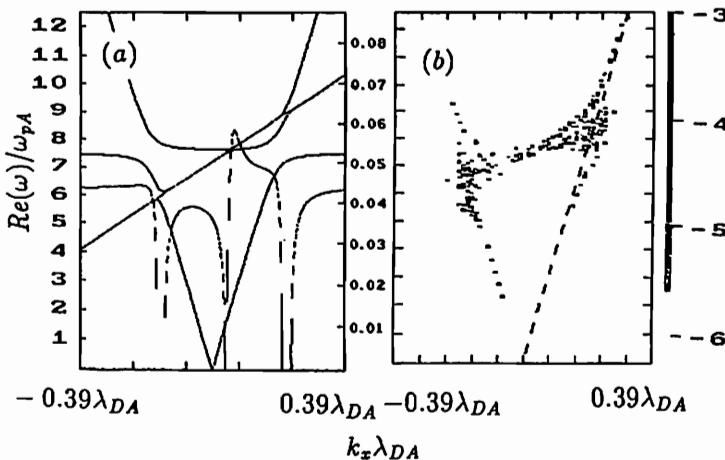


図 1.(a). 線形解析の結果の分散曲線。実線は角周波数 (左側)、破線は成長率 (右側) を表す。(b). シミュレーションの分散解析の結果。

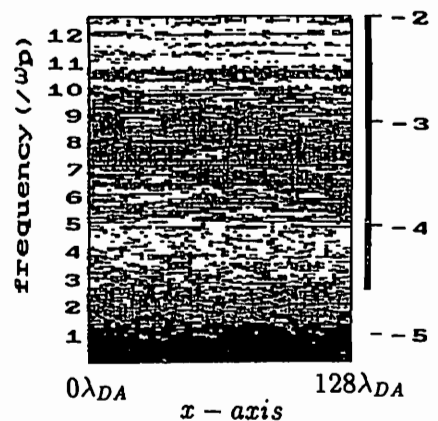


図 2. 二次元電磁粒子コードによるシミュレーションの結果のスペクトル。

あけぼの衛星に搭載の PFX 装置による
ホイストラのシミュレーション

°高田正人¹、長野勇¹、木村磐根²、あけぼの VLF 班
¹金沢大学工学部 ²京都大学工学部

Simulation of whistler observed by the PFX
instrument on board AKEBONO satellite

°Masato TAKATA¹ Isamu NAGANO¹ Iwane KIMURA² AKEBONO VLF team
¹Dept. of Electr. Eng., Kanazawa Univ. ²Dept. of Electr. EngII., Kyouto Univ.

We have observed many types of VLF waves, such as whistlers, Omega signals, and VLF hiss emissions, by AKEBONO satellite. The PFX instrument has been working as a powerfull tool to estimate the k-direction for Omega signals whose frequencies are almost constant. However, there are some ambiguities in phase and amplitude for the waves whose frequency change rapidly, such as whistlers. We will discuss the simulation results of the PFX outputs for whistlers of different types dispersion. To know the characteristics of the PFX instrument, we have simulated the wave form of the PFX output.

あけぼの衛星に搭載された VLF 受信機によって、ホイストラ波やオメガ信号などの波動が観測されており、これらの波動の k 及びポインティングベクトル解析を行なっている。波動のポインティングベクトルを解析するための装置として、PFX 装置が搭載されており、そのブロック図を図 1 に示す。電界 2 成分磁界 3 成分を同時に測定し、それぞれの成分について、設定された周波数 (PFXF) を中心周波数 240[Hz] へ周波数変換し、その信号をさらに 320[Hz] でサンプルし、PCM データとして地上に伝送されている。そのため、見かけ上は 80[Hz] の信号として処理される。

図 2 にホイストラ波の PFX 観測データを示す。ホイストラ波の場合は、オメガ信号波と異なる特徴として、周波数が急激に変化すること、すなわち、PFXF で抜き出したデータの点数が少なくなり、得られた時系列データのうちのどの部分の範囲までを設定した周波数の有効なデータであるとみるかが問題になる。

そこで、PFX 回路の出力を計算機信号処理によって求めてみた。入力波形として、疑似ホイストラ信号を用いて、PFX 回路の各フィルタ特性について処理し、地上に送られるデータと等価にしたものが図 3 である。

発表では、電界、磁界の各成分についての疑似データ波形から実際によ及びポインティングベクトルが求められるかどうか、また実際のデータから入力波動現象を推定することが可能かどうかを議論する予定である。

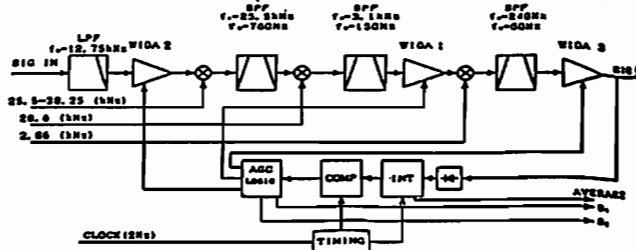


図 1. PFX 回路ブロック図

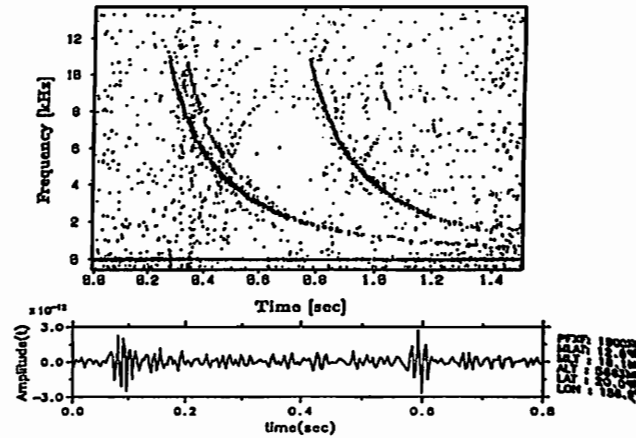


図 2. 実際の PFX 処理出力データ

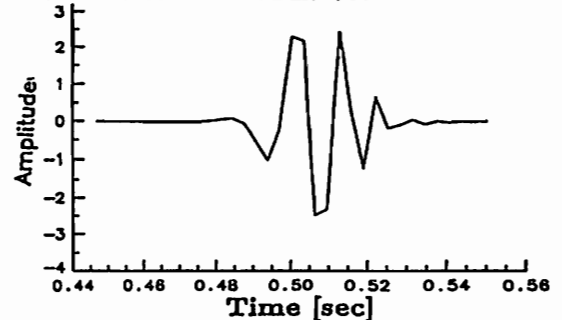


図 3. 疑似ホイストラ入力による PFX 回路出力波形

電離層加熱設備とあけぼの衛星 VLF 波動観測装置による共同実験

石田薫¹ 木村磐根¹ P. Stubbe² M. Rietveld³ R. Barr⁴

¹京都大学工学部 ²Max-Planck Inst.,Germany ³EISCAT Assoc.,Norway ⁴DSIR phys.Sci.,NZ

COLLABORATIVE EXPERIMENTS BY AKEBONO SATELLITE VLF INSTRUMENT AND TROMSØ IONOSPHERIC HEATING FACILITY

K. ISHIDA¹ I. KIMURA¹ P. STUBBE² M. RIETVELD³ R. BARR⁴

¹Kyoto Univ. ²Max-Planck Inst.,Germany ³EISCAT Assoc.,Norway ⁴DSIR phys.Sci.,NZ

Two collaborative campaigns using Tromsø ionospheric heating facility and Akebono were carried out since November, 1990. VLF modulation signals(2.5kHz) were detected on Nov.18, 1990 at an altitude of about 1200km and detected on Feb.14 1991 at 800km. We've already analyzed the data of experiments using the similar facility, HIPAS¹⁾, but especially in this campaigns we could obtain the simultaneous electron density profile above Tromsø by EISCAT rader. So we could theoretically estimate the ray path, the wave normal direction, and the delay time of the VLF signal from the heating region to Akebono using 3-D ray tracing, and this result was consistent with the data observed by Akebono.

昨年 11 月以来 Norway の Tromsø にある電離層加熱設備とあけぼの衛星による共同実験が行なわれた。この実験においては HF 帯の搬送波に 2.5kHz と 4.0kHz の VLF 帯の周波数で 1 秒ずつ交互に振幅変調した高電力 (~250MW irp) の電磁波を実験設備上空の電離層に照射し、それによって加熱変調を受けた下部電離層領域中の電流から 2 次的に放射された VLF 信号をあけぼの衛星の VLF 受信機²⁾により観測した。

受信成功例は昨年 11 月 18 日の 0807UT 頃と今年 2 月 14 日の 0609UT 頃の 2 回で、いずれも約 1 分間 VLF 信号が受信された (Fig.1)。このときのあけぼの衛星の高度はそれぞれ約 1200km と約 800km であった。電磁界受信強度は前者がそれぞれ 2.5kHz 成分が 3μV/m と 0.6pT で、4.0kHz 成分はそれより弱く受信され、後者は 2.5kHz 成分が電界 1μV/m、磁界 0.5pT であった。また、この VLF 信号の伝搬ベクトル方向を衛星上で測定した結果、前者は地球磁場の内側へ約 45°、磁気子午面から 0°から 45°ほど離れた方向であり、ポインティングベクトルは地球磁場に極めて近い方向を向いていたのに対し、後者は伝搬ベクトルは最大受信点から離れるにつれて地球磁場の内側へ 0°から 30°付近まで向きを変え、ポインティングベクトルはほぼ磁場に沿った向きを持っていた。一方、前者の実験では加熱設備から 554km 南に離れた Sweden の Lycksele の地上でこの VLF 信号を観測したが、2.5kHz の垂直成分、東西成分がそれぞれ 5.0fT、3.6fT となり、4.0kHz では 4.2fT、5.0fT であった。

さらに、Tromsø の EISCAT レーダーで観測された上空電離層の電子密度プロファイルとあけぼの衛星 PWS 班による電子密度データより、従来我々の研究室で行なわれてきた 3 次元レイトレイシングの手法を用いて信号の波源からの伝搬通路を求めたが (Fig.2)、伝搬遅延時間や伝搬ベクトルの方向の観測値と良い一致が見られた。

謝辞 あけぼのテレメータ受信をして頂いている宇宙研あけぼの追跡班、および、エスレンジ局の方々には謝意を表する。

参考文献

- 1) 木村 他 *J. Geomag. Geoelectr.*, 42, 459, 1990.
- 2) 木村 他 *Geophys. Res. Lettrs.*, 18, 309, 1991.

Akebono VLF-WBA

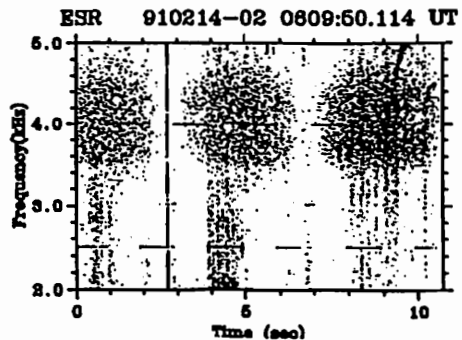


Fig.1 あけぼの衛星で受信された VLF 信号

Akebono (EXOS-D) Orbit
(in geographic coordinate)

91.02.14 0805 - 0815 UT

(386km, 74.07°N, 47.76°W) at 0605 UT
(1389km, 62.57°N, 41.00°E) at 0616 UT

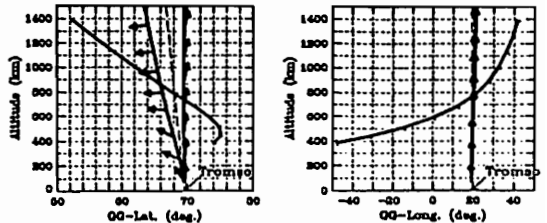


Fig.2 衛星の軌道と VLF 信号の伝搬通路

Analysis of k vector of auroral hiss observed by AKEBONO stellite

Naoki Hashimoto¹, Isamu Nagano¹, Iwane KIMURA,² AKEBONO VLF team

1.Kanazawa Univ., 2.Kyoto Univ.

Funnel type auroral hiss emissions have been often observed by AKEBONO satellite. Auroral hiss is known to be closely correlated with intense fluxes of precipitating auroral electrons. The PFX(Poynting flux analyzers) instrument on board AKEBONO measures five components of electric and magnetic field in order to determine the direction of k vector and Poynting vector. We will discuss k vector of auroral hiss obtained by several methods such as Means method, eigen value method and WDF method.

科学衛星あけぼのに搭載された VLF 観測機器によって、オーロラ領域特有の funnel タイプ (じょうご型) のオーロラヒスエミッションが観測されている。オーロラヒスはオーロラ粒子の振り込みと直接的関係を持っており、その発生・伝搬機構は特殊であり、なぜ funnel 構造になるのかという理論は提案されているが、それを実際に波動の特性を実測して検証した例はなさそうである。そこで、電磁界 5 成分の同時観測を行う PFX (ポインティングベクトル測定器) のデータを用いて、オーロラヒスの伝搬方向を決定することを試みたので報告する。

PFX は電界 2 成分と磁界 3 成分を同時観測し、観測周波数は 100Hz~12.75kHz の範囲内において、50Hz ステップで任意に選択でき、固定あるいは掃引周波数モードで観測ができるようになっており、ダイナミックレンジは 90dB を持っている。図 1 は観測されたダイナミックスペクトルであり、上段は電界、下段は磁界を示し、それらの強度は濃淡によって表されている。この図において 0636UT から 5 分間きれいな funnel タイプのオーロラヒスが見られる。このオーロラヒスの中心の最も強度の強い部分を周波数 4.1kHz で観測した PFX の磁界 3 成分の波形は時間的に特徴の無い波形となっている (図 2)。

伝搬ベクトル方向を求めるのに用いたのはスペクトルマトリクスを作ることにより簡単に求めることのできる Means の手法で、これは対象とする波動を単一平面波としたものである。これより求めた伝搬方向は 1 方向に集まらず、全く統一性がなく分散した結果となった (図 3)。これは、オーロラヒスの構造がこれまで報告されてきたような単純な伝搬モデルでないことを示唆しているものと考えられる。

そこで、今回はスペクトルマトリクスの磁界 3 成分による固有値解析や確率的波動に対して有効である波動分布関数の各方法を用いて、オーロラヒスの伝搬方向を求めた。そして、それぞれの方法で得られた伝搬方向の結果について比較検討を行なう。

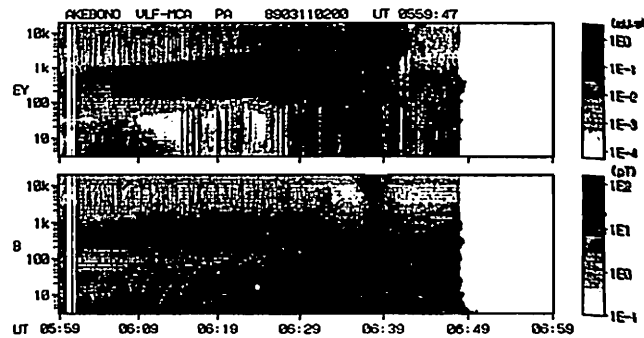


図 1. 観測された funnel タイプのオーロラヒス

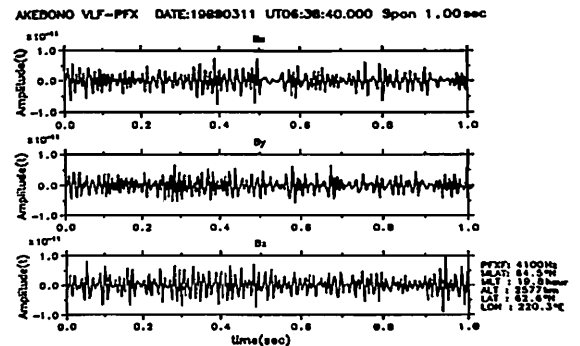


図 2. オーロラヒスの磁界 3 成分の波形

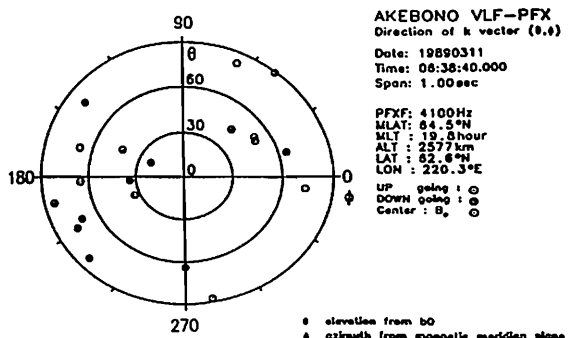


図 3.Means の手法によるオーロラヒス伝搬方向

A12-09 B R I F L E と高エネルギー粒子との関係

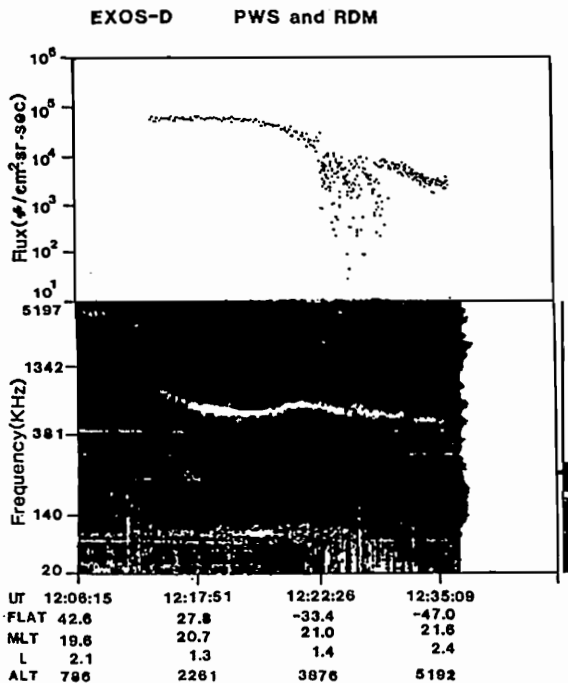
菊池雅行・大家 寛・森岡 昭・小林 香・飯島雅英
(東北大・理)

Relation between BRIFLE and High energy particle

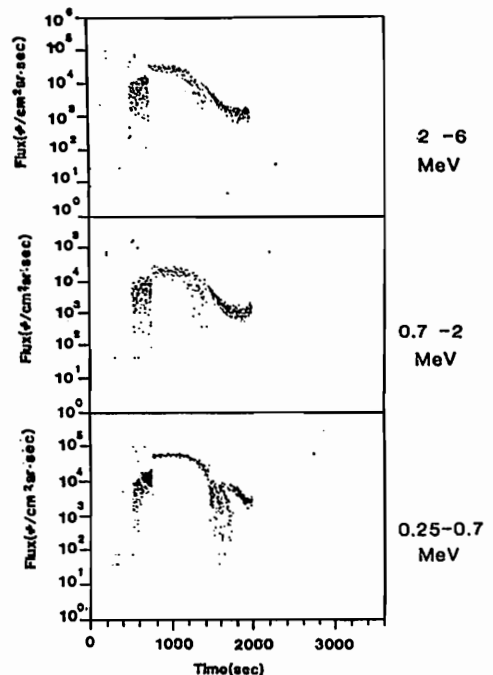
M.Kikuchi H.Oya A.Morioka K.Kobayashi and M.Iizima
Tohoku univ.

The bounded rising and falling LF emissions (BRIFLE) are phenomena which have been first identified by PWS onboard the EXOS-D (Akebono) satellite. The origin of BRIFLE is identified to be in the regions around L=1.2 1.6 in each hemisphere; the LF waves generated around the height of 1000 to 2000 km propagate taking frequency dependent paths resulting the characteristic spectra of BRIFLE. In the present studies the relation of the energetic particles with an energy range from 0.2 to 7 MeV in the radiation belt, to the source mechanism of BRIFLE have been studied. Corresponding to the source positions the radiation belt particles observed by RDM onboard the EXOS-D satellite show sharp cut off with highly anisotropic velocity distribution suggesting resonance interaction with waves to be the source mechanism of BRIFLE.

EXOS-D衛星で観測されたBRIFLEは高度1000km、L値1.2~1.6付近で発生しているということが今までの研究で明らかになっている。またDstインデックス、Kpインデックスとの全体的な変化との対応を求めると必ずしも磁嵐と一対一対応はしていない。発生原因はEXOS-C衛星等によってこの領域に存在が確認されている高エネルギー粒子とのインコヒーレントな異常サイクロトロン共鳴によるメカニズムが予想されている。今回BRIFLEの発生と高エネルギー粒子との関連を調べるためEXOS-D衛星に搭載された放射線モニターRDM(電子0.2~7MeV)の観測データを同時に解析した。一例を図にしめす。この場合波動が強くなっているところで粒子フラックスが急速に低下するとともに粒子分布は等方的なものからずれている事が観測されている。この現象は0.2-0.7MeVのエネルギー範囲の粒子に著しいが異常サイクロトロン共鳴のメカニズムによる発生メカニズムで規定される共鳴粒子の範囲と一致している。これらの観測事実がBRIFLEがインコヒーレントな異常サイクロトロン共鳴による発生メカニズムによる理論を支持するものとなっている。



BRIFLEのダイナミックスペクトルとRDMの観測による0.25~0.7MeVの電子フラックスとの対応



エネルギーチャンネル別のフラックス

°K. Kobayashi, H. Oya, and A. Morioka
Geophysical Institute, Tohoku Univ.

1. Theory of the direct generation of the electromagnetic waves by the cyclotron maser process for the origin of the auroral kilometric radiation (AKR) is widely accepted after the proposal of Wu and Lee (1979). Contrary to this current, different category of the theory for the origin of AKR, i.e., the conversion processes of the electrostatic waves into electromagnetic waves has been considered. The first general theory was proposed by Oya (1971), and then the proposal has finally been applied to AKR.

The results of observation using sounder experiment (SPW) data onboard the EXOS-D satellite have indicated that the value of plasma parameter (f_p/f_c ratio) is very changeable in the source region of AKR; for example, the electron density changes from 5 to 20 /cc within 6km almost corresponding to AKR wavelength at the source. These inhomogeneity of plasma distribution is raising, therefore, significant problem for the direct generation mechanism because no stable resonance conditions can be identified for sufficient number of waves-length. The conversion theory requires short wave-length with order of several hundred of meters; on the other hand, requires the density gradient to convert the generated electrostatic waves to electromagnetic waves effectively. The observed inhomogeneity is therefore favorable to the conversion mechanism.

2. Figure 1 shows an example observed on Jan. 15, 1990, using the operation of combined mode that shifts PWS sequentially between natural wave observation (polarization and Poynting vector observation) and sounder experiment (f_p -tracking mode; it sweeps the frequency range from 20 to 170 kHz within 1sec). So that we can investigate in-situ density profiles as well as AKR dynamic spectrum and the Poynting vector.

The data indicate that the in-situ electron density increases from 5 to 20 /cc within 1000 km around 15:32 UT at invariant latitude of 61 degree, where the enhanced AKR is observed. The analysis of the Poynting flux measurement shows that this AKR has left-handed polarization and comes from behind of the satellite, indicating that the propagating mode is L-O mode. The Poynting vector measurement also shows the emission comes around the electron density "wall", not the traditional AKR source region.

3. The present results show that this L-O mode AKR is generated in the mechanism of conversion theory where changeful electron density is feasible condition.

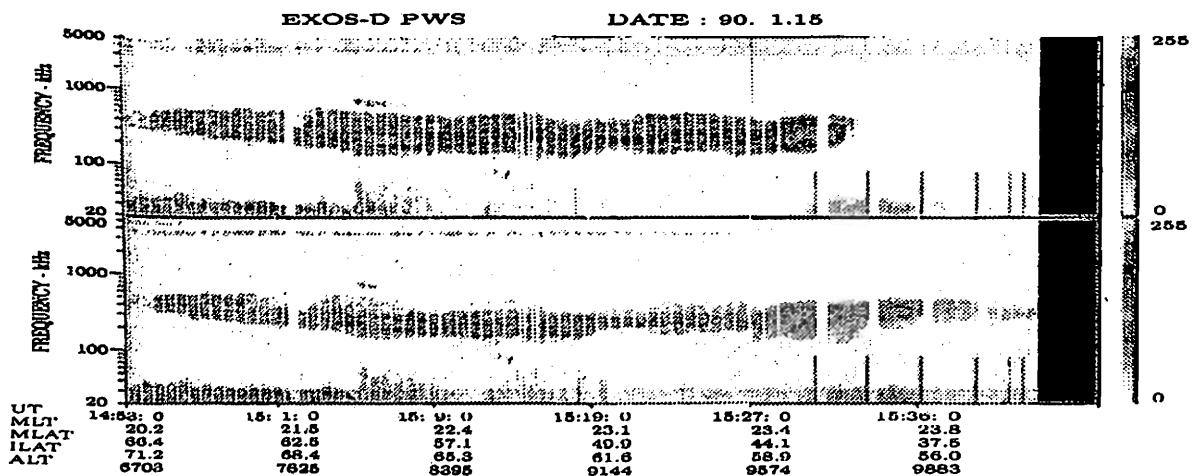


Figure 1 The dynamic spectrum observed by EXOS-D using polarization mode. Upper and lower panels show the left-handed and right-handed helicity of polarization.

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

Nonlinear Excitation of Electrostatic Waves by an Electromagnetic Wave in a Nonuniform Plasma

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

An electromagnetic wave incident into a nonuniform plasma couples to several characteristic modes determined by the plasma dispersion. Computer experiments by using an electromagnetic particle code (KEMPO) have showed that a large-amplitude incident wave excites longitudinal electrostatic oscillations or a Langmuir wave through nonlinear interactions between the characteristic modes. The amplitudes of the excited waves resonantly grow with time near a point where twice the wave frequency coincides with the local plasma frequency. The amplitude saturates because of the convection of the oscillation energy due to the Langmuir wave and of nonlinear ponderomotive force. Using results of the computer experiments, we will discuss the saturation and subsequent heating of plasma particles near the resonance point in the nonuniform plasma.

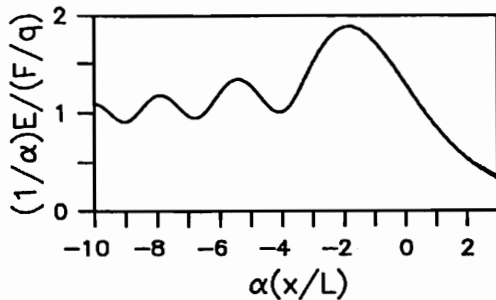
我々は、一次元の粒子コード (KEMPO) を用いた計算機実験により、不均質プラズマ中に大振幅の電磁波が入射したときの、非線形効果による静電振動の励起を解析している。(1)

外部から不均質プラズマ中に入射した電磁波は、プラズマの分散関係が決まるいくつかの特性波に分かれて伝搬する。電磁波が外部磁場と並行に伝搬する場合は、直線偏波で入射した電磁波は、磁場に対して右回りおよび左回り円偏波の R モードおよび L モードに分かれる。電磁波の振幅が大きくなると、両モード間の非線形相互作用により外部磁場方向に非線形ローレンツ力 F が生じ、それが電磁波の 2 倍の周波数 $2\omega_f$ でプラズマを縦方向に振動させる。これにより、 $2\omega_f$ および各場所のプラズマ周波数 $\omega_p(x)$ で静電波 (静電振動あるいはラングミュア波) が励起される。

励起された静電波は、不均質プラズマ中では $2\omega_f = \omega_p(x)$ を満たす点の近傍では電磁波の 2 倍の周波数とプラズマ振動がレゾナンスを起こすことによりその振幅が時間とともに直線的に増大する。このため、レゾナンス点においてはたとえ R、L モードの一方がエバネセントモードであったとしても、振幅が無視できない程の静電波が励起される可能性がある。このことは、たとえば地上から送信したひとつの電磁波により、電離層あるいは磁気圏において (たとえ波のモードがエバネセントとなる領域においても)、 $2\omega_f$ で静電波が励起される可能性を示している。

レゾナンス点における振幅の増大はいくつかの原因により飽和する。媒質のプラズマ粒子が熱速度 v_e を持っていれば、ラングミュア波が励起されるが、この波はその群速度が 0 でないため、電子密度の低い側にエネルギーが流れていく。これにより、ホットプラズマ中では励起されたラングミュア波の電界の空間プロファイル E は定常状態においては Airy 関数パターンで表され(2)、その振幅は Figure のようになる。ここで、電子密度は $n(x) = n(0)(1 + x/L)$ (L は密度変化の特性長) で与えられており、 $x = 0$ が $2\omega_f = \omega_p$ のレゾナンス点を示している。媒質のプラズマがコールドであれば、このようなエネルギーの流れはないが、レゾナンス点の近傍でのみ電界の振幅が増大することにより生じる非線形のポンドロモーティブ力により電子密度が変化し、同時にレゾナンス条件も変化するため、振幅の飽和が生じると考えられる。

発表では、励起された静電振動の時間発展に関して、計算機実験の結果を紹介しながら、振動振幅の増大、飽和、またそれに続いて起きるレゾナンス点付近での粒子加熱などを議論する予定である。



$$\alpha \equiv (2\omega_f L / \sqrt{3}v_e)^{2/3}$$

q : electron charge

参考文献

- (1) 八木谷 他, 第 86 回 SGEPPS 講演子稿集.
- (2) Dysthe et al., JGR, 83, 1985, 1978.

Figure: Steady-state profile of an excited Langmuir wave near the resonance point.

A12-P19 Low Frequency Waves Observed at High Latitudes by the DE-2 Spacecraft

1 1 2 3 1
*A. Oka , T.Iyemori , M.Sugiura , J.A.Slavin , M.Ishii

1 Faculty of Science, Kyoto Univ., 2 Institute of Research and Development, Tokai Univ.,
3 Goddard Space Flight Center

We present an analysis of characteristics of low frequency waves (0.1-5Hz) observed at high latitudes, namely, in the auroral oval, cusp, or polar cap regions using the DE-2 magnetic and electric field data and the temperature and plasma density data from the Langmuir Probe. The low frequency waves (0.1-5Hz), Pc1 or Pc2 waves were detected in low or mid latitude magnetic field data of DE-2. We also compare the properties of the low frequency waves at high latitudes with those at low and mid latitudes.

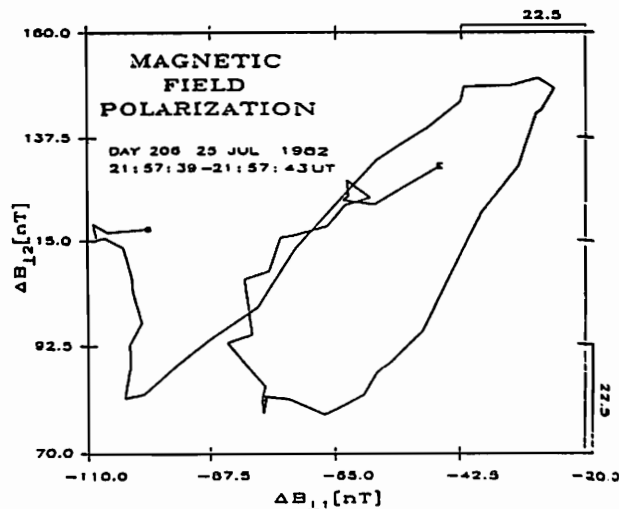
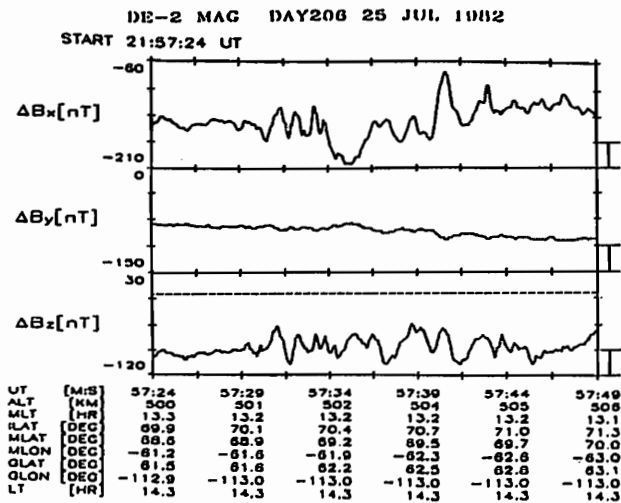
Because at high latitudes field-aligned currents flow into or away from the ionosphere, we need to distinguish between fluctuations from waves and those from small-scale field-aligned currents. In order to distinguish them we take the following procedure; 1) Comparison of the ratio between the magnetic and electric field perturbation, with the local Alfvén velocity calculated from the *in-situ* plasma density and magnetic field measurements and with the Pedersen conductivity inferred from the IRI-86 model. 2) Investigation of phase differences between the fluctuations in the magnetic and those in the electric field. 3) Examination of the polarization of magnetic perturbations perpendicular to the local magnetic field. Through this procedure we identify wave events.

We show an example of wave observed at high latitude (70 INV-LAT, 13MLT) in Figs.1-2.

Fig-1: Magnetic field data on July 25, 1982 wave event

Fig-2: A hodogram of the magnetic perturbation in the plane perpendicular to the local magnetic field

ACKNOWLEDGEMENT: We thank L. H. Brace for permitting us to use his Langmuir Probe data and N.C. Maynard for permitting us to use his electric field data.



Analytic Signal Techniques Applied to Akebono VLF Wave Observations

Paul A. Rosen,¹ Isamu Nagano,¹ and Iwane Kimura²¹ Department of Electrical and Computer Engineering, Kanazawa University² Department of Electrical Engineering II, Kyoto University

The Akebono satellite's PFX system measures three magnetic and two electric components of the electromagnetic fields in the auroral region in a narrow bandwidth (< 100 Hz) about a selectable center frequency. The WBA system also measures one component but in a wide bandwidth (> 10 kHz). The induced voltages on the antennas are collected as real voltage signals, digitized and sampled in real-time for PFX, and in the laboratory for WBA data. Previous studies of the wave vector and Poynting flux of Omega signals have interpreted the real voltage samples directly [1,2] or through FFT analysis [3], with the disadvantage that the samples do not easily yield their instantaneous amplitude and phase.

We have adapted coherent signal processing techniques that reduce real time samples to their complex, analytic signal representation [4] to examine the PFX and WBA observations. For narrow band signals in noise such as Omega signals, these techniques have the distinct advantage that each complex sample is a record of the instantaneous amplitude and phase. Furthermore, for an elliptically polarized plane wave, the complex magnetic field vector and its complex conjugate determine the direction of the wave vector completely. A series of rigorously-derived decimation filters allow us to reduce the WBA bandwidth and sampling rate to that of PFX, allowing direct comparison of the amplitude and phase of the signals of narrow band processes.

We give examples that show improvement in the estimation of physical quantities from the analytic signals. In addition, we show the amplitude and phase behavior of Omega signals observed by Akebono near perigee on two different orbits, corresponding to a wide range of altitudes observed in a short time period.

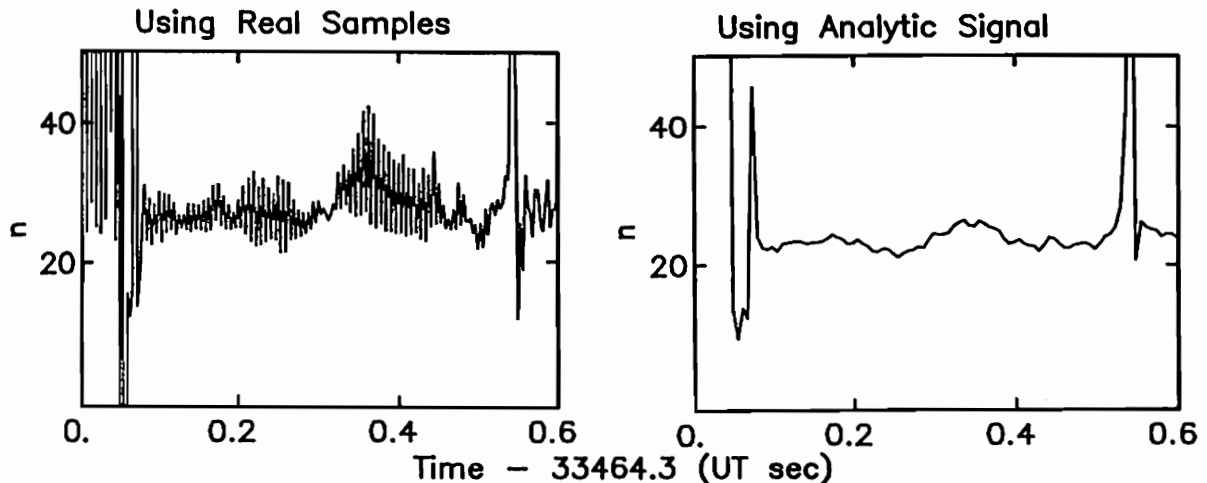
[1] I. Kimura *et al.*, *J. Geomag. Geoelectr.* **42**, 459 (1990)

[2] E. Kennai, Master's Thesis, Kanazawa Univ. (1990)

[3] M. Yamamoto *et al.*, *Geophys. Res. Lett.* **18**, 325 (1991)

[4] E. Mizuno, PhD Dissertation, Univ. of Tokyo (1991) for first full description.

Refractive Index



Left panel shows the refractive index derived from field estimates using real samples on day 1989/3/22 [after 2]. Oscillations are due to uncompensated phase differences among sinusoidal PFX channels. Right panel uses the analytic signal, where phase is carried through the calculation.

「おおぞら」の観測から得られた 日本列島上空の電力線放射磁界強度分布

冨澤一郎 (電気通信大学)

Magnetic Field Contour Map of Power Line Radiation
Over the Japan Islands Observed by the Satellite OHZORA

Ichiro TOMIZAWA

Univ. of Electro-Communications, 1-5-1 Chofugaoka, Chofu-shi, Tokyo 182

The contour maps of the magnetic field strength at 50 and 60 Hz over the Japan Islands are newly obtained by processing the data observed by the satellite OHZORA from 1984 to 1986. Enhancements of the field strength are similar to the ground distribution of power lines at 50 or 60 Hz. Field strength at 50Hz over the eastern Japan (-125dB) is approximately 5dB less than that of the balloon observation. This attenuation rate is consistent with the result of the full-wave calculation.

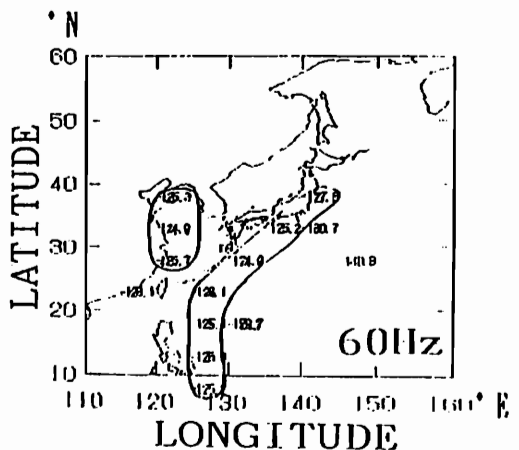
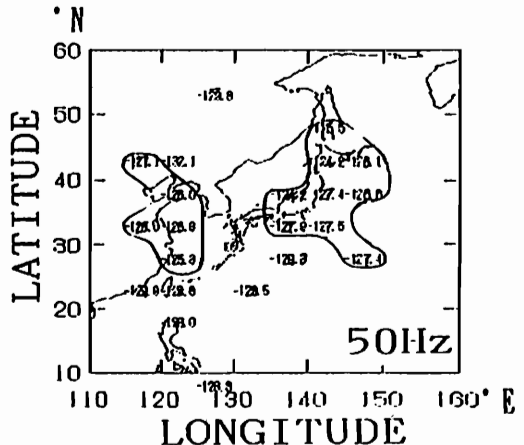
筆者は、科学衛星「おおぞら」を用いて日本列島上空の50および60Hzの商用周波数磁界強度を観測してきた。今回、これまでの観測データを更に詳しく解析し、電力線放射磁界の水平強度分布図を新たに作成した。これまでは、検出確率を用いて議論していたために、分布がぼやけてしまい、実際の地上の電力線分布との対応関係を明らかにすることができなかった。今回の処理をすることにより、強度分布が明らかに日本列島上空で上昇しており、地上の分布との対応がはっきりした。この強度分布を右図に示す。50Hzの分布図では、東日本および中国大陸上空に強度の上昇があり、一方、60Hzでは西日本からフィリピンにかけてと黄海上空に強度上昇がある。これらの強度上昇は、ほぼ地上の電力線分布と一致している。特に、50Hzの相関が明らかである。また、東日本上空の磁界強度が-125から-127dB程度であり、これは大気球B15-75による電離層下の観測結果[1]と比べて約5dBの減衰であることがわかった。

電力線放射磁界の強度分布が地上の電力線分布と良い一致を示しているのは、1) 50および60Hzの電離層下の電離層への透過がほぼ垂直入射に限られること、2) 50および60Hzの電力線からの水平方向の伝搬が、地表と電離層の形成する導波管の遮断のため日本列島から数100kmに限られること、3) 電離層下部を透過した後伝搬方向が広がらないこと、によるものと考えられる。

筆者らの行ったfull wave解析結果と今回の観測結果[2]を比較すると、電離層透過時の減衰はfull wave解析では約7dBで、観測結果の約5dBとほぼ同じである。ただし、この2dBの差は、full wave解析では平面波仮定を行っていたため、電力線上空の入射波と異なるためではないかと推定される。一方、電離層透過後の伝搬方向が広がらないのは、full wave解析結果から説明できる。ただし、full wave解析では、電離層透過後500km程度しか南方方向に広がらないのに、観測結果では1000km以上広がっていることからfull wave解析の見直しが必要であることを示している。

参考文献

- [1] 冨澤一郎: "電力線誘導放射電磁界分布の東北地方横断気球観測(II)", 1991年春季学会予稿集
[2] Tomizawa and Tagashira: WPCM '91



「うめ2号-b」による中高緯度
の中波帯(500kHz)
電波放射強度の日変化特性

相京和弘、恩藤忠典 (通信総合研究所)

Diurnal distribution of whistler-mode MF radio emission at mid-
and high latitudes obtained by 'Ume-2' observations

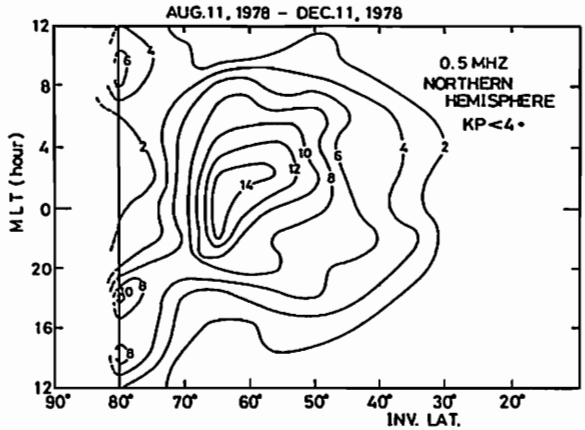
Kazuhiro Aikyo and Tadanori Ondoh (Communications Research Laboratory)

Statistical analysis was made of the diurnal and latitudinal distribution of MF (500kHz) whistler-mode radio emissions observed by Ionosphere Sounding Satellite-b (ISS-b). The preliminary analysis shows that the local plasma frequency f_N and electron gyrofrequency f_m on ISS-b orbits meet the frequency condition for whistler-mode propagation to the satellite almost everywhere except the region near South Atlantic geomagnetic anomaly and above the northern part of North America around midnight. The data covers the period from August 11 to December 11, 1978, aggregating about thirty thousand of observation samples for both hemispheres. The distribution of the emission intensity in the northern hemisphere shows remarkably high level regions around invariant latitudes from 57° to 67° around midnight and at 78° in the afternoon, being consistent with Alouette-2 observations. On the other hand, there appears to be no peak around midnight in the southern hemisphere, suggesting contamination due to ground-based transmitters at same interval in the northern hemisphere.

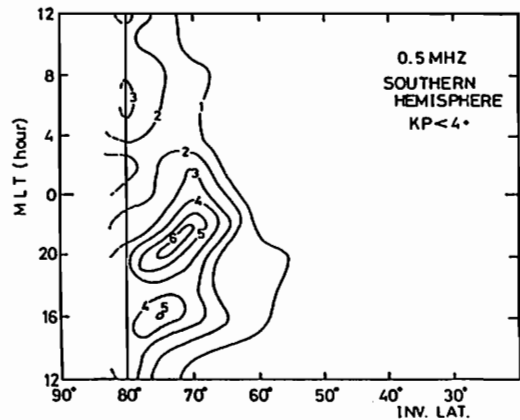
電離層観測衛星 (ISS-b) のトップサイドサウンダ
ミッションには受信機のAGC電圧を利用した宇宙雑音
スペクトラムの測定機能がある。ここではサウンダ
受信機の最低周波数である500kHzのAGC電圧を統計
処理し、南北中高緯度における中波帯のホイッスラ
モード電波雑音強度の日変化特性を調べたので報告
する。

ISS-bは軌道傾斜角70°、周期107分、高度約11
00kmの準円軌道の衛星で、64秒毎に1枚のイオノグ
ラムを得る。周波数は0.1MHzステップで0.5-14.8M
Hzを掃引する。AGCは受信機の第2中間周波段で行わ
れ、内部雑音の入力換算レベルを基準にして約60db
のレンジがある。AGC電圧データは各周波数毎のバル
ス送信(9Hz)直前の約220μsecの間の平均値がサン
プリング(256レベル)されるので送信パルスの影響
を殆ど受けない。イオノグラム毎に144周波数からな
るスペクトラムが構成され、軌道1周回で周波数毎
に約100点のデータを得る。今回は1978年8月11日-
12月11日の4カ月間に得られた378周回分、約3万点
のAGCデータを中心に解析した。4カ月はISS-bが全
地方時をカバーするのに要する期間である。これら
のデータ中には、夜間、高緯度電離層トラフで臨界
周波数も低い場合に地上の強い混信波によって受信
機前段で混交調が発生し、全周波数域でAGCレベルが
異常上昇するデータも含まれているので、これを
除去する必要がある。これは主にユーラシア大陸、
特に西欧上空で顕著である。この処理後データをML
Tで2時間毎、不変緯度Δで5°毎に分類し、強度分布
を求めた。この期間中に得られたイオノグラム上の
エコー強度の計算機処理によりプラズマ諸量が決定、
作成されたプラズマ周波数の地方時マップによると
0±2MLTの北米上空に500kHz以下の領域認められるが、
ほとんどのデータではホイッスラモードの周波数条
件を満たすことが判明した。

図1(a),(b)は各々磁気静穏時(kp<4+)の北、
南半球におけるMLT-不変緯度上の電波雑音強度分布
(受信部入力換算値)である。北半球では顕著な極
大領域が57-67°Δの真夜付近に、また、78°Δ付近
で午後から18MLTにかけて認められる。この傾向はA
louette2の200kHzの結果と大筋で一致する。この真
夜の極大位置は最近のアラスカの500kHz波の地上観
測結果と関連づけられるかもしれない。一方、南半
球では地上波の効果が少なく全体のレベルが北に比
べて著しく低く、真夜の極大がない。19-23MLTにあ
る極大は注目される。この南北間のレベル差は他の
期間のデータではこれほど明確ではない。
VLFヒストとの関連についても議論する。



(a)



(b)

図1. 地磁気地方時-不変緯度上の静穏時(kp<4+)における500kHz電波雑音強度分布(サウンダ受信部入力換算値)。(a)北半球、(b)南半球

低緯度VLF放射のULF脈動による変調現象

田中義人、西野正徳、湯元清文、高橋文明 (名大STE研)

Low-latitude ELF/VLF emissions modulated by geomagnetic pulsations

Y. Tanaka, M. Nishino, K. Yumoto and F. Takahashi
(STE Labo., Nagoya Univ.)

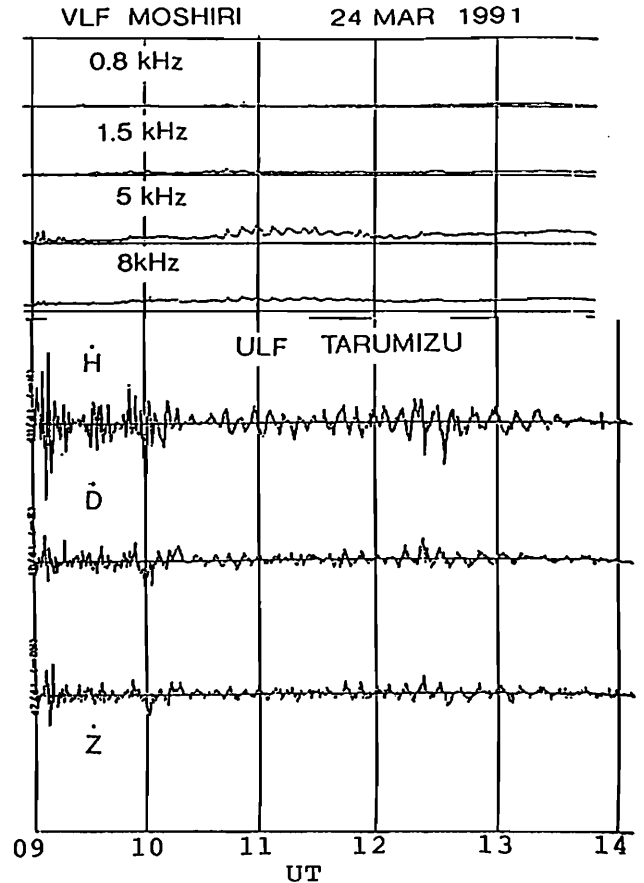
Continuous recording ($f=0.8, 1.5, 5.0$ and 8.0 kHz) of ELF/VLF emissions has been carried out at Moshiri Observatory (geomag. lat., 34.4° N) in Japan since 1964. Observations of geomagnetic variations were established recently at Moshiri and Kagoshima (Tarumizu, geomag. lat., 20.7° N) by Flux-gate magnetometers. The intensities of ELF/VLF hiss and ULF pulsations have been stored by digital data-format of sampling time of 10 sec. and 1 sec., respectively.

In the magnetic storm started at SC around 4h UT, 24th May 1991, quasi-periodic VLF emissions at 5 and 8 kHz were observed and they indicated a modulation by Pc 5 pulsations. We will present some examples of low-latitude ELF/VLF emissions modulated by geomagnetic pulsations and discuss their characteristics of the modulation.

我々は、1964年以来北海道母子里観測所 (磁気緯度 34° , $L=1.56$) において、0.8kHz、1.5kHz、5kHz、8kHzの各中心周波数のELF/VLF電磁放射の連続観測を行っている。これまでの観測で解明された点を要約すると K_p の増大にともなう擾乱性VLFヒスは磁気嵐の主相の後半から回復期にかけて発生頻度が高く強度も強い。VLFヒス発生に関する電子エネルギーは ~ 10 keV内外であり、プラズマポーズ近傍で発生したものを観測している。一方、2~3kHzにスペクトルを持つELF放射は昼間の中程度の磁気擾乱時に発生する頻度が高い。最近、我々は、母子里及び鹿児島(垂水)観測所でフラックゲート型磁力計による磁場観測を始め、データは1秒毎のデジタル値で記録されるようになった。また、母子里におけるELF/VLF放射の上記各周波数の強度も10秒毎のデジタル値で記録されるようになり、相互の現象の比較が容易になった。

1991年3月24日4hUTに始まったSCの後、10:30~12:30UTに、5kHz及び8kHzの準周期(QP)VLF放射が観測された。このQP放射は地磁気H成分の微分から求めたULF脈動(周期500秒程度のPc5)と非常に相関が良い。(図1)地磁気脈動による変調を受けたQP-VLF放射は、オーロラ帯(昭和基地、 $L\sim 6$)やサブオーロラ帯(ル-基地、 $L=4.2$)で主にPc3レンジにおける観測の報告はあるが、低緯度VLF放射に関しては、1986年2月の大磁気嵐時の回復時に観測されたが、一般には、その頻度は少ない。

本講演では、母子里観測所で観測された低緯度VLF放射のPc5脈動による変調の観測例を示し、その特性の初期的解析を報告する。



参考文献

Kimura, I. Space Sci. Rev. 16,389,1974.
Morrison, K. Planet. Space Sci. 38,12,1555,1990.
Nishino, M and Y.Tanaka. Proc, RIA, Nagoya Univ, 36,2,119,1989.

ISY-Space Energy Transmission Experiment

H. Matsumoto (Kyoto Univ.), N. Kaya (Kobe Univ.) and ISY-METS Team

For future power demand to Space, from Space and in Space, we need a scientific and technical research on microwave energy transmission in our space plasma environment. Intense microwave energy beam used for power transmission in space easily couples with the space plasma environment.

We have investigated the nonlinear interaction of the microwave with the ionospheric plasma via computer experiments since the success of our previous rocket experiment MINIX. In order to verify the details of nonlinear wave-wave-particle interactions disclosed by computer experiments, and to study the phenomenon further empirically, we have proposed a Microwave Energy Transmission experiment in Space (METS) as one of the three International Programs for Space Power Development in the world during the International Space Year (ISY). The proposal was accepted by the IAF and ISAS and was named ISY-METS.

In this paper, we will describe the academic background, i. e., nonlinear plasma physics involved in the microwave energy transmission. In addition, we will present our current design of the Rocket Experiment ISY-METS. The conceptual configuration of the ISY-METS experiment is in Fig. 1. The antenna pattern, and structure of the microwave transmission antenna are given in Fig. 2.

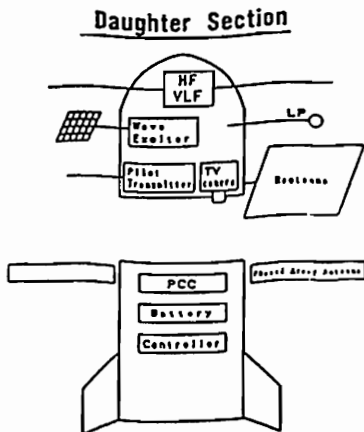


Fig. 1 Mother Section
Conceptual configuration of the METS rocket.

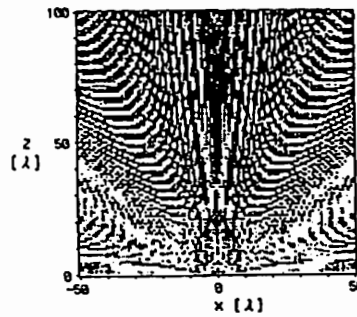
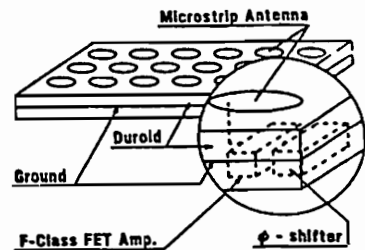


Fig.2
Calculated antenna pattern of the phased array antenna installed on the METS rocket.



Structure of the antenna paddle.

References

1. H. Matsumoto, Numerical estimation of SPS microwave impact on ionospheric environment, Acta Astronautica, 9, 493-497, 1982.
2. N. Kaya, H. Matsumoto, S. Miyatake, I. Kimura, M. Nagatomo and T. Obayashi, Nonlinear interaction of strong microwave beam with the ionosphere, Space Power, 6, 181-186, 1986.
3. H. Matsumoto, N. Kaya and M. Nagatomo, Microwave energy transmission experiment, Space Power, 9, 113-130, 1990.

高電位テザー衛星と宇宙プラズマとの電磁力学的相互作用

°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

Computer Experiments on Electrodynamics of High Potential Tethered Satellite

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

To study the plasma response to the high potential tethered satellite in SETS, we performed computer experiments using two dimensional electromagnetic and three dimensional electrostatic particle codes. In the computer experiments, one conducting body representing the tethered satellite is placed at the center of the simulation region in a vehicle frame. The potential energy of the satellite is fixed fairly high compared to the space plasma thermal energy. Electrical property of the high potential satellite and plasma response in the vicinity of the satellite are examined in terms of density structure and current profile. We also made a comparison between the results of 2D and 3D simulations.

米国において、テザー系を用いたシャトル実験 (SETS) が計画されている。我々は、それに先立ち、シャトルテザー衛星の電磁力学過程について2次元電磁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。これらの結果については、本学会においても発表を行ってきた²⁾。

今回は、テザー系的一端であり、 $V \times B$ 効果により高電位となる衛星に着目し、それによる近傍プラズマ応答の計算機実験結果について報告を行なう。計算機実験には、主に2次元電磁粒子コード (KEMPO) を用いたが、より現実的なモデルによる計算機実験を行なうために、静電場についてはポアソン式、プラズマの挙動については運動方程式を解き進める3次元静電粒子コードの開発を行ない、それを用いた実験も行なった。

2次元計算機実験では以下のような解析結果が得られた。衛星近傍においては、電子シースの形成、高電位によ

るイオン流のせき止めが確認された。また、衛星の高電位による強い電界と地球磁場により、粒子の $E \times B$ ドリフト運動が生じ、それと周辺プラズマ流との相互作用により、衛星近傍において密度プロファイルが非一様になることも明らかになった (Fig 2)。高電位衛星に起因する電流については、地球磁場に沿った方向には衛星の電子捕獲による電子電流、垂直な方向には衛星近傍の電子の $E \times B$ ドリフト運動による環状電流が確認された。また、それに伴う衛星近傍でのプラズマ加熱も見られた。以上の結果を議論すると共に、3次元計算機実験結果について2次元の場合との比較検討を行ない、その結果を述べる。

参考文献

- [1] P. M. Banks and P. Byers, 'SETS Development Phase Proposal', 1986.
- [2] 白井 他, 第83~87回 SGEPS, 講演予稿集

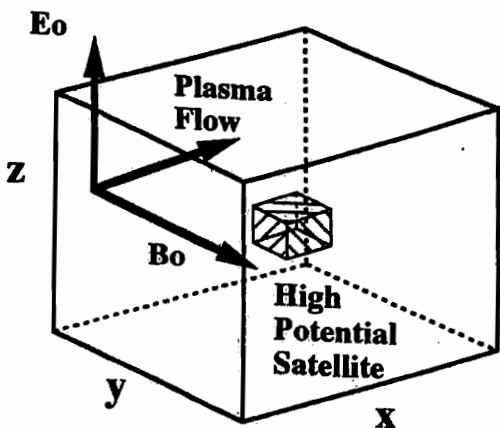


Fig. 1: Three dimensional model for computer experiments.

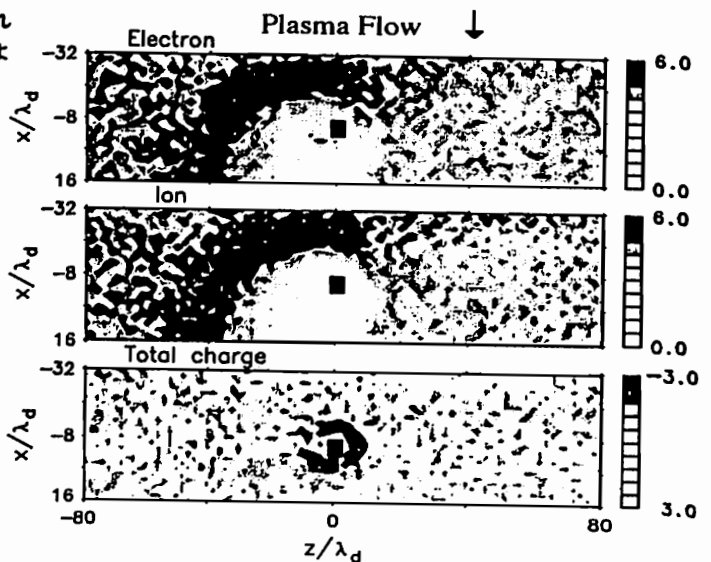


Fig. 2: Contour maps of electron and ion number density in the plane perpendicular to B_0 . The small rectangle in each panel represents the high potential satellite.

A12-16 電子ビーム放出実験で観測された衛星表面起源の 低エネルギー電子 宮武 貞夫 (電通大)

LOW ENERGY ELECTRONS EMITTED FROM A SATELLITE SURFACE
IN ELECTRON BEAM INJECTION EXPERIMENT
SADAO MIYATAKE, UEC

Electron energy spectrum are studied in the electron beam injection experiments from EXOS-B satellite. Outside plasma pause, typical electron energy spectra is different from that expected theoretically, and consists of two components; one has the same and the other has lower energy than injected beam energy. The latter is suggested to be emitted from small insulating parts on the satellite surface charged at lower potential as much as a few ten volts, however, charging mechanism is not well understood.

光電子電流とプラズマ電流のバランスからわずかに正に帯電する事が予測されていた静止軌道衛星が、時として数keVの負電位に帯電する事が見いだされてから久しい。これは、誘電体で覆われた衛星表面が異なった電位に帯電する(differential charging)ことによるものと理解され、近年、磁気圏あるいは惑星間空間に投入される多くの観測衛星は、表面電位を一定の保つために太陽電池の表面を導電性のガラスで覆う等の配慮を加えている。これらの衛星は極めて希に数百Vの負帯電を経験する以外数Vから数十Vの安定した正電位に保たれる事が知られている[1]。

1978年に軌道に投入されたEXOS-Bは太陽電池を覆う導電性ガラスを採用したのが国初の科学衛星で、電離層からプラズマ圏外までの広い領域で電子ビーム放出実験を長期間にわたり実施した唯一の衛星でもある。電子ビーム放出時の衛星電位はATS5/6同様周辺プラズマのエネルギースペクトルのシフトから決定され、プラズマ圏の下部では衛星電位の変化はほとんど見られず、プラズマ圏上部では電子密度の減少と共に衛星電位は上昇し、プラズマ圏外ではビーム加速電圧に等しい電位にまで上昇する事が見いだされている。

図1aは、プラズマポーズの外側で電子ビーム放出前に観測される典型的な電子エネルギースペクトルで、CH1からCH13まで9.47keVから2.79eVまでのエネルギーが対数的に等間隔に分割されているが、2.79eVから9.36eVまでの3つのチャンネル(CH11, 12, 13)には、スピんに同期して変化する光電子成分を含んでいる。衛星の電位が電子ビームの加速電圧に等しい電位にまで上昇すると、衛星の上昇電位分だけ加速された周辺プラズマ電子、加速電位に等しいエネルギーを持つ帰還電子、および衛星表面から放出される低エネルギー電子の3成分からなるスペクトルが予測されるが、電子ビーム放出時(200V, 0.25mA)のスペクトルの典型は図1bに示すように、帰還ビーム電子と低エネルギー周辺電子からなるビームエネルギーに等しい成分(CH7)と、9.36eV-33.4eV(CH10, 11)の低エネルギー成分が主で、ビーム放出前に観測された高エネルギー成分がほとんど見られなくなる。

図1cは、対数的に分割されたエネルギーチャンネルを考慮してビーム放出前のエネルギースペクトルを200eVシフトしたものを、各チャンネルの1カウントレベルと共に示したもので、高エネルギー成分に対する少なくとも数分の一の見かけの感度低下が示唆されているが、そのメカニズムは明かではない。

一方、CH10, 11に見られる成分は衛星表面に起源を持つ事は明らかだが、光電子、二次電子のエネルギーは数eVで、後方散乱される電子のエネルギー分布は入射電子のエネルギーより低い領域にほぼ一様に分布する[2]ことを考慮すると、これらは衛星表面に部分的に存在する微小な誘電体表面がビーム加速電圧より十ないし数十V低い電位に帯電する事を強く示唆している。

電子ビーム放出時に、衛星表面の誘電体がビーム加速電圧より低い電位に帯電する事は、SCATHAでも観測されているが[3]、導電性カバーガラスを採用したEXOS-Bで観測されたこの低エネルギー電子の存在は、衛星表面に存在する微小な誘電体の帯電電位を支配する電流バランスは極めて複雑で、電子ビーム放出時に限らずエネルギー分析器のデータ解析には、それらの誘電体から放出される光電子あるいは二次電子に注意を払う必要がある事を意味している。

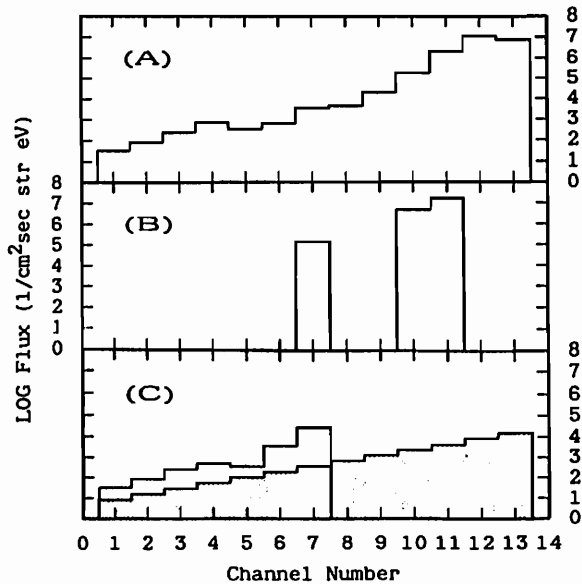


図1 EXOS-Bで観測された電子の微分フラックス

[1] Olsen, R. C., and E. C. Whipple, J. Geophys. Res., 93, 5568, 1988.

[2] Whipple, E. C., Pep. Prog. Phys., 44, 1197, 1981.

[3] Stannard, P. R. I., et al., Rep. NASA CR-165348, NASA Lewis Res. Cent., 1981.

A12-P21 電離層中のダイポールアンテナによる大地上及び電離層中の VLF 波強度マッピング

宮村 和俊* 八木谷 聡* 長野 勇* 木村 磐根**
*金沢大学工学部 **京都大学工学部

Mapping of VLF Wave Intensities on the Ground and in the Ionosphere Radiated from a Dipole Antenna Located in the Ionosphere

Kazutoshi MIYAMURA Satoshi YAGITANI* Isamu NAGANO* Iwane KIMURA**
*Dept. of Electr. Eng., Kanazawa Univ. **Dept. of Electr. EngII., Kyoto Univ.

Experiments of VLF wave radiation from polar electrojet current (PEJ) heated by high-power HF waves modulated with VLF have been carried out at high latitude. The radiated VLF waves were received both on the ground and above the ionosphere. To explain the experimental results, we have developed a full-wave technique to calculate the radiated fields both on the ground and in the ionosphere assuming PEJ to be a point dipole source. We will present calculation results of the wave field distribution in the ionosphere and on the ground, and compare them with the wave polarization observed at HIPAS.

VLF で振幅変調をかけた地上からの大電力 HF 波で PEJ(Polar ElectroJet current) を加熱し、これが地上から放射された HF 波の変調周波数で変化することによって発生する VLF 波を地上及び衛星で観測する実験が今まで幾度かおこなわれている。観測したデータを解析することで PEJ の大きさや VLF 放射アンテナとしての効率を知ることができる。

今回、VLF を放射している PEJ をダイポール波源と仮定したモデル(図 1)を考え、不均質層状プラズマ媒質中に平面波を入射した場合の層中の電磁界を求める full wave 法を用いて地上及び波源上空の電離層中の電磁界を数値計算によって求めた。計算原理は以下の通りである。ダイポールから放射される球面波は平面波の無限積分で表されることから求める電磁界は各平面素波による電磁界の無限積分の形になる。そこで各平面素波による界を full wave 法で求め、最後にすべての素波について積分する。積分は離散値の和で近似するのであるが、この積分はフーリエ変換と等価であるので離散値の刻み幅は求める電磁界マッピングの範囲によって決められる。また、積分計算の打ち切り範囲は電磁界の波数空間での収れん性に依って決まる。

図 2 は、HIPAS 実験で観測された VLF 波強度と計算値を比較するために波源を高度 65km の東西方向の微小ダイポール(周波数 2.5kHz)として計算した (a) 高度 110km 及び (b) 大地上におけるポインティングフラックスの高度方向成分の強度分布である。波源の高度は、HF 波(2.85MHz)の X モード波が電離層に吸収される高度として選ばれている。波源の上空ではポインティングフラックスの強度分布が地上の分布に比べて小さくしぼられていることがわかる。これは、PEJ による VLF 波を衛星で受ける場合、その位置を衛星が通過した時にしか受信できないことを示している。また、そのピークが波源を通る地球磁場の磁力線のその高度の位置だけずれているので、我々の計算結果は正しいと思われる。

発表では、波源を微小ダイポールだけではなく PEJ を想定したライソソースなど電流分布をもったモデルの計算結果を含め、実験観測データとの比較などを行う。

参考文献

・長野 勇, 北岸陽一, 八木谷 聡, 満保正喜, 木村磐根: “電離層中のダイポールアンテナによる大地上の VLF 波強度の計算”, 電子情報通信学会論文誌 Vol. J74-B-II(5)1991

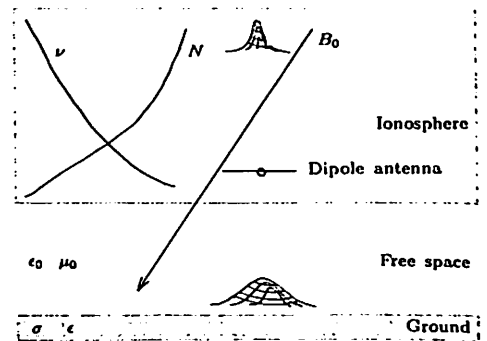


図 1 計算モデル

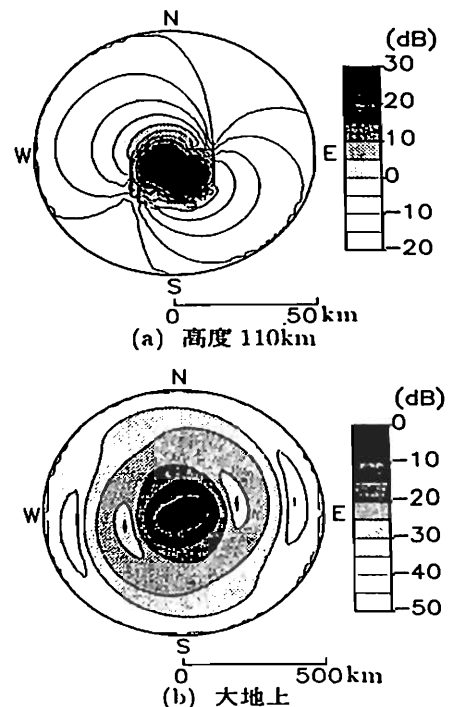


図 2 $|P_z|$ の分布 (ダイポールモーメント: 10^4 Am , $0 \text{ dB} = 1 \mu \text{ W/m}^2$)

中村 義勝
通信総合研究所

HEIGHT OF DUCT ENDS DEDUCED FROM DF OBSERVATIONS OF WHISTLERS IN OKINAWA

Yoshikatsu NAKAMURA

Communications Research Laboratory, Koganei, Tokyo, 184

Ray tracing is performed to compare the results with the DF observations of whistlers conducted at Okinawa. The IGRF field line passing through Okinawa is approximated by a field line at $L=1.120$ of a dipolar field model. Wave normal directions at the duct exit are calculated when initial wave normal directions are vertically upward at the conjugate duct entrance (Fig.1). Vertically downward wave normals (dip: 90°) appear quasi-periodically at the duct exit (Fig.2). When wave normal is downward within the transmission cone, the whistler waves penetrate through the ionosphere. The latitude of the ionosphere penetration of the whistler will be the same latitude with the duct exit, because the transmission cone is narrow enough. Table 1 shows the horizontal distance between the duct exit and the observation point calculated using a model field line of $L=1.120$ when the height of duct ends is changed. Considering the observational result that whistlers arrive from the zenith and the duct exit's size is a few 10 km in diameter, the heights of duct ends will be below the height of the ionospheric maximum electron density.

沖縄におけるホイストラ方探観測結果を解釈するために、沖縄を通過するIGRF磁力線を $L=1.120$ のダイポール磁力線で近似し、それをダクト中心とするダクトをもつ電子密度分布モデルを用いレイトレーシングを行なった。共役点におけるホイスト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ストラの波動法線の分布を計算したところ(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°)の波動法線が現われた(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、ホイストラは電離層を通過し地上で受信されると考えられる。ここで、ダクト出口と地上観測点との位置関係を推定する。ダクト出口の高度、すなわちダクト下端高度は夜間には300 kmまで下がるという報告があるが正確なことは、わかっていない。第2図は従来言われているように、ダクト下端が上部電離層にあると想定し、高度400 kmに存在すると仮定して計算した。ホイストラが電離層の底を通過し自由空間に出る電離層脱出点の緯度は、トランスミッションコーン角が十分に狭いからダクト出口の緯度と同一と考えられ、 $L=1.120$ の磁力線上、高度400 kmのダクトの場合 12.9° となる。これは沖縄の観測点 (17.8° 、 $L=1.120$ の磁力線が高度90 kmの電離層の底を通過する点) より水平距離にして約490 km南に存在することになる。沖縄での方探観測によれば、ホイストラは天頂を中心に、電離層脱出高度90 kmを仮定したとき半径10 km以下の領域から到来する。すなわち観測結果は、ホイストラのダクト出口が第2図の計算で仮定した高度400 kmよりずっと下に存在せねばならないことを示している。第1表に $L=1.120$ の磁力線に基づいて計算した、ダクト出口の高度を変えたときの、ホイストラの電離層脱出地点と観測点間の水平距離を示す。この表と観測結果を比較するとき、ダクト下端は電離層最大電子密度高度より更に下の200 km以下の高度まで降りていると推定される。なお計算によればダクト下端が下部電離層にあるとしたほうがホイストラはダクトに捕足されやすい。

Fig.1 SCHEMATIC DIAGRAM OF WAVE INJECTION

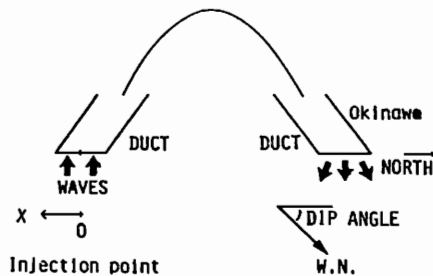


Fig.2

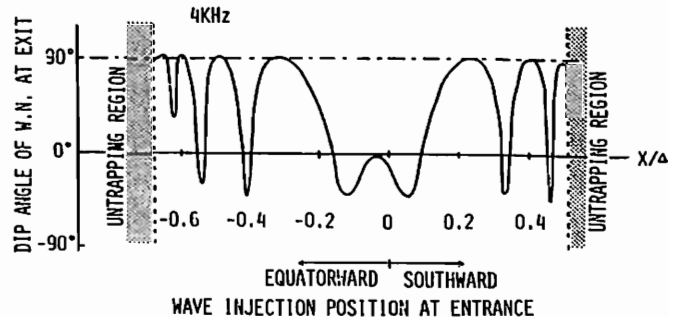


Table 1

HEIGHT OF DUCT ENDS	400km	300km	200km	100km
LATITUDE OF DUCT ENDS	12.9°	14.6°	16.2°	17.6°
HORIZONTAL DISTANCE	490km	320km	160km	15km

Development of Simulator for Particle Code

° N. Kaya and T. Kyomoto (Kobe University)

The computer simulation is a very important and powerful tool for analyses of the physical processes due to the advance of the computer technology. However, no present super-computers and parallel computers have a performance enough to solve large three-dimensional problems. We started to develop a simulator for a particle code. Many digital signal processor (DSP) developed for digital signal processing are connected in parallel in order to calculate faster than the other computers.

計算機の未発達な時代には計算機による物理問題の解法は、解析理論に数値解を与える程度の補助手段であることが多かったが、最近の計算機の急速な発達は、計算機による本格的な物理学研究を可能とした。非線形方程式を直接解いて物理解を得る計算機シミュレーションは、現在のスーパーコンピュータの時代に至って、実験、観測とならぶ有力な研究手段として確立したといえよう。プラズマに対するシミュレーションについても同様に計算機の発展を背景にMHDシミュレーションのみならず、粒子シミュレーションにおいても3次元問題へのチャレンジが行なわれはじめようとしている。しかし、現在のスーパーコンピュータや並列コンピュータをもってしても大規模三次元シミュレーションは未だ不可能である。スーパーコンピュータや並列コンピュータの公称速度やメモリー容量でも十分実現可能な様に思えるが、これらのコンピュータはあくまでも汎用、いかなるプログラムにも対応できるものとして作られているため、その能力を100%引き出す事ができないためである。すなわち、OSの使用時間による実質的な計算速度の低下や、並列コンピュータにおいては、汎用に作られたためにその並列性を十分に生かすことができないためである。そこで我々は、三次元シミュレーションを目指す計算機シミュレーション専用コンピュータの開発を開始した。

この専用コンピュータの開発で重要な点は以下である。

1. 実用性のあるコンピュータの開発が可能か

現在のスーパーコンピュータを越える計算速度とメモリー容量を安価に実現することが絶対条件となることはいうまでもない。

2. 日進月歩のスーパーコンピュータの進歩に対応できるか

たとえ現在のスーパーコンピュータを越すことができて、すぐに新しいスーパーコンピュータに追い越されてしまえば意味がない。三日天下では全く無駄な努力に終わってしまうこととなる。

この問題に対して我々の専用シミュレータの構想では、以下の方式で十分に実用性を持つ専用シミュレータが実現できるものと考えている。

1. 粒子コードのみに対応

汎用性を完全に捨て、粒子コード専用機にすることにより、無駄な部分を落とすと同時に、プログラムの一部をハード的に実現し、高速化を達成する。

2. DSPの利用

現在、Digital Filter などデジタル信号処理の分野で急成長の Digital Signal Processor (DSP) を並列化する。DSP は、フーリエ変換などを高速に行うため積和計算を 1 step で行うことが可能で、差分方程式を解く粒子コードにとって最適なプロセッサである。また、DSP は、その本来の用途から大型コンピュータをはるかにしのぐ開発が行われ、その技術革新にのることにより常に専用シミュレータをグレード・アップすることが容易となる。

□ 磁気圏電離圏結合 (I)

A31-01~05, -P28~31

座長 佐川永一 (通総研)

西谷 望 (名大STE研)

□ 磁気圏電離圏結合 (II)

A31-06~11, -P32~35

座長 家森俊彦 (京大理)

塩川和夫 (名大STE研)

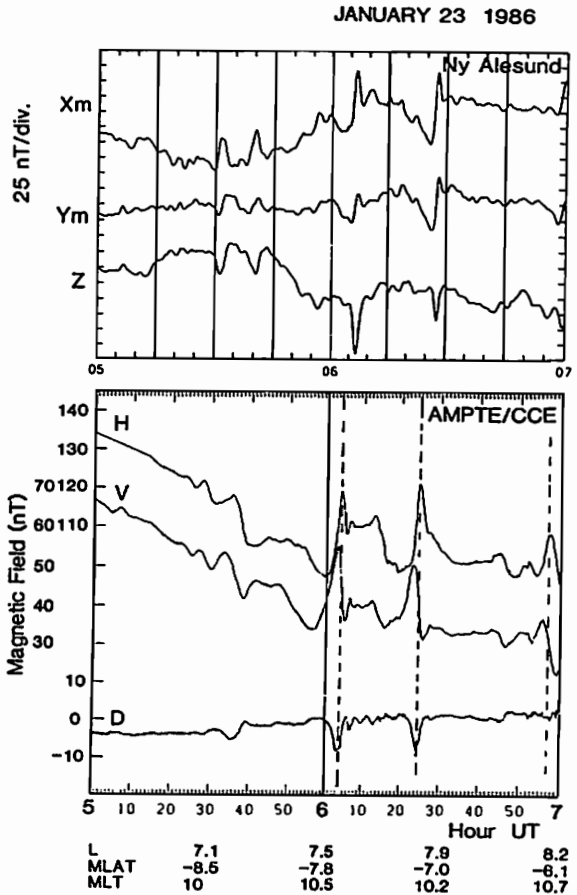
Magnetic Impulse Events on the Dayside:
Magnetosphere-Ground Correlations

Kokubun, S.,^o and H. Kawano

Department of Earth and Planetary Physics,
University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo 113 Japan.

Searches for the potential ionospheric signatures of magnetopause processes, such as those related to sporadic reconnection and pressure-induced magnetopause deformation have recently been made by several investigators. Vortex motions of ionospheric plasma, detected as sudden magnetic impulses of a few minutes duration, have been observed using data from ground magnetometer arrays at high latitude. Although traveling natures and conjugacy of impulsive phenomena in the ionosphere have extensively been discussed, corresponding signatures of magnetic field variations near the magnetopause have not yet been examined in detail.

In this study we examine correlations of magnetic impulses observed in the magnetosphere and on the ground by using data from AMPTE/CCE, GOES 5/6 and ground magnetograms. AMPTE/CCE was in an eccentric equatorial orbit with an apogee of 8.8 R_E and a period of 15.7 hours. When the apogee of AMPTE/CCE was located on the dayside of 9 - 13 hour local time sector in 1984 and 1986, we found more than 10 examples of simultaneous magnetic impulses in data from these three satellites. Magnetic impulses of amplitudes of more than 100 nT were found to be often observed at high latitude on the ground in association with magnetospheric impulses of about 10 nT amplitude. Durations of ground-correlated magnetospheric impulses are generally larger than 4 minutes. Ground-correlated magnetospheric variations tend to show significant amplitudes in the radial and azimuthal components as well as the compressional component. Distinct impulsive variations on the ground tend to occur during moderately quiet conditions. Traveling features and spatial scale of magnetospheric impulses are discussed based on simultaneous data from the three satellites.



IMF 北向き時における真夜中オーロラオーバル付近の B_y が制御する沿磁力線電流構造

・田口 聡 (京大理)、杉浦正久 (東海大開発技術研)、家森俊彦 (京大理)
 J.A.Slavin (NASA), J.D.Winningham (SRI)

By-Controlled Field-Aligned Currents Near Midnight Auroral Oval During Northward IMF

S.Taguchi¹, M.Sugiura², T.Iyemori¹, J.A.Slavin³, and J.D.Winningham⁴

(¹ Faculty of Science, Kyoto University, ² Institute of Research and Development, Tokai University, ³ NASA Goddard Space Flight Center, ⁴ Southwest Research Institute)

We investigate a By-controlled field-aligned current system near midnight auroral oval during northward IMF using Magsat and DE-2 data. In the Magsat magnetic field data we identified a field-aligned current system which appears approximately along the auroral oval in the premidnight sector (postmidnight sector) in the southern hemisphere when B_y is negative (positive). We present statistical properties of the field-aligned current system deduced from the Magsat data and its detailed characteristics in some cases of DE-2 simultaneous observations of magnetic and electric fields and particles.

我々は、IMF 北向き時における磁気圏尾部の電流構造、プラズマの運動を理解することを目的として、低高度人工衛星の Magsat および DE-2 のデータを用いて B_y 成分の制御する夜側の沿磁力線電流構造を調べている。

IMF 北向き時の Magsat の磁場データ中に図1のような B_y 成分が制御する沿磁力線電流が南半球電離層上空に流れているのが見られる。 $B_y < 0$ ($B_y > 0$) の時、真夜中前(真夜中すぎ)の磁場変動が強くなり、その変動は主に3つの電流シートによってつくられている(電流方向、図1下参照)。まず、Magsat 磁場データを用いて、この沿磁力線電流の統計的性質を調べた。前3時間 IMF が北向き(1時間値)で、かつ B_y の向き(64秒値)が安定しているという条件で取り上げられた夜側の108パスのデータから次のような結果が得られた。

- ・108パスのうち70パス ($B_y < 0$, 23例、 $B_y > 0$, 47例)においてこの電流系は観測され、すべて、上で述べた側に存在する。
- ・3つの沿磁力線電流の強度分布はいずれも以下のような性質を持つ。すなわち、 $|B_y|$ と共に増加する傾向を持ち、 B_y の正負に依存して、0200 MLT と 2200 MLT 付近にピークを持つ。

・IMF が南向きへの短い excursion をした直後には、平均的に IMF が北向きであってもこの沿磁力線電流は見えなくなることが多い。

次に、DE-2 衛星の磁場、電場、降下粒子データを用いて、上記の沿磁力線電流構造のいくつかのケーススタディを行った。図2は、その1例で、IMF $B_z \approx 6\text{nT}$ $B_y \approx 18\text{nT}$ で比較的安定した期間に北半球電離層上空で観測された電流構造に伴う電場のデータである。電場の1成分の大きさと、その1成分から得られる $E \times B$ ドリフトの向きを示している。昼側ポーラーキャップには、 $B_y > 0$ 時に特有の時計回りの対流が見られるようである。夜側では、南半球の真夜中すぎで観測される沿磁力線電流構造(図1b)に対応するものとして、真夜中前のおよそ 64° から 68° INV.LAT. の領域で東向き、その高緯度側のおよそ 68° から

77° INV.LAT. の領域で西向きのドリフトが観測されている(矢印の間)。また、次のパスでは、 $B_z \leq 0$ になっており、夜側のこの電場は同定できなくなる。同時に、 60° INV.LAT. 付近に Region 1/2 沿磁力線電流に関係する電場が現れてくる。IMF 北向き時に固有で、南北半球電離層で真昼真夜中子午面に関して対称に現れるような、 B_y に制御される磁気圏対流が存在していることがわかる。

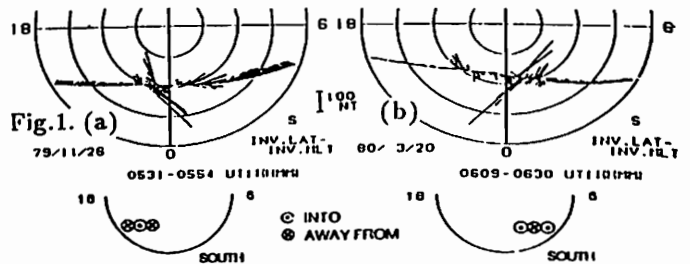


Fig.2.

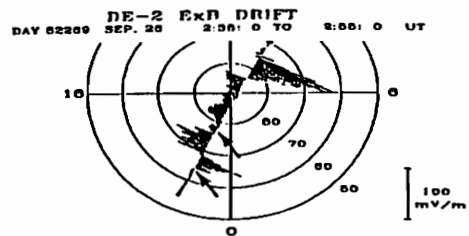


Fig.1. Horizontal magnetic perturbations near midnight auroral oval in the southern hemisphere observed by Magsat:(a) for negative and (b) for positive B_y . Directions of the field-aligned currents are shown in the bottom panel. Fig.2. Horizontal electric fields (one component) in the northern hemisphere observed by DE-2. Direction of the vectors indicates that of the $E \times B$ drift deduced from the one component of E .

Acknowledgments We thank N.C.Maynard for permitting us to use his electric field data.

**PARTICLE SIGNATURES AND CURRENT SYSTEMS AS
A GLOBAL DIAGNOSIS OF THE MAGNETOSPHERE**

○Takesi Iijima and Masakazu Watanabe
Faculty of Science, The University of Tokyo, Tokyo 113

Over more than two decades, a number of studies have investigated the various characteristics of magnetospheric processes. These included the electric current systems in the ionosphere and the magnetosphere, and the plasma populations filling the magnetic flux tubes over the wide area of the magnetosphere down to the ionospheric altitudes. For example, from measurement of charges particles or the magnetic field, the spatial distribution pattern and its changes during substorms were determined for the electron precipitation (in the energy range from 10 eV to 10 keV and in the 2100-0300 MLT sector) at the ISIS 1,2 satellite altitudes (which consists of the CPS and BPS precipitations) by Winningham et al. [1975]; and for the large-scale field-aligned currents at ~800-900 km altitude (which consists of the Region 1 and Region 2 systems with the complicated, multiple currents in the ~2000-2400 MLT sector) by Iijima and Potemra [1978]. Later, with simultaneous magnetic field and plasma and/or electric field measurements, various implications for the source regions and the source mechanisms of the field-aligned currents were presented in relation to the magnetospheric boundary layer, the plasma sheet and the ring current (radiation belt) domain. Toward the nightside MLTs, the field-aligned currents were seen to be collocated exclusively with the charged particles that are usually used to identify the field lines threading the plasma sheet [e.g. Klumpar, 1979; Frank et al., 1981; Sugiura et al., 1984; Kelley et al., 1986; Heinemann et al., 1989; Fujii et al., 1990]. On the dayside MLTs, the field-aligned currents were seen to be associated with the charges particles that have traditionally defined polar cusp, cleft and plasma mantle [e.g. Bythrow et al., 1988; Erlandson et al., 1988].

The main purpose of this paper is to determine concurrent characteristics of the field-aligned currents and the precipitating ions and electrons at an altitude of ~840 km both in the midnight and midday MLT sectors, and their implications for a global diagnosis of the magnetosphere. We will report a case study of a prolonged strong northward IMF period and a prolonged intense substorm period.

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

We show in this study the large-scale characteristics in auroral particle precipitation patterns during a substorm growth phase statistically, along with their north-south conjugacy and relationship with the field-aligned currents (FACs). We have investigated these characteristics by using the magnetic field and the plasma measurements acquired with the DMSP (defence meteorological satellite program) F7 satellite at an altitude of ~ 840 Km. Principal characteristics determined here include the following:

- (1) A pair of current systems similar to the traditional region 1 and region 2 current develops, which is contrastive to the absence of region 1 and region 2 current system during magnetically quiet times (Rich and Gussenhoven, 1987). These FAC pattern is consistent to the convection pattern obtained by Iijima and Nagata (1972). The Harang discontinuity corresponds to the turning point of the convection flow. The intensity of the FAC balances latitudinally, and the magnetic field observed by the middle latitude ground based stations shows no significant declination before the onset. These facts imply the latitudinal current closure during the growth phase.
- (2) The plasma precipitation characteristics during substorms consist of three distinctive parts (Iijima et al., 1991); they are from the lowest latitude *quasi-persistent core part* (residing at the equatorwardmost throughout the substorm), *explosive part* (expanding drastically after the expansion onset), and plasma sheet boundary layer (PSBL) which associates earthward ion flow. Quasi-persistent core part does exist during the growth phase. The energy carried by FACs and particles during the growth phase is concentrated on this core part. Latitudinal profiles of the energy density for both ions and electrons are very similar to the observation in the equatorial plane in the magnetosphere (Frank, 1970), therefore, it is considered that quasi-persistent core part maps to the earthward edge of the plasma sheet ($L=6\sim 7$). PSBL becomes distinctive during the growth phase and earthward ion flow that characterizes the PSBL is often observable, whereas the explosive part remains quiet.
- (3) The relationship between FAC and plasma sheet domain has local time dependence and the north-south conjugacy is not retained. In nearly the same magnetic local time sector (~ 22 h), the evening-type domain of traditional field-aligned current systems occurred and intruded further into the morningside above the northern polar ionosphere (local winter), whereas the morning-type domain of traditional field-aligned current systems occurred and intruded further into the eveningside above the southern polar ionosphere (local summer). We will demonstrate the statistical results in our talk.

向井利典（宇宙研）、平原聖文（京大・理/宇宙研）、小原隆博（宇宙研）、賀谷信幸（神戸大）

Relationships between auroral particle precipitations and their source regions in the magnetosphere on the nightside

T. Mukai (ISAS), M. Hirahara (Kyoto Univ./ISAS), T. Obara (ISAS), and N. Kaya (Kobe Univ.)

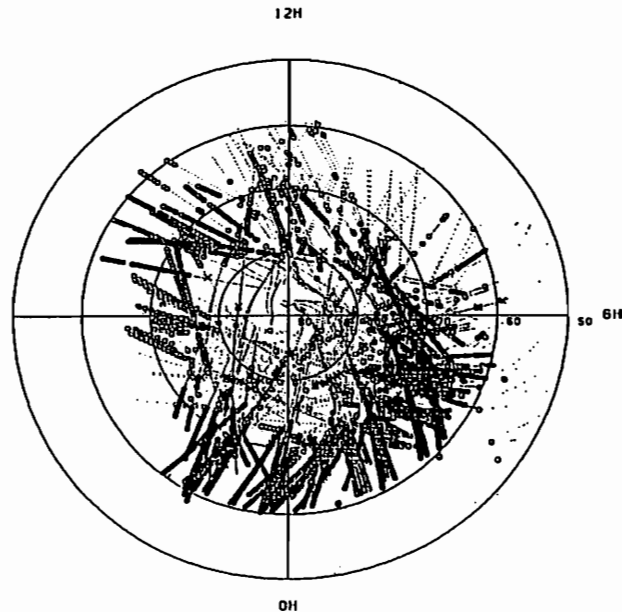
Based on EXOS-D LEP observations over the nightside auroral oval, we discuss signatures of charged particle precipitations in terms of their source regions in the magnetosphere. Electron precipitations can generally be divided into two types, namely diffuse and structured. These two types are not necessarily mutually exclusive, and in many occasions the structured precipitations are seen superposed in the high-latitude part of the diffuse precipitation. The average energy of the diffuse precipitation generally decreases with increasing latitude. We think that this signature corresponds to the spatial variation of electron energy in the plasma sheet. The polar-cap boundary (and also PSBL) seems to be identified from falloff of the energy flux of precipitating ions. Statistical results show that the latitudes of the boundary thus determined have very weak dependence on the K_p index.

オーロラ降下粒子のソース域に関して、「あけぼの」LEPのデータに基づいて考察した結果について述べる。

オーロラ帯高緯度側に見られる構造的な (inverted-V, suprathermal burst 等) 降下電子とその低緯度側の比較的一様な領域はオーバーラップまたは共存していることが多い。構造的な降下電子パターンは磁気圏赤道域と極域電離層との間で生起する局所的な加速・加熱機構を示しているのであって、その加速・加熱の発生高度に源を持つものも含まれる。構造的な降下電子が卓越していても、プラズマシート起源の diffuse な背景電子が見られることが多く、この背景電子の平均エネルギーは低緯度から高緯度にかけてゆっくりと低くなる。従来、降下電子パターンの構造の有無によってBPS/CPSの区分けがしばしば用いられているが、この背景電子のエネルギー変化こそがプラズマシート電子の空間的な分布を示しているものと考えられる。

PSBLの高緯度側境界の同定は難しい問題である。降下電子パターンから明瞭に判ることもあるが、北向きのIMFのときには、しばしば、多数のスパイク状の降下電子域が極冠域にまで広がっている。このような場合、降下イオンのエネルギー・フラックスを見ると高緯度側で急減する所があり、これがPSBLの境界に対応するとも考えられる。降下電子パターンから境界をはっきりと決められるときにも、このイオンの境界との対応は良い。PSBLの高速流に対応すると思われる discrete な降下イオンもしば

しば見られる。このように考えると、PSBLの境界は降下イオンで決められると結論したくなる。しかし、この結論は早計かも知れない。下図は、 $K_p \leq 1$ の場合の降下イオンの空間分布を示すが、高緯度側境界の K_p 依存性はほとんどない。もし、最後の結論が正しいとすると、PSBLに対応する緯度が磁気圏活動度に依存しないことになり、磁気圏構造に関する従来の考え方に重大なインパクトを与えることになる。



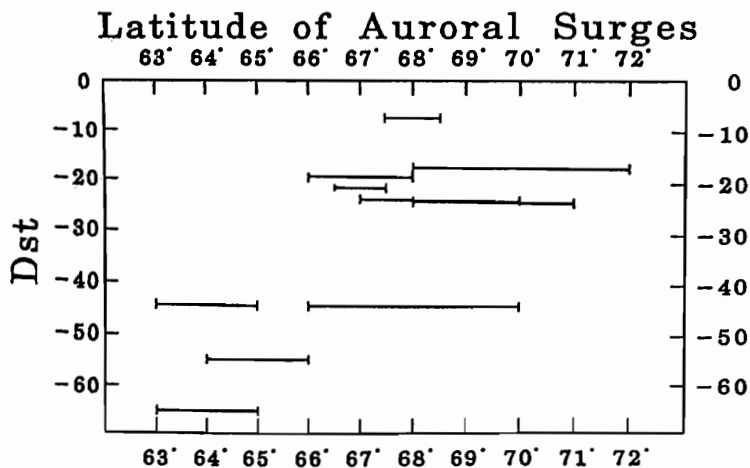
EXAMINATION OF THE LATITUDE OF IONOSPHERIC
FOOT POINT OF THE GEOSYNCHRONOUS SATELLITE
BY THE CORRELATIVE STUDY OF IONOSPHERIC
AND MAGNETOSPHERIC PHENOMENA

Nozomu Nishitani and Takasi Oguti
Solar-Terrestrial Environment Laboratory
Nagoya University, Toyokawa 442, Japan

It is not yet clear where auroras are actually connected to in the magnetosphere along magnetic field lines. Several attempts have been made to map the ionospheric auroral distribution into the magnetosphere by using the existent magnetospheric magnetic field model based on satellite observations such as Tsyganenko's models (Tsyganenko, 1987; Tsyganenko, 1989). However in using these models for the mapping there are several problems as follow: (1) the spatial extent of the data is limited, (2) the model is based on the statistical data while the real magnetosphere is highly variable, and (3) the mathematical expression of the model is not fine enough to represent localized currents such as field-aligned currents.

In this study we compare magnetic field variations at geosynchronous satellites GOES 5 and GOES 6 and auroral activity observed by all-sky TV cameras around the ground conjugate areas, in order to examine the real ionospheric foot point of the satellite. By comparing these ground and satellite data, we have examined the longitude and the latitude of the real ionospheric foot point of the geosynchronous satellite. As already reported in previous SGEPPS meetings, we found the azimuthal deviation of the real ionospheric foot point of the geosynchronous satellite of $10^\circ \sim 15^\circ$ from the one estimated by using the Tsyganenko's 1987 magnetic field model, which is due to the effect of Region 1 and Region 2 field-aligned currents, because these effects are not included into the Tsyganenko's model.

In addition, we have examined the latitude of the real foot point of the geosynchronous satellite. It is found that the latitude of the real foot point highly depends on the Dst index (as shown in the figure below) or the magnetic field inclination of the geosynchronous satellite, which indicate the intensity of the ring and magnetotail currents (local or global), rather than Kp or AE which indicate the auroral zone geomagnetic activity.



Low energy Downward Flowing Ion (DFI) events observed by EXOS-D/SMS III E. Sagawa (CRL), B.A. Whalen, A.W. Yau (NRCC/HIA), S. Watanabe (HIIT)

Downward Flowing Ion events (DFI) are defined in which the ion pitch-angle distribution has a peak at the down going direction toward the local ionosphere along the field line, i.e., ions are flowing toward the ionosphere from the magnetosphere. As reported previously, the EXOS-D/SMS instrument observed DFI events mostly during the period from Nov. to Dec., 1989. They are characterized with their very low energy (less than 50 eV) and latitude/mass dispersions. In this paper, we report results of preliminary statistical analysis of DFI events, including data from the period other than reported previously. Also reported are detailed characteristics of this type of events.

1 はじめに

EXOS-Dの低エネルギーイオン観測 (LEP,SMS) から朝側のオーロラ帯で特徴的な Dispersion を持つ Downward Flowing Ion(DFI) が観測されたことはこれまでに報告した。現象としての特徴をまとめると;

- Mass Dispersion (軽いイオンが高緯度側に現れる)。
- 重いイオンの方がエネルギーが高い。

本報告では、個々の観測例についての詳しい解析結果と、新しく解析したデータを含めて初期的な統計的解析を行なった結果について報告する。

2 低エネルギー DFI のエネルギー / 質量分散

SMSで観測されている DFI は常にエネルギーの高いイオンが低緯度側に現れる Dispersion を示している。SMSで観測された RPA-Spin angle 分布から Downward の成分について H^+ , He^+ , O^+ の平均エネルギーを求め、横軸を Invariant Lat. でプロットした例を図1に示す。図から DFI でのエネルギー/質量分散がみられる。この結果は定性的には Delcourt et. al.[1989] のモデル計算と一致するが、定量的な検討は難しい。

3 統計的解析

SMS は多数の観測モードを持っているために DFI の検出に適した観測は全体の約1/3となる。さらに IMF との比較を行なう場合には IMP-J 衛星が太陽風中にある時に限定されるためにさらに観測例が減少する。ここではもっとも単純に DFI が観測された時の地磁気活動 (K_p) を用いた結果を示す。データの期間は1989年11月-1990年6月である。図の縦軸は Event 数、横軸は K_p である。

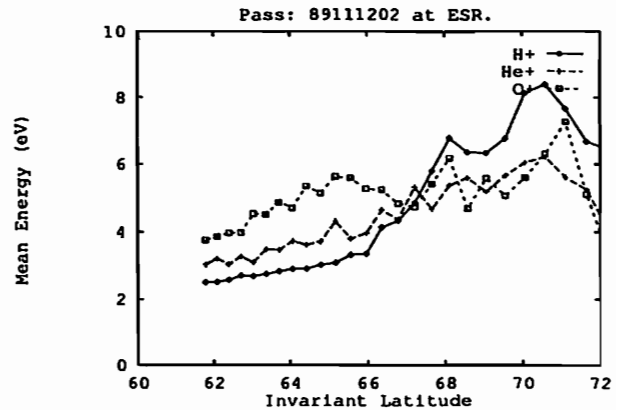


図1: DFI のエネルギー/質量分散

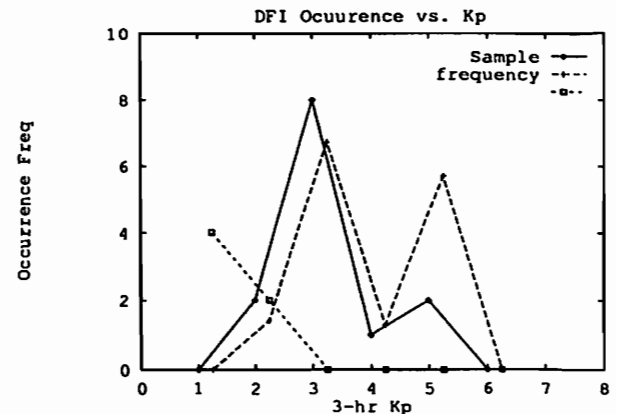


図2: DFI の K_p 依存性

A31-P30 A Cylindrical Distribution of the Auroral Electrons
Observed with AKEBONO LEP Instrument

S.Machida, T.Mukai
(Institute of Space and Astronautical Science)

T.Terasawa
(Geophysics Institute, Kyoto University)

N. Kaya
(Faculty of Engineering, Kobe University)

Physical mechanisms of the auroral particle acceleration have been studied by many researchers from both theoretical and experimental point of view. Many mechanisms were proposed, however, up to now the double layer theory seems to be the most successful process to explain various aspects of steady particle acceleration and associated auroral phenomena. Our main concern in the past is mostly concentrated on the point how the primary electrons are accelerated and not much attention was paid on the acceleration of the trapped electrons whose trajectories are bounded by the potential well of the higher altitude electrostatic double layers and the scalar potential of the magnetic mirror force in the lower altitude. Velocity distribution functions of the electrons and ions measured by AKEBONO (EXOS-D) at the mid-altitude auroral oval often show monoenergetic spectra and field-aligned character, namely downward accelerated primary electrons and upward beam of the ionospheric ions suggesting that the satellite passed through the auroral double layers. At times, we found cylindrical distribution of the trapped electrons elongated along the magnetic field line, which apparently shows some mechanism are at work in accelerating the trapped electrons in the direction of the magnetic field and supplying the electrons to the trapping region on the auroral field line. In this paper, with the assumption that both first and second invariants are kept constant, we propose that the Fermi acceleration is responsible in accelerating the trapped electrons parallel to the magnetic field line, reducing the bounce path length between the electrostatic potential barrier of the double layers and the magnetic mirror. Reduction of the path length can be achieved if the double layer actually moves downward or if the potential difference between the ionosphere and the magnetosphere-side boundary grows in time. We also found that the electrons below the double layers had a conical distribution. This suggests that some mechanism possibly a wave heating process is responsible to increase the perpendicular energy of the electrons, and transport them from the loss cone or source cone region to the fully trapped region in the velocity phase space.

A31-P31 磁気圏—電離圏結合過程における 粒子分布関数の変形

塩川和夫

名大STE研

Modification of the Particle Distribution Functions
in the Magnetosphere-Ionosphere Coupling Processes

K. Shiokawa

Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya Univ.

Distribution functions of auroral particles have very important informations about magnetosphere-ionosphere coupling process and wave-particle interactions. In case of auroral particle precipitations from magnetosphere to ionosphere, there seem to be three processes which modify the source distribution functions, i.e., mirror motions of the particles, parallel electric fields, and nonlinear wave-particle interactions. We have derived the modifications of Maxwellian electron distribution function due to the mirror motions and adiabatic parallel upward electric field by assuming isotropic distributions in pitch angle at the ionospheric altitude (Shiokawa et al., 1990). In this presentation, the author will discuss the modification of the pitch angle distributions of auroral particles at ionospheric altitude due to the particle mirror motion in the actual dipole field.

オーロラ粒子の分布関数は磁気圏—電離圏結合過程や波動粒子相互作用に関する情報を持っており、近年のあけぼの (EXOS-D) 衛星の観測などでもその重要性が注目されてきている。磁気圏の粒子が電離圏に降り込む場合、もともとの分布関数を変形させるプロセスは、

- 1) ミラー磁場
- 2) 沿磁力線電場
- 3) 波動粒子相互作用

等が考えられるが、このうち、非線型な波動粒子相互作用を考慮する前に、他の2つのプロセスによって粒子の分布関数がどの様に変形されていくかを導出しておくことが重要であると思われる。

著者らはこれまで、1)と2)を考慮した場合に、磁気圏のマックスウェル分布をした電子が、電離圏でいわゆる accelerated Maxwellian になることを求めてきた (Shiokawa et al., 1990)。この関数型は、次のように表される。

$$I(E) = \frac{n_M E}{(2\pi^3 m E_M^3)^{1/2}} \cdot \exp\left(-\frac{E-eV}{E_M}\right) \quad (1)$$

$I(E)$: electron directional flux
($\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1} \text{sr}^{-1} \text{eV}^{-1}$)

n_M : source electron density,

m : electron mass

E_M : source electron thermal energy

v : field-aligned potential difference

この関数は、ミラー磁場を考慮せずに求めた関数型 (Evans, 1974) と全く同じ形をしている。また電離圏において (1) の式を全エネルギー、全ピッチ角で積分すると、Knight (1973) 及び Fridman and Lemaire (1980) によって示された電流電圧関係式が導かれる。

この式の導出の際、ピッチ角で積分した downward flux を用いて磁気圏高度から電離圏高度へ変換し、電離圏まで落ちてきた粒子はピッチ角において等方的に広げられるという仮定をして、単位立体角当りのフラックス (1) を求めている。従って (1) は電離圏における、ピッチ角に関して平均したフラックスに対応する。この等方仮定を用いず、電離圏に落ちてきた粒子のピッチ角分布を議論するには、磁場及び沿磁力線電場の高度分布を与えなければならない。講演では、そのような場合の粒子のピッチ角分布について議論する。

Reference

- Evans, JGR, 79, 2853-2858, 1974.
Fridman and Lemaire, JGR, 85,
664-670, 1980.
Knight, PSS, 21, 741-750, 1973
Shiokawa et al., JGR, 95,
10679-10686, 1990.

夕方側オーロラオーヴァルにおける
微細電流構造のあけぼの衛星と
DMSP衛星の同時観測

坂野井 健¹、福西 浩¹、向井利典²
¹東北大学理学部 ²宇宙科学研究所

Simultaneous Observations of Small-Scale Field-Aligned Currents
by the Akebono and DMSP Satellites in the Evening Side Auroral Oval

T. Sakanoi¹, H. Fukunishi¹, T. Mukai²

¹Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University

²Institute of Space and Astronautical Science

In order to investigate the continuity of small-scale field-aligned currents in the evening side auroral oval, we analyzed the particle and magnetic field data almost simultaneously observed by the Akebono satellite at the altitude of 3,000-8,000km and DMSP satellite at 860km in December 1989. It is found that small-scale upward currents derived from the Akebono magnetic field data almost always correspond to small-scale inverted-V type electron precipitation events. Comparing the Akebono data with DMSP particle data, we find one-to-one correspondence between inverted-V events at high and low altitudes. It is concluded therefore that the existence of small-scale currents is fundamental for the magnetosphere-ionosphere coupling system.

沿磁力線電流の微細構造の高度に対する連続性を調べるために、あけぼの衛星による高高度での粒子と磁場の観測、及びDMSP衛星による低高度での磁力線下向き粒子の観測を解析した。解析を行なった期間は1989年12月で、この期間に2衛星を通る磁力線のフットポイント間の同時刻の距離が北半球で400km以内になる例が27件あった。この時のあけぼの衛星とDMSP衛星の高度はそれぞれ3,000-8,000kmと860kmであった。その中で、夕方側オーロラオーヴァル付近において微細な電流構造が観測された例について解析を行った。

あけぼの衛星搭載のLEPとMGFにより、夕方側のオーロラオーヴァルでFig.1に示すような細かい空間スケールの構造をもつinverted-V降下電子と、それに対応関係をもつ上向き沿磁力線電流がしばしば観測される。

これとはほぼ同時刻に低高度のDMSP F8衛星によって観測された電子のE-tダイアグラムをFig.2に示す。オーヴァルを横切る衛星の方向が反対であるため左右逆向きであるが、あけぼの衛星とよく似た微細構造が低高度でも観測されることが分かる。細かいinverted-V構造の対応がみられ、ピークエネルギーはDMSP衛星の方が300-800eV程度上昇している。またバックグラウンドのCPS的な粒子の様子は互いに殆ど一致している。

以上から、夕方側オーヴァルで細かい電流構造がみられる場合、その電流構造は高高度から低高度まで連続しており、それによって磁気圏と電離圏は結合されていると考えられる。

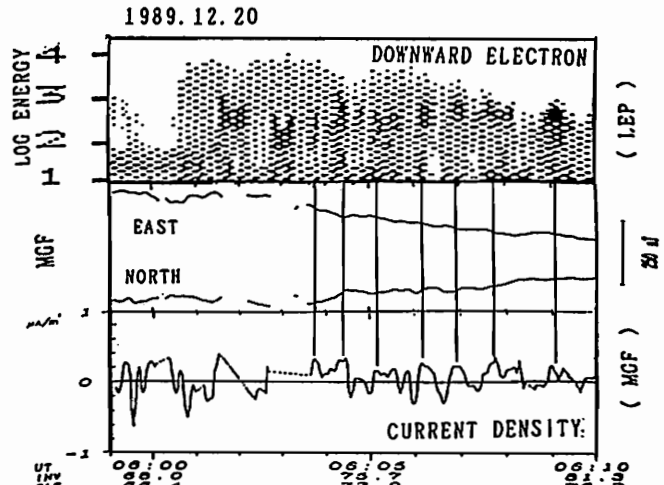


Fig.1 Energy-time spectrum of precipitating electrons, magnetic field and current density observed by the Akebono satellite.

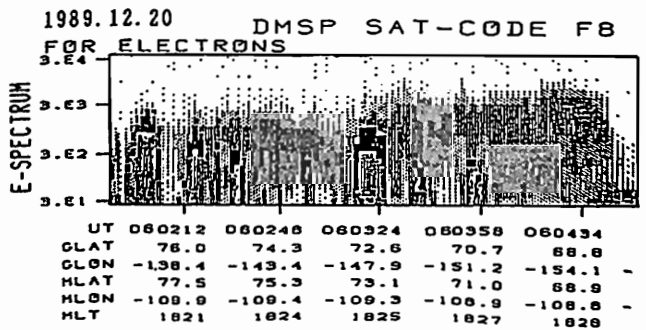


Fig.2 Energy-time spectrum of precipitating electrons observed by DMSP F8 satellite.

長妻 努¹、福西 浩¹、向井利典²
¹東北大学理学部 ²宇宙科学研究所

Relationship between Electron Burst Events and Field-Aligned Current Structures at the Poleward Boundary of the Nightside Auroral Oval

T. Nagatsuma¹, H. Fukunishi¹, T. Mukai²

¹Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University

²Institute of Space and Astronautical Science

At the poleward boundary of the nightside auroral oval, the Akebono satellite often observed electron burst events associated with intense field-aligned currents. The energy spectra of these electron burst events are characterized by a superposition of two Maxwellian distribution functions. The higher temperature (1 - 2 keV) component has an isotropic pitch angle distribution, while the pitch angle distribution of the lower temperature (10 - 500 eV) component is field-aligned. The temperature of the lower temperature component is found to be 10 - 100 eV in the downward current region, and 100-500eV in the upward current region.

20h~04hMLTのオーロラ帯極側境界領域では、高緯度側で下向き電流、その低緯度側で上向き電流といった電流構造がみられる。この領域ではそれに伴い、electron burstがしばしば観測されている。これが強い沿磁力線電流を担うことが我々の今までの研究で明らかにされてきた。今回はさらに時間分解能を上げて、electron burstの粒子スペクトルの特徴及び沿磁力線電流構造との対応関係について、あけぼの衛星の磁場・粒子データを用いて、解析を行なった。その結果、次の4点が明らかになった。

1) スペクトルは、10~500 eVと1~2 keVの2つの温度を持つMaxwell分布でfittingする事が出来る。(図1)

2) 1~2 keVの成分はほぼ等方的なピッチ角分布を持つが、10~500 eVの成分は磁力線方向のフラックスが強くなっている。

この数keVの成分はプラズマシート起源のプラズマで、10~500 eVの成分(suprathermal electron)は電離層起源のプラズマであると考えられる。

3) 一般にburstは下向き電流領域の途中から観測される。(図2 ▼印)

4) 10~500 eVの成分は、下向き電流の領域では温度が低く(10~100 eV)上向き電流の領域で温度が上がる(100~500 eV)傾向が見られる。(図2 最下段)

これは、高緯度側では電離層で加熱を受けた温度の低いプラズマがburstとして上昇し、これが低緯度側に流れてきて電離圏上部もしくは磁気圏で加熱を受け、温度の高いburstの降り込みを形成している可能性を示している。講演では、より多くのデータについて解析を行い、MLT依存性等についても考察を加える。

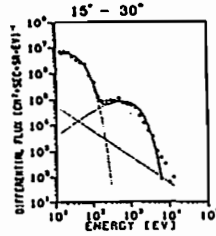


Fig.1 An example of electron spectrum fitted by two Maxwellian distribution functions with temperatures of 18 eV and 569 eV

891219-06-KR

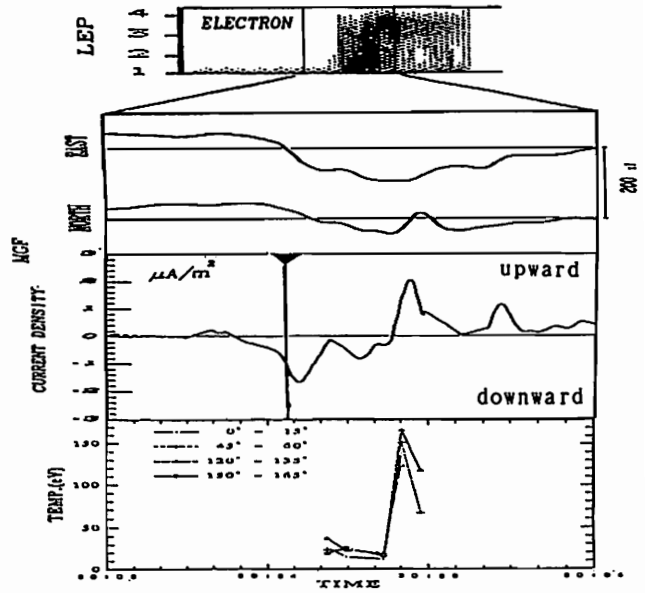


Fig.2 Example of electron burst event. Top to bottom : electron E-T diagram, magnetic field data, current density, and the temperature of the low temperature component electrons

A31-08 電離圏起源イオンの対流電場による速度分散現象

平原 聖文 向井 利典 賀谷 信幸 早川 基
(京大理/宇宙研) (宇宙研) (神戸大) (宇宙研)

Velocity Dispersions of the Precipitating Ions of the Ionospheric Origin by the Convection

HIRAHARA Masafumi, MUKAI Tosifumi, KAYA Nobuyuki, HAYAKAWA Hajime
(Kyoto U./ISAS) (ISAS) (Kobe U.) (ISAS)

From the EXOS-D observations of the ion velocity dispersion phenomena in the night-side auroral regions, we found the evidence that they are caused by the velocity filter effect due to the convection electric fields. The ion composition measurements show that they are of the ionospheric origin. The major ions are O^+ and the other are H^+ and He^+ in the dawn-side case. The energy(E) ratios are proportional to the mass/charge ratios: $E(H^+):E(He^+):E(O^+) = 1:4:16$. In this particular case, we can conclude that the velocity dispersion signatures show the spatial (latitudinal) structures independent of the time variations. If the dispersion is assumed to be caused by the Time-Of-Flight effect, the estimated source distance is too short($<5R_e$). In addition, we present a midnight event with good correlation between the O^+ velocity dispersions and the latitudinal component of the convection.

極域周囲衛星で観測されるディスクリートなイオンの降り込み (MLT = 18~9) が、しばしば速度分散を示している事は、従来の DE-1 や AUREOL-3 等の衛星観測を基に報告され、その速度分散現象は、共役点からの UFI に対流電場による速度フィルター効果が働いている、というのが現状の解釈である。しかし、電場が同時観測されているにもかかわらず、分散傾向と対流電場との対応・評価を行った例は(著者の知る限りでは)ない。

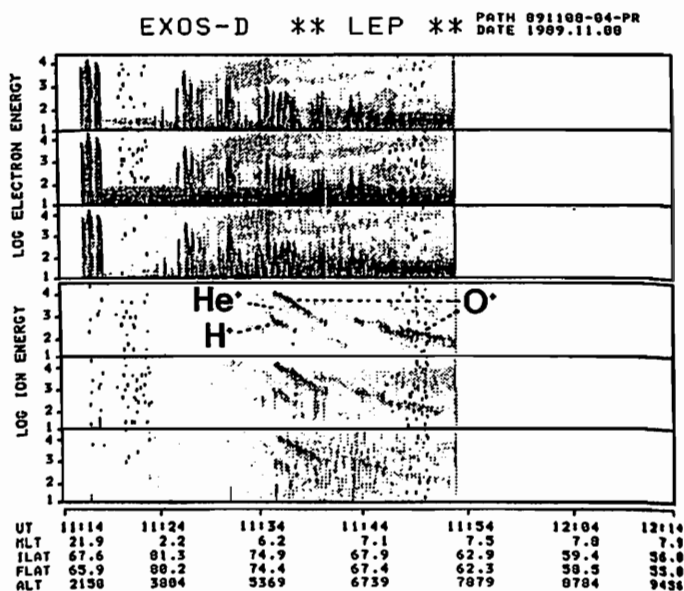
これまで我々は、衛星観測から速度分散傾向を示す降り込みイオンに着目して、その起源、加速・分散機構を調べてきた。起源については、 O^+ が主成分である例が多数見受けられる事から、電離圏にソースを持つ降り込みイオンが存在するのは確定的である。しかし、分散機構については、電場ドリフト説や Time-Of-Flight (TOF) 説等、諸説が提唱されているはいるが、未だ決着がつかない。あけぼの観測でも、従来の「共役点からの UFI の電場ドリフト」説では説明困難な例もある。また、加速領域についても、ピッチ角-エネルギー分布から算出される距離が、1つの分散現象中でも広範囲に散らばるため、その算出方法に疑問が持たれ、赤道域ダイナミクスに関係する加速機構なのか、反対半球の UFI 起源なのか結論を見ない。

これらの問題を解決する手がかりとなる観測例が、1989年11月8日(観測・1)及び12月24日(観測・2)にあけぼの衛星により取得されたので、ここで議論する。

右図に観測・1の E-T グラムを示す(残念ながらその間の電場データは約半分しか利用できない)。MLT = 6.2~7.5, ILAT = 75°~62° のイオンのスペクトルに注目されたい。質量分析によると、 H^+ 、 He^+ 、 O^+ の速度分散が見受けられ、 O^+ は 2重構造を持ち、10 keV/e ~ 50 eV/e のエネルギー範囲にわたっている。そのフラックス強度は O^+ 、 H^+ 、 He^+ の順であり、すべて電離圏起源であろう(時期・軌道は異なるが同様の組成分布を持つ UFI の観測もある)。同時刻でのエネルギー比がほぼ正確に質量比の 1対4対16になっている事から、本例は

エネルギー分散が速度フィルター効果によると断言できる典型的な例である。TOF効果と仮定すると 5 R_e 以内のソースとなるが、これは受け入れ難く、電場ドリフトによる分散機構が定常的な構造を作り出していると考えられる。また、MLT、ILAT、広緯度・エネルギー範囲にわたる O^+ の 2重構造、電子のスペクトル等から判断して赤道域のダイナミクスに起因すると考えるには無理があろう。UFI だとしても、共役点からのものではないという可能性のほうが高い。

講演では、観測・2についても、 O^+ の分散傾向と対流電場の緯度方向成分の対応について詳細に議論する。



3種類の電離圏起源のイオン速度分散現象
上3段: 電子のエネルギースペクトル
下3段: イオンのエネルギースペクトル
(各々上から、0-60, 60-120, 120-180のピッチ角範囲)

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

・¹石井 守・¹木村和典・¹家森俊彦・²杉浦正久・
³J.A.Slavin・⁴J.D.Craven・⁵L.A.Frank

¹京都大理・²東海大開発技研・³NASA/GSFC・⁴アラスカ大・⁵アイオワ大

Relation between the auroral luminosity and the ionospheric conductivity
in the polar regions as deduced from the DE satellite observations

・¹M.Ishii, ¹K.Kimura, ¹T.Iyemori, ²H.Sugiura,
³J.A.Slavin, ⁴J.D.Craven, ⁵L.A.Frank

¹Faculty of Science, Kyoto University, Kyoto 606, Japan

²Institute of Research and Development, Tokai University, Tokyo 151, Japan

³Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD 20771, U.S.A.

⁴Department of Physics, Alaska University, Fairbanks, AK 99715, U.S.A.

⁵Department of Physics, Iowa University, Iowa City, IA 52242, U.S.A.

The distribution of the polar ionospheric conductivities at the field-aligned current region is an important factor of the current distribution. However, it is difficult to determine the 2-dimensional distribution of conductivities observationally. We consider that the distribution can be deduced from the auroral image data obtained by a polar orbiting satellite. The polar ionospheric conductivity on the nightside is produced by the auroral particle precipitation. Therefore, it is expected that the polar ionospheric conductivity on the nightside is related to the auroral luminosity. In this study, we attempt to obtain the relation between the polar ionospheric conductivity in the nightside and the auroral luminosity deduced from the DE satellite observations. The variation of the height-integrated Pedersen conductivity Σ_p along the satellite's orbit can be calculated using the method of Ishii et al.[1991]. The auroral image data were obtained by DE-1. We will show quantitative results about the relation between the auroral luminosity and the conductivity.

極域電離層における電気伝導度の2次元分布は、沿磁力線電流の分布を推定する上で非常に重要な要素である一方、今日まで観測が困難であった。この電気伝導度の分布を推定する方法としてオーロラ・イメージを用いる方法が考えられる。夜側の電離層電気伝導度は、オーロラの原因となる降下粒子によるところが大きい。よって、オーロラの輝度と電離層電気伝導度との間に何らかの関係があると推定できる。もしこの関係が定量的に求められれば、極軌道衛星によって得られたオーロラ・イメージからある特定の時間の極域電離層電気伝導度が求められる。

今回の研究は、極軌道衛星 Dynamics Explorer (DE) の観測結果を用いて、オーロラ輝度と電離層電気伝導度との関係を調べることを目的としている。低高度衛星 DE-2 による極域電離層沿磁力線電流領域の磁場・電場擾乱データより、Ishii et al.[1991] の方法を用いて軌道に沿った Pedersen conductivity Σ_p の変動が求められる。また、同時に観測された高高度衛星 DE-1 のオーロラ・イメージと併せることで、オーロラ輝度と Σ_p との関係が得られる。

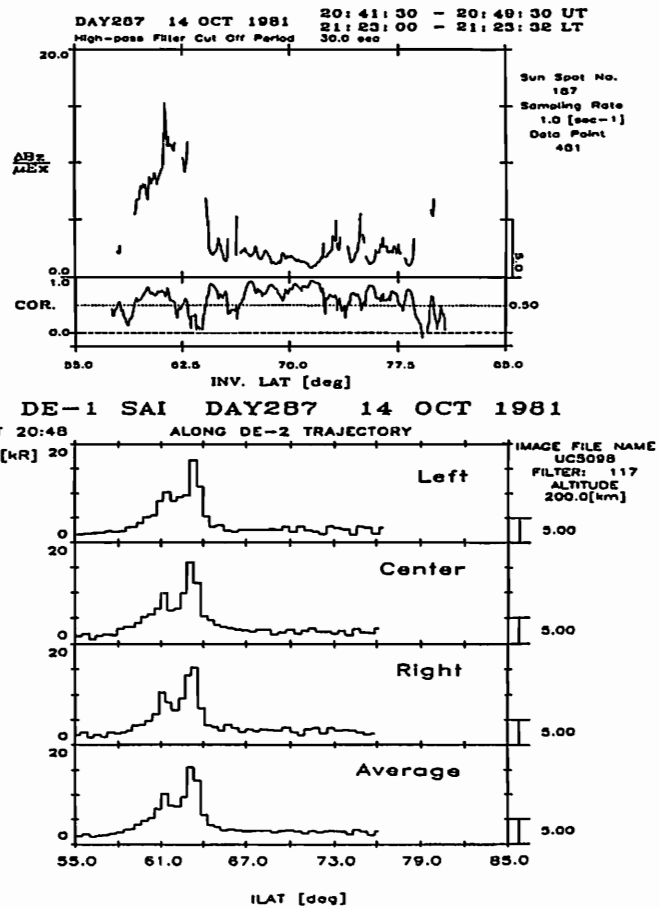
以前、Robinson et al.[1989] によって、DE-1 のオーロラ・イメージと Chatanika radar の観測より求めた電気伝導度との関係が調べられている。しかし Radar 観測に比べ、DE-2 はより多くの観測例があり、更に詳しい解析が期待できる。

Upper panel: An example of the variation of the ratio, $\Delta B_z / \mu_0 E_x$ along the orbit of DE-2.

We think that the ratio represents Σ_p .

Lower panel: An example of the VUV auroral luminosity observed by DE-1.

Acknowledgment: We thank R.C.Maynard for permitting us to use his electric field data.



・長田 真吾, 荒木 徹 (京都大・理)

NUMERICAL SIMULATION OF THE GEOMAGNETIC SUDDEN COMMENCEMENT

S.Osada and T.Araki

Department of Geophysics, Faculty of Science, Kyoto University, Kyoto 606, Japan.

In order to study what makes typical patterns of magnetic field in the geomagnetic sudden commencement (SC), we made a numerical simulation using a simple model of the field-aligned currents and the ionospheric conductivity. Fig.1 shows the model of the field-aligned currents used in this simulation. The C1 current moves along the latitude line from noon to nightside, and the C2 current does not change its position. Temporal variations of the amplitude of each current are shown in Fig.1(b). The magnetic fields on the ground induced by the field-aligned currents and the ionospheric currents were numerically obtained by solving the continuity equation and the Biot-Savart integration. Most of the spatial and temporal variation patterns of the SC fields were well reproduced using this simple model.

磁気嵐急始部 (SC) は地球磁気圏が高速太陽風によって圧縮されることにより生じる現象で、その際に地上で観測される磁場変動は地方時と磁気緯度に依存していくつかの典型的な形状を示す。磁場の H 成分が急激に増加したのち急激な減少を示す SC⁻ は主に高緯度の午前側のみられ、逆に H 成分が急激に減少したのち増加に転じる SC⁺ は主に高緯度の午後側と赤道の正午付近のみられる。また、H 成分の増加のみを伴う SC は中低緯度の広い範囲で観測されている。

今回はこれらの典型的な波形およびその分布が如何にして生じているかを調べるために、沿磁力線電流と電離層電気伝導度の比較的単純なモデルを用いて、地上で観測される磁場変動の数値計算を行なった。その結果、時間的に変化する2対の沿磁力線電流とそれに伴う電離層電流の効果により、磁場の変動波形やその分布について観測とかなりよく一致する結果を得ることができた。このことは SC の発生機構を考察するうえでひとつの重要な裏付けとなるものである。

この他に講演では、磁場の polarization の分布についても計算結果と観測例との比較検討を行なう予定である。

Fig.1 : Model of the field-aligned currents

Fig.2 : Geomagnetic H-component at some points obtained by the calculation.

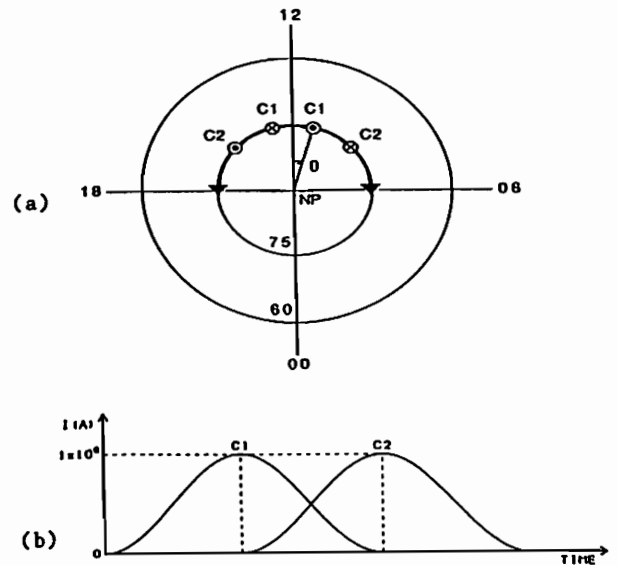


Fig.1

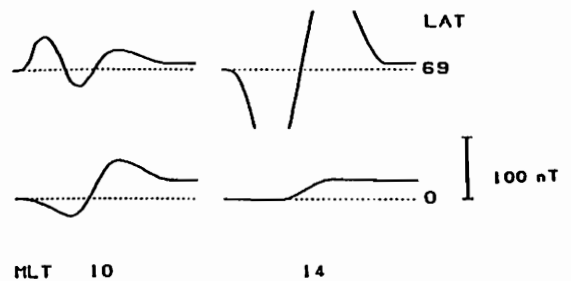


Fig.2

○松浦 延夫・小口 高・野澤 悟徳
(名古屋大学太陽地球環境研究所)

Plan for an IS Radar at Spitsbergen, Svalbard

Nobuo MATUURA・Takasi OGUTI・Satonori NOZAWA
(Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University)

Spitsbergen IS Radar Project is in progress under collaboration with EISCAT group. Scientific objectives of the project are; (1)Diagnostics of solar wind and magnetosphere interaction processes from ionospheric signatures, (2)Dynamical processes in ionosphere and thermosphere coupling, (3)Dynamical and chemical processes in ionosphere and middle atmosphere coupling. Proposed major specifications for the radar system are such that monostatic radar site at Longyearbyen, Spitsbergen, operating frequency at around 450 MHz, peak transmitting power of about 3 MW, and phased-array antenna with effective area of about 1000 m² provided by about 6000 antenna elements.

この計画は、昼側カスプ域に位置するSpitsbergen島 Longyearbyen 近郊 (78°09'N, 16°02'E; 磁気緯度75°N) に I S レーダを日・欧国際協力の基に建設し、レーダをはじめとする関連観測装置群を用いた地上観測及び人工衛星との共同観測により、太陽風エネルギーの磁気圏流入から極域電離圏・大気圏の変調に至る機構を研究解明することを目的としている。

[研究課題]

(1) 太陽風・磁気圏・電離圏相互作用の研究

太陽風・磁気圏相互作用については、Dayside reconnection (Open field-lines) と Viscous-like interaction (Closed field-lines) の二つの基本的な過程が30年余にわたり議論されているが、実態はまだ解明されるに至っていない。レーダ等による地上観測の長所を活用して、昼側カスプ域及び夜側極冠域におけるプラズマ対流(電場)、電離圏電流、降下粒子、沿磁力線プラズマ流等太陽風・磁気圏相互作用に伴う電離圏現象の二次元像を高い時間分解能で観測することにより、太陽風・磁気圏・電離圏相互作用の解明に寄与することが期待される。

(2) 極域電離圏・熱圏結合の研究

磁気圏に流入した太陽風エネルギーは、降下粒子または電磁気エネルギーに変換され、主に極域の電離圏・熱圏において、分子・原子の電離・励起、大気の加熱・運動励起のエネルギーとして放出される。放出エネルギーを明らかにすることは、流入エネルギーの場合と同様に重要であり、レーダをはじめ光学干渉計を用いた観測により、

従来情報の少ない極冠域におけるエネルギー放出の実態解明に寄与することが期待される。

(3) 極域中層大気圏の研究

極域の中層大気は、大気循環に伴う気温分布異常や H₂O など大気微量成分の輸送効果が顕著であるのに加えて、太陽風に起因する降下粒子に伴うイオン化学作用及び大気加熱に伴う力学輸送作用の影響を強く受けるので、特異な環境にあるといえる。レーダをはじめライダーを用いた PMSE (極中間圏界面夏季エコー) 層、Na層、PMC (極中間圏雲) などの観測により、極域中層大気圏の力学・化学の機構及び太陽風効果を明らかにすることが期待される。

[レーダシステム]

レーダ局は当面送受共用局(モノスタティック)とし、設置場所は、昼側カスプ域にあって地理的緯度が高く、且つ交通・生活環境・気象条件に比較的恵まれた Spitsbergen島の町 Longyearbyen の近郊とする。レーダ周波数は 450 MHz 付近とし、送信尖頭出力約 3MW、アンテナの有効面積約 1000 m² とする。レーダ可視域内の広範な領域をできるだけ短時間で観測するため、電氣的ビーム掃引が可能なフェーズド・アレー・アンテナ方式が適している。周波数 450 MHz (波長 0.66 m)、有効面積 1000 m² の場合、アンテナ素子数は約 6000 本、アンテナ素子 1 本当りの出力は約 600W である。

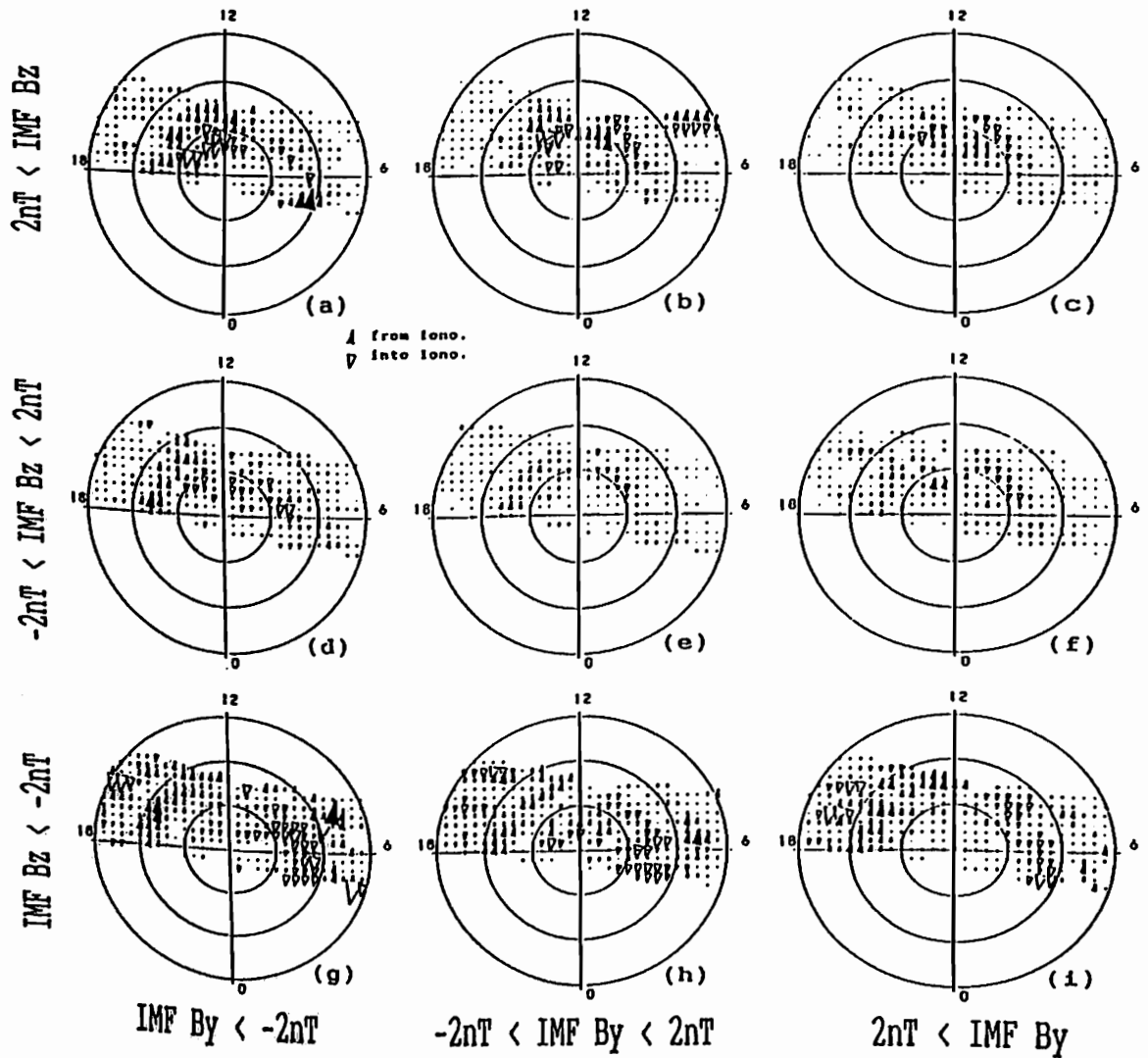
本計画は、EISCATグループとの共同研究により検討が進められており、またフェーズド・アレー方式の I S レーダ新設計画を進めている米国グループとの共同研究も進めている。

A31-P32

PATTERNS OF THE FIELD-ALIGNED CURRENT SYSTEMS OVER THE POLAR REGIONS

T. Kamei (Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism,
Faculty of Science, Kyoto University)

The patterns of the field-aligned current systems derived from rotation of the averaged magnetic vectors observed by MAGSAT over polar regions, give clear images of the large scale characteristics of the current systems. Though this kind of statistic analysis has weak point of mixing different phenomena, by differentiating patterns by IMF and season, we can see clear dependence of the pattern on these conditions. We will discuss further on patterns of standard deviation of the residual variation, and on patterns on the components correlated to other parameters.



T. Araki¹ and T. Kamei²

¹ Department of Geophysics and ²Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism
Kyoto University, Kyoto 606, Japan

Fig. 1 is one of the results of the analysis presented in the last SGPSS Meeting. The scatter of the hourly Dst index plotted versus square-root of the solar wind dynamic pressure P shows a clear upper envelope expressed by a linear relation

$$Dst_0 \text{ (nT)} = A * [P \text{ (dyne/cm**2)}] **0.5 + B$$

where coefficients A and B were taken to be $18.5 * 10^{*4}$ nT/(dyne/cm**2)**0.5 and 7.0 nT, respectively.

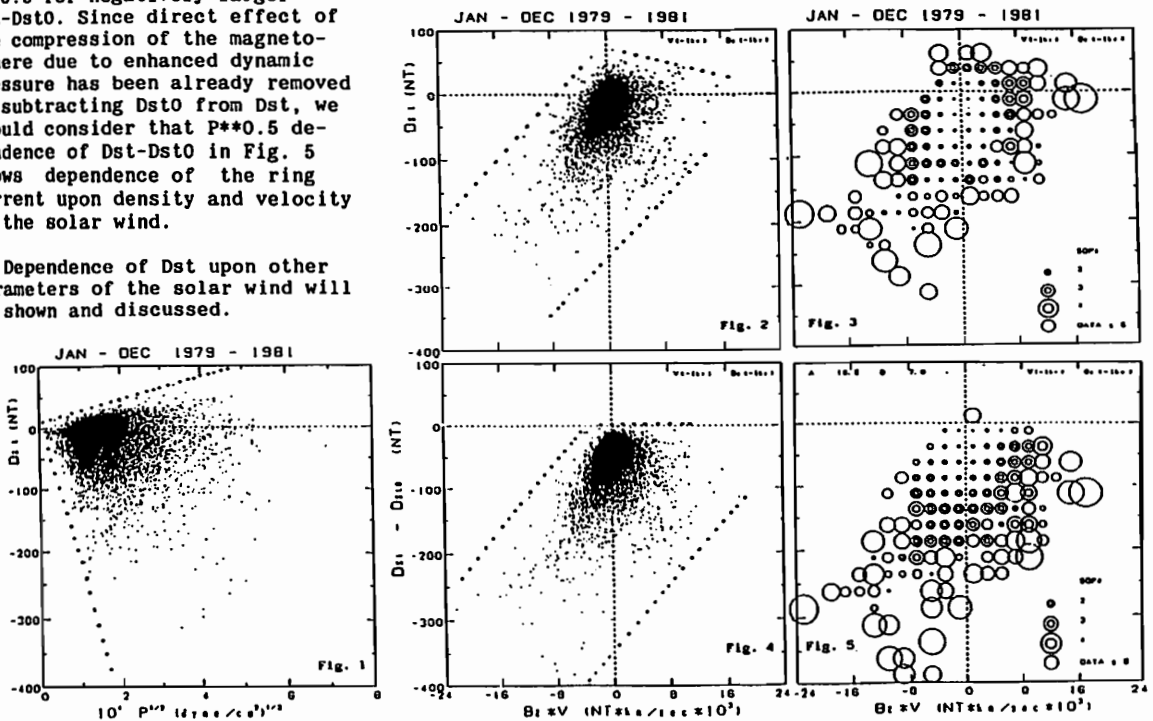
Our interpretation was that this upper envelope corresponds to the minimum level of the ring current intensity and so indicates dependence of Dst upon the dynamic pressure of the solar wind. Since main source currents of Dst are considered to be the ring current and the magnetopause current directly related with the dynamic pressure of the solar wind, geomagnetic effect of the ring current itself will be given by Dst - Dst0.

In Fig. 2 is Dst plotted versus E_y (dusk-to-dawn component of interplanetary electric field) = B_z (z-component of IMF) * V(velocity of solar wind). The upper envelope of the scattered data points shows approximately linear increase with increasing E_y for negative E_y . It shows nearly horizontal or slightly negative inclination for positive E_y . This may be well understood by the halfwave rectifier model for the solar wind-magnetosphere interaction. On the other hand the lower envelope seems to increase linearly with E_y regardless of its sign.

The frame of Fig. 2 was divided into 20(ordinate) x 24(abscissa) meshes and the average of the solar wind parameters for the data points in each mesh was calculated. Fig. 3 shows distribution of $P^{*0.5}$ averaged over each mesh (single circles indicate less reliable averages that were calculated by using less than 5 data points). It is reasonable to see larger circles in the upper part of the data point distribution, because enhanced dynamic pressure of the solar wind causes increase of the Dst. Larger circles seem to distribute also in the lower boundary of the data points.

Dst - Dst0 is plotted versus E_y in Fig. 4. The behavior of the upper and lower envelope is similar to that in Fig. 2. The averages of $P^{*0.5}$ in each mesh are plotted in Fig. 5 which clearly show larger $P^{*0.5}$ for negatively larger Dst-Dst0. Since direct effect of the compression of the magnetosphere due to enhanced dynamic pressure has been already removed by subtracting Dst0 from Dst, we should consider that $P^{*0.5}$ dependence of Dst-Dst0 in Fig. 5 shows dependence of the ring current upon density and velocity of the solar wind.

Dependence of Dst upon other parameters of the solar wind will be shown and discussed.



A31-P34 中緯度地磁気1分値データでみた 磁気圏擾乱の性質

家森俊彦 (京都大学理学部)

CHARACTERISTICS OF MAGNETOSPHERIC DISTURBANCES ESTIMATED FROM HIGH-TIME RESOLUTION
MIDDLE LATITUDE GEOMAGNETIC FIELD OBSERVATIONS

Toshihiko Iyemori

Data Analysis Center for Geomagnetism and Spacemagnetism,
Faculty of Science, Kyoto University

The symmetric and asymmetric geomagnetic disturbances in middle latitudes are analyzed by using the data with 1 minute resolution. The longitudinally symmetric part and asymmetric part of the disturbance are compared with substorm onsets or with the AE indices. The results indicate that we can extract new information on magnetospheric disturbances by increasing the time resolution of geomagnetic indices.

中緯度で観測される磁場擾乱を解析することにより、極域の磁場観測データからはわかりにくい、リングカレントの非対称な発達や、沿磁力線電流の大局的な出入りの様子が推定出来ることを、地磁気1時間値の偏角(D)および水平成分(H)の擾乱の対称成分と非対称成分を解析することにより示してきた(JGG, 42, 1249, 1990)。ここでは、中緯度の地磁気1分値データを用いて、同様な解析を行うことにより、新たな情報を得ることが出来ることを示す。また、高緯度の擾乱指数であるAE指数と比較した結果を示す。特に、サブストームの発生とリングカレントの発達との関係について、定量的検討を行う。

図は、1989年10月の磁気嵐時の中緯度磁場データから作成した、対称および非対称擾乱場の指数である。H成分の対称擾乱成分は、いわゆるDst指数に対応するが、1時間値に比べ、太陽風の動圧の不連続や、サブストームの効果が明瞭にあらわれる。また、非対称擾乱成分には、サブストームの開始に対応する変化がよくあらわれる。

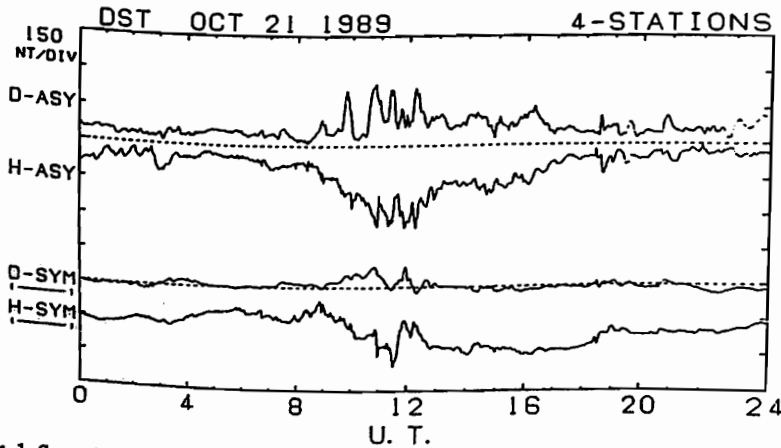


Fig.1 Symmetric and asymmetric parts of geomagnetic disturbance fields during a magnetospheric storm.

A31-P35 Magnetic variations in the southern polar cap

°Sarmoko SAROSO¹, Masahisa SUGIURA², Toshihiko IYEMORI³,
Tohru ARAKI¹, and Toyohisa KAMEI³

¹ Department of Geophysics, Faculty of Science, Kyoto University, Kyoto 606

² Institute of Research and Development, Tokai University, Tokyo 151

³ Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Kyoto University, Kyoto 606

We have examined the magnetic variations at Mirny, Scott Base, Dumont Durville and Vostok in the southern polar cap for its dependence on the interplanetary magnetic field for the years 1966 (near solar activity minimum) and 1980 (near solar activity maximum). We have found that there is a high correlation between average of the H component from the four stations and IMF B_y during summer 1980 as is shown in Figure 1 and the correlation is better with the averaged H component than with Z and D components. From this result we plan to estimate instantaneously the sign of IMF B_y from the data of the H component observed on the ground. Also we examined all data of the Z component during summer 1980 for IMF $B_z > 0$ and $|B_y| < 2$ nT. The distribution of the Z component depicted in Figure 2 is consistent with the ionospheric Hall current produced by a pair of field aligned currents with a polarity opposite to the normal region 1 current. We also made an attempt to find out the effects of the dynamic pressure of the solar wind on the magnetic variations in the southern polar cap. Discussions will be presented on the results obtained.

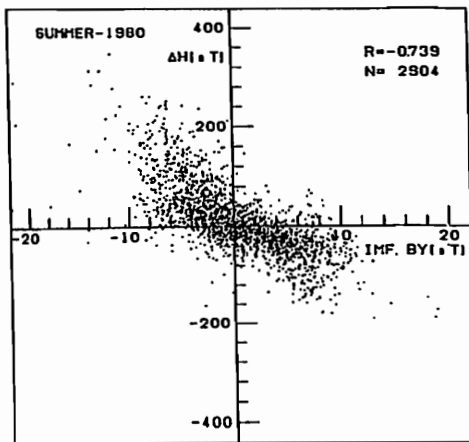


Fig. 1 Scatter plot between the averaged H component from the four stations in the southern polar cap and the IMF B_y during summer 1980.

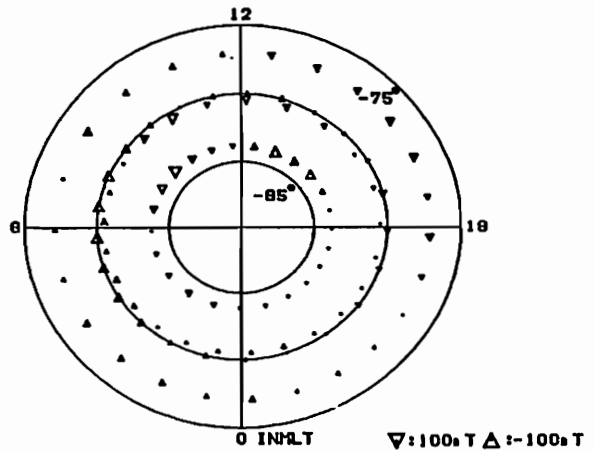


Fig. 2 Distribution of the averaged Z component from the four stations in the southern polar cap for IMF $B_z > 0$ and $|B_y| < 2$ nT during summer 1980.

□ オーロラ・ダイナミクス (I)

A32-01~05, -P36

座長 山本達人 (東大理)
小原隆博 (宇宙研)

□ オーロラ・ダイナミクス (II)

A32-06~11, -P37

座長 小野高幸 (極地研)
山本 隆 (東大理)

□ オーロラ・ダイナミクス (III)

A32-12~16, -P38

座長 西野正徳 (名大STE研)
宮岡 宏 (極地研)

A32-01 中(低)緯度オーロラの起源

小口 高(名大STE研) あけぼのチーム、地上観測グループ

Source of Middle (Low) - Latitude Aurora

T.Oguti (STE Laboratory, Nagoya University), AKEBONO Science Team and Ground Observation Team

Source of the middle(low)-latitude aurora is studied in terms of optical characteristics, changes in latitude of the auroral oval, electric field fluctuations measured by AKEBONO satellite, and magnetic field changes on the ground, based upon the aurora seen in the northern part of Japan on October 21, 1989. The aurora was a red veil with some green, discrete ray structures embedded in it. The ray structures appear to be associated with electric field fluctuations although simultaneous observation was not available. The aurora was not specifically of low-latitude but most likely was the southward expansion branch of an expansion of normal "auroral zone" aurora, that presumably started from an enlarged oval at 55° or lower geomagnetic latitude and came down to 45°

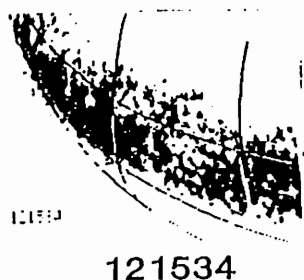
低緯度オーロラと呼ばれるものは、従来、その起源が普通の極光帯のオーロラとは異なって、一旦磁気圏に閉じ込められた放射線帯粒子からの熱伝導によるものと理解されることが多かった。これに対して、低エネルギー電子の入射によるものではないかと云う考えも提案されている。これらの考えの妥当性を調べるには、オーロラの特長、電場揺らぎや沿磁力線電流、粒子の入射、極磁気嵐との関係などを総合的に検討する必要がある。1989年10月21日に北海道で見られたオーロラは、明らかにray構造を持ち、局所的な粒子加速を伴っていることが推察される。あけぼの衛星で見られる、カスプやオーバルの分布から、この時のサブストームは、大きく低緯度へ広がったオーバル(55°あるいはそれ以下)から始まったと見られる。

オーロラサブストームは一般に高緯度側へのイクスパンションが問題とされることが多いが、実際は低緯度側へも大きく広がる。夜間、やや夕方よりの領域、サージ、またはバルジも領域に強い右周

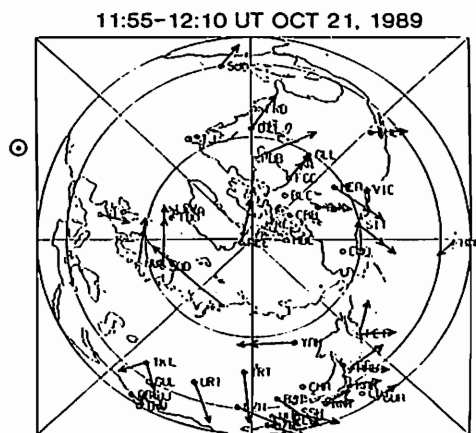
の渦が発達し、真夜中あたりでは強い低緯度向きの流れが起こり、これがオーロラ全体の低緯度境界を低緯度に押し下げる役割を担っている。これに伴って等価源流系では高緯度向き(かつ西向き)の電流が真夜中の領域に発達する。10月21日のオーロラは等価電流図から判るように、シベリヤ東部上空で低緯度分枝を発達させたようである。

あけぼの衛星では、残念ながら電場の揺らぎ、沿磁力線電流や粒子入射と光学観測との同時観測は行なわれていないが、その前後での電場揺らぎは50°以下まで見られ、ray構造に電場揺らぎを伴っていたであろうことが推察できる。

これらの考察からいわゆる"低緯度オーロラ"と呼ばれているものの多くは、特殊な低緯度固有のオーロラと云うよりは、大きく低緯度に広がったオーバルから始まるオーロライクスパンションの、低緯度側に広がった分枝であって、本質的には極光帯のオーロラの低緯度側分枝と同じものであると考えられる。



第1図 あけぼの衛星から見たオーロラ
(カムチャツカ上空)



第2図 等価電流ベクトル分布

A32-02 極冠域アーケの電場構造

小原隆博、向井利典、早川基、西田篤弘、鶴田浩一郎、町田忍（宇宙研）
 福西浩（東北大理）

Akebono (EXOS-D) Observation of Small Scale Structure of the Trans Polar Arc Region

°Obara, T., T. Mukai, H. Hayakawa, A. Nishida, K. Tsuruda, S. Machida
 (Institute of Space and Astronautical science)

and

H. Fukunishi

(Upper Atmosphere Research Laboratory, Tohoku Univ.)

We have analyzed 58 trans polar arc events, which were observed by the Akebono (EXOS-D) satellite from November, 1989 to June, 1990. Data can be categorized into three types; i.e. Type1: 31 cases: electron precipitation perfectly coincides with a large gradient of flow velocity in which $\text{div}E$ is negative, Type2: 19 cases: a negative $\text{div}E$ is only seen at the edge region of the trans polar arc region, where a electron flux is enhanced, Type3: 8 cases: no particle event is seen even in the region where $\text{div}E$ is negative. For both cases of Type 1 and Type 2, a common signature has been identified; namely, a wedge-shaped plasma flow is an elemental structure which causes a largely enhanced electron precipitation at the side where $\text{div}E$ is negative. For the flow direction of the trans polar arc region, there were two cases, i.e. one arc had a sunward convection, and another arc had an anti-sunward convection. In both cases, arcs arise at regions where $\text{div}E$ is negative. To check this model, we have evaluated a current density by using the variation of the electric field. The reduced current density coincides with that was obtained, independently, from the variation of the magnetic field.

EXOS-D ** PATH 891226-01-ER
 DATE 1989.12.26

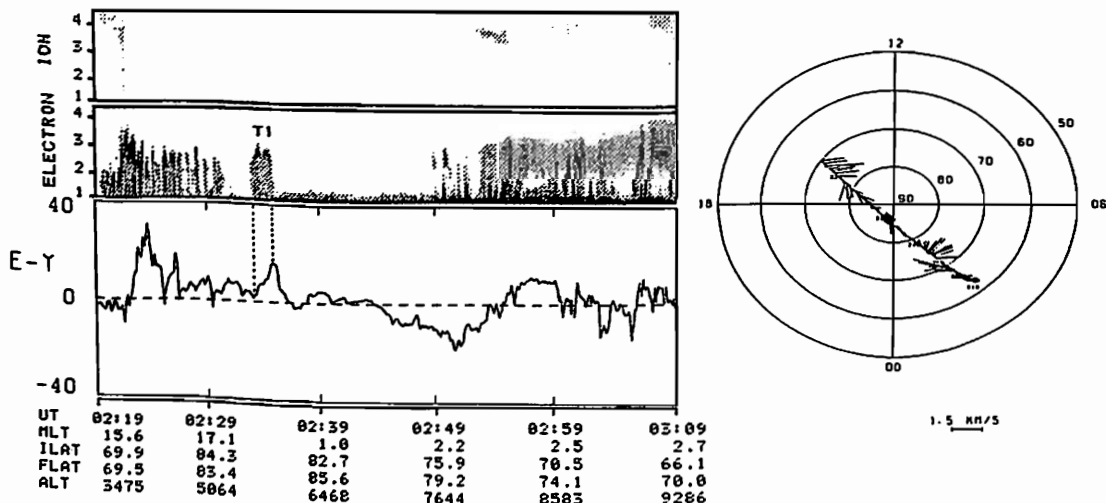


Fig.: Example of Type 1 trans polar arc. Top two panels are E-t diagrams for precipitating ion and electron. Arc region is perfectly coincides with the large gradient of flow velocity. Observation was made on Dec.26,1989.

Latitudinal Potential Structure Observed at the High Altitude (~10000 km) in the Premidnight Auroral Zone by Akebono

○T. Yamamoto, E. Kaneda (Dep. Earth and Planet. Phys., Univ. Tokyo)
H. Fukunishi (Tohoku Univ.)
H. Hayakawa, T. Mukai, K. Tsuruda, A. Nishida (ISAS)

During a series of substorm on February 7, 1990, Akebono (EXOS-D) traversed a suitable location in monitoring the polar region (nearly along a noon-midnight meridian in around ~10000 km in altitude). We obtained successive UV aurora images and corresponding particles / electric field / magnetic field-aligned current structures.

The aurora develops to take a form of double oval structure especially in the premidnight hours. This double oval structure appears to be relatively stable from the global viewpoint; we obtained similar structures in successive 3 orbits (orbital period of the satellite is 3.5 hours), which gradually develops and decays with the most enhancement around the maximum phase of the substorm. However, in each orbit a new activity sometimes appears to extend from the midnight-premidnight region along the poleward branch of the double structure. The poleward branch appears to be the discrete auroras caused by field-aligned accelerated electrons, which is demonstrated from the *in-situ* particle measurement, while the equatorward one is surely the diffuse-pulsating auroral belt. The evolution and decay observed in the successive orbits demonstrate the global development of the discrete-diffuse auroral oval during the course of substorm. In comparison with electric field measurement, we find that the evolution of the diffuse auroral oval relates to that of the Alfvén layer equatorward of it.

The outstanding observation during this event is a strong counterclockwise convection flow in the premidnight hours, which is localized around the poleward of the discrete auroral branch and is embedded in the clockwise flow. This localized flow pattern develops and decays, following the evolution of the double track structure of auroral system. The structured electron precipitation with field-aligned acceleration feature is pronounced there, along with the ion conics inside and ~10keV proton precipitation with energy dispersion (lower energy towards lower latitudes) on the poleward side. Corresponding to the discrete auroral emission, intense upward flowing ions (UFI) and accelerated electrons without low-energy portion are observed. These features are most clear at the maximum stage of the substorm. IMF Bz keeps southward (~-5nT) during the event.

We will discuss the localized convection flow pattern in relation to global development and decay during the course of substorm, in comparing the global auroral evolution.

A32-04 Simultaneous Occurrence of the Auroral Particle Acceleration with the Enhancement of the Plasmaspheric UHR waves

°A.Morioka and H.Oya (Tohoku Univ.)

Close correlations between the enhancements of AKR generated in the auroral region and the in-situ UHR emission near the plasmopause are found when the satellite is in the night side inner magnetosphere.

In Figure 1 a typical example of PWS data for EXOS-D crossing through the plasmopause region from high to low latitude in the early morning sector. The intensity enhancement and spectral broadening of AKR generated in the auroral region are observed concurrently with the local density depression which is indicated by the sudden decrease of the local UHR frequency around 20:38 UT to 20:48 UT. This decrease of UHR frequency is also accompanied by the intensity enhancement of the emission. The simultaneous enhancements of the remote AKR (L=7) and in-situ UHR (L=2.6) suggests that these phenomena are the phenomena controlled by the same origin.

The characteristics of the UHR enhancement phenomena associated with the enhancement of AKR are as follows:

- i) The phenomena are observed on magnetically active or medium condition.
- ii) Local time of the occurrences is distributed between dawn to dusk through midnight.
- iii) The characteristic time of the variation is 100 - 200 seconds.
- iv) The electric field strength ranges 5 - 25 mV/m when we assume that these plasma density variation is caused by the enhancement of the plasma flow.

These phenomena reported here is important to study the dynamical process of the plasma injection into the inner magnetosphere as well as the auroral latitudes, which causes the irregular depression of the plasmopause plasma and enhancement of the plasmaspheric UHR waves.

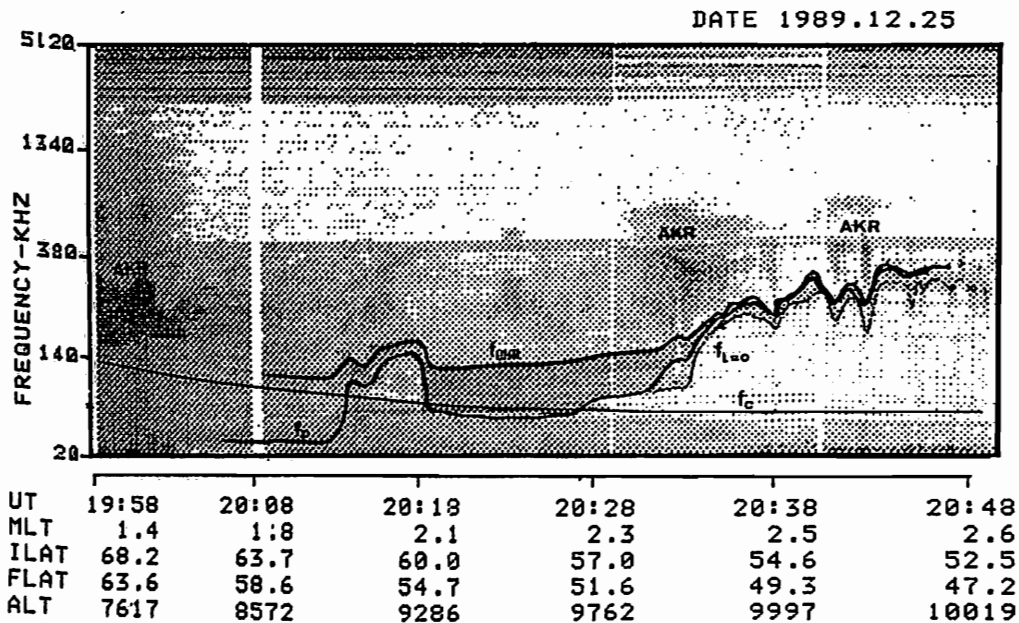


Figure 1 Dynamic spectrum of plasma wave phenomena observed near the plasmopause on Dec. 25, 1989

○Takashi Yamamoto (University of Tokyo), S. Inoue (Aichi College of Technology),
C.-I. Meng (Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory)

Yamamoto et al. [1991] have proposed the dipole model for the westward traveling surge: The evolution of a westward traveling surge is identified with the aurora deformation due to the appearance of a westward plasma flow at the boundary between the open and closed field lines. It is assumed that the westward flow is generated from nonadiabatic proton acceleration in the region of magnetic field merging by enhancement of the dawn-to-dusk convection electric field. In this paper, it is shown that this surge model is consistent with the satellite observations of surge dynamics, electric field distributions and particle precipitation in the surge region. Main observed facts discussed here are in the following.

- (1) The electron precipitation flux shows a sharp decrease (amounting to $10^2 - 10^4$) just poleward of the surge [Meng et al., 1978].
- (2) The simultaneous observations of the auroral luminosity and electric field by the DE-1 and -2 satellites [Fujii et al., 1988] have found that the equatorward and poleward components of the convection electric field are enhanced poleward and equatorward of a surge or a bulge, respectively.
- (3) The observations by the DE and VIKING satellites have revealed the long-term (≥ 10 min) behavior of surges. Two different features of the surge propagation have been reported by Rostoker [1987] and Craven et al. [1989]: After azimuthal propagation at speeds of \geq a few km/sec in the first few minutes from the onset, a surge remains nearly stationary during the remaining period of the surge lifetime [Rostoker, 1987], or a surge travels a long distance exceeding 1000 km with decreasing speed to about 1 km/sec [Craven et al., 1989].
- (4) The electron precipitation inside the main body of a surge is characterized by a flat energy spectrum, harder than $dJ/dE \propto E^{-1}$, extending at least from 0.2 keV to 20 keV. This flat spectrum is completely different from that of arcs to the west of a surge, which has a distinct spectral peak at several keV. These precipitation characteristics were obtained by Meng et al. [1978] using the data from the DMSP-32 satellite. The similar features were also found in the precipitating electron fluxes over a surge region, which were measured, simultaneously with the snap-shot auroral imaging, by the Kyokko satellite [Kaneda et al., 1981].
- (5) The diffuse aurora equatorward of a WTS sometimes develops a torch-like structure after the passage of the WTS [Akasofu, 1974]. Occasionally, the tip of a torch intrudes deep into the surge region. Such an example is shown in Figure 1, which is reproduced from Figure 1 of Bythrow and Potemra [1987]. The torches in these cases are distinguished from the 'pure' torches which usually align in the north-south direction. In this paper, this phenomenon is called 'surge-torch coupling' (Figure 2).
- (6) The observations from the EXOS-D satellite [Tatsundo Yamamoto and Kaneda, et al., 1991; this issue] have found a remarkable plasma flow pattern in the surge region: A strong counter-clockwise convection flow, which is localized around the poleward of the surge-like structure, is embedded in the clockwise flow.

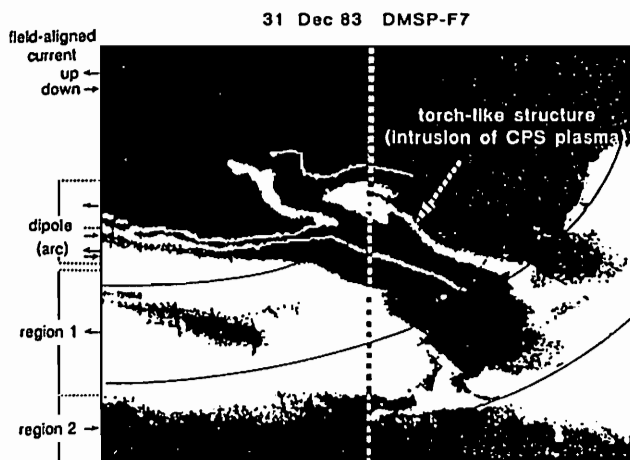
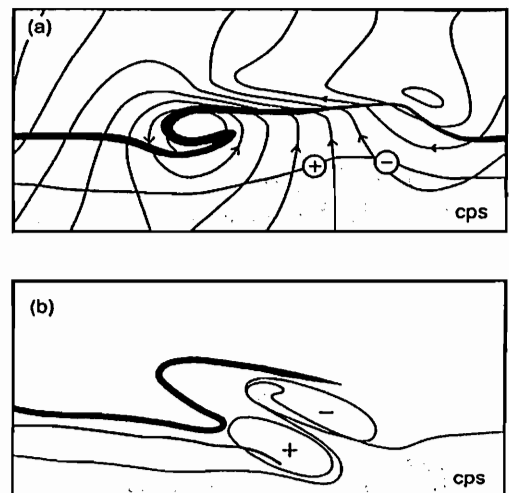


Fig. 1

Fig. 2 SURGE-TORCH COUPLING



田中 真・遠山 文雄・利根川 豊 (東海大工)

TECHNIQUES FOR FINE STRUCTURE ANALYSIS OF MAGNETIC FIELD DATA OBSERVED BY AKEBONO SATELLITE

M.Tanaka, F.Tohyama, Y.Tonegawa (Tokai Univ.)

The triaxial sensor of high sensitive fluxgate magnetometer(MGF) on board AKEBONO satellite is mounted on a 5-m extension mast. The 2-dimensional solar aspect sensor(TSAS) is mounted on AKEBONO itself. From two sensors, we can obtain informations about directional attitudes of mast and satellite itself. We discuss techniques for an accurate analysis method.

科学衛星「あけぼの」の磁場観測(MGF)により、沿磁力線電流の検出、解析がなされている。特に微細構造を明らかにするために、フラックスゲート磁力計の各センサー軸の感度と磁気オフセット、三軸の直交性、また衛星本体の微小姿勢変化と磁力計が取り付けられている5m伸展マストの傾きを考慮したデータ処理を行い、解析精度を向上させる必要がある。

今回、図1に示す手順で処理を行った結果、衛星のスピン軸方向と機体軸Z方向のずれ、そして機体軸とセンサー軸のずれを明らかにすることで、MGFデータのスピンによる影響を少なく出来ることが判明した。

処理前は、物理量にして約130nT(全磁力:6000nT付近)のスピンの影響が残っていたが、全磁力Fを用いた最小自乗法によるセンサーの感度とオフセットを決定(レンジ感度は、3%~9%の補正、磁気バイアス量は-19nT~22nTの補正)した結果、約100nTに減少した。更に、センサー軸、スピン軸方向、機体軸のずれを磁氣的静穏な期間のMGFおよびTSASのデータを用いて決定して、センサー軸から機体軸へ座標変換を施すと、20nTまで減少した。(図2)

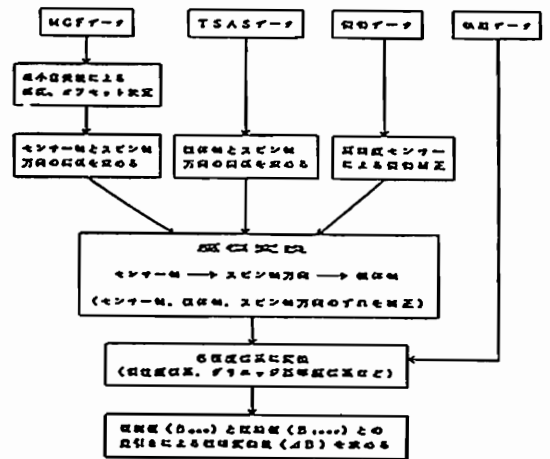


図1 MGFデータ処理のフローチャート

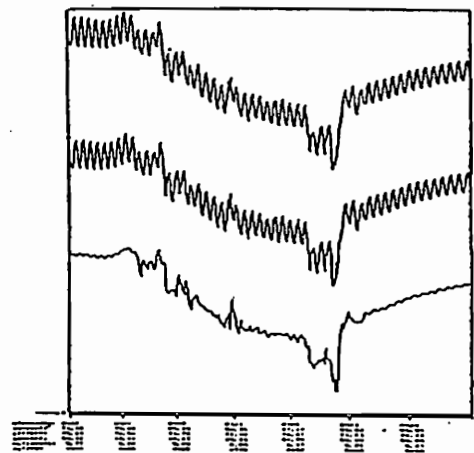


図2 新しい処理方法による磁場変動の一例 (上から処理前、感度・オフセット決定後、ずれによる座標変換後)

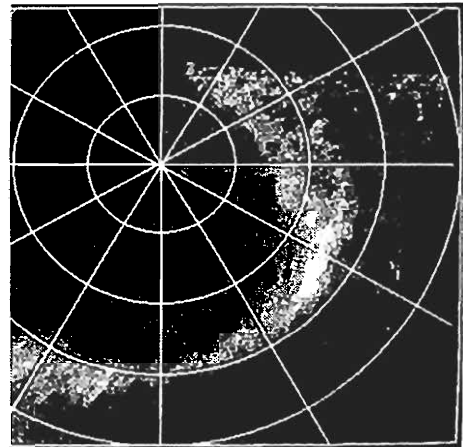
° E.Kaneda°, T. Yamamoto°, I. Shinohara° and ATV-Team
 ° Dept. of Earth and Planetary Phys., FacI. of Sci., Univ. of Tokyo

Polar aurora takes place on aurora oval and polar cap. Source regions of polar aurora are considered to correspond to specific parts of the magnetosphere respectively. Following to IMF fluctuations, magnetosphere changes its structure through interaction with solar wind. Substorm phenomena is one of typical results of structural change. On observations of the auroral substorm by UV-imager on 'AKEBONO' satellite, global distribution of auroras can be classified into several fundamental patterns. It would be natural to assume polarities of IMF as a key factor in this classification. We show a pair of auroral images in the following as an evidence of this identification. These images are presented by the format of polar plot with latitude and MLT in corrected geomagnetic coordinates. In the coordinate grid, latitude circles are shown in 10° step from the pole and MLT meridians in 2^h pitch with vertical noon (top) - midnight (bottom) and horizontal dawn (right) - dusk (left) meridians.

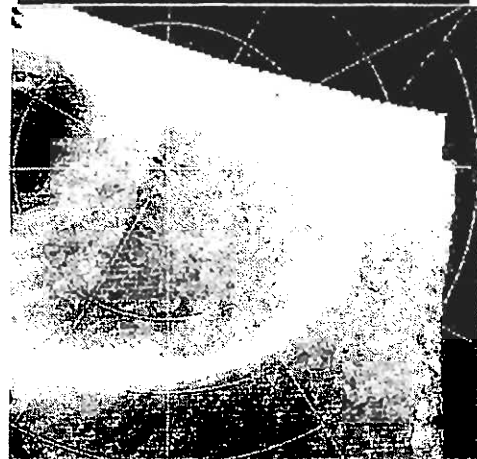
Both of the two images delineate patterns of aurora distribution in substorm late recovery (or post recovery) phase. Bifurcation of aurora takes place commonly in early morning hour regions. In these examples, the upper one is the case for a strong substorm and the lower is for a weak. However IMF shows commonly positive B_z and negative B_y polarities.

In this paper, we discuss relations between IMF polarity and aurora distribution pattern in night - morning hour regions.

1989 Nov.13 08:38 - 08:41 UT



1989 Nov.14 12:15 - 12:17 UT



A32-07

「あけぼの」オーロラ可視光撮像装置(ATV-VIS)がとらえたオーロラ

° 門倉 昭、江尻全機、藤井良一(極地研)、金田栄祐、山本達人、林幹二(東大・理)、佐々木進(宇宙研)、巻田和男(拓殖大)、津野克彦((株)東芝)、小口高(STE研)

Optical observation of aurora with the Aurora TV camera in a Visible wave range (ATV-VIS) on board the Japanese satellite AKEBONO.

Akira KADOKURA, Masaki EJIRI, Ryoichi FUJII (NIPR), Eisuke KANEDA, Tatsundo YAMAMOTO, Kanji HAYASHI (Tokyo Univ.), Susumu SASAKI (ISAS), Kazuo MAKITA (Takushoku Univ.), Katsuhiko TSUNO (Toshiba corp.) and Takashi OGUCHI (STE lab.)

The visible aurora imager on board AKEBONO started its normal operation from October, 1990. It could take some images of aurora until now. Several examples among them are presented and their features are discussed.

「あけぼの」衛星に搭載されている可視光オーロラ撮像装置(ATV-VIS)は1990年10月より通常運用を開始した。現在までに相当数のオーロラと思われる画像を取得している。今回はこれらのうち1991年5月、6月に撮像された数例を紹介する。この時期は高度6000kmから3000kmという比較的高高度からの撮像チャンスがあり、オーロラオーバルに沿って光るオーロラをとらえることができた。図1は6月6日12:23UT頃撮像された画像のクイック表示をトレースしたもので、図2は確定軌道情報より計算した視野内の地球像である。

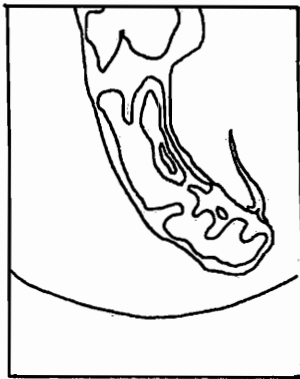


図1. ATV-VIS画像のクイック表示をトレースしたもの。

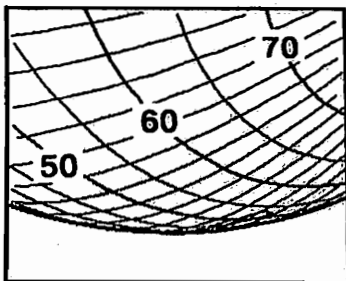


図2. 計算された視野内の地球像。数値付太線はinv. lat.を、交わる線は磁気経度を示す。

図2中の数値付きの太線はinvariant latitudeを、それと交わる線はmagnetic longitudeを示す。クイック表示は視野角の補正を行っていないが、約60度から65度の緯度線に沿ってオーロラが光っていることがわかる。また画像内には地球のリムもとらえられている。

図3はinvariant latitude-MLTのスターマップ上にこの時のカメラの視野を投影したもので、図中のX印は衛星のFootPointを示し、また昭和基地とあすか観測拠点の仰角5度以上の可視範囲も表示してある。講演ではこのような座標上に実際の画像を重ねた絵を示し、議論を行う予定である。

表1にATV-VISの諸規格を示す。

表1. ATV-VIS 規格	
・中心波長	: 557.7nm
・視野	: 30° x 40°
・CCD画素数	: 488 x 376

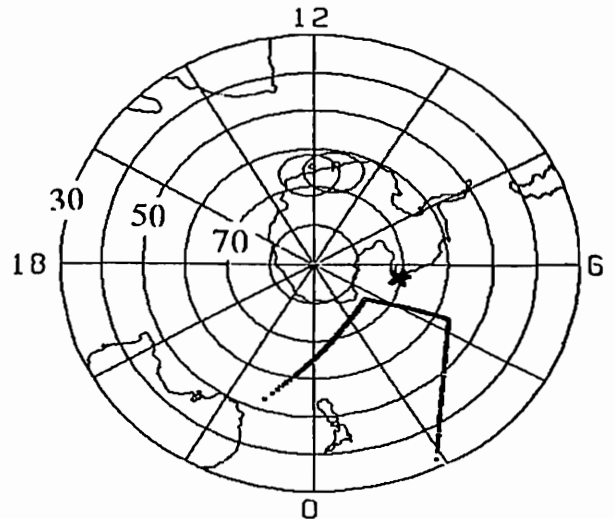


図3. inv. lat.-MLTのスターマップ上に視野を投影したもの。X印は衛星のFootPointを示す。

岡村 宏¹、江尻全機²、芳野越夫¹
¹電気通信大学、²極地研究所

Morphological Study of Auroral Spectral Features

Hiroshi OKAMURA¹、Masaki EJIRI²、Takeo YOSHINO¹
¹Univ. of Electro-communications、²NIPR

The 30th JARE measured auroral spectroscopic illuminance with a new two-dimensional auroral spectrometer in 1989 at Syowa station. We have done optical calibration of the instrument. And we got a calibration data that enables us to obtain an absolute emission intensity and relative optical response characteristics for typical auroral emission lines. To use the calibration data and the observation data, we study morphology of auroral spectral features.

第30次南極地域観測隊は昭和基地に於いて波長と距離方向の二次元のオーロラ分光器を用いオーロラ分光観測を行った。今回その観測器の光学的キャリブレーションを行い、観測データの絶対値や波長間の相対的な感度特性を決定する事ができた。このキャリブレーションの結果を用い分光器により観測された stable arc, active aurora, diffuse aurora, pulsating aurora, red aurora など形態の異なるオーロラについて N_2^+1N band ($\lambda=391.4, 427.8, 470.9\text{nm}$)、 $O1D$ ($\lambda=557.7\text{nm}$)、 $O1S$ ($\lambda=630.0\text{nm}$)、 N_21P band 放射の発光強度がどのように関係しているか。また上記の様な波長の時間-空間の発光強度変化がどのように対応しているかを調べた。その他、オーロラの形態の違いによる $O1S$ の発光強度に対して N_21P band の影響がどれくらいかをフォトメータに無い分光器の連続スキャンを観測してできる特徴を生かし $\lambda=630.0\text{nm}$ 前後の N_21P band の発光強度からその影響を算出した。本発表ではその結果について述べる。

図1に1989年6月9日02時35分(UT)~45分(UT)に出現したred auroraの例を示す。図1(a)は $\lambda=391.4, 427.8, 557.7, 630.0\text{nm}$ の発光強度の空間-時間変化を示している。図中の白い部分はデータ欠損を示す。時刻が0秒~300秒の間は分光器の視野が磁気天頂を中心に東西を向き、300秒以後は磁気子午面を分光器の視野が向いている。これを見ると東西の各波長の強度は同じ様に空間変化する、しかし南北の変化を見ると上の3波長は似た様な変化を示すが $\lambda=630.0\text{nm}$ だけは磁気天頂付近を中心に時間と共に減衰する変化を示している。図1(b)は磁気天頂におけるいろいろな波長の強度変化を示している。 $\lambda=630.0\text{nm}$ のグラフには3本の線が引いてあるが上から順に観測データ、観測データから N_21P band の影響を引いたデータ、 N_21P band の発光強度をそれぞれ示している。この図を見ると $\lambda=630.0\text{nm}$ 以外の波長の変化は似た様な強度変化を示すが、 N_21P band の影響を差し引いても他の波長の変化と異なる変化を示している事がわかる。

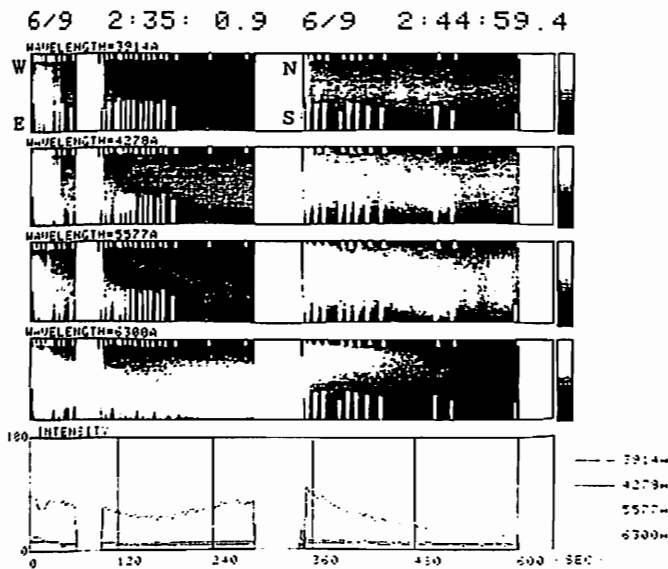


Fig.1(a) Time-spatial variation of auroral spectrum.

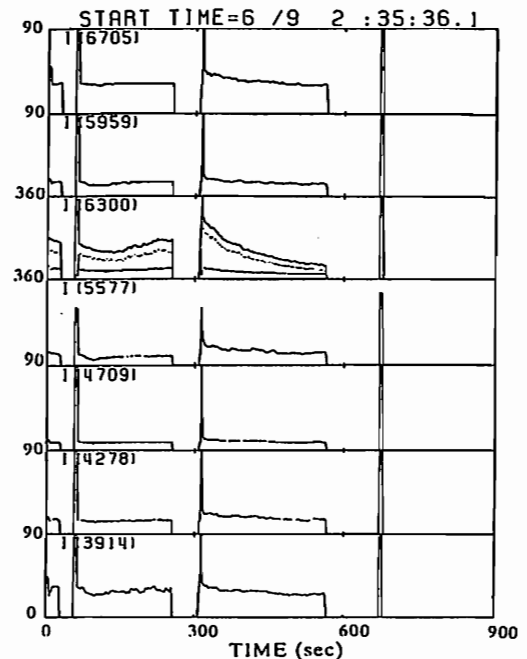


Fig.1(b) Intensity variation of several auroral emission lines.

著者(所属)

○ 小野高幸、平澤威男 (極地研究所)

Title : Derivation of characteristic energy and total energy flux of precipitating auroral electrons by using the ground-based optical measurements.

Name(Affiliation) : ○ Takayuki Ono and Takeo Hirasawa (National Institute of Polar Research)

Abstract : Multi-channel photometric observation was carried out in 1990 at Syowa Station, Antarctica, in order to evaluate the characteristic energy and total energy flux of precipitating electrons in the auroral ionosphere. The observation wavelengths were selected as 630.0nm(OI), 557.7nm(OI), 844.6nm(OI), 427.8nm(N₂⁺:1NG), 670.5 and 646.9nm(N₂:1PG). A narrow field of view (1 deg.) and high sampling frequency (Max. 20Hz) made it possible to obtain a high quality photometric data at the magnetic zenith of Syowa. An preliminary data analysis on the storm time red aurora reveals that the 844.6nm emission (permitted line of O atom) well corresponds with a variation of the characteristic energy of incoming electrons.

序 オーロラ輝線強度あるいは強度比からオーロラ電子のエネルギーフラックスや特性エネルギーを推定することは古くからの課題であるが、未だ観測結果と理論とを定量的に比較・吟味し、これをオーロラ物理解明に応用するまでには至っていない。この問題に取り組むため、1990年昭和基地にて単色光TVカメラ並びに多波長フォトメータによるオーロラ観測を実施し、現在観測データの解析が行われつつある。ここではまず多波長フォトメータ観測結果を整理し、地上光学観測によるオーロラ電子特性エネルギー推定の可能性について議論したい。

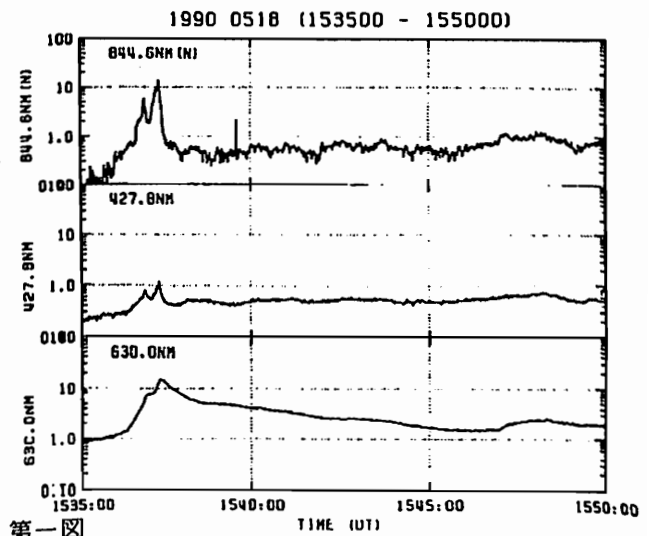
観測器 多波長フォトメータは一本の光導入部からの光を7チャンネルに同時に分光する方法が採られており、高い空間(視野角1度)・時間分解能(最大20Hzサンプル/7チャンネル)でオーロラ輝線強度を観測することができる。観測波長は427.8nm(N₂⁺:1NG), 557.7nm(OI), 630.0nm(OI)の他に844.6nm(OI), 670.5・646.9nm(N₂:1PG)が同時に選択された。第1表に各チャンネルの特性を示す。尚感度更正是フォトメータ及び標準光源について、東北大並びに新潟大の協力を得て行われた。

第一表

CH	公称波長(nm)	発光メカニズム	中心波長(-20°C;nm)	波長幅(nm)	CAL強度
1	670.5	N ₂ 1PG(B ³ Π _g)	668.0	5.1	11.7IR
2	646.9	N ₂ 1PG(B ³ Π _g)	644.1	5.0	7.46IR
3	630.0	OI(1D)	629.7	2.0	2.42IR
4	427.8	N ₂ ⁺ 1NG(B ² Σ _g ⁺)	427.6	2.2	37R
5	557.7	OI(1S)	557.9	2.5	1.22IR
6	844.6	OI(3P)	844.7	5.5	55.3IR
7	844.6	OI(3P)	844.4	2.5	24.3IR

観測 昭和基地において多波長フォトメータの光軸は磁気天頂(方位角-47.3° 仰角 64.3°)に向けられ、3月より10月まで75日間の観測が実施された。観測に当たっては全天カメラ、単色光TV, SIT-TV, 掃天フォトメータ、地磁気・ULF・VLF・CNA観測等が同時に行われた他EXOS-D衛星との同時観測データも取得されている。

データ解析例 第1図に5月18日に観測された赤色オーロラ出現時のデータ例を示す。単色光オーロラ画像モニターによれば1537:20(UT)にレイ構造を伴う赤色オーロラが磁気天頂を通過している。このとき多波長フォトメータ観測では630.0nmが強く、844.6nm輝線も通常のオーロラに比べて427.8nm輝線との比が大きく現れている。いくつかのオーロラ形態について844.6nm輝線の性質をまとめ、この酸素原子許容線を用いてのオーロラ電子エネルギーの推定の可能性について議論したい。



第一図

° 佐藤夏雄 (極地研) 長岡孝行 (山形大)

CONJUGACY AND NON-CONJUGACY OF VISIBLE AURORAS OBSERVED BY TV CAMERAS

NATSUO SATO (NIPR) AND TAKAYUKI NAGAOKA (YAMAGATA UNIV.)

Simultaneous observations of visible auroras were carried out at the conjugate pair of stations, Syowa Station in Antarctica and Husafell in Iceland. In this paper we will show some results on conjugacy and non-conjugacy of diffuse and discrete auroras observed by all-sky TV cameras in the selected events of September 12-13, 1988.

1988年9月、南極昭和基地—アイスランド Husafell共役点における、オーロラの同時観測により比較的共役性の良いオーロラのTV画像データが得られた。共役点における高い時間分解能でのオーロラの時間的変化の観測は、オーロラ粒子加速機構及び磁気圏構造を知る上で重要である。特にオーロラの非共役性的な現象はオーロラ粒子の源から発光層の電離層までの経路上の物理パラメーターの南北非対称性を直接表していると思われる。今回は、1988年9月12日 22:20UT-13日00:00UTのデータのなかで、位相幾何学的形状および発達過程が良く類似しているが、発達規模、発達速度等が異なるような例、及びディフューズオーロラの例を示す。以下にその特徴をまとめた。

- a. ディスクリートオーロラの発生時刻に関しては、Husafellほうが先にあらわれ、また発生のしかたもHusafellは東側から強くなって行ったが昭和基地側は全体的に徐々に強くなって行った。
- b. ディフューズオーロラは、昭和基地のほうが強く高緯度側の縁が明確であった。

c. トポロジカルにはよく似ている”コ”の字型のオーロラは緯度幅に違いがあり、昭和基地の方が大きかった。その大きさの比率はHusafellが緯度方向に約80kmにわたって広がっているのに対し、昭和基地側では約200kmにもおよんで広がっていた。

d. 比較的低緯度に、オーロラアークがあるときは、オーロラアークはstableで形態的にも共役性が良い。一方、比較的高緯度側にあるときはアークの運動は活発であり、その運動スケールや速度は南北でかなり相違がある。

上記の特性の中で、トポロジカルには同型のオーロラアークでは、時間発展の経緯やタイミングについては南北共役点間有意な違いが見られなかったため、オーロラを光らせているオーロラ粒子の源が共通であると判断できる。しかし、源が同じと考えられるオーロラが南北共役点間で有意な違いが見られたのは、磁気圏構造に大きな南北非対称性があるためだろうと判断できる。

G. HOUGH

SOLAR TERRESTRIAL ENVIRONMENT LABORATORY, NAGOYA UNIVERSITY

SUPER FAST AURORAL WAVES

Fast auroral waves are east-west aligned filaments of luminosity which, on the basis of very few sightings, have been reported to originate from arcs and propagate equatorward with speeds of up to 300 km/s.

At Sanae, Antarctica ($L=4$) waves have been imaged by low light level TV cameras with speeds of up to 1200 km/s, speeds in excess of those measured previously for auroral forms. They have therefore been termed Super Fast Auroral Waves (SFAW). Seven of the eight recorded events occurred between 03.00 UT and 07.00 UT.

SFAW's originate from localized regions of brightening within auroral bands, usually in groups of between 2 and 10 waves of frequency about 2 waves per second. On one occasion the auroral band was well within the field of view so could be identified as an omega band. The waves are restricted to channels of longitudinal width about 100 km. The SFAW's are always accompanied by abundant chorus which makes it impossible to establish a one-to-one correlation between any wave and a chorus element. Any equatorial source mechanism for the generation of SFAW's would require electrons of energy > 20 keV. The SFAW's can travel from $L=7$ to $L=3$ and, by whistlers, the plasmapause is revealed to be at $L=4$. Hence, these waves travel from outside to inside the plasmasphere.

A32-P37

UV-images and particle precipitations of θ -aurora observed by EXOS-D

° I.Shinohara¹, T.Yamamoto¹, E.Kaneda¹, T.Mukai², S.Kokubun¹

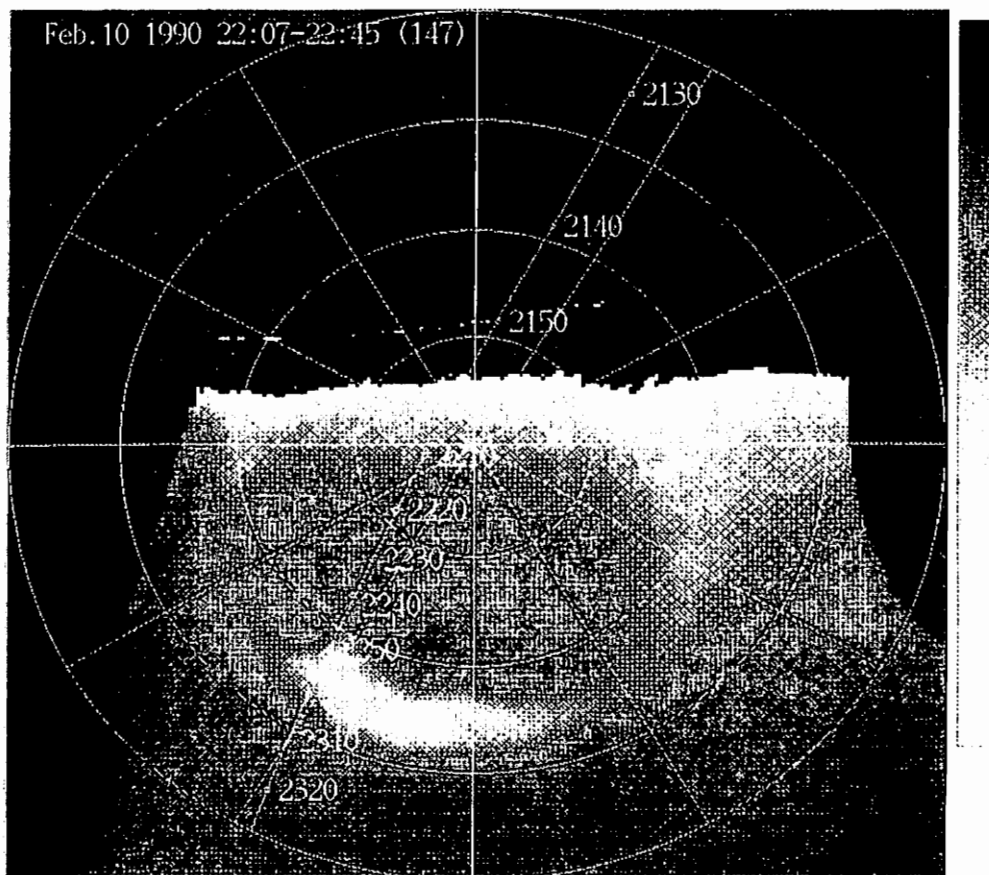
1: Faculty of Science, The University of Tokyo

2: Institute of Space and Astronautical Science

The θ -aurora has an approximately sun-aligned transpolar arc extended contiguously from the dayside auroral oval across the polar cap to the nightside oval. It appears when the interplanetary magnetic field (IMF) has a significant northward component. The first observation of the θ -aurora was reported by *Frank et al.* [1982], and analyses of the data of DE-1/2 satellites have been performed.

Sun-aligned transpolar arcs have also been observed by the UV-aurora imager onboard EXOS-D satellite (ATV). We found two interesting events observed over the northern hemisphere on February 10 and 13, 1990. On these cases foot points of EXOS-D orbits almost traced sun-aligned transpolar arcs. The figure represents the superposed image of ATV and the orbit of EXOS-D during a θ -aurora event on February 10 (UT 22:07~22:45), showing that the bar of ' θ ' and the path of the satellite overlapped.

Using images of these two θ -aurora events and the data obtained from simultaneous measurement of the plasma instrument (LEP), we will discuss characteristic of the particle precipitations corresponding to sun-aligned transpolar arc in comparison with the DE observations.



A32-12

極冠域に重点を置いたSTEP磁場・オーロラ観測網--速報

○林幹治、山本達人、国分征（東大・理）、湯元清文、塩川和夫（名大・STE研）、GADC観測グループ
 Polar cap and related global magnetic field and aurora network during STEP period
 K.Hayashi, T.Yamamoto, S.Kokubun(Univ. Tokyo), K.Yumoto, K.Shiokawa(Nagoya Univ.)
 GADC obser-vation group(Takushoku Univ.,Tohukai Univ.,Japan; U.B.C., U.Sask.,U.Vic, Canada;
 U.Oslo, U.Tromso, Norway)

Global aurora dynamics campign beign planed during STEP (Solar Terrestrial Energhy Program)
 is basically continuation of the previous campaigns we had in 1986 and 1990 but extended for
 covering the polar cap region and enhanced for more stable and long term data acquisition.
 Continuous measurments of magnetic fields started at 15 sites supported by local cooperators..

STEPの期間、GADCグループは磁場・オーロラ
 の広域多点観測観測をカナダ・アラスカ・グリーンラ
 ンド・スピッツベルゲン・ノルウエー地域において
 実施する。極冠域・クレフト帯・オーロラ帯・サブ
 オーロラ帯に渡る高い時間・空間分解能の観測を行
 い極域擾乱現象の広がりと波及効果の動態の研究を
 進め、更にそれらと太陽風場変動との半定量的因果
 関係の導出へと邁ることを目標とする。

この期間実施される各国の観測計画との相補・連

携を配慮した計画であり、カナダ地域に限れば、現
 地既存の磁場観測地点27に対して20地点余を追加す
 ることとなる。

今年は、これまでGADCグループが行ってきた観測地
 域での観測機器の整備強化を図ると共に、従来は実
 施上の困難から盲点となっていた極冠域での観測に
 ついて、カナダ最北端にあるEllesmere島のEureka
 での磁場の高分解能連続観測を実現し、次年度の光
 学観測機器設置の足掛りを作ることにした。

極冠域よりの磁場観測結果を中心に速報を行う。

現在、下記の磁場観測点が稼動中である。

Stations	Geodetic coordinate by GPS		Magneromers/(logger)
Eureka	79° 59'25.4"	085° 54'30.0"	F+I/(130MB)
Resolute Bay	74° 42'19.6"	094° 58'08.8"	F+I/(42MB)
Cambridge Bay	69° 07'47.0"	105° 03'22.8"	I/(A 1/w)
Ny Alesund			F+I/(42MB)
Frobisher Bay			F+I/(42MB)
Point Barrow	71° 19'22.1"	156° 36'33.7"	I/(A 1/w)
(Narsarsuaq)			I/(A 1/w)
Schefferville			F+I/(42MB)
Fort Nelson	58° 50'28.7"	120° 34'27.9"	F+I/(42MB)
Whitehorse	60° 42'52.1"	135° 04'49.8"	F+I/(130MB)
La Ronge	55° 09'04.9"	105° 16'00.3"	F+I/(42MB)
Goos Bay			F+I/(42MB)
(Emma Lake)	53° 35'34.7"	105° 56'07.4"	I /(A 1/w)
Swan River	52° 07'19.2"	101° 15'04.4"	I/(A 1/W)
Fort St. John	56° 14'43.9"	120° 44'55.4"	F+I/(42MB)
Sioux Lookout			I/(A 1/w)
(Hornepayne)			I/(A 1/w)
Parksite	52° 12'22.4"	107° 07'02.0"	F+I/(42MB)
(Pine)			I/(A 1/w)
Ottawa			I/(A 1/w)

F:Fluxgate magnetometer, I:Induction magnetometer
 (130MB):130MB digidal datalogger 3 (F & I) or 18 (F only) weeks /cassette tape
 (42MB):42MB digital datalogger 1 (F & I) or 6 (F only) weeks /cassette tape
 (A 1/w):FM Analogue record, 1 week/90C cassette tape

A32-13

Ny-Alesund (L=16) で観測された 昼間電離層吸収 (CNA) の特性

西野正徳、田中義人、小口 高 (名大STE研) 林 幹治 (東大理)
A. Egeland, J.A. Holtet (オスロ大学)

Characteristics of dayside CNA observed at Ny-Alesund(L=16)

M.Nishino, Y.Tanaka, T.Oguti (STEL, Nagoya Univ.)
K.Hayashi (Univ. Tokyo), A.Egeland and J.A.Holtet (Univ. Oslo)

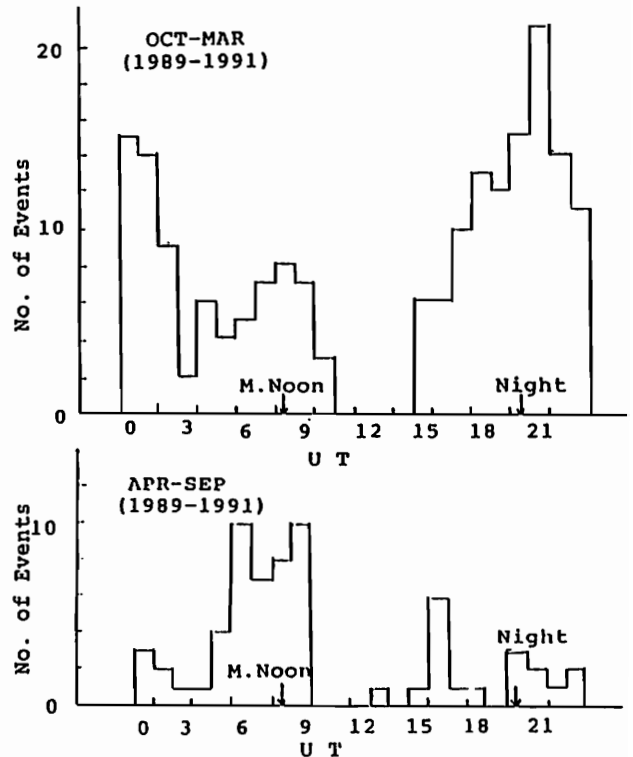
Characteristics of dayside CNA are presented using data observed by 2-dimensional multi-beam Riometer from September, 1989 to May, 1991 at Ny-Alesund(L=16). The occurrence show a symmetrical distribution centered at local magnetic noon (~8:30UT) in winter, while they show increased number in the magnetic pre-noon. Average intensity of the dayside CNA is about 0.3 dB. It is remarked that the dayside CNA more than 0.5 dB appeared at pre-noon in summer. The relationship of 2-dimensional images of the dayside CNA with the geomagnetic variations is presented for the study of auroral dynamics of the polar cusp and creft.

オーロラ光学観測と違って、リオメータ観測は日照や天候に影響されず連続観測が可能である。我々は、カस्प及びポーラキャップにおける高エネルギー粒子降下を観測するため1989年、2次元マルチビームリオメータをノルウェー北極基地ニールスン (磁気緯度75.4° N) に設置し、以後継続して観測を実施してきた。本講演では、1989年9月から1991年5月までの観測期間の中で、昼間(6h~11hUT)のCNA現象の特性 (発生頻度、強度特性、地磁気変化との対応等) を調べたので報告する。

図1は、CNA強度が0.1dB以上のeventsについてのCNAの発生数を示す。この分布の中で、特に昼間に注目すると、冬季(Oct-Mar)では磁気正午(8:30UT)を中心に、ほぼ対称的な発生数を示すのに対し、夏季(Apr-Sept)では午前側に多い。この傾向は、Rosenberg(1987)が共役点観測で得たSouth Pole (磁気緯度78.6° S) における冬(July-Sept)の発生頻度分布及びカナダのProberisher Bayの夏のそれに類似している。

Ny-Alesundで観測された昼間CNAの強度は、冬季は0.2dBに発生頻度高く、夏季は0.3dBに頻度が高い傾向にある。注目すべきことは夏季、0.5dB以上の強度は、午前側に発生頻度が高くなることで、これはKrishnaswamy(1987)の解析したSouth Poleの結果と一致している。

講演では、その他に1990年の1月~2月にグローバルオーロラダイナミクスキャンペーンの一環として行ったリオメータ観測の中から、昼間CNA現象と地磁気変動の対応についての観測例を報告する。



Refernce

- Rosenberg, Memo. NIPR, Special Issue, No.48, 161, 1987
- Krishnaswamy, Memo. NIPR Special Issue No.48, 287, 1987

A32-14 南極PPB (Polar Patrol Balloon)
 による制動放射X線の観測

鈴木裕武¹, 山上隆正², 藤井良一³, 秋山弘光², 村上浩之¹, 並木道義²,
 太田茂雄², 平島 洋¹, 小玉正弘⁴

1 立教大, 2 宇宙研, 3 極地研, 4 理研

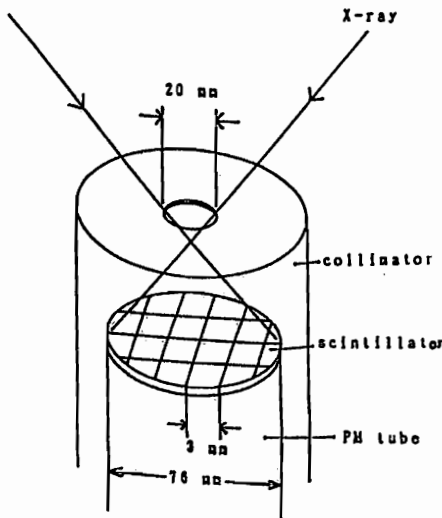
Observation of Bremsstrahlung X-rays with PPB (Polar Patrol Balloon)
 in Antarctica

H. Suzuki 1, T. Yamagami 2, R. Fujii 3, H. Akiyama 2, H. Murakami 1,
 M. Namiki 2, S. Ohta 2, Y. Hirasima 1, and M. Kodama 4

1 Rikkyo Univ. 2 I.S.A.S. 3 N.I.P.R. 4 I.P.C.R.

A new X-ray imager has been developed to study the spatial and temporal characteristics of the energetic component of auroral electron precipitation. The X-ray imager consists of a 'pin-hole' collimator and a mosaic of small size (3 mm x 3 mm) NaI(Tl) scintillation crystals coupled to a single position-sensitive photomultiplier (PM) tube. It detects X-rays between the energies 30 to 120 keV and is employed to study spatial structures with scale lengths between 17 and 135 km (at X-ray generation height).

The X-ray imager was loaded on the polar patrol balloon (PPB) #2. PPB #2 was launched from Syowa Station, Antarctica, at 18:55 UT on January 5, 1991. We give an outline of the new instrumental specification. Then, we show a few preliminary observational results.



5	72	64	27	0	1	2	0
29	94	78	34	5	0	1	1
35	63	38	27	3	0	1	3
17	27	16	2	0	1	3	0
5	7	2	1	4	3	4	1
0	3	1	1	2	2	0	0
1	1	1	0	1	1	1	0
0	0	0	0	2	0	0	0

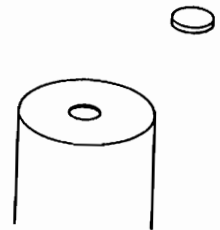


Fig.1 A sketch of the X-ray imager.

Fig.2 An X-ray image of a point source.

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

In-situ observations of ELF-HF plasma waves and electron density in pulsating auroras
by S-520-14 sounding rocket launched from Andoya, Norway

[○]H.Miyaoka(NIPR), A.Morioka, H.Oya(Tohoku Univ.), T.Okada(Toyama Prefec Univ.),
M.Ejiri(NIPR) and K.Turuda(ISAS)

The in-situ observations of ELF-HF plasma waves and electron density in active pulsating auroras were successfully carried out using the S-520-14 sounding rocket at Andoya, Norway. Intense UHR emissions were observed almost continuously above 100km altitude, while broadband whistler mode emissions enhanced as the rocket traversed active pulsating patches. It is also found that the irregularity of electron density and ELF emissions were accompanied by these pulsating patches. We discuss about the wave generation mechanisms based on these evidences.

パルセーティングオーロラ中の物理過程の解明を目的とした宇宙科学研究所のS-520-14号機によるロケット観測が1991年2月12日、ノルウェーのアンドーヤ実験場にて実施された。このロケットには、オーロラ粒子・X線・光観測器を始め、ELF/HFプラズマ波動、電子密度・温度ならびに磁場観測器等が搭載され、活発な午前側パルセーティングオーロラ中ならびに近傍での直接観測に成功した。ここでは、前回の速報に引続き電子密度およびELF/HFプラズマ波動の観測データにつき、特にパルセーティングオーロラとの対応関係の視点から解析した結果を報告する。

図1に観測されたHF波動のダイナミックスペクトルを示す。高度約100km以上の領域で3~4MHz付近にほぼ連続して現れているのはUHR

エミッションで、これまでも南極ロケット実験でディスクリットオーロラ中に確認されたものであるが、今回パルセーティングオーロラ中でもその存在が実証されたことになる。また上昇時(60~180秒)および下降時(360~480秒)にUHR周波数以下で広帯域に受信されているエミッションはホイッスラーモード波であるが、ロケットスピンと周波数掃引周期ならびにエミッションの時間変動のため右上がりのスペクトルパターンとなって現れている。特に60~120秒の時間帯はロケットが活発なパルセーティングパッチの中におり、これらのエミッションはそれに伴う降下粒子により励起されたものと考えられる。電子密度およびELFデータにもこのオーロラパッチに対応した密度変動およびELFエミッションが同様に観測されている。

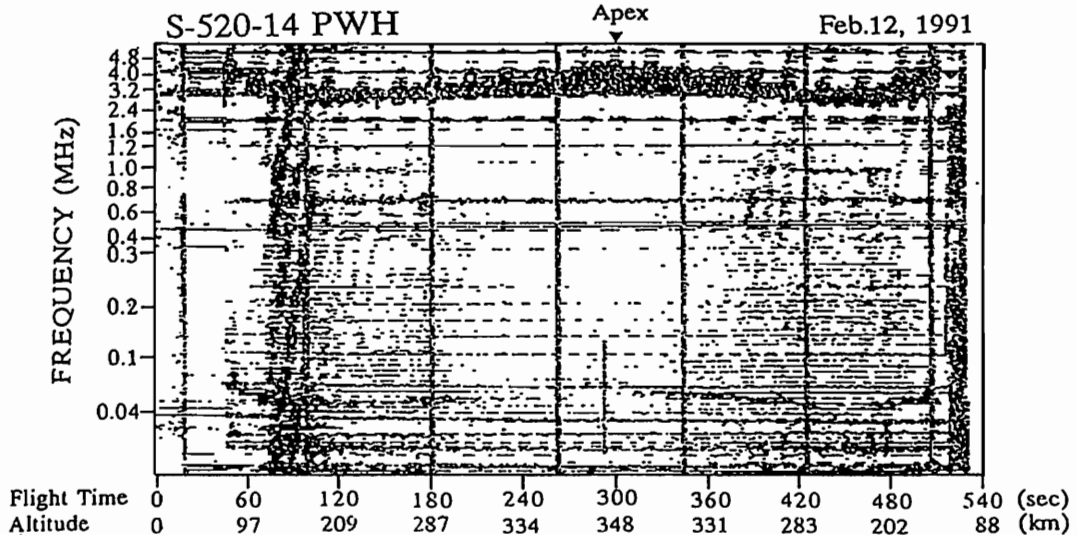


図1. S-520-14号機で観測されたHF帯プラズマ波動スペクトラム

A32-16 北歐ロケット実験結果：パルセーティングオーロラのX線放射特性

江尻全機・宮岡 宏・山岸久雄 (極地研究所)、山上隆正 (宇宙科学研究所)、
平島 洋・鈴木裕武 (立教大理)、小玉正弘 (理化学研究所)

Bremsstrahlung X-ray Emissions from the Pulsating Aurora: Results of the Sounding Rocket Experiment at Andoya, Norway, 1991.

○Masaki EJIRI・Hiroshi MIYAOKA・Hisao YAMAGISHI (NIPR), Takamasa YAMAGAMI (ISAS), Yo HIRASHIMA・Hiromu SUZUKI (Rikkyou Univ.), Masahiro KODAMA (IPCR)

The sounding rocket experiment was performed at Andoya, Norway, in order to investigate quantitatively the physical properties and dynamical processes of the pulsating aurora, with various kinds of coordinated scientific instruments. The rocket was launched successfully into an active pulsating aurora at 03:28:29 (UT) Feb. 12, 1991. Auroral Bremsstrahlung X-ray emissions ranging from a few keV to 125 keV were measured with the NaI scintillation counter looking downwards (30° relative to the rocket spin axis) with an FOV of 5° . Groundbased observations were simultaneously carried out and gave all-sky TV data, magnetograms, change in auroral illuminance by scanning photometers, etc. Preliminary results of these data combined with other observation data are presented.

パルセーティングオーロラの観測を目的とした、観測ロケット S-520-14 号機は、平成 3 年 2 月 12 日 04 時 28 分 39 秒 (現地時間)、ノルウェーアンドーヤ基地より発射され、サブストームリカバリーフェーズの目的としたオーロラの観測に成功した。磁場 (MGF)、プラズマ波動 (PWH, ELF)、高エネルギーオーロラ粒子 (LEP)、可視オーロラ発光スペクトル (MAP)、電子密度・温度 (NEL・TEL) に加え、オーロラX線 (MAX) の観測を行った。同時に地上観測によって得られた全天TVカメラのデータから、ロケットは強いパルセーティングするオーロラを横切って飛翔した事が分かる。

使用したX線観測器の主要諸元は以下の通りである。

- ・検出器 NaI (TI) 有効直径 10 mm 厚み 3 mm
- ・PMT R2497
- ・高圧電源 MA - 1U (1000 V)
- ・視野角 5°
- ・視野方向 スピン軸に対して下向き 30°
- ・測定エネルギー 2 keV - 125 keV

図 - 1 に全飛翔時間にカウントされたX線のタイムプロファイル (5秒ランニング平均) を示す。カウント数は約 4 - 8 c/s で統計的な揺らぎの影響が有るため、結果に示されている変動が即 X線のパルセーションと断定できないが、100 - 300 秒に現われている変動は粒子のデータと良く合う事から、実際の変化を示している可能性が高いと現在は考えている。図 - 2 に、全観測データのエネルギースペクトルを示す。7 keV 付近にピークを持つかなりエネルギーの低いX線放射であった。これらのデータの解釈は、粒子や発光スペクトルとの比較、及び地上からの観測データと合わせ検討する必要がある。スペクトルのハードニングの変化や、時空間の分離についても検討をする予定である。

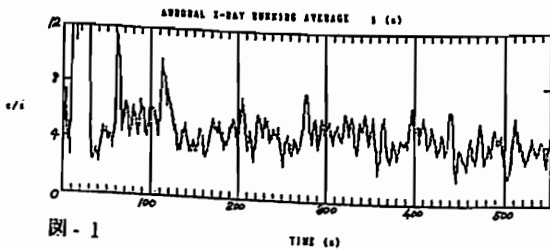


図 - 1

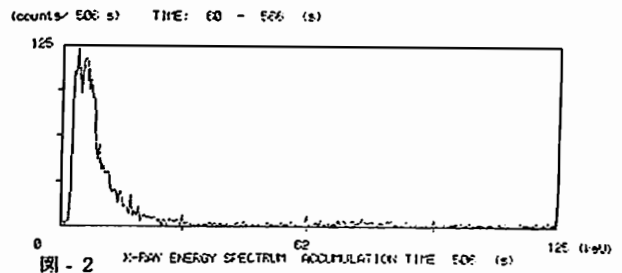


図 - 2

北欧ロケット S-520-14号機で観測された パルセーティングオーロラ発光層の厚さ

岡野章一¹、福西 浩¹、塩川和夫²

1 東北大学理学部超高層物理学研究施設

2 名古屋大学太陽地球環境研究所

Optical Observation of Aurora with a Multichannel Aurora Photometer on board the S-520-14 Rocket

S. Okano¹, H. Fukunishi¹, and K. Shiokawa²

1 Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University

2 Solar Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

Optical observation of pulsating aurora has been made with a multichannel aurora photometer (MAP) on board the S-520-14 rocket, launched from Andoya, Norway at 03h28m39sUT on February 12, 1991. During the ascent of the rocket, the width of the 01557.7nm emission layer was measured to be about 5km, which is considerably narrow compared to that of ordinary aurora.

1991年2月12日03^h28^m39^sUTにノルウェー・アンドーヤ基地から打ち上げられたS-520-14号機に搭載されたマルチチャンネルオーロラフォトメータ(MAP)による光学観測について報告する。MAPは平行に配置された4チャンネルの多色フィルターフォトメータであり、ロケット軸より30°下向き3チャンネル(01630.0nm, 01557.7nm, N₂⁺1NG用)と上向き1チャンネル(01557.7nm用)からなる。各チャンネルの半角視野は2.5°で、ロケット開頭(x=55sec, 高度86.3km)から全チャンネルのデータ取得が開始された。

ロケットは周期0.67秒でスピンしながら、上昇時に激しいパルセーティングオーロラを通過した。このときの557.7nmの上向きと下向きチャンネルで観測された強度の高度変化をFig. 1に示す。また下向きチャンネルの強度変化を高度について微分して得られた体積放射率の高度変化をFig. 2に示す。パルセーティングオーロラは、ロケットが高度100km付近の557.7nm発光層を通過した直後から激しい変動を示

し、Fig. 1にみられる高度110km付近の強度減少はパルセーションに伴う時間変化によるものである。しかし、Fig. 2の高度97kmにピークをもつ発光層を通過する間は大きな時間変化はないことが地上の全天TV記録からわかっている。厳密にはMAP視野に入るオーロラの時間変化を補正して高度分布を求める必要があるが、この発光層(ピーク高度97km)の厚さは5km程度であり、通常のオーロラ557.7nm発光層の厚さに比べて非常に薄い。今まで地上観測からパルセーティングオーロラの発光層は特徴的に薄いという報告(Hallinan et al., 1985)があったが本ロケット観測によって初めて直接的に発光層の厚さが求められた。

謝辞 本ロケット観測の実施にあたり、打ち上げチームの鶴田浩一郎、小野田淳次郎、江尻全機、宮岡宏の各氏に感謝します。またデータ解析に協力いただいた田口真、藤原均、久保田実の各氏に感謝します。

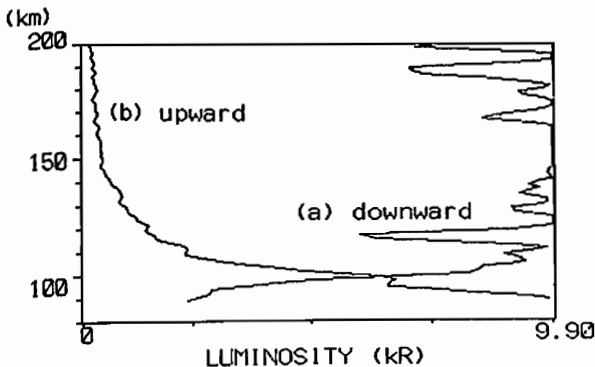


Fig. 1: Altitudinal changes of 557.7nm emission intensity observed by the MAP looking (a)downward and (b)upward during an ascent.

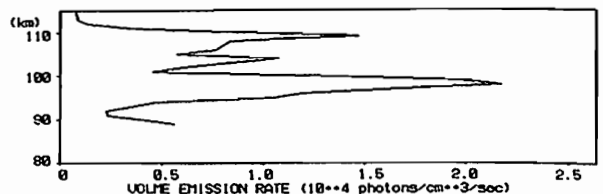


Fig. 2: A profile of volume emission rate obtained from the downward data of Fig. 1.

□ 電離圈 (I)

B11-01~05, -P04, -P39~41

座長 柴田 喬 (電通大)
渡部重十 (北海道情報技研)

□ 電離圈 (II)

B11-06~11, -P42~44

座長 五十嵐喜良 (通総研)
山本 衛 (京大超高層)

□ 電離圈 (II)

B12-01~06, -P45

座長 丸山 隆 (通総研平磯)
門倉真二 (地磁気観測所)

H. SHINAGAWA (Hiraiso Solar Terrestrial Research Center, CRL)

The Pioneer Venus Orbiter (PVO) found magnetic fields in the ionosphere of Venus all the time, although the magnitude varies from a few nT up to more than 100 nT. A number of observational and theoretical studies confirmed that the ionospheric magnetic field is induced by the solar wind. It also became clear that the evolution of magnetic field is described by the magnetic induction equation [e.g., Shinagawa and Cravens, 1988], which is derived from the generalized Ohm's law:

$$\mathbf{E} = -\mathbf{v}\times\mathbf{B} + \frac{1}{n_e e} \mathbf{J}\times\mathbf{B} - \frac{1}{n_e e} \nabla p_e + \eta \mathbf{J} - m_e v_{en} (\mathbf{v} - \mathbf{v}_n) \quad \text{--- (1)}, \text{ and the Faraday's law: } \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = -\nabla \times \mathbf{E} \quad \text{--- (2)}$$

where n_e electron density; e electric charge of electron; η electrical resistivity; v_{en} collision frequency of electron with neutrals; p_e pressure of electron gas; \mathbf{v} plasma velocity; \mathbf{v}_n neutral velocity.

In the right-hand side of equation (1), contribution of the third term (polarization electric field (E_{pol})) to the generation of magnetic field has been neglected in previous studies, because the gradient of electron density is very small. It has been recently suggested that E_{pol} may be able to produce a significant magnetic field in the ionosphere of Venus [Shinagawa, 1990]. (The fourth term might also have some contribution, depending on the magnitude of shear motion of plasma or neutrals [Huba and Fedder, 1991].) In this paper, the effect of E_{pol} is discussed in detail.

If initially there is no electric current and no magnetic field, the generalized Ohm's law, equation (1), is reduced to: $\mathbf{E} = -\nabla p_e / (n_e e)$ --- (3). Taking a rotation of equation (3), and using (2), one gets:

$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = \frac{k}{e} (\nabla T_e) \times \nabla (\ln n_e) \quad \text{--- (4)}, \text{ where } k \text{ is Boltzmann's constant.}$$

That is, if the direction of the electron temperature gradient is different from the direction of the density gradient, a magnetic field can be generated without any initial source magnetic field. In the Venus ionosphere, the electron temperature increases rapidly with altitude, and the electron density gradually decreases with SZA. Thus, it is expected that a horizontal magnetic field is generated in the ionosphere. Using equation (4), it is possible to evaluate the magnitude of the magnetic field for a given SZA. Figure 1 shows the altitude profiles of the estimated growth rates of magnetic field (dB_{pol}/dt) generated by E_{pol} for typical ionospheric conditions. In the subsolar region, the electron densities are nearly constant with SZA, and therefore, very little magnetic field is generated. Near the terminator region, the electron density decreases rather rapidly with SZA, producing relatively large magnetic field ($dB_{pol}/dt = 1$ nT per 100 sec at an altitude between 160 and 200 km).

The magnetic field would grow infinitely, if no other processes are operating. However, as soon as B_{pol} is created in the ionosphere of Venus, it is influenced by other processes, such as magnetic diffusion and convection processes. The typical decay time constant for B is about a few hours in the lower ionosphere of Venus [Shinagawa and Cravens, 1988]. Thus, the maximum B_{pol} is about $(dB_{pol}/dt) \times (10^4 \text{ sec})$, indicating that B_{pol} is of the order of 1 nT at low SZAs, and is 10 nT near the terminator region. These values seem to be detectable by using the PVO magnetometer. This kind of magnetic field generation mechanism may also be responsible for so-called "terminator waves" [Luhmann, 1990] as well as for the formation of magnetic flux ropes in the Venus ionosphere.

References

- Huba, J. D., and J. A. Fedder, *EOS Supplement*, 72, p. 187, AGU Spring Meeting 1991.
 Luhmann, J. G., *Physics of Magnetic Flux Ropes*, AGU *Geophysical Monograph* 58, pp. 401-413, 1990.
 Shinagawa, H., *Proceedings of the Twelfth ISAS Solar System Symposium*, pp. 55-61, 1990, (Japanese).
 Shinagawa, H., and T. E. Cravens, *J. Geophys. Res.*, 93, 11263, 1988.

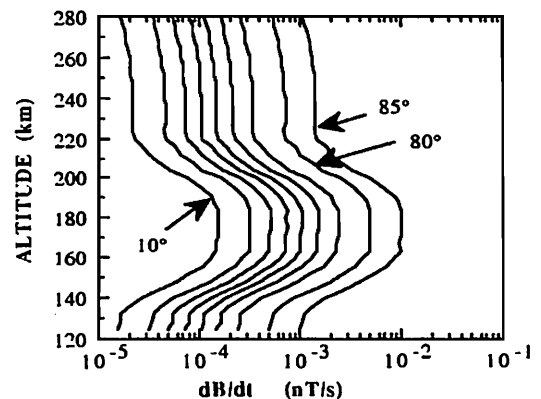


Fig.1. The altitude profiles of the estimated growth rates of magnetic field (dB_{pol}/dt) generated by the polarization electric field for given solar zenith angles. The profiles are plotted at every 10° solar zenith angle from 10° to 80° , and at 85° .

渡部重十[°] (北海道情報技術研究所)

B.A. Whalen, A.W. Yau (Hertzberg Institute of Astrophysics)

佐川永一 (通信総合研究所)

Ion energization and transport in the dayside cusp region

S. Watanabe (Hokkaido Institute of Information Technology)

B.A. Whalen, A.W. Yau (Hertzberg Institute of Astrophysics)

E. Sagawa (Communication Research Laboratory)

We present the observations of thermal and suprathermal ion distributions from the Suprathermal Ion Mass Spectrometer (SMS) on the EXOS-D spacecraft in and near the Transverse Ion Energization (TIE) region. It is shown that the TIE region exists on field lines closely related to the cusp/cleft region and at altitudes which vary between 3000 to 6000 km on the dayside. The altitude range over which the energization occurs is narrow, less than 100km. In the region, all ions (major and minor species) are energized to approximately the same energy perpendicular to the magnetic field and ejected into the magnetosphere by the diverging B field. Above the source region, the energized plasma forms conic distribution. The conics include the parallel drift component as well as perpendicular component to the local magnetic field.

EXOS-D, SMSによる観測では、昼側カスプ領域で定常的に熱的イオンの加熱領域が存在することを示している。この領域ではすべてのイオンがほぼ同じエネルギーで磁力線に垂直な方向に加熱され、磁力線方向では平行電場による強い加速は存在していなかった。しかし、それぞれのイオンは極風のような定常的な流れをとまっている。加熱領域は磁力線に沿った高度方向で100km程度の厚さであり、その領域は緯度が高くなると高度が下がってきている。図1でイオンフラックスをスピン角でプロットしたものを示す。0°は磁力線方向を示している。データは北極域で観測されたため、イオンの流れは地球から遠ざかる方向である。興味ある結果はイオンによりそのコニックスの角度が異なっていることである。軽いイオンほどコニックスの角度が小さい。これをエネルギーに対しプロットしたものを図2に示す。低い速度ではイオンによりピッチ角が異なっている。これはイオン及び衛星の運動が強く関係していることを示している。衛星の速度、SMSで測定されたそれぞれのイオンのドリフト速度、衛星の電位等を考慮し観測される角度を計算したものを同時に示している。ここでイオンの加熱領域は6150kmとした。この観測と計算の一致から加熱

領域付近でのコニックスの運動は磁気モーメントの保存とコニックス自身のドリフトでよく説明できることを示している。

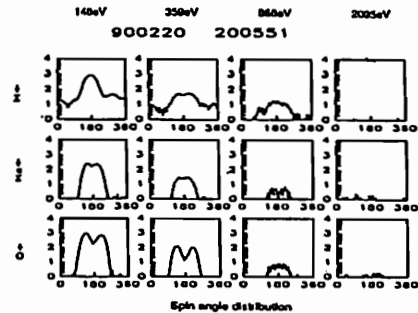


図1 イオンフラックス

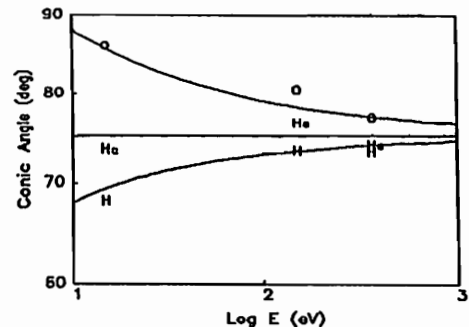


図2 コニックスの角度のエネルギー依存性

°早川基、鶴田浩一郎、向井利典、岡田敏美
宇宙科学研究所 富山県立大学

Spurious Electric Field associated with Upward Flowing Ion Beam

H. Hayakawa, K. Tsuruda, T. Mukai, and T. Okada
The Inst. of Space and Astron. Sci. Toyama Pref. Univ.

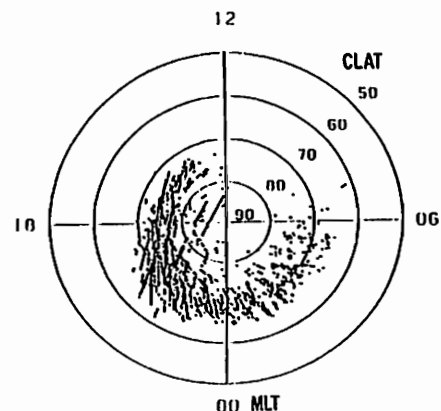
Spurious electric fields are occasionally observed with upward flowing ion (UFI) beams near the poleward boundary of the statistical auroral oval. These spurious electric fields are observed in winter hemisphere and their distribution is similar to that of UFI beams. These characteristics suggest following scenario as the cause of the spurious electric fields: (1) Satellite passes the region where E_{\parallel} exists. (2) E_{\parallel} causes electron precipitation, upward flowing ion beam, and electron density depletion of the ambient plasma. (3) Sheath radius surrounding the antenna and the satellite increases due to the density depletion. (4) Sheath electrons become able to drift along the antenna when the sheath size becomes greater than the Larmor radius of the sheath electrons. (5) Drift motion of the sheath electrons forms short circuit between the satellite and the probe.

EXOS-D衛星に搭載された電場計測器は良質のデータを取得しているが、極域において時折、衛星の回転に伴う変動も見られなくなるほど出力が突然小さくなる現象が観測される。この現象は上向きのイオンビームと同時に観測されることが多く、また、現象の開始と終了時の変化が早いこと及び、衛星とプローブとの間の電位差が0に近づくことで特徴づけられる。

電場計測器からの出力の変動幅が衛星の軌道運動と回転とから予想される値の4割以下である時間が10秒間以上に渡り続いた時を異常小振幅現象と定義したところ、1989年10月から1990年3月末までの間に1205例の現象が観測された。この現象は顕著な季節依存性を示し、1205例の内1204例は冬半球である北半球で観測され、夏半球では1例が観測されたのみであった。この現象は高度が上昇するにつれて発生頻度が高くなっており、高度7000kmぐらいを境に発生頻度が急激に高くなる。この現象の緯度-地方時分布を図に示す。これからわかるように、この現象は冬半球の夕方から真夜中にかけてオーロラ帯の高緯度側境界付近の高高度の領域で発生し易い現象であるといえる。

上向きのイオンビームが観測される所は、磁力線方向の電場が存在を考えると考えられ、電子密度の減少が期待される。また、高高度ほどこの現象がよく観測されることから考えて、この現象は密度の減少と関連があると考えられる。ただし、密度が減少したときは、プローブと衛星との電位差は大きくなる

ので、この現象を説明するには密度の減少に伴ってプローブと衛星とを低抵抗で接続するような機構が必要である。ここでプローブ・衛星を取り巻くシースを考えてみる。このシースは光電子による電子シースであり、数eVのエネルギーを持つ電子で作られていると考えられる。また、シース内部の電場はプローブが正の電位を持つことによる放射状の外向きの電場とプローブと衛星との電位差から生ずるアンテナに沿った衛星向きの電場とがある。通常は磁場があるために、シースの内部で電子は自由に動けず、プローブと衛星の間の電位差を打ち消すことができない。しかし、周辺の密度が数十個/ccにまで下がると、シースの大きさが光電子のラーマー半径程度となり、シース内部の電子は $\vec{E} \times \vec{B}$ をする事ができるようになり、アンテナに沿ってプローブと衛星の間を電子が移動できるようになる。この結果、双方の電位差を打ち消す事が可能になると考えられる。



Takashi Shibata^(1,2) and Kristian Schlegel⁽¹⁾⁽¹⁾ *Max-Planck-Institut für Aeronomie, W-3411 Katlenburg-Lindau, Germany*⁽²⁾ *Denki-Tsushin University, Chofu-shi, Tokyo 182, Japan*

A vertical structure of AGW (atmospheric gravity wave) associated fluctuations of ionospheric plasma parameters in the altitude range of 100~240 km on 7 September 1988 has been investigated by using the multipulse data provided from Tromsø (69.58°N, 19.21°E) measurements in the EISCAT CP1 (common programme 1) observation. The resolutions of height and time in this measurement are 2.6 km and 5 min, respectively.

The K_p indices on that day and the previous day exhibited relatively low values ($\leq 2_+$), and the d.c. electric field in the F region calculated from the tristatic common-volume data was also negligibly small (about 6 mV/m at most). In such a case, the observed fluctuations in the ionospheric plasma parameters will be almost free from geomagnetic disturbances and they are considered to be associated with AGWs. Furthermore, the ion temperature fluctuations should be a good estimate for the neutral temperature fluctuation in the E and lower-F regions.

Wave power profiles as a function of height have been studied by integrating the power spectral density at each altitude in two frequency bands; the frequency range of the lower band is 0.003~0.017 min⁻¹ covering the dominant component of the observed fluctuations, and the higher band is 0.017~0.07 min⁻¹. It has been found that the essential feature of the power profile obeys the energy conservation law of AGWs propagating in a stratified dissipative thermosphere.

The intrinsic parameters of the dominant upgoing AGW at 109 km altitude have been successfully estimated by a method based on the retrieval of the Doppler effect due to a horizontal prevailing wind. The horizontal wind velocity has been calculated by making use of the ion drift velocity vector provided from the tristatic observations in the EISCAT CP1 mode. The estimated propagation parameters agree well with the theoretical prediction of freely propagating AGWs in a realistic dissipative thermosphere model.

At the altitudes of 180~190 km, an enhancement (almost doubled) of the wave power was observed, which occurred coincidentally in both bands of lower and higher frequencies. Two other evidences possibly related to this power enhancement have been found; one is a downcoming AGW and the other is a vertical shear of the meridional wind. We have concluded from these facts that the upgoing AGW might be reflected from this wind shear at an altitude around 200 km.

Another peculiarity in the observed power variation was a rapid decrease of the lower-band power with increasing altitude in the range of 135~155 km, the decreasing rate of which was too large to be explained by ordinary wave energy dissipation. We have found this abnormal wave energy absorption occurs at the transition region of the dominant component in the prevailing wind variation (from semidiurnal to diurnal).

藤原 均¹, 前田佐和子², 岡野章一¹, 福西 浩¹,
T. J. Fuller-Rowell³, D. S. Evans³

1) 東北大学理学部 2) 京都造形芸術大学
3) Space Environment Laboratory / NOAA

Thermospheric response to auroral activity

H. Fujiwara¹, S. Maeda², S. Okano¹, H. Fukunishi¹, T. J. Fuller-Rowell³, D. S. Evans³

1) Upper Atmosphere and Space Research Laboratory / Tohoku University
2) Kyoto University of Art and Design
3) Space Environment Laboratory / NOAA

In order to study thermospheric response to auroral activities, we have analysed simulation results of the two dimensional thermospheric model. In this simulation, auroral activities are changed to represent an impulsive energy input which corresponds to an isolated substorm.

The response of thermospheric temperature to an impulsive energy input is shown in Fig. 1. It is found that direct atmospheric heating takes place in the auroral particle precipitation region (high latitude region), whereas the atmosphere of middle or low latitude region is disturbed by the heat flow from the high latitude region. Time constant of temperature relaxation is found to be several hours at high latitudes.

オーロラ活動の時間的な変化に伴う熱圏温度の応答について、2次元モデルを用いた計算の結果の解析を行なった。オーロラ活動が静穏時 (NOAA / auroral activity level 5) から、比較的短時間、乱れた状態 (NOAA / auroral activity level 9) を生じさせ、再びもとの静穏状態に戻した場合の熱圏温度の時間変化に着目する。熱圏の高緯度領域での主な熱源として、オーロラ粒子の降り込みに伴うジュール加熱が考えられるが、先の場合のようなオーロラ活動の変化によって生じる短時間の擾乱は、サブストーム等の実際の現象を考えていく上での基本的な過程を含むものと思われる。

Fig. 1 にオーロラ活動を1時間の間増大させることにより、インパルス的にエネルギー入力を増大した場合の熱圏温度の時間変化の様子を示す。高緯度領域では、粒子の降り込みによる直接的な加熱のため、そのエネルギー入力の様子を反映した応答を示す一方で、中・低緯度領域では、高緯度領域から伝搬して来たエネルギーによってその温度に時間的な変化を生じる。

また、熱圏温度の緩和の時定数は緯度・高度に依存するものであるが、圧力レベル10 (高度約150 km) では数時間程度が見込まれ、比較的速く回復していく。これは、局所的に熱を散逸させる物理的機構によって温度が決定されていることを示唆するものである。

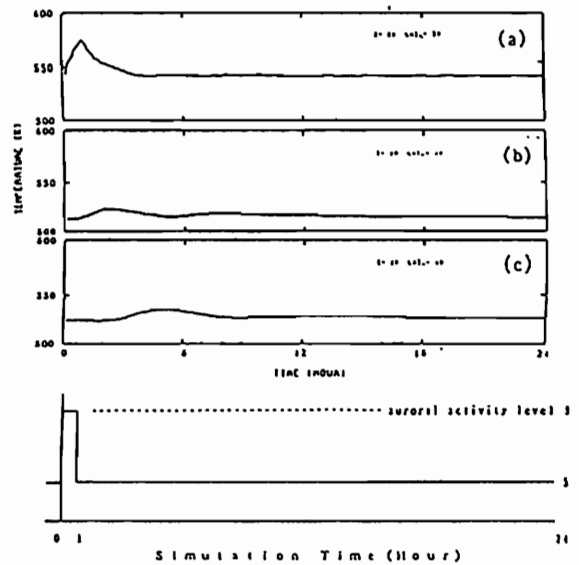


Fig. 1 The response of thermospheric temperature to an impulsive energy input. Pressure levels are all 10 (150 km altitude) and latitudes are (a) 70, (b) 40, (c) 10. The bottom is the time history of the energy input.

○ 水野英一、Paul A. Rosen (金沢大・工)、河島信樹、小山孝一郎 (宇宙研)

Coherent Signal Arraying of Voyager Neptune Radio Science Data

○ E. Mizuno, P. A. Rosen (Kanazawa Univ.), N. Kawashima, K. I. Oyama (ISAS)

Coherent signal arraying of Voyager Neptune radio science data was performed successfully, and the signal-to-noise ratio (SNR) was increased by as much as ~1.65 dB for the 8.4 GHz data, and ~1.75 dB for the 2.3 GHz data for the entire ionosphere occultation period and most of the neutral atmosphere occultation period. When the raypath penetrated deep in the neutral atmosphere of Neptune, low SNR prevented a correct estimate of the signal phase in arraying, and the SNR increase by arraying became smaller than the expected value. Therefore, coherent signal arraying is useful for the ionosphere, upper atmosphere ($p \geq 2$ bar), or the rings where the SNR of the original signal is sufficiently high. We need to find a more sophisticated phase estimator to array the signals completely even where the SNR is low. In this study, it was proved that a baseline as far as 8,000 km (Canberra and Usuda, Japan) can be used for a coherent arraying, implying that the antennas at any places on Earth can be used for this purpose if the spacecraft is visible at the same time.

ボイジャー 2号の海王星エンカウンタ時に取得された電波科学データ (表を参照) からは、これまでに海王星の大気や形状などに関する様々な情報が導き出されてきた。それをボイジャーで行われた赤外線、紫外線、プラズマ観測装置など、他の観測手法と比較した場合、おもに次のような特徴がある。

1. 電離層では、高度約 4800 km よりも低い所に感度のある唯一の手法。電子密度の高度プロファイルがわかる。
2. 中性大気では、今までの所約 6 bar レベルと、最も深い所まで見えている。温度-気圧プロファイルが求められる。
3. リング粒子に関しては、粒子サイズが cm レベルのところにダイナミックレンジがある唯一の観測である。

受信局	信号周波数	受信レベル
Canberra	8.4 GHz	-138.9 dBm
	2.3 GHz	-154.4 dBm
Parkes 臼田	8.4 GHz	-141.4 dBm
	2.3 GHz	-156.0 dBm

表 1: 受信局と受信周波数、信号レベル

この研究では、このような特徴を持つ電波科学データについて、異なる受信局で取得したデータのコヒーレントなアレイングを初めて行い、それによる信号の SN 比の上昇を確認するとともに、それが何の観測に有効であるかを調べた。アレイングには表に示すように、8.4 GHz 信号は Canberra と Parkes (いずれもオーストラリア) のデータを、そして 2.3 GHz 信号は Canberra と臼田 (日本) のデータをそれぞれ使って行った。その結果、電離層のすべての領域と中性大気中屈折と吸収により信号レベルがきわめて低い部分を除くほとんどすべての領域について 8.4 GHz 信号では約 1.65 dB、2.3 GHz

信号では約 1.75 dB と、ほぼコンスタントな SN 比の上昇を見た (8.4 GHz について図に示す)。これらの値は、重ね合わせる信号のレベルから計算される期待値とほぼ一致しており、アレイングがうまくいっていることを示している。しかし光線が大気中に深く入り信号レベルが低くなると、いくつかの点で信号の位相評価時にノイズの影響でサイクルスリップが発生し、そのような点ではキャリアの位相がずれたまま重ね合わせられるために期待通りの SN 比向上が得られなかった。

以上のことから、次のような結論が得られた。

1. 現在の信号処理手法でアレイングによる SN 比の向上が有効に行われるのは、もともとある程度 SN 比が高いところである。電離層や中性大気 (~2 bar より上層部分)、そしてリングがここに相当する。
2. より信号の SN 比の低い領域でアレイングを行うには、雑音を含む信号の位相評価のアルゴリズムを改善していく必要がある。それがうまく行けば、アレイングによって中性大気中より深くまで見る事ができる。
3. この実験で約 8,000 km 離れた日本とオーストラリアで同時に取得されたデータをコヒーレントにアレイング出来ることが証明された。この事実から、地球上ほぼどこで受信してもアレイングできるものと考えられる。

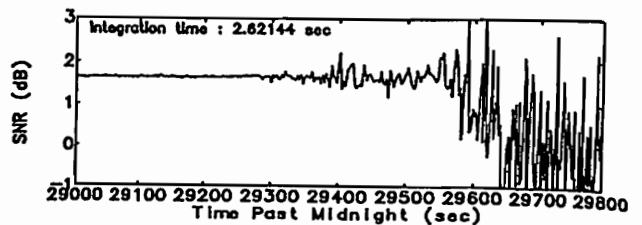


図 1: Voyager-海王星オカルテーション時における、8.4 GHz 信号のアレイングによる SN 比向上

B11-P39 高周波電磁波の自己収束に関する計算機実験

上田 裕子¹

松本 紘²

大村 善治²

奥澤 隆志¹

¹電通大

²京大超高層

Computer Experiment on Self-focusing of High-Frequency Electromagnetic Wave

Hiroko UEDA,¹ Hiroshi MATSUMOTO,² Yoshiharu OMURA,² and Takashi OKUZAWA¹

¹Denki-tsushin Univ.

²RASC, Kyoto Univ.

Possibility of the self-focusing of nonlinear electromagnetic wave in a magnetized plasma is examined with the help of the computer experiment in which the ponderomotive force has initially been applied to produce plasma nonuniformity. The result will contribute to some extent to the accomplishment of the Solar Power Satellite (SPS) project.

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プラズマ密度の局所的非一様性により自己収束する可能性を検討するため、私達はこれまで同様な原因によって生ずると考えられ、しかも収束の起こるべき電磁界やプラズマに関する条件が理論 [1] [2][3] から比較的知られているホイッスラー波をモデルとして計算機実験を行ってきた [4][5]. このときの初期条件はプラズマ密度が外部磁界に対して平行方向には一様、垂直方向には周期的な構造をもつ領域に、平均のプラズマ密度を仮定して解かれた分散関係式を満足する周波数および波数をもつ一様平面波を与えるというものであった。その後の検討により、このモデルでは密度が平均値以外の値をとる領域にとっては分散関係式を満たさない波が初期に存在することになり、その後の波動の振る舞いを評価することが困難であることが分かった。

そこで、今回はシミュレーション空間内でプラズマ密度は当初一定とし、一方、周波数を高域に移すとともに、振幅が空間的に周期構造をもつモデルに初期条件を変更した。これは電磁界エネルギー分布の空間的な不均一性による動重力がプラズマ密度の不均一性を生じさせることが期待されるためである [6]。講演ではこのようなプラズマの不均一性の発生過程、ならびにそれに伴う電磁波の自己収束の条件について議論する。

[3] V. I. Karpman and A. G. Shagalov, *J. Plasma Phys.*, 41, 289, 1990

[4] H.Ueda, et al., *Proc. 88th SGPSS Meeting*, 21p-II-8, 1990

[5] H.Ueda, et al., *Proc. ISSS-4, 2nd Week Symp.*, 292, 1991

[6] G.Schmidt, *Physics of High Temperature Plasmas*, Academic Press, 1979

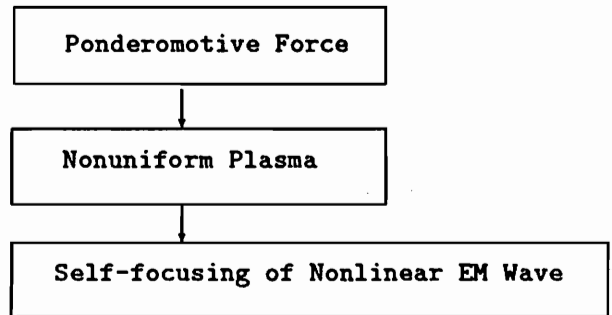


Fig.1: Outline of flow diagram

参考文献

[1] A. Hasegawa, *Phys. Fluids*, 15, 870, 1972

[2] H. Washimi, *J. Phys. Soc. Japan*, 58, 3960, 1989

中村正人 宇宙科学研究所

Measurement of the Parallel Electric Field using the Time of Flight Technique of Charged Particle Beam (1)

Masato Nakamura, the Institute of Space and Astronautical Science

We report the feasibility study of the parallel electric field measurement using the time of flight (TOF) technique of the charged particle beam. For the simplicity we assume that two spacecrafts S_1 and S_2 are located on the same field line (S_2 has higher altitude). The distance along the field line between S_1 and S_2 is L . When an electron or an ion beam is ejected from S_1 with energy ϵ and initial pitch angle α_0 and reaches to S_2 , the time of flight of the charged particles T depends on following factors under an assumption that the particles move adiabatically; i.e., L ; distance along the magnetic field line, v_0 ; particle velocity parallel to the magnetic field line, μ ; first invariant ($= mv_{\perp}^2/2B$), E ; parallel electric field between S_1 and S_2 , ∇B ; magnetic field gradient between S_1 and S_2 , v_0 and μ are derived from ϵ and α_0 . E and ∇B vary along the field line and we cannot determine E and ∇B uniquely only by the information of T, L, v_0 , and μ .

However, we have a possibility to know E and ∇B along the field line when we use the following technique. We eject n different energy beams with the initial parallel velocities, $v_{01}, v_{02}, \dots, v_{0n}$ and first invariant $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$. Final parallel velocities at S_2 , $v_{f1}, v_{f2}, \dots, v_{fn}$ can be determined by measuring the particle energy and pitch angle. Furthermore we make assumptions, 1) distance between S_1 and S_2 can be divided into n layers (i.e., 1st, 2nd, ..., i -th, ..., n -th layer), and 2) in i -th layer E and ∇B are constant (E_i and ∇B_i). Then we have following equations.

$$v_{i+1,j} = v_{i,j} + \left(\frac{eE_i}{m} - \frac{\mu_j b_i}{m} \right) t_{i,j} \quad (1)$$

$$v_{i,j} t_{i,j} = l - \frac{1}{2} \left(\frac{eE_i}{m} - \frac{\mu_j b_i}{m} \right) t_{i,j}^2 \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n t_{i,j} = T_j \quad (3)$$

$$v_{1,j} = v_{0,j} \quad (4)$$

$$v_{n+1,j} = v_{f,j} \quad (5)$$

where $l = L/n$, $b_i = \nabla B_i$, $v_{i,j}$ is the parallel velocity of j -th beam which enters i -th layer, $t_{i,j}$ is the time of flight of j -th beam in i -th layer. We choose l as L/n for the simplicity though these layers are not necessarily equally divided. $\frac{eE_i}{m} - \frac{\mu_j b_i}{m}$ is the acceleration term along the magnetic field line due to the parallel electric field and the magnetic field gradient and easily derived from the conservation of energy and the first invariant.

There are $2n^2 + 3n$ equations and the number of variables are equal to the number of equations ($n^2 + n$ for $v_{i,j}$, n^2 for $t_{i,j}$, n for E_i , and n for b_i .) Then there are solutions for these equations when determinant of the equation set is not 0. As these equations are nonlinear 2nd order equations the solution is not unique, however, we can choose one of them which is physically reasonable. When $n = 1$ the determinant becomes 0 and we cannot separate E and ∇B . When $n = 2$ the determinant is no-zero and we can solve these equations by hand. When $n = 3$, we know that the determinant is not 0, however it is difficult to solve it analytically. Then we have to use a numerical method to solve these equations when $n \geq 3$.

LARGE SCALE STRUCTURE OF THE POLAR IONOSPHERE
- A COMPARATIVE STUDY OF THE OHZORA AND DMSP SATELLITES -

Tadatoshi TAKAHASHI, Hiroshi OYA, and Takao SAITO
(TOHOKU UNIV.)

The Ohzora satellite observed various characteristic signatures of the polar ionosphere; polar cap enhancement, cusp region irregularities and enhancement, high latitude trough, auroral region enhancement and main trough. The results of the electron density observed by the Ohzora satellite is studied in comparison with the particle observation of the DMSP satellites. The dynamical behavior of the polar ionosphere with respect to the characteristic polar region as the auroral oval can be described more clearly with the comparative study.

科学衛星「おおぞら」に搭載された NEIにより、極域電離圏の様々なレベルの構造—極冠域の大規模な不規則構造、カusp領域に於ける enhancementや小規模不規則構造、オーロラ域での enhancement、trough、等—が観測されている。これらは極域の電離圏—磁気圏相互作用の中で時間的、空間的に大きく変動している。本報告では、おおぞら衛星により極域の電離圏を集中的に観測した期間(1984.11/1985.1-2)について、極地研究所DMSPデータベースをサーベイしDMSP粒子観測との同時観測データの比較を行った結果を報告する。

Fig.1 及び Fig.2に観測例として、1985. 1. 25の、おおぞら衛星による連続観測から求めた電子密度分布、DMSP6 および、DMSP7 の観測から求められた粒子の降下域を示した。この観測例は磁氣的に非常に静かな時のものであり、高緯度でのTrough の形成とその推移が認められる。一方2つの DMSP 衛星による粒子観測からはこの期間の Auroral Oval の位置が求められ、よく発達した trough の位置は Oval の位

置とほぼ一致している。Ovalの位置はこの期間ほぼ一定とみられ、troughの幅が狭まっていく時間的な推移は、極域電離圏に於けるダイナミックスの役割を示唆するものである。

以上に例示したように、同時観測データとの比較による総合解析は、時間変動と空間変動の分離、Auroral Ovalの動き等、極域の特徴的領域の推移の中で電離圏の特徴的構造をより正確に性格づける事が出来る。

謝辞: DMSP 粒子データの参照については、国立極地研究所 オロラセンターのお世話になりました、ここに謝意を表します。

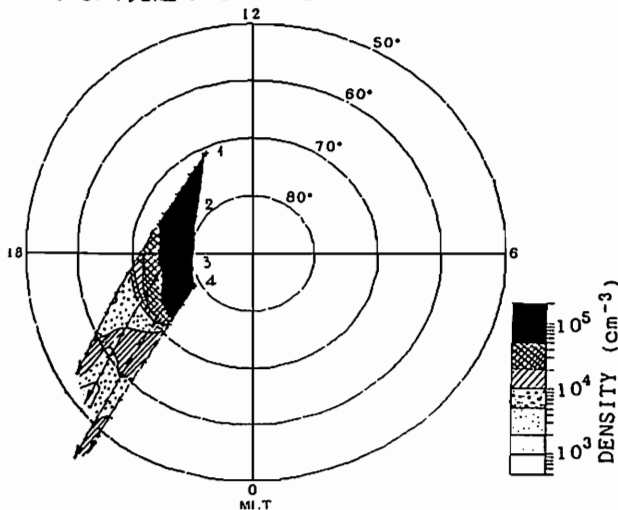


Fig. 1 Distribution of the electron density observed by the Ohzora satellite, during the successive orbits on January 25, 1985.

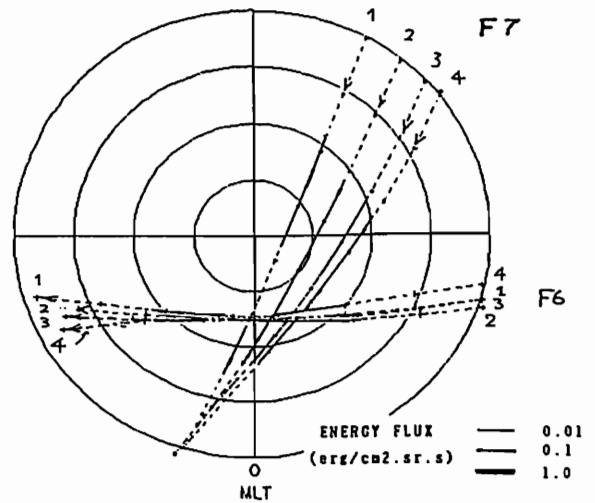


Fig. 2 Precipitation zone as observed by the satellites DMSP-6 and DMSP-7.

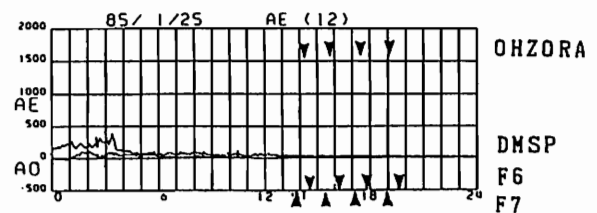


Fig. 3 AE index during the observation shown in Figures 1, and 2.

○猪木誠二、小川忠彦（通信総研平磯）

Thermospheric Meridional Neutral Winds Derived from M(3000)F2
- Comparison with the winds derived from the MU radar -

S.Igi and T.Ogawa (Hiraiso Solar Terrestrial Research Center, CRL)

Magnetic meridional components of the thermospheric neutral winds are derived from the heights of maximum electron density in the F-layer, $h_m F2$. This method uses an assumption that the deviation of observed maximum height of the F-layer from a model ionosphere is only due to the thermospheric neutral wind. $h_m F2$ can be derived from an ionospheric transmission factor M(3000)F2 by using an empirical relationship between $h_m F2$ and M(3000)F2. In this paper, the neutral winds over Kokubunji, Tokyo are compared with the winds observed by the MU radar at Shigaraki.

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、統計的な解析がなされている。ここでは、国分寺のイオノグラムを用いて求めた中性風とMUレーダを用いてOliver et al.(JGR(1990))が求めた値を比較し、その有効性を議論する。

2. 方法 電離圏 F 層の高さは、(a) 電離圏高度での中性大気の運動(熱圏中性風)、(b) 東西電場による $E \times B$ ドリフト運動、(c) 重力と拡散による磁力線に沿うプラズマの再分布、及び (d) イオンと電子の再結合による化学平衡によって決まる。熱圏中性風に注目すると、極側への風が卓越すると F 層を下げ、赤道側への風が卓越すると F 層を上げる効果を及ぼす。今、(b)の効果を無視し、観測された電離圏高度 ($h_m F2$)と(c)、(d)の効果で釣り合うF層高度とのずれが (a)に述べた熱圏中性風のみ効果によるものと考え、中性風の南北成分を求めることができる。

$h_m F2$ は、非常に多くのデータベースが過去から蓄積されているので地球規模の解析が可能な M(3000)F2から経験式によって求めた(Bradley et al.(JATP(1973))).モデル高度 (c)、(d)の効果)はRichardsの開発したプ

ログラムを用いた。

3. 熱圏中性風 Oliver et al.(1990)がMUレーダを用いて冬季、夏季および春秋分時の平均的な値を求めているので、本方法で求めたものと比較する。Oliver et al.は1986-1988年の特定の日時について解析している、同じ日について比較をした方が望ましい。図1、図2にそれぞれMU及び本方法で求めた冬季の熱圏中性風の南北成分(南向きが正)を示す。ただし、現在のところ図2は1987年のデータのみを用いており、1986年と1988年のデータが欠けているが傾向は良くあっている。すなわち、真夜中付近で南向きの最大が現れ、それらの速度が一致している。昼間北向きに転じることも一致しているが、最大になる時刻はMUは8-15時で明瞭でないが、本方法では17時頃となっている。速度についてはほぼ一致している。

電場の効果、モデルの適切さを検討し、結果が使用に耐えることができれば、熱圏中性風の地球規模の解析ができるものと期待している。

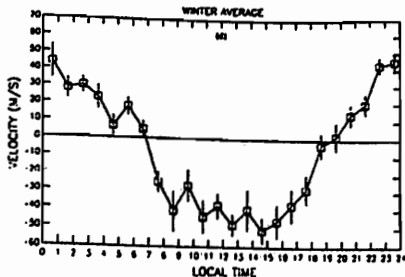


Fig.1 southward wind velocity derived from the MU radar (after Oliver et al. 1990)

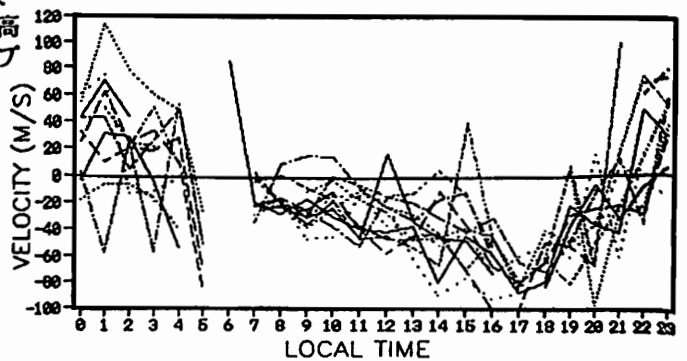


Fig.2 southward wind velocity derived from M(3000)F2

0¹門倉真二、²高見友幸、²深尾 昌一郎、²山本 衛、²山本 泰史
(¹地磁気観測所、²京大超高層)

Ionospheric Ion Drift Velocity on Geomagnetic Quiet Days Measured with the MU Radar

0¹Shinji Kadokura, ²Tomoyuki Takami, ²Shoichiro Fukao, ²Mamoru Yamamoto, and ²Yasufumi Yamamoto
(¹Kakioka Magnetic Observatory ²Radio Atmospheric Science Center, Kyoto Univ.)

A new analysis procedure is developed for the data of ion-drift measurement with MU radar on geomagnetic quiet days. The procedure is adopted on analyzing the data of the geomagnetic quiet period, December 5-9, 1988, and achieves a good accuracy, about $\pm 10\text{m/s}$ of estimated error. The results will be discussed comparing with geomagnetic data at Kakioka, Kanoya and Memambetsu.

1988年12月5～9日は地磁気静穏日が続いた期間で、しかもMUレーダもドリフト観測モードで運転されており、静穏日変化のパターン変遷を調べるには有用なデータが得られている。この期間のデータの解析を行なうために従来と異なる手法を用い、小さい誤差でドリフト値 V_D を得ることができた。

1. 何故手法を変えたか?

ドリフト観測(ダブルパルスモード)の生データは、自己相関関数(ACF)の実部(R)及び虚部(I)よりなる。データ数は128ヶずつで高度188～765kmに対応する。このセットが約13秒毎に、45分間で約220ヶ得られている。従来は45分間の220ヶのセットに対して

1. 高度毎に最大・最小の10ヶを除き平均値を得る(\bar{R}, \bar{I})。
2. \bar{R}, \bar{I} の高度方向($\pm 10\text{step}=48\text{km}$)のRunning-Averageを求める。 (R', I')
3. (R', I') よりドリフト速度 V_D の高度分布を計算する。

という処理を行っていた。

しかし、このような処理では、静穏時のイオンドリフトを調べるには最適とは言えない。要求されるドリフト誤差が小さいため、従来は10～数10日分の静穏日のデータを平均化した値についての議論ができるのにとどまっていた。

2. どのように変えたか?

今回、ドリフト速度のシアーは静穏日では誤差に比べて十分小さいことを期待して

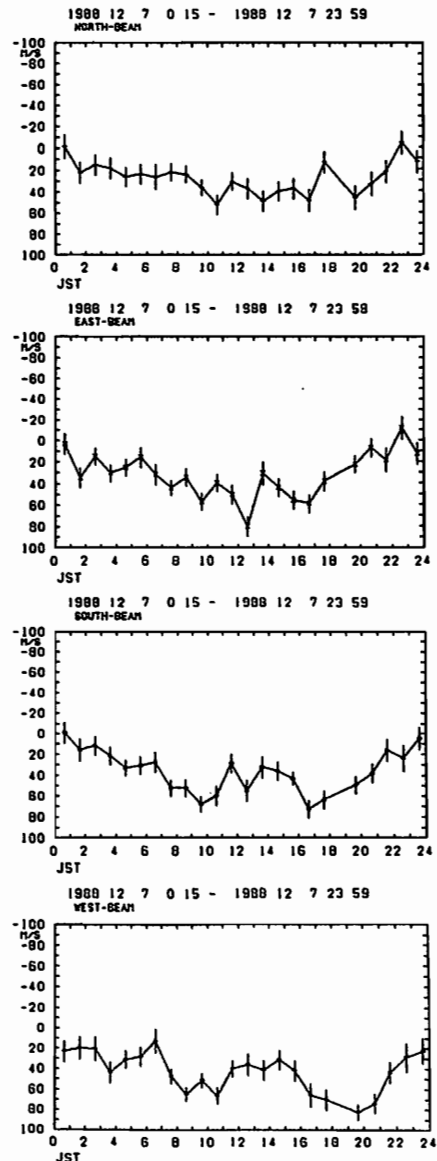
1. (R, I) より最小2乗法で平均的なドリフト速度を求める。
すなわち $I = \alpha \times V_D \times R + \beta + \epsilon$ (α :定数。 β : R, I のノイズオフセットの差に起因する、サンプリング毎の定数。 ϵ :ランダムな誤差。)として $\sum \epsilon^2$ が最小になるように V_D と β を決める。
2. 1.の V_D に $1/\sum \epsilon^2$ の重みを付け、約220ヶのサンプルの平均をとる。

という手続きを用いた。2.の様なやり方によりスクリーニングはある程度自動的に行なわれる。

3. 結果は如何に?

右図に、1988年12月7日の天頂角20°の視線方向ドリフト速度の日変化を示す。エラーバーは V_D の推定誤差幅を表す。いずれのビーム・時刻においてもこの誤差幅は $\pm 10\text{m/s}$ 前後と、良好な結果を得ることができた。講演では1988年12月5～9日の結果を柿岡・鹿屋・女満別の地磁気データと対比して議論する。

Figure: Ion drift velocity obtained with the new procedure. Error bars indicate estimated error (S.D./ \sqrt{n}).



MU レーダーによる電離圏擾乱時の F 領域イオンドリフト速度観測 (2)

山本 泰史、深尾昌一郎、高見 友幸
加藤 進、津田 敏隆、山本 衛、中村 卓司
京都大学 超高層電波研究センター

MU Radar Measurements of the F-region Ion-Drift velocity in a Disturbed Condition (2)

Y. Yamamoto, S. Fukao, T. Takami, S. Kato
T. Tsuda, M. Yamamoto, T. Nakamura
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

The MU radar was used to observe the ionospheric F region ion drift velocity and electron density during the geomagnetic storm of 21 October 1989. The component of ion drift velocity perpendicular to the geomagnetic field is found to be ~ 160 (m/s) during 1800-1920 LT, when the height of maximum electron density increased by 200km in 1 hour to reach an altitude of 650km.

1989年10月21日の低緯度オーロラ発生直前の約9時間(1050-1940 LT)、MUレーダー・ダブルパルス観測を行った。この観測データに基づいて、イオンドリフト速度と同時に電子密度の解析も行うことができる。これまで、MUレーダーによるイオンドリフト速度解析は、おもに電離圏静穏時のデータを統計的に処理し、平均的変動についての研究がなされてきており、季節や太陽活動の相違による日変動の違いなどが次第に明らかになりつつある。今回は、電離圏擾乱時の特定時間におけるイオンドリフト速度解析を電子密度の解析と合わせて行った。

図1に東西南北4ビーム方向(天頂角 20°)におけるF2ピーク高度の時間変化を示す。オーロラ発生(2040 LT)の約2時間40分前の18時頃から急激にF2ピーク高度が上がり始め、18時から19時までの1時間で約200kmもの上昇がみられる。F2ピーク高度が上昇するにつれてビーム間差が大きくなっており、擾乱の度合いの進行を示している。図2は、F2ピーク高度におけるイオンドリフト速度磁力線垂直北向き成分($V_{\perp N}$)の時間変化である。F2ピーク高度が上昇している時間に $V_{\perp N}$ は北向きに ~ 100 (m/s)という大きな値となり、F層の上昇が東向き電場によることを示している。1989年1月20日~21日のMUレーダー・パワープロファイル観測においても、同様なF層の急激な上昇がみられ、それが電場の侵入によるものであることが確認されている[Reddy et al.,1990]。このときには ~ 6 (mV/m)の東向き電場が報告されている。今回のダブルパルス観測ではイオンドリフト速度から、直接に電場の侵入を確認できる。講演では、さらに電子密度プロファイルに基づいて推定された電場の定量的な解析についても言及する予定である。

参考文献

[1] Reddy,C.A.et al.,JGR 95 21,077,1990

21-OCT-1989 17:01 - 21-OCT-1989 19:32

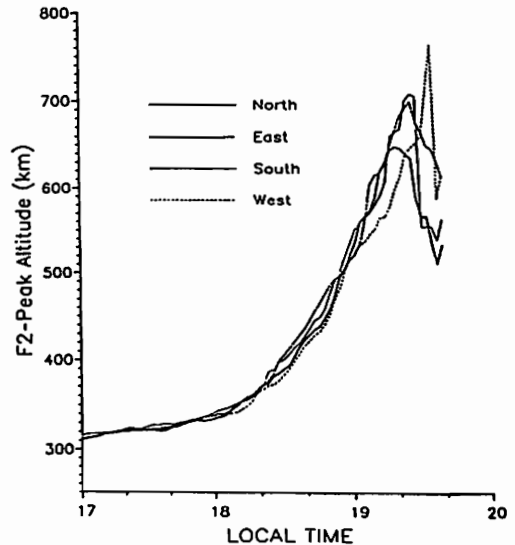


図1: 1989年10月21日17時~20時におけるMUレーダーで観測された東西南北4ビーム方向におけるF2ピーク高度の時間変化。

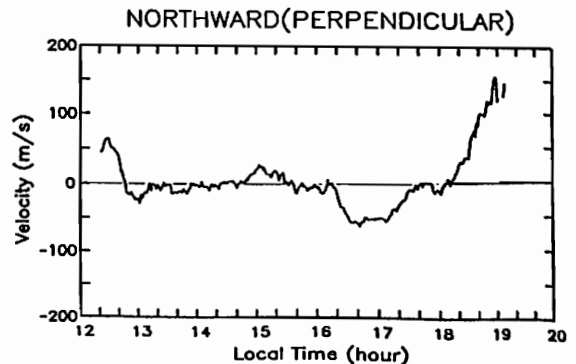


図2: 1989年10月21日12時~20時におけるMUレーダーで観測されたイオンドリフト速度磁力線垂直北向き成分の時間変化。

五十嵐喜良、貝沼 昭司、西牟田一三、岡本 智、田中 高史、小川 忠彦
郵政省通信総合研究所

Ionospheric disturbances produced by the eruption
of Mount Pinatubo on June 15, 1991

K. IGARASHI, S. KAINUMA, I. NISHIMUTA,
S. OKAMOTO, T. TANAKA and T. OGAWA
Communications Research Laboratory, NPT

The volcano Pinatubo (1,740 m high), 100 km north of Manila, began eruption on June 9, 1991 since 600 years ago. The main eruption started at about 0600 UT on 15 June. This eruption generated strong atmospheric pressure perturbations. We present some preliminary results of the ionospheric disturbances over Japan which seem to have been produced by this eruption. The remarkable, oscillatory disturbances appearing on the records of HF Doppler and TEC (total electron content obtained with a 136 MHz signal from GOES-3) at some stations are shown in Figure 1. The oscillation period of approximately 20 minutes appeared on the HF Doppler and TEC curves. During the period of 0907-0911 UT the TEC at Yamagawa shows the perturbations with amplitude of about 4% of a nominal daytime TEC. As a short wave fade-out (SWF) associating with a solar flare occurred at 0813 UT, it was not easy to find out the disturbance fronts. From the 15 MHz HF Doppler data received at Yamagawa the horizontal group velocity is estimated to be slightly above 300 m/s. Small perturbations of f_oF_2 and $h'F$ also appeared from 0900 UT to 1200 UT at Kokubunji.

Acknowledgements: The microbarograph records to confirm the atmospheric acoustic-gravity waves were kindly supplied from the Japan Meteorological Agency (JMA).

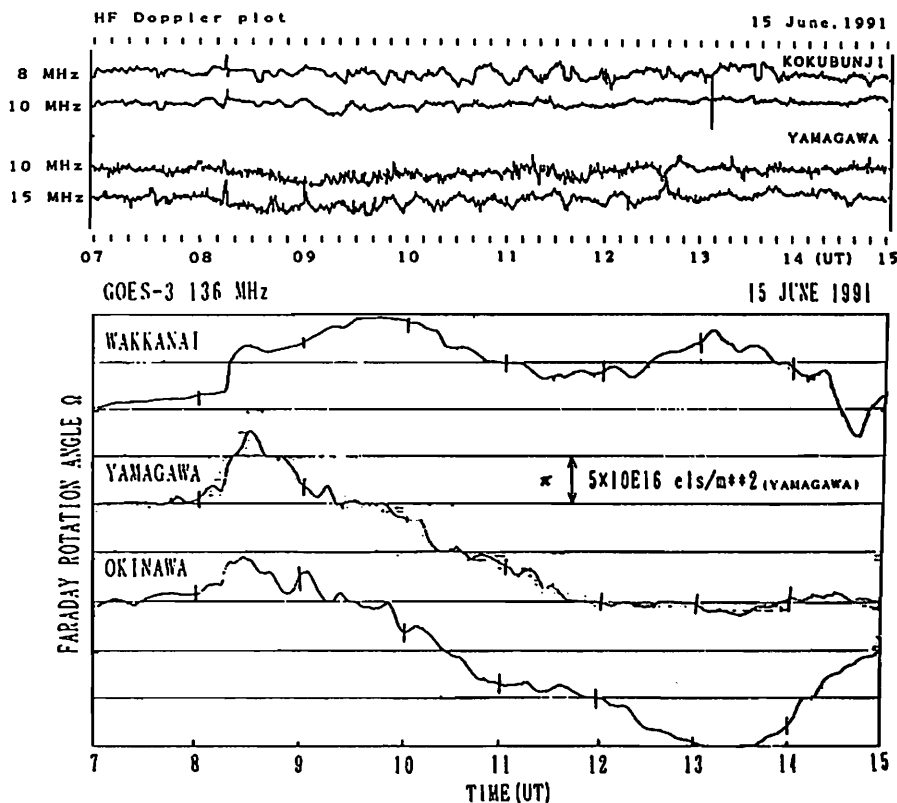


Fig. 1. Faraday rotation angle versus time at Wakkanai, Yamagawa and Okinawa (lower figure), and 8 /10 MHz Doppler plots at Koganei and 10/15 MHz Doppler plots at Yamagawa (upper figure)

OBSERVATION OF EQUATORIAL IONOSPHERIC IRREGULARITIES AT LOWER MID-LATITUDE

° Hisamitsu Minakoshi Ichizo Nishimuta and Tadahiko Ogawa
(Communications Research Laboratory)

This paper reports the characteristics of peculiar ionospheric scintillations observed at lower mid-latitude in Japan zone using radio beacon transmissions (136 MHz, 12 GHz, 20 GHz) from geostationary satellites, suggesting that equatorial irregularities extended as far as lower mid-latitude (18° N geomagnetic) probably owing to the fountain effect during the pre-midnight period in equinoxes of high solar activity.

静止衛星電波による電離圏観測から、日本付近の中低緯度（山川、沖縄）においては、それより高い緯度では見られないタイプの電離圏シンチレーションが発生することがわかってきた。このシンチレーションについて、これまで明らかになった主な特徴は次の通りである。

- 1) SHF帯（最高20GHz）にまでシンチレーションが発生する。（Fig.1）
- 2) 136MHzシンチレーションは開始と終了が突然に起り、フラッター性フェージング（ピッチが早く、振幅がほぼ一定）を示す。（Fig.1）
- 3) 太陽活動極大期の春秋季、夜半前の夜間に発生する。（Fig.1, 2）
- 4) このシンチレーションが発生するときは、全電子数が増大している。
- 5) 中低緯度から赤道地域のイオノグラムに、スプレッドFが現れる。これらの特徴から、このシンチレーションは赤道異常（噴水効果）によって、中低緯度（18° N 地磁気緯度）まで発達した赤道性電離圏不規則構造に起因するものと考えられる。

Oct 13, 1989

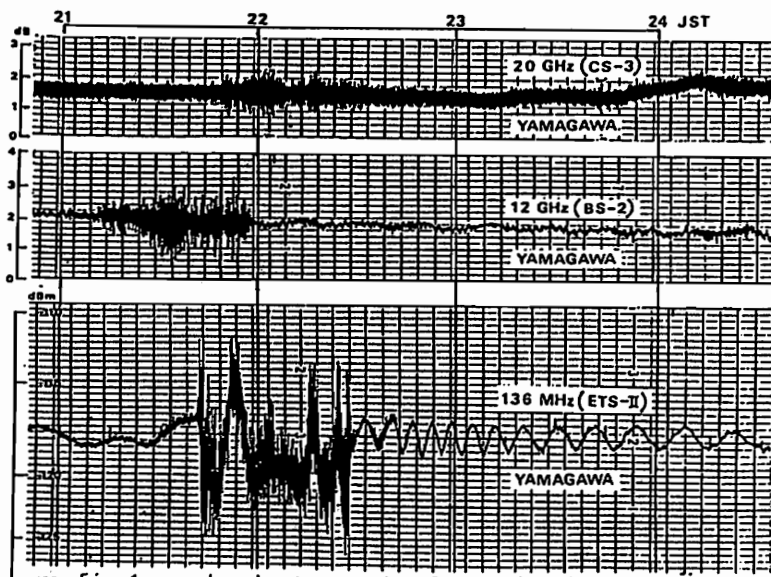


Fig.1 sample chart records of peculiar ionospheric scintillations observed at yamagawa

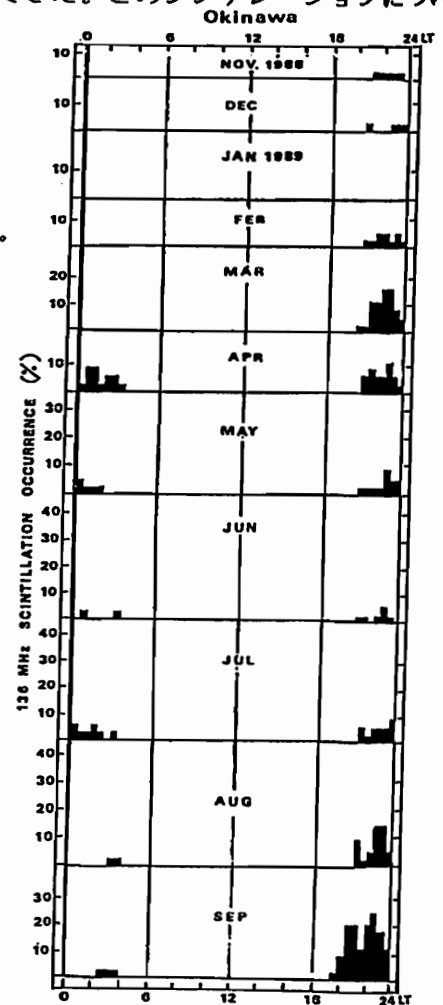


Fig.2 Percentage occurrence of peculiar 136 MHz scintillation

B11-11 木星デカメートル電波の2地点広帯域同時スペクトル観測による伝播路におけるシンチレーションの影響の解明

・ 田中 勲、大家 寛、森岡 昭、飯島 雅英、中嶋 実 (東北大、理)

The studies on the effect of scintillations by simultaneous wideband spectral observations of the Jovian decametric radio bursts at two stations

I.Tanaka,H.Oya,A.Morioka,M.Iizima,M.Nakajima (Geophysical Institute,Tohoku Univ.)

Wideband spectra (20-40MHz) of Jovian decametric radio bursts have been observed at two stations of Tohoku University Jovian decametric radio wave observation stations, Yoneyama and Zao, with distance of 85km's to study the effect of ionospheric electron density fluctuation. The result shows that the dynamic spectra of Jovian decametric radiation consists of the part with similarity and the part completely different from each other suggesting the interference due to the propagation path difference for the radiation from the source with coherent nature.

1. 序

木星磁気圏からは、デカメートル波帯の広帯域で強力な電磁波が放射されている。これを地上から観測することにより、木星磁気圏の重要な情報が得られるが、そこには同時に、惑星間空間及び地球電離層の情報も含まれている。特に、空間的に隔たった多地点での観測に於いては、電離層の影響の各地点での差異を見積もることが大切になってくる。そこで、2地点で広帯域同時スペクトル観測を行ない、比較を行なった。

2. 観測方法

東北大学木星電波観測室の85km離れた米山局及び蔵王局に設置された広帯域受信アンテナ(ログペリオディッククロスアンテナ)及び、広帯域受信機を用いて、1991年2月~3月にかけて観測を行なった。観測周波数帯域は、20~40MHz、周波数分解能20kHz、時間分解能0.5秒の周波数掃引方式の受信機を製作し受信した。データ記録方式は、米山ではリアルタイムでA/D変換を行なうデジタル記録方式を導入し、一方蔵王では従来通りテープにアナログ記録されたものをA/D変換しデータ処理を行なっている。

3. 観測結果

3月12日午前2時2分(Io-B source)から約10分間にわたって、現象が同時観測された。各点共通の現象としてファラデーローテーションによる縞模様が表示され、電波が電離層中を通過する影響が明瞭に現れている。また2地点で出現する現象は、そのスペクトル帯域と出現時刻はかなりよく一致している。一方2地点で完全に異なる強度分布が表示されている部分が確認された。これは問題のデカメートル波が一定の広がりに対しコヒーレントな電波源であると同時に、伝播路に50km前後の特性波長を持つ干渉源すなわちプラズマの大規模な揺らぎの存在することを示している。その位置及び性質については究明中である。

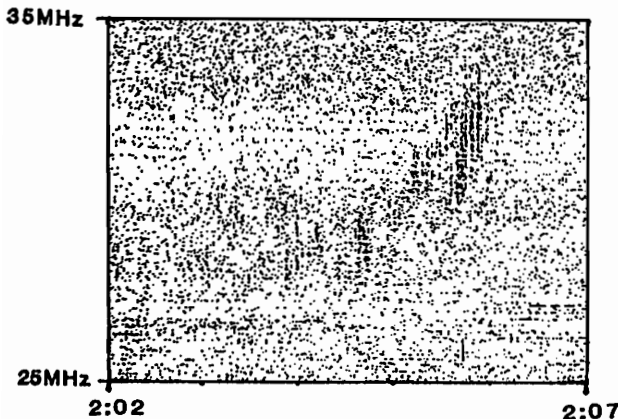


Fig.1 An example of spectra at Yoneyama

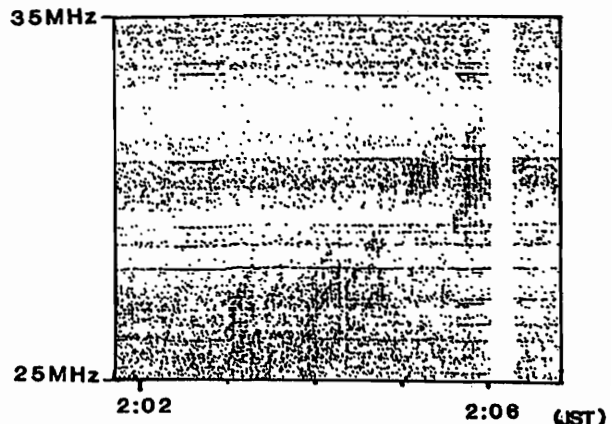


Fig.2 An example of spectra at Zao

近藤 哲朗
(通信総研鹿島)

IONOSPHERIC TOTAL ELECTRON CONTENT OBSERVED BY VLBI DURING CDP PERIOD

Tetsuro KONDO

(Kashima Space Research Center, Communications Research Laboratory)

Communications Research Laboratory has joined NASA Crustal Dynamics Project (CDP) since 1984 using a VLBI system at Kashima. Main purpose of CDP is to measure plate motion directly by space geodesy, such as a VLBI. On the other hand, VLBI observations provide us information about ionospheric total electron content as a by-product of the measurement. A feature of TEC measurement by VLBI is that we can obtain TEC at all stations participated in an experiment. These stations are located world-widely. Using TECs obtained by VLBI, we have statistically investigated the relation between TEC and solar activities to model TEC variation as a function of sunspot number.

NA (CDP) 1984年2月19日開始、1985年10月15日終了。この間に、FAIRBANKS、KASHIMA、KAUAIの3箇所でVLBI観測が行われ、その結果として、電離層全電子数(TEC)の観測データが得られた。このデータは、太陽活動との関係について検討されている。図1は、平滑化された太陽黒点数に対するTECの散点図を示している。FAIRBANKS、KASHIMA、KAUAIの3箇所のデータが示されている。TECは、太陽活動が増加するにつれて増加する傾向が見られる。これは、太陽活動が電離層の電子密度を増加させるためであると考えられている。

(1) Kondo, T and S. Hama, "Estimation of total electron content using very long baseline interferometer", Proc. NIPR Symp. Upper Atmos. Phys., 3, 96-104, 1990.

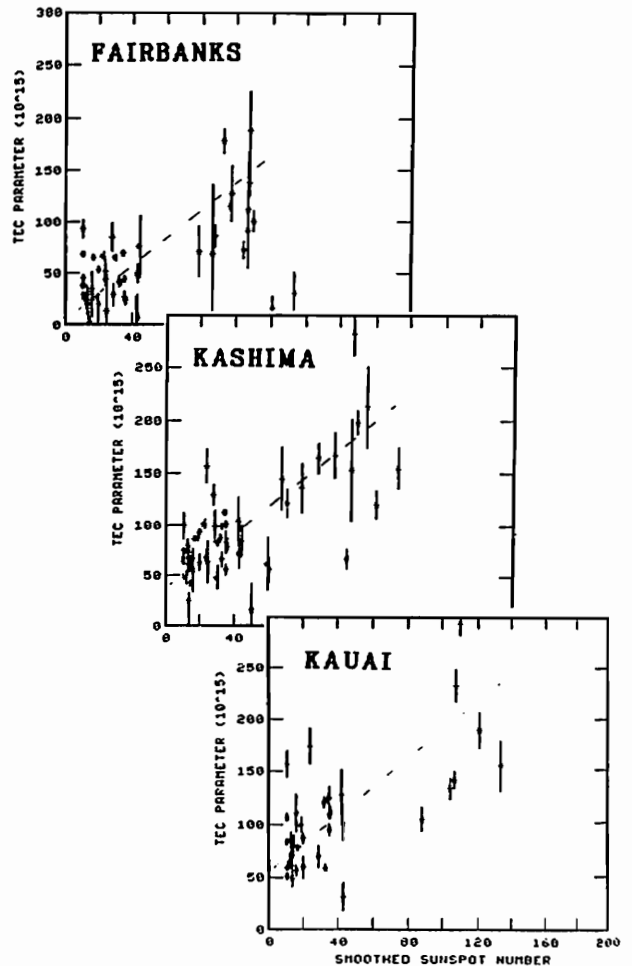


Fig.1. Scatter plots of TEC (DC component) vs relative sunspot number.

B11-P43 MU レーダーによる traveling plateau の観測

高見友幸、深尾昌一郎、加藤 進、津田敏隆、山本 衛、中村卓司、山本泰史
京都大学 超高層電波研究センター

The traveling plateau observed with the MU radar

T. Takami, S. Fukao, S. Kato, T. Tsuda, M. Yamamoto, T. Nakamura, and Y. Yamamoto
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

We report a pattern of a traveling disturbance which is related to F-layer tilts. This disturbance, which we call a traveling plateau, appears as a flat part in the inclined F-layer, and travels almost directly from north to south. Approximately 70% of all traveling disturbances well defined by the MU radar multiple beam observations have this plateau characteristics. From 96-hours of echo power profiles, we identified 15 cases of traveling plateaux and the horizontal scale and the traveling speed of the plateaux were calculated for each.

MU レーダー多ビーム IS 観測データに基づき、電離圏擾乱の形態を推測することができる。本講演では勾配をもった F 層中を水平スケール 300~1500km の F 層の平坦部が伝搬するという擾乱形態 (traveling plateau) について報告する。

図 1 は MU レーダー多ビーム IS 観測で得られた東西南北 4 ビーム方向 (天頂角 20 度) の F 層ピーク高度の時間変動を示す。1810-1830LT に F 層ピーク高度の顕著な上昇がみられる。この時間では F 層ピーク高度の勾配はその前後の時間に比べて非常に小さい。一方、1700-1800LT および 1830-1900LT では F 層ピーク高度は南側が高く北側が低くなっている。また、F 層ピーク高度が上昇する時刻に時間差が見られ、上昇はまず北方向から生じて次いで東および西方向、最後に南方向で生じている。このことから、F 層ピーク高度の上昇領域がほぼ北から南に向かって移動していることがわかる。

図 2 は図 1 に見られる現象 (traveling plateau の通過) の模式図である。(a) は F 層ピーク高度の上昇が始まる前の F 層ピーク高度の空間分布を示している。南側の F 層ピーク高度が高く北側が低い。この時点において MU レーダー観測点の北側に平坦なくびれ部 (traveling plateau) を想定する。この平坦なくびれ部が一種の伝搬する波束として F 層ピーク高度に沿って北から南に移動するものと考えられる。平坦なくびれ部が MU レーダー観測点に達するまでは MU レーダーでは F 層ピーク高度の顕著な上昇は観測されず、F 層ピーク高度の空間勾配もほとんど変化しない。平坦なくびれ部が MU レーダー観測点を通るときの ((b) の状況)、F 層ピーク高度の上昇が観測される。また、このときには北ビームおよび南ビーム方向の F 層ピーク高度の差がほとんどなくなる。そして、平坦なくびれ部が MU レーダー観測点を通った後では ((c) の状況)、F 層ピーク高度の上昇は終了、F 層ピーク高度の空間勾配は南側が高く北側が低いという始めの状況にもどる。

さらに、講演では 96 時間の電子密度プロファイル

ルから抽出された 15 例の traveling plateau をもとにして、その水平スケールと伝搬速さを導出し、それらの相関について議論する。

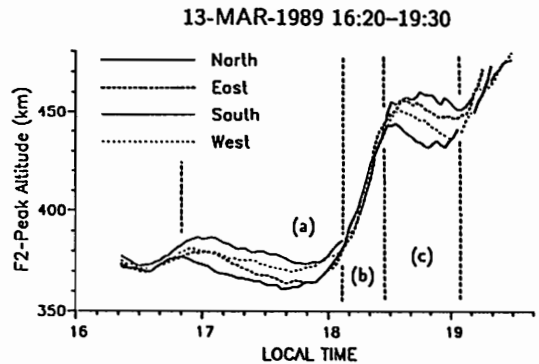


Figure 1. Temporal variations of the F2 peak altitude during 1620-1930LT on 13 March 1989.

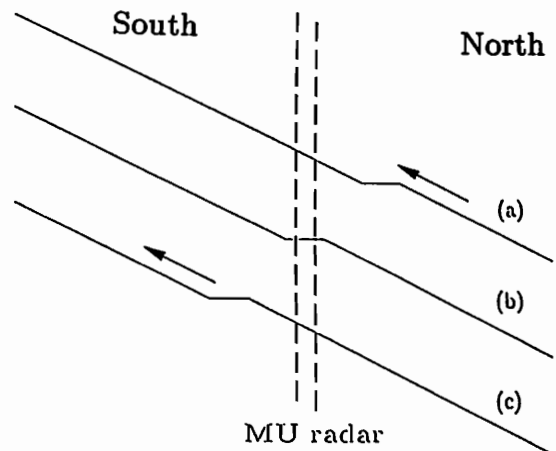


Figure 2. Schematic illustrations demonstrating the spatial nature of the traveling plateau.

Anomalous TEC enhancements
in mid-latitude ionosphere
during the geomagnetic storm
on March 15, 1989

Hiroimitsu Ishibashi, Takashi Maruyama,
Kazuhiro Ohtaka, Tadahiko Ogawa
Communications Research Laboratory

We have reported that unusual enhancements in mid-latitude ionospheric total electron content (TEC) was found during the geomagnetic storm on March 14-15, 1989. The phenomena are summarized as follows:

1. The enhancements started simultaneously at mid-latitudes around Japan before local midnight and lasted for several hours.

2. A latitudinally localized structure with a factor of 10 increase at peak relative to background were found near 50° geographic latitude.

3. The enhancements were observed during the recovery phase

4. Time variation of h'F at five ionosonde stations of Wakkanai, Akita, Kokubunji, Yamagawa and Okinawa showed the downward motion of the F2 layer.

Among these, items 1 and 4 suggest the penetration to low-latitudes of westward electric field which causes a enhanced plasma flow from plasmasphere to ionosphere.

In this report, to check the plasmasphere-ionosphere plasma flow, we examined precipitating particle data observed by the DMSP-F8 and F9 satellites. The low energy (~30eV) precipitating ions were found to be much enhanced just above the region where latitudinal localized structure in TEC were observed.

Acknowledgements

We wish to thank to Dr. Takayuki Ono, World Data Center C2 for Aurora for providing us DMSP-F8/F9 data.

TAKASHI MARUYAMA

CRL/Hiraiso Solar Terrestrial Research Center

A variation in field strength of radio waves transmitted from artificial satellites sometimes exhibits a regular periodic pattern, which is called quasi-periodic (QP) scintillations. The generation mechanism of QP scintillations is believed to be Fresnel diffraction by an obstacle moving across the radio wave propagation path. Many researchers suggest that the obstacles are plasma density enhancement with a linear shape in the ionospheric F region or sporadic E layer, which may be a field aligned columnar shape (F region) or a wave front (E_s layer). While the author proposed disc-shaped two dimensional obstacles in E_s layers to explain a particular observed feature in terms of plasma instability [Radio Science, 1991]. However, there seem to be no definitive work on the shape of the obstacle up to now. In this paper we present an observational evidence and model calculations which directly support the disc-shaped obstacle model.

QP scintillation records obtained at Wakkanai Radio Observatory during 1990 are used for the analysis. In actual records, there are a variety of amplitudes, duration, symmetric/asymmetric feature, and many parameters. In this paper, QP scintillation patterns are examined quantitatively with respect to the maximum enhancement of the field strength and minimum field strength at the deep central fade out for each QP scintillation event having peak to peak amplitude greater than 3dB. The results are shown in Figure 1. In the figure we divided the data into two types; open rectangles indicate events in which ringing pattern develops only after the deep central minimum or ringing is less developed, and small dots indicate events in which well developed ringing patterns exist on the both side of the central portion. It is noted in the figure that the ratio of the maximum field strength enhancement to the deep central minimum, $R = |MAX|/|MIN|$, is larger than unity for 25% of the all events analyzed. If the data are limited to the former type, $R \geq 1$ for about 39% of the events.

Fresnel diffraction patterns are calculated by the equations previously presented [SGEPPS spring meeting, 1990] assuming a drifting disc-shaped obstacle. The results show that the ratio R is always less than unity when the center of the disc passed the radio wave path. While, when the edge of the disc grazed the radio wave path, the ratio becomes greater than unity. We have also calculated diffraction patterns for a linear obstacle case with various widths and densities. However we failed to reproduce the pattern with $R \geq 1$. Thus 25 % of the observed pattern can be reproduced only by two dimensional obstacle model. The current result is important for the study of plasma instability processes going on in E_s layers.

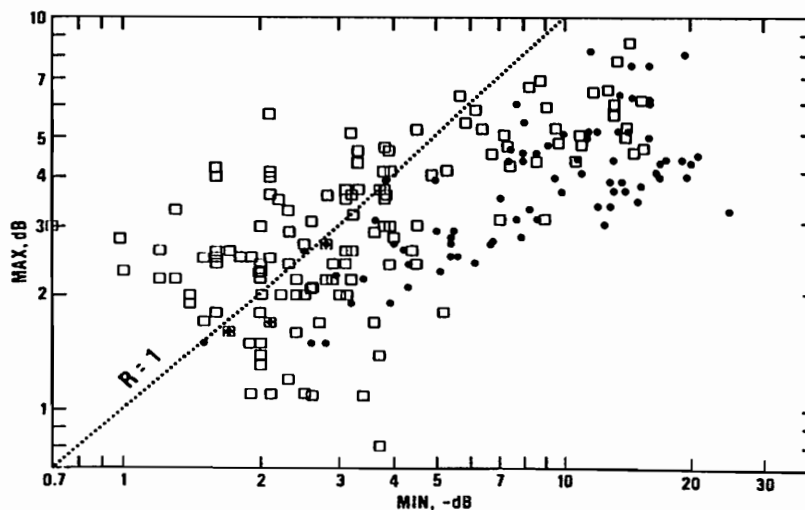


Figure 1.

MU レーダーによる 中緯度 E 領域沿磁力線イレギュラリティの多ビーム観測

°山本 衛¹、深尾 昌一郎¹、小川 忠彦²、Roland T. Tsunoda³、津田 敏隆¹、加藤 進¹
(¹京大超高層、²通総研、³SRI インターナショナル (米国))

Multibeam Observations of Mid-Latitude E-Region Field-Aligned Irregularities with the MU Radar

°Mamoru Yamamoto¹, Shoichiro Fukao¹, Tadahiko Ogawa², Roland T. Tsunoda³,
Toshitaka Tsuda¹, and Susumu Kato¹
(¹RASC, Kyoto Univ., ²Communications Res. Lab., ³SRI International, U.S.A.)

We have conducted multibeam observations of field-aligned irregularities (FAI) in the ionospheric E-region with the MU radar (34.9°N, 136.1°E). The antenna beam was steered northward in 12 azimuth directions which were set to be perpendicular to the geomagnetic field with zenith angles of 51–63°. The range and time resolutions were 600 m and approximately 1 min, respectively. As shown in Fig. 1, intense FAI echoes were detected just after the sunset. The fluctuation pattern in the echo intensity shows clear westward propagation of echoing regions with a phase velocity of approximately 150 ms⁻¹.

MU レーダーによって行われた電離圏 E 領域の沿磁力線イレギュラリティ (FAI) エコーの観測によって、これまで、磁力線と直交する向きから極めて強い FAI エコーが得られること、中緯度域の E 領域 FAI エコーが夏の日没後と日出後に出現頻度の極大を持つこと、“Quasi-periodic”と“Continuous”と呼ぶ 2 種類の異なる形状のエコーを生じることなどが明らかになっている。

今回我々は、従来の約 3 倍の多ビーム FAI 観測を行ったので報告する。本観測では、4 方向同時観測を 3 ないし 4 種類切り換えることによって 12~16 方向の観測を実現した。ビーム方向は、E 領域高度において磁力線と直交するように、北向き天頂角 51~63°で東西方向に方位角 60°程度の範囲内に設定した。各 1 回 (4 方向) の観測は約 20 秒で終了するが、観測方向切り替えのためデータ間隔は 1 分間以上 2 分間以下となる。レンジ分解能は 600 m である。

図 1 に 1991 年 5 月 9 日に 3 つの観測パラメータを切り換えて行った 12 ビーム観測の結果を示す。各ビームの高度 105 km において得られたエコー強度を、エコー領域の相対距離 (東向き正) を縦軸にとって等高線表示した。エコーの出現高度は、FAI エコーが磁力線直交方向から特に強く受信されることを考慮し、それぞれの方位角において求められる高度 100 km における磁力線直交方向の天頂角を用いて求めた。図中の実線は高度 100 km における日没時刻を示すが、強い FAI が日没直後に発生している。またエコー強度の変動には約 150 ms⁻¹の西向き位相伝搬のパターンがみられる。FAI エコー領域が西向き伝搬する例は 5 ビーム方向観測によっても 1 例示されているが、位相速度の推定等がかなりあいまいであった。今回の観測によって、FAI 発生領域の東西方向の構造とその伝搬速度が明らかにされると期待される。

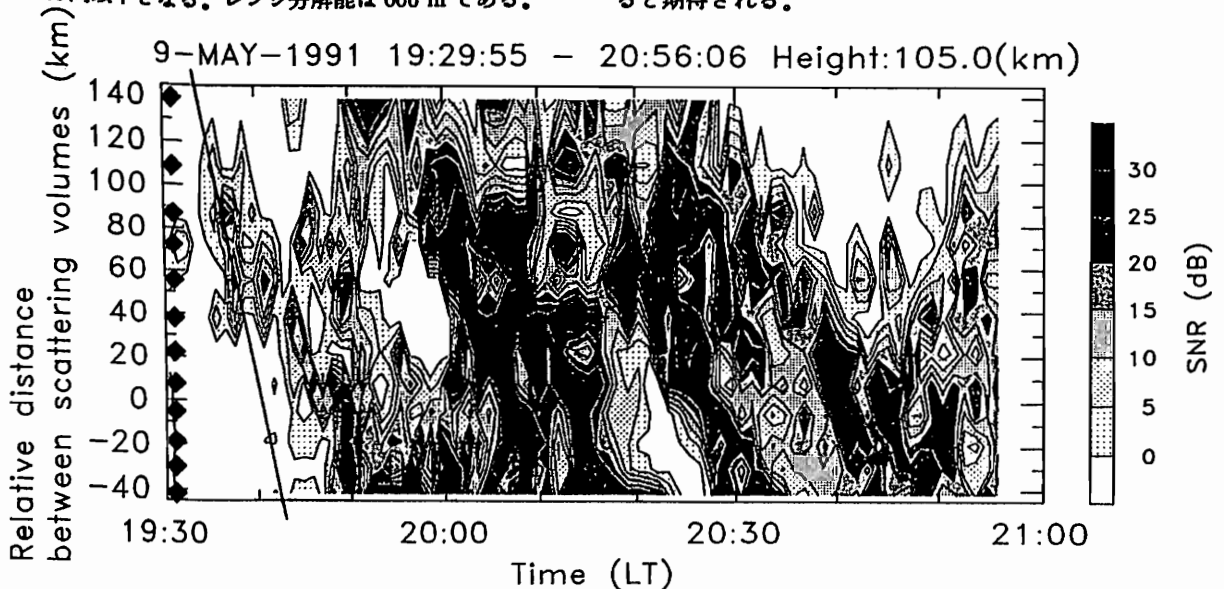


Fig. 1: Contour plot of FAI echo intensities observed in 12 beam directions at 105 km altitude in 19:30–21:00, 9 May 1991. The ordinate corresponds to the relative distance (positive eastward) between scattering volumes, along which the beam positions are shown by symbols (◆). Solid line in the figure shows the time of the sunset at the altitude of 100 km.

堤 雅基、中村 卓司、津田 敏隆、加藤 進、深尾 昌一郎
(京大超高層)

Meteor trail observations with the MU radar (2)

Masaki Tsutsumi, Takuji Nakamura, Toshitaka Tsuda, Susumu Kato, and Shoichiro Fukao
(RASC, Kyoto Univ.)

We have studied the ambipolar diffusion coefficient inferred from the decay constant of the power of meteor echo received with the MU radar. Fig. 1 shows the height profile of the ambipolar diffusion coefficient observed in 8 - 12 August 1990. Fig. 2 shows the time series of the ambipolar diffusion coefficient normalized by the mean value (Fig. 1), where six plots correspond to the six areas divided by arrival azimuth angle of echoes. Each time series shows diurnal variation with maximum in the morning. Furthermore the ambipolar diffusion coefficient depends on the arrival direction of echoes, which can not be simply explained by the effect of magnetic field, density gradient or temperature gradient.

MU レーダーを用いて流星飛跡を観測するとそのエコー強度の減衰の様子から大気の高極性拡散係数 (以下、拡散係数とする) を推定できる。前回の発表では鉛直波長の長い一日周期変動や位相が下向きに伝搬する周期 6 時間程度の変動の存在を報告したが、その後、拡散係数の値がエコーの到来方向に対する依存性を持つことが確認された。

図 1 は 1990 年 8 月 8 ~ 12 日に行った観測で得られた全てのアンダーデンスエコーから推定した拡散係数の高度プロファイルである。図 2 は天頂角 30 ~ 60 度の間で受信されたエコーを方位角 60 度ごとに 6 つの領域に分割し、それぞれ図 1 で求めた当該高度の平均値で正規化した拡散係数の時間変化を示している。北から到来するエコー (□、◇印) より推定される拡散係数に対して、南から西にかけての方向から到来するエコー (×、+、△印) より推定される拡散係数は値が 3 ~ 4 割程度小さいことが分かる。さらに等拡散係数面が平面であると仮定すると、その平面は年間を通じて北北東から北東にかけて水平面から 2 度程度倒れている。またどの到来方向別の時系列も朝方にピークを持つ一日周期の変動をしており、各々の時系列を一日周期の正弦波で近似するとその振幅は時系列の平均値に対して概

ね 15% 程度で、到来方向別にせず全てのエコーから求めた時系列についての場合とほぼ同じである。これは全てのエコーから求めた時系列の一日周期変化が、エコーの到来方向が地方時によって変化をする効果により生じているのではないことを示している。

従来より磁力線の流星飛跡の拡散に与える影響が議論されており、レーダーから見て磁力線と直交する点に存在する流星飛跡からエコーの場合に拡散係数が小さく観測されるという観測例が報告されている [T.H.Webb 1981]。しかしこのようなエコーは全体からみるとごくわずかであり、しかも MU レーダーの位置 (35°N、136°E) から見て北にある飛跡の拡散が抑制されることとなるので、MU レーダーによる観測結果を説明できない。また拡散係数は温度と密度の関数であるが、MU レーダーを用いた流星観測でカバーする半径 100km 程度の空間に図 2 を説明できるだけの温度勾配や密度勾配が存在するとは考えにくく、別の原因を探る必要がある。

参考文献

T.H.Webb, *Planet. Space Sci.* Vol.29, No.4, pp.415-424, 1981

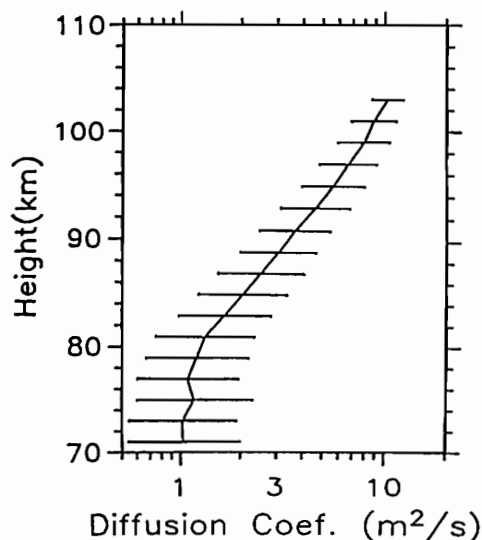


Fig. 1 : Height profile of the ambipolar diffusion coefficient observed in 8 - 12 August 1990 with the MU radar.

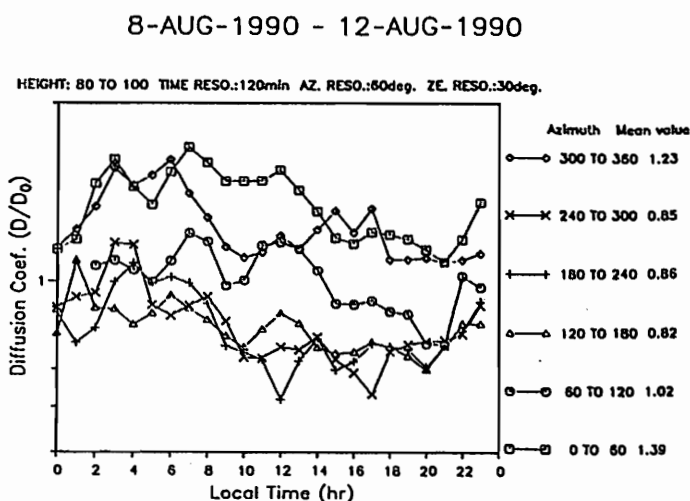


Fig. 2 : The time series of the ambipolar diffusion coefficient normalized by the mean value (Fig. 1).

Mitsuo Ohshio*, Mardina binti Abdullah**, Yuhji Hiragushi**, and Osamu Shiroma**

Faculty of Engineering, Univ. of the Ryukyus

* present, ** former

Enhanced electron densities $\Delta N(\chi, z, t)$'s (where χ : solar zenith angle, $\chi = 0, 60, 80, \& 85^\circ$; z : altitude, $z = 40 \sim 150$ km, $\Delta z = 10$ km, and t : flare time, $\Delta t = 1$ min.) which were calculated based on observed enhanced radiation flux of solar soft X-ray flares $\Delta F(\lambda = 0.05 \sim 0.8$ nm, t) (where λ : wavelength) show time lag $t_1(\chi, z)$ against their corresponding ΔF . The time lag $t_1(\chi, z) = t_{\Delta N} - t_{\Delta F}$ shows a monotonously increasing relation of χ ; while does not show this relation for z , but has the maximum value at $z = 80$ km in the case of adopting $z = 60, 80, \& 100$ km.

The mechanism of this aspect of $t_1(z)$ can be interpreted by the fact that t_1 obtained from a simple X-ray flare model is a decreasing function of $\beta(\chi, z) = 2\alpha_{eff}(z)N_e(\chi, z)$ which is a predominant factor constituting t_1 (where $\alpha_{eff} = \text{effective recombination coefficient and } N_e: \text{electron density in quiet state}$). This model is constituted by an establishment in which under the condition of $\Delta N(\chi, z, t)/N_e(\chi, z) < 1$, enhanced rate electron-ion pair production $\Delta q(\chi, z, 0 \leq t \leq t_m)$ (where m : the maximum value of Δq) increases in proportion to t^n (where n : a positive integer) and after $\Delta q = \text{const.}$ during $\tau_m \geq 0$, $\Delta q(\chi, z, t_m \leq t \leq t_e)$ (where e : end) decreases in proportion to e^{-Bt} (where the proportional constant: $\phi_a(\chi, z)$) so as to satisfy $\Delta q(\chi, z, t_m \leq t \leq t_e) = b\Delta q(\chi, z, t_m \leq t \leq t_e)$ (where b : a positive constant).

Such flare parameters as $n=4$, t_m , τ_m , and B which were determined based on the real solar soft X-ray flares (July 9, 1989 & Nov. 13~14, 1988) well explained the observed time lags $ob\ t_{1,m}$'s (where m : the corresponding maximum values of ΔF and ΔN and ob : observed value). The ratios $\rho_1 = th\ t_{1,m}(\chi, z) / ob\ t_{1,m}(\chi, z)$'s (where th : theoretical value) brought about fairly good results that the range $R = 0.13 \sim 3.2$, the mean $M = 0.87$, the standard deviation $\sigma = 0.75$, 0 case for $\rho_1 < M - \sigma = 0.12$, and 6 cases for $\rho_1 > M + \sigma = 1.62$, for the adopted 30 cases. Further, $th\ t_{1,m}(\chi, z) - ob\ t_{1,m}(\chi, z) \leq 0.45$ [min.] $< \Delta t = 1$ [min.] was obtained for 6 cases which were excluded owing to $ob\ t_{1,m}(\chi, z) = 0$.

The realizability of the above-described estimated values of $\Delta N(\chi, z, t)$ was confirmed by SPA's $\Delta \phi$'s. Time variations in SPA's which occurred on 6 VLF radio wave circuits received at Inubo due to a solar soft X-ray flare with a monopole smooth type (Aug. 17, 1989) were calculated at intervals of one hour, using some results obtained previously and some necessary conversions. In obtaining a representative solar zenith angle on a circuit $\bar{\chi}(t)$, the mean value of $\chi(t)$'s at intervals of 200 km on the great circle path between a transmitting site and the receiving site was used.

The ratios $\rho_{\Delta \phi}(t) = \Delta \phi_{cal}(t) / \Delta \phi_{ob}(t)$'s (where cal : calculated value), as a whole, took the values of $0.5 \sim 1$ throughout the life of SPA's, showing underestimated values. It would be concluded, however, that $\Delta \phi_{cal}(t)$ fairly well explained the whole aspect of time variation in $\Delta \phi_{ob}(t)$.

[References]

- Ohshio, M., Maeda, R., and Sakagami, H., Height Distribution of Local Photoionization Efficiency, J. Radio Res. Labs., 13, 245-577, 1966.
 Ohshio, M., Ionospheric D region Disturbances caused by Solar X-ray Flares, Planning & Support Div., Radio Res. Labs., June 1978.
 Solar-Geophysical Data, comprehensive reports, Nos. 537, 545, & 546, NOAA, U.S. A., May 1989, Jan. 1990, & Feb. 1990, respectively.
 Table and raw SPA data, Inubo Radio Wave Obs., Com. Res. Lab., Japan, Sep. 1989.

B12-05 オメガ電波の位相および周波数偏移解析による下部電離層擾乱動態の考察

○川上登¹⁾，島倉信¹⁾，佐藤夏雄²⁾，山岸久雄²⁾，早川正士³⁾

1) 千葉大・工 2) 国立極地研究所 3) 電通大

A consideration of the lower ionospheric disturbances based on the changes of the phase and frequency of Omega signals.

○N.KAWAKAMI¹⁾，S.SHIIMAKURA¹⁾，N.SATO²⁾，H.YAMAGISHI²⁾，M.HAYAKAWA³⁾

1) Dept. of Electrical Eng., Chiba Univ. 2) National Inst. of Polar Res.

3) Univ. of Electro Communications

It is able to know the lower ionospheric disturbances on the basis of the changes of the phase of Omega signals. There are, however, a little informations. Using the data observed simultaneously at three stations in Iceland, it is shown that the dynamics of disturbances may be discussed based on the frequency variations of received signals.

VLF電波による下部電離層擾乱観測は古くから行われているが、一観測点における振幅および位相観測が主であるため、擾乱発生領域やその動き、および下部電離層擾乱の動態を論ずることは難しい。本研究では多点観測されたVLF局電波の振幅および位相変動の情報を用いた下部電離層擾乱解析および周波数偏移解析の検討を行っている。今回はV

L F変動の周波数解析から下部電離層擾乱の動態を明らかにする。

本研究で用いたVLF電波はNORWAYから送信されたオメガ電波(12.1kHz)で、ICELANDの3地点で観測された。観測されたオメガ電波の一例を図1に示す。図中aからcに示したのは3点あるいは2点で観測された擾乱である。aは3点で同時に観測され、その形状もほぼ等しい。bは1地点で観測されていない。cは3地点で観測されているが擾乱の形状に違いがみられる。伝搬路が非常に接近しているにもかかわらず、観測されるVLF電波の擾乱は3点間で違いがみられる。

下部電離層の電子密度の変動に伴ってVLF電波の反射高度が変動する。この周波数変動の解析から下部電離層の動態を推定することができる。周波数解析の結果を図2に示す。この擾乱時の周波数変動は正負に2つのピークをもつことがわかる。これはVLF電波の電離層反射高が同時に上昇と下降をしている、つまり電子密度の増加する領域と減少する領域が同時に存在することになる。即ち、高エネルギー粒子の降下に伴う下部電離層の動態を示している。

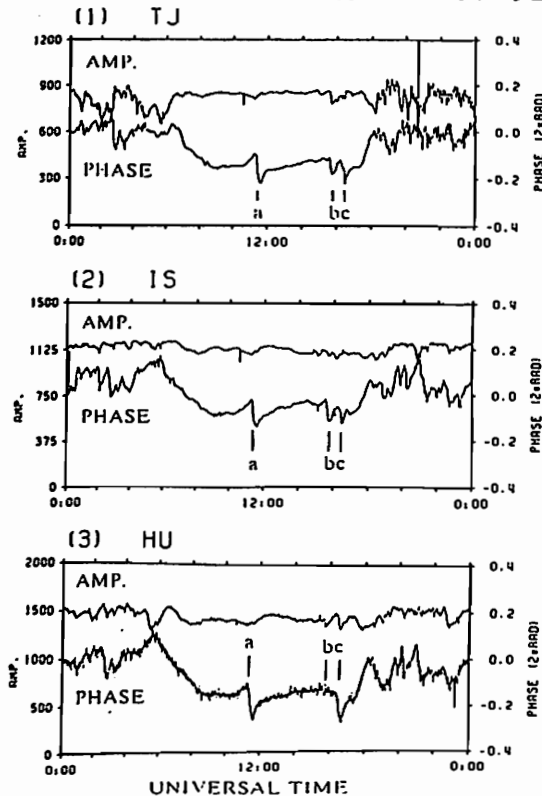


Fig.1 Diurnal variation of amplitude and phase of Omega signals observed at three stations in Iceland(28/2/1986).

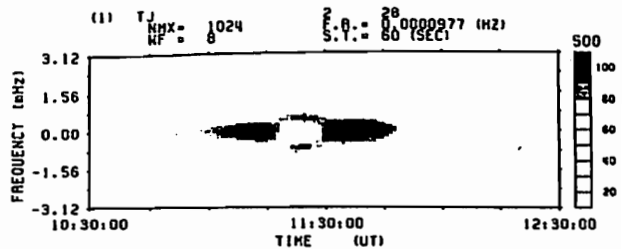


Fig.2 Frequency variation due to the ionospheric disturbance(labeled 'a' in Fig.1-[1])

水町勇一郎 (東海大学)、 小山孝一郎 (宇宙科学研究所)、
鈴木勝久 (横浜国立大学)

Development of a method to measure T_v of vibrationally excited molecular nitrogen (II), Y. Mizumachi^{1*}, K. -I. Oyama^{2*}, K. Suzuki^{3*}

1. Tokai University, 2. The Institute of Space and Astronautical Science
3. Yokohama National University

A method to measure vibrational temperature (T_v) of vibrationally excited nitrogen molecule in the ionosphere is being developed. The method is to measure the two lights (4278Å and 4236Å) which are emitted in $B_2\Sigma^+(V') \rightarrow X_2\Sigma^+(V')$ transition and calculated the relative population of N_2 at $B_2\Sigma^+(V')$. N_2 at $B_2\Sigma^+(V')$ level are produced by electron beam whose energy is \sim keV. The relative N_2 population at $X_1\Sigma^+$ (ground state) are calculated from the relative N_2 population at $V=0$ and $V=1$ levels of $B_2\Sigma^+$.

まえがき：宇宙空間における窒素の振動温度を実際に測定するのは大変意義がある。筆者らはこの窒素振動温度の測定器の開発を行っているが、ある程度の見通しが得られたので報告する。

測定法：まず我々は基底状態にある窒素を電子ビームにより電離し $B^2\Sigma^+(V') \rightarrow X^2\Sigma^+(V')$ よりでる遷移光のうち $V'(0) \rightarrow V'(1)$ [4278Å] と $V'(1) \rightarrow V'(2)$ [4236Å] の2波長の光の強度を測定することによって $B^2\Sigma^+$ の各振動レベルにおける N_2 の相対的個数を推定する。

そして最終的には理論的に $X^1\Sigma^+$ の振動温度を仮定した $B^2\Sigma^+$ の個数とを比較し $X^1\Sigma^+$ における温度を推定する。このときそれぞれのレベルにおける全ての遷移がフランク・コンドンの原理に基づくものとして計算する。図1は得られた波長のスペクトル例である。波長スキャンは250(Å)、波長分解能は10.0Åである。

図2は [4278Å]、[4236Å] における強度の比を縦軸にとり加速電圧との依存性をとったものである。また縦軸7.36のラインは基底状態における振動温度を計算したものである。

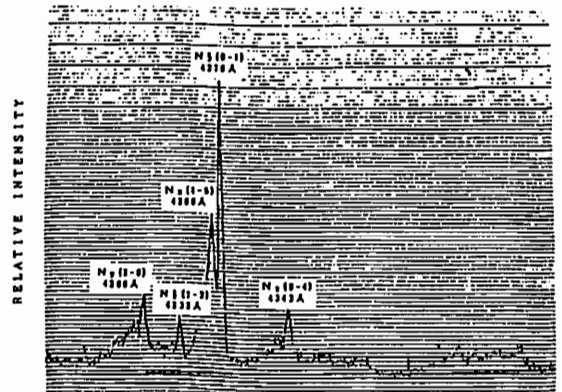


図 1.

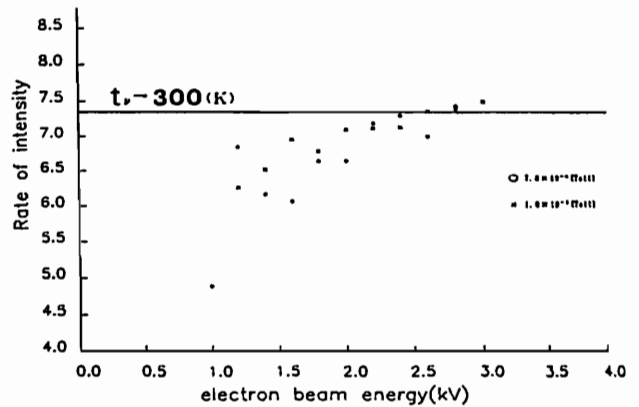


図 2.

中村毅¹ 満保正喜² 深見哲男³ 長野勇³
¹北陸電力(株) ²金沢大学 ³石川工専

Observation of a MFV Signal Strength and The Current Distribution of a MFV Transmitting Antenna

Tsuyoshi Nakamura¹ Masayoshi Mambo² Tetsuo Fukami³ Isamu Nagano³
¹Hokuriku Electrical Power Company ²Kanazawa University ³Ishikawa College of Technology

The current distribution of a vertical transmitting antenna for a medium frequency wave is obtained by applied Hallen's method by using that the ground lines are symmetrically distributed around the vertical antenna. That is, the current distribution of the vertical antenna with the ground lines is calculated by using the boundary conditions at both antenna and ground surfaces. The vertical directivity of the antenna is obtained by the current distribution. For the MF antenna of Mainiti Broadcasting System at Osaka the obtained current distribution agrees with the measured value. And also the signal strength calculated by using the directivity is in fair agreement with the night-time signal strength for long term observation at Kanazawa and is improved about 5dB compared with the strength calculated with the perfect conductor.

1 垂直アンテナの電流分布 垂直アンテナの給電点でアンテナとアースの電流の連続性を用いて、アース電流はアンテナ電流 I_1 で表せる。アース電流のヘルツベクトル Π は水平成分を持つが、アースがアンテナに対称的なのでアンテナ表面で Π は水平成分が打ち消し合い垂直成分のみとなる。アンテナ導体内側で電流と単位長当りのインピーダンスの積で表される電界と、 Π で表されるアンテナの外側の切線成分を等置し、 Π の波動方程式を作り、これより

$$\Pi(z) = C_1 \cos k_1 z + C_2 \sin k_1 z + \frac{1}{k_1} \int Z I_1 \sin k_1(z-s) ds \quad (1)$$

ここで C_1, C_2 は未定係数、 z は高度で、 C_2 を入力端子条件から求める。次に大気中の Π を空中線電流で表し、(1)の Π に代入して未知関数 I_1 の積分方程式を得る。ここで(1)の右辺第3項は非常に小さいので無視する。この積分方程式を任意の z における電流値で表すように変換し、これに境界条件を適用して次式を得る。

$$I_1(z) = \frac{1}{A\Omega} [C_1(\cos k_1 z - \cos k_1 l_1) - \frac{V_1}{k_1}(\sin k_1 z - \sin k_1 l_1)] - \frac{1}{\Omega} [I_1 \log \frac{l_1^2 - z^2}{l_1^2} + I_1 \delta + \int_0^{l_1} \frac{\Pi I_{1h} - I_1}{R_{11}} dh - \int_0^{l_1} \frac{\Pi I_{1h}}{R_{11}} dh] \quad (2)$$

ここで Ω, δ はハレンの定義したパラメータ、 A は常数である。この式の $\{ \}$ 中の数項を無視して、 I_1 の零次近似解が得られる。電流の1次近似解を得るために、 I_1 のこの値を(2)の右辺の I_1 及び I_{1h} に代入し数値計算し、(2)の左辺の I_1 を得る。この方法を繰り返し2次及び高次の近似解を得る。アンテナ上端で電流は零であることより C_1 を計算して電流の近似解を求める。

2 計算例 アンテナ長140m、アース線長100m、 $n=180$ 、大地の導電率 $5 \times 10^{-3} S/m$ 、比誘電率8とした得た、毎日放送アンテナ(1210kHz、堺市)の電流分布計算値と測定値を図1に示す。この電流分布で得た垂直面内指向性を図2に示す。図3に金沢の毎日放送受信電界強度を本報告で計算されて得た値と従来の完全大地で得た値と比較してある。従来の値に比べて約5dB 改善されているのが分かる。

3 まとめ 中波放送アンテナの電流分布と指向性をアースを含め不完全大地として求めた。このようにして得た受信電界強度は従来の完全大地で得た値より数dB改善される1例を得た。

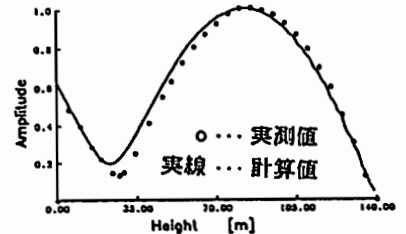


図. 1 毎日放送送信アンテナ電流分布

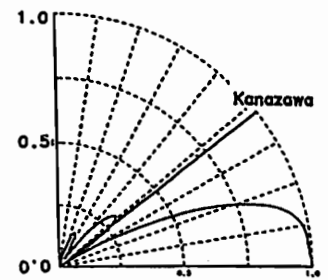


図. 2 毎日放送送信アンテナの指向性

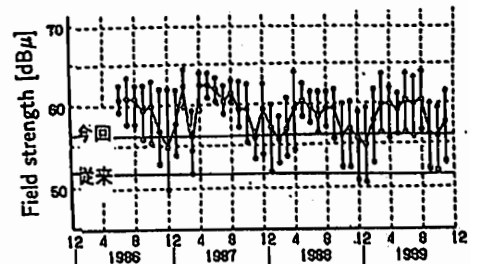


図. 3 毎日放送受信電界強度と理論電界強度

□ 大気圏力学 (I)

B12-07~11, -P46~47

座長 津田敏隆 (京大超高層)
前川泰之 (大阪電通大)

□ 大気圏力学 (II)

B12-12~16, -P48~49

座長 村岡良和 (兵庫医大)
中村卓司 (京大超高層)

B12-07

Study of Aspect Sensitivity of Radar Echoes in the Lower Atmosphere

H. M. Ierkic, T. Tsuda

Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

We have conducted a quantitative study of the effects of Aspect Sensitivity of radar echoes on the determination of radial velocity and velocity variance as derived from the first and second moments of the frequency power spectrum. The scattering model used finds a simple physical description in diffraction effects from an obliquely illuminated three dimensional aperture. Our formulation can be used to state the zenith dependence of the radar echoes as an intrinsic property of the scattering medium, that is, independent of antenna parameters. Some of the results to be reported include the relation between the radial velocity and the wind velocity given by,

$$\overline{V}_r = (u \cos \phi + v \sin \phi) \sin(p/q \cdot \theta) + w \cos(p/q \cdot \theta)$$

The formula for the radial velocity standard deviation,

$$\sqrt{\overline{V}_r^2 - \overline{V}_r^2} = \frac{\sqrt{v'^2 + w'^2}}{\sqrt{2}q} \left[1 + \frac{1}{2q^2} \frac{u'^2}{v'^2 + w'^2} \right]$$

with θ , ϕ zenith and azimuth angles respectively; u , v , w wind velocity components; $u' = u \sin(p/q \cdot \theta) + w \cos(p/q \cdot \theta)$, $v' = -u \cos(p/q \cdot \theta) + w \sin(p/q \cdot \theta)$, $w' = -v$; $p/q = b^2/(a^2 + b^2)$, $q^2 = a^2 + b^2$ where a , b parameterize aspect sensitivity and antenna beam characteristics respectively according to the formulas $\exp[-a^2 \sin^2 \theta]$, $\exp[-b^2 \sin^2 \theta]$.

The aspect sensitivity of the echoes gives rise to errors in the estimation of various parameters. These biases can be substantial as evidenced, for example, by near-vertical observations of radial velocities with the MU radar. Similarly, Doppler widths can be appreciably underestimated.

The radar cross section associated with our scattering model can be written as,

$$\frac{8\sqrt{2}\pi^{7/2}}{\lambda^4} \cdot l_h^2 \cdot l_v \cdot \overline{\delta n^2} \exp[-2k^2 l_h^2 (\sin^2 \theta + l_v^2/l_h^2 \cos^2 \theta)]$$

with, l_h , l_v horizontal and vertical correlation lengths; $\overline{\delta n^2}$ mean square index of refraction fluctuations; λ , k radar wavelength and wavenumber respectively; θ zenith angle.

This last result (including Fresnel effects) will be compared with previous published results.

Finally, we discuss our findings in the context of a more realistic description of the scattering properties of the lower atmosphere.

MU レーダー観測による対流圏～下部成層圏乱流構造定数の季節変化

橋口浩之、深尾昌一郎、山中大学、山本 衛、加藤 進
(京都大学超高層電波研究センター)

Seasonal Variation of Refractivity Turbulence Structure Constant in the Troposphere and the Lower Stratosphere observed with the MU Radar

H. Hashiguchi, S. Fukao, M. D. Yamanaka, M. Yamamoto, S. Kato
(Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University)

Vertical profiles of refractivity turbulence structure constant C_n^2 (which is proportional to the radar volume reflectivity) from 5 to 20 km altitude were observed with the MU Radar over 4 days every month from 1986 to 1988. C_n^2 profiles were calculated also from wind velocities, temperature, and humidity observed with the routine rawinsondes. The profiles observed with the MU Radar have maxima in summer (winter) in the troposphere (stratosphere), whereas those obtained from rawinsonde data are smaller (larger) than the former in summer (winter).

はじめに 大型レーダーによって観測されたドップラースペクトルの強度や形状には、多くの大気パラメータの情報が含まれている。レーダー観測においてビーム方向に依存しない等方的なエコーは、等方性乱流によって引き起こされた屈折率変動によるものであり、散乱エコー強度から屈折率の揺らぎに対する乱流構造定数 C_n^2 を求めることができる。そこで、1986～88年のMUレーダー成層圏モード観測によるデータを用い、 C_n^2 の季節変化について調べた。
測定原理 等方散乱に対するレーダー方程式より、受信電力から散乱体の Volume Reflectivity η を算出することができる。受信時に非常に高利得の増幅を行っているMUレーダーでは、受信機利得を十分高精度に決定できないため、ドップラースペクトルにおいて全信号電力と全雑音電力の比(S/N)から、次式により η を求める。

$$\eta = \frac{64 \ln 2 C T_{1pp} k (T_c + T_{rx}) / (aL) B}{\pi P_t A_e \cos \theta a N_{subp} L_{unknown}} \left(\frac{r}{\Delta r} \right)^2 \left(\frac{S}{N} \right)$$

ここで、 C は光速、 k はボルツマン定数、 T_{1pp} はパルス繰り返し時間(400 μ s)、 T_c は銀河雑音温度、 a はアンテナ効率(1.0)、 L は伝送損失、 T_{rx} は受信機雑音温度($T_c + T_{rx} / (aL) = 12000K$)、 B は積分フィルターのバンド幅(13.2Hz)、 P_t は送信ピーク電力(1MW)、 A_e はアンテナ開口(8330m²)、 θ はビーム天頂角(10°)、 N_{subp} はサブパルス数(16)、 $L_{unknown}$ はその他の損失(4dB)、 r は散乱体までの距離、そして Δr は距離分解能(150m)である。さらに、レーダー波長($\lambda = 6.4m$)の半分が慣性小領域内にあるとすると、

$$C_n^2 = (\eta / 0.38) \lambda^{1/3}$$

より、 C_n^2 (m^{-2/3})を求めることができる。
観測結果 MUレーダー成層圏モード観測では2分毎に1高度プロファイルが得られ、毎月約4日間の連続観測が行われている。上の2式により $\log C_n^2$ を求め、各月毎に平均した。図1に1986年の観測結果を示す。

図より、冬の高度10km以上における増加傾向と共に、夏の10km以下における顕著な増加が見られる。一方、レーウィンゾンデによる鉛直シア測定値から近似式(Tatarski, 1971)を用いて推定された C_n^2 は、高度10～15kmにおいて冬に増加は見られたが、高度10km以下ではそれほど顕著な季節変化は見られなかった。

まとめ MUレーダー観測による C_n^2 の季節変化について調べ、高度10km以上では冬に、10km以下では夏に C_n^2 が増加することが分かった。この C_n^2 から、温度や気圧の情報を与えることにより、基本的な乱流パラメータの一つであるエネルギー消散係数 ϵ あるいは鉛直渦拡散係数 K を算出することも可能である(Gage et al., 1980)。現在レーダー観測による ϵ や K の推定では、水平風の弱い時には散乱エコーのスペクトル幅から求めるのが最も正確である(Hocking, 1985; Fukao et al., 1991)。しかし、水平風の強い時にはビームブロードニングなど乱流以外からの寄与が大きくなり、推定が困難である。従ってそのような場合には、 C_n^2 すなわち散乱エコー強度から ϵ や K を求める方法のみが有効となる。

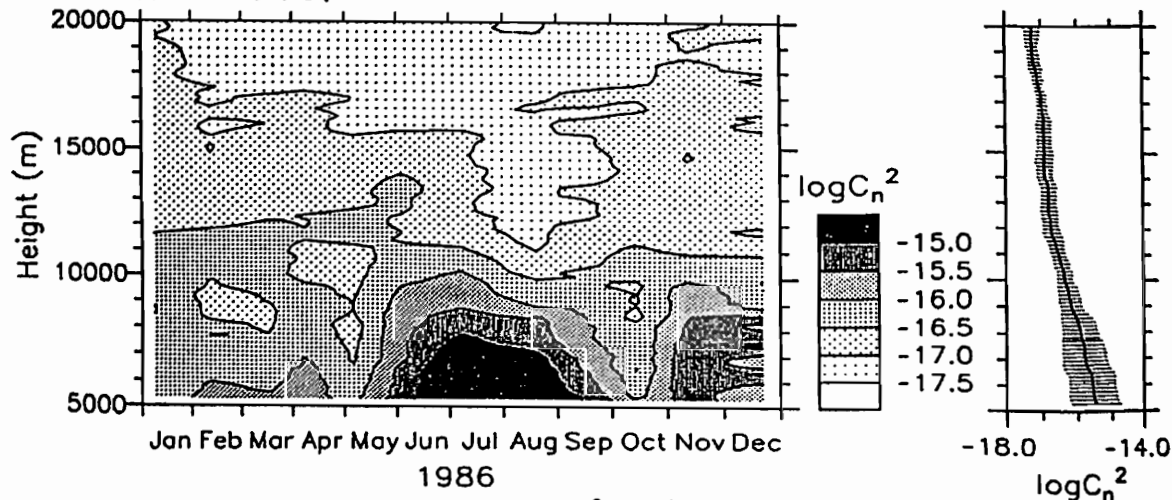


図1. 1986年のMUレーダー成層圏モード観測による C_n^2 (m^{-2/3})の季節変化。各月毎に約4日間観測された $\log C_n^2$ の平均をとった。左図は C_n^2 の季節-高度分布、右図は1年間の平均プロファイルとその分散を表す。

MU レーダー観測による下部成層圏中の重力波活動度の季節変化

村山泰啓、津田敏隆、中村卓司、加藤進、深尾昌一郎
 京都大学 超高層電波研究センター

Seasonal Variation of Gravity Wave Activity in the Lower Stratosphere
 Observed with the MU Radar

Y. Murayama, T. Tsuda, T. Nakamura, S. Kato and S. Fukao
 Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

From the MU radar observations in the lower stratosphere conducted for about four days each month from December 1985 to December 1989, we have analyzed seasonal variations of radial wind velocity variance, $\overline{u_r^2}$, and momentum flux, $\overline{u'w'}$. We found clear annual variation of $\overline{u_r^2}$, which agreed fairly well with that of mean horizontal wind speed. It is suggested that the jet stream activity is important in causing seasonal variation of gravity wave activity. The zonal momentum flux at 15.5–17 km heights also indicated an annual variation with negative values in winter and about zero in summer. Transportation of westward momentum is suggested to be dominant in winter.

中層大気大循環の形成における重力波の役割を理解する上で、下層大気での重力波の励起・伝搬過程について明らかにしていく必要があると思われる。われわれは、1985年12月から1989年12月までのおよそ4年間のMUレーダー(信楽、34°51'N, 136°06'E)観測による下部成層圏の風速データを用いて、重力波活動度について解析を行った。

MUレーダーによって各月4日程度、5–25 kmの高度範囲で視線方向風速が得られるが、このデータを用いて周期5分–21時間の変動分のバリエーションを求めた。図1は、東西向き視線方向風速から求めた高度15.5–17 kmにおけるバリエーション $\overline{u_r^2}$ を各月ごとにプロットしたもので、破線は一年周期と半年周期の正弦波をフィッティングしたものである。これを見ると、夏、冬に約0.2 m²s⁻²、約0.7 m²s⁻²と極小、極大となっており、明らかに一年周期変動が卓越していることがわかる。

図2は高度12.5 kmでの水平風強度の季節変化であるが、この高度は一年を通じてジェット気流の最大風速高度にほぼ対応している。風速値は冬期に40–70 m/s、夏期には10–30 m/sとなっており、 $\overline{u_r^2}$ の季節変化によく対応していることがわかる。これらのことから、下部成層圏における重力波活動度において、ジェット気流が重要な役割を持っていると思われる。

また図3は高度15.5–17 kmにおける、周期5分–21時間の風速変動分から求めた運動量フラックスの東西成分 $\overline{u'w'}$ の季節変化であるが、この高度では負の値のフラックスが卓越しており、冬期の値は-0.2–0 m²s⁻²、夏期には-0.1–0.1 m²s⁻²となっている。

以上の結果から、下部成層圏における重力波活動度は一般に冬に大きく、夏に小さくなり、この季節変動が中緯度のジェット気流の振る舞いとよく一

致することがわかった。またこの高度の $\overline{u'w'}$ の季節変化から、冬にはおもに西向きの運動量が上方へ輸送されて、夏には顕著な偏りがないことを示唆している。

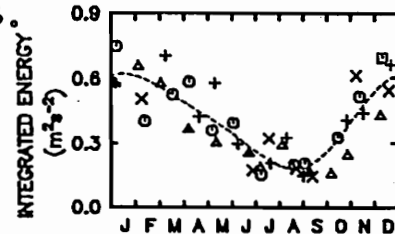


Fig. 1: Seasonal variation of radial wind velocity variance at 15.5–17 km heights with the wave periods of 5 min–21 hr from December 1985 to December 1989. Box, circle, triangle, cross and X symbols indicate data in 1985, 1986, 1987, 1988 and 1989, respectively.

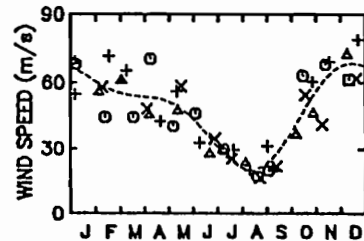


Fig. 2: Seasonal variation of mean horizontal wind speed at 12.5 km height.

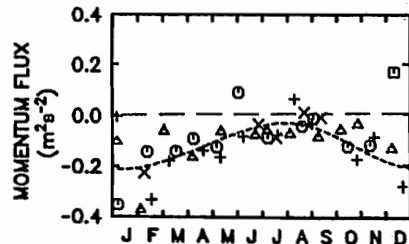


Fig. 3: Seasonal variation of zonal momentum flux at 15.5–17 km heights with the wave periods of 5 min–21 hr.

B12-10 赤道域インドネシアにおける大気波動のラジオゾンデ観測

津田敏隆、村山泰啓、加藤進

(京都大学超高層電波研究センター)

Radiosonde Observation of Atmospheric Waves in the Equatorial Indonesia

T. Tsuda, Y. Murayama and S. Kato

Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

We launched one hundred radiosondes every 6 hrs at Watukosek, Indonesia (7.57°S, 112.68°E) in a period from February 27 to March 22, 1990 to observe temperature, pressure, humidity and wind velocity in the troposphere and lower stratosphere. Extracting the wind components with periods of 6-96 hr, we found dominant gravity waves with a vertical wavelength of ~3 km and a period of ~3 days in the lower stratosphere.

1990年2月27日から3月22日の期間、東ジャワ州にある LAPAN のワトコセ気球観測所 (Watukosek, 7.57°S, 112.68°E) において、100 台のラジオゾンデを約6時間ごとに放球し、対流圏・成層圏の気温、気圧、湿度および水平風速を観測した。一般に大気重力波の伝搬可能なモードの固有周期範囲はプラントパイサラ周期-慣性周期 (7.57°S では約4日) であるので、重力波の解析を行うために東西風速から96時間より短い周期成分を取り出し、時間-高度断面図として図1に示す。約17 km以上の高度にみられる欠測部分は、対流圏界面付近の気温が185-195Kと低温であり、かつ夜間のため日射がないことから気球が凍結して破裂したためである。図1では、高度18-35 kmのとくに3月2-17日の期間に卓越して下向きに伝搬する位相構造がみられ、これは鉛直波長約3 km、周期約3日の重力波と考えられることから、赤道域の下部成層圏で重

力波が活発に励起され上方伝搬していることが示唆される。また対流圏内にも波動構造がみられるが、その振幅は成層圏中のそれと比べて小さくなっている。しかし、たとえば3月8-14日に成層圏中にみられる卓越波動は3月11-19日の高度10-17 km付近にみられる構造と連続していることから、両者は必ずしも別個の波動ではなく、高度によって振幅は異なるが同一の波動であることが示唆される。

同じ時間-高度断面図を等風速線表示したものを図2に示すが、高度0-18 kmの対流圏内に上方または下方伝搬する位相構造がそれぞれ重畳しながら存在していることがわかる。また波動が重畳しているためわかりにくくなっているが、例えば3月5-6日の高度7 km、あるいは3月8-9日の高度8 kmの点から上方、下方に等位相線が始まっていることから、この高度付近に重力波の励起源が存在するのではないかと考えられる。

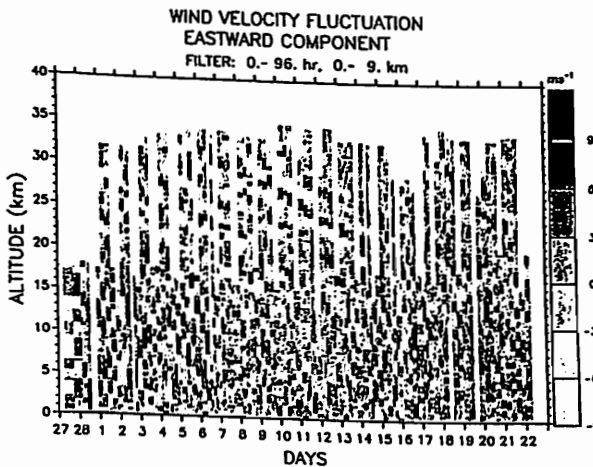


Fig. 1: Time-height contour of zonal wind observed at Watukosek, Indonesia from February 27 to March 22, 1990. Components with periods less than 96 hrs are extracted by using a high-pass-filter.

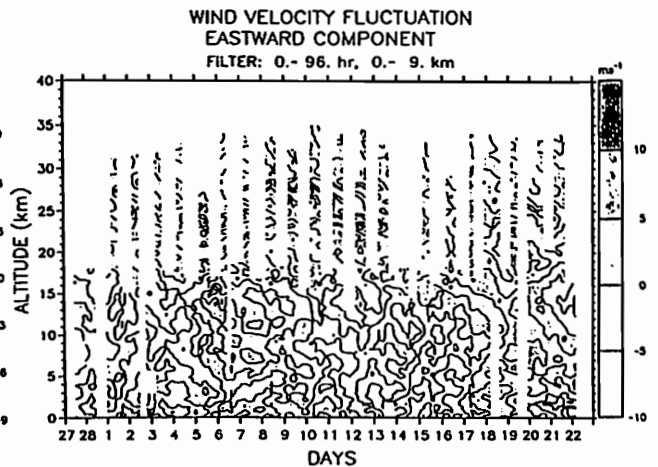


Fig. 2: The same as Fig. 1 except for the difference in contour plot levels.

Rayleigh lidar Observation with CRL 1.5 m φ Telescope

°Takashi Shibata and Toshikazu Itabe

(Communications Research Laboratory)

CRL begun Rayleigh lidar observation of upper stratospheric and lower mesospheric molecular density since May 1991. The telescope, whose diameter is 1.5 m, used in the observation is originally prepared for a experiment of optical communication between the ground and a satellite. The observation efficiency is about ten times higher than the observations by Shibata et al. (1988) at Kyushu University. Studies about middle atmospheric gravity waves will be made by observed data with the lidar.

通総研では衛星-地上間の光通信実験のために整備された 1.5 m φ の望遠鏡を受信鏡として用いたレーザライダー観測を開始した。ライダーの送信部及びデータ処理部は科学技術庁による総合研究「砂漠化機構の解明に関する国際共同研究」において、中華人民共和国黄土地帯でのライダー観測のために準備されたものである。ライダー装置のそれぞれの部分の諸元を表に示す。

この装置では主として受信望遠鏡の直径が 1.5 m φ と大口径であることより、柴田ら(1988)が九州大学で用いたライダーに比べ受信信号強度が約 1 桁大であり、より高い精度の測定が可能と考えられる。図には測定した大気密度鉛直分布より静水圧平衡、理想気体を仮定して求めた温度分布を示す。

本レーザライダーは前記のごとく本来の目的以外の装置を流用しているため、測定頻度の高い定常的な観測は困難であるが、集中的な観測によりケーススタディを中心に重力波の観測研究を進める方針である。柴田他、(1988)気象集誌、第66巻、1001頁 Shibata et al., (1988) J. Met. Soc. Jpn Vol. 66, 1001

送信部	
レーザー	Nd:YAG 第二高調波
波長	532 nm
平均出力	8 W
受信部	
望遠鏡口径	1.5 m

表 通総研レーザライダー諸元

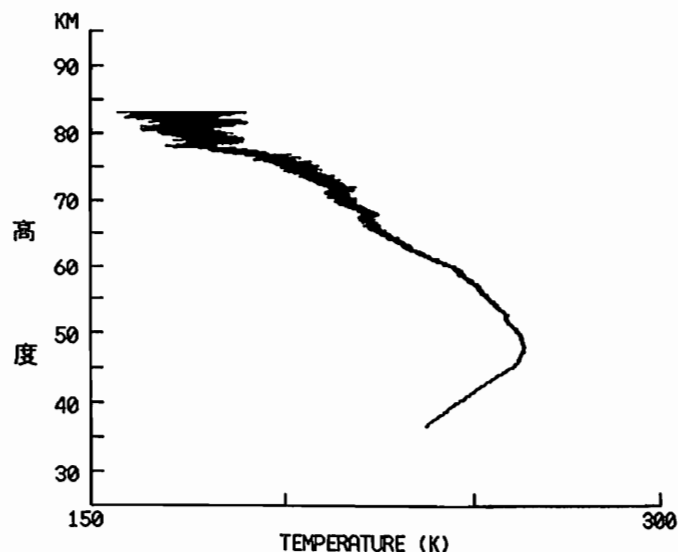


図 通総研レーザライダーによる測定例

Oblique Spaced Antenna 法を用いた渦度の観測

°深尾 昌一郎¹, Miguel F. Larsen², Robert D. Palmer², 山本 衛¹, 津田 敏隆¹, 加藤 進¹

(1. 京大超高層, 2. クレムソン大 (米))

Single Radar Vorticity Measurements with the MU Radar Using the Oblique Spaced Antenna Method

°Shoichiro Fukao¹, Miguel F. Larsen², Robert D. Palmer², Mamoru Yamamoto¹, Toshitaka Tsuda¹, Susumu Kato¹

(1. RASC, Kyoto Univ., 2. Clemson Univ., U.S.A.)

The oblique spaced antenna (OSA) method uses an analysis technique that is essentially identical to the spaced antenna (SA) method. The primary difference is that the transmitting and receiving arrays are all phased so that they point off vertical at a particular azimuth. The OSA method makes it possible to measure vector winds at spatially-separated positions, which can be used to calculate the vorticity and divergence of the wind field over the radar. The first OSA measurements with the MU radar were carried out in 22–26 February 1990. The estimated vector winds showed good agreement in different beam directions. The vorticity and divergence values calculated from the OSA measurements showed a realistic behavior during a frontal passage.

MU レーダーによる風速推定方法として、アンテナ面を物理的に 3 つの部分に分割し各アンテナ間の相互相関関数を測定する Spaced Antenna (SA) 法がある。SA 法では、通常、鉛直ビームを用いてレーダー直上の風速を推定するが、最近、ほぼ同様の観測を斜め方向ビームを用いて行う Oblique Spaced Antenna (OSA) 法が提唱されている。OSA 法によれば、風速の 3 成分がレーダー上空の空間的に離れた地点において独立に推定可能であり、3 つ以上のビーム方向を用いた観測を行うことによってレーダー上空の風速場の渦度と発散が推定できる。

MU レーダーによる OSA 観測は 1990 年 2 月 22 日 15 時 (LT) から 1990 年 2 月 26 日 9 時まで実施された。ビーム方向としては鉛直方向と、天頂角 20° で方位角が 0° (北)、120° (南東)、240° (南西) の 4 方向を選択した。各方向においてそれぞれ 5 分間の観測を行った後、順次アンテナ方向を切り換えたため 1 回の走査に 20 分間を要した。

図 1 に、各アンテナ方向において独立に求められた 6 時間平均の水平風速のプロファイルを示す。各方向で得られた風速は高度 9 km までは比較的良く一致する。それ以上の高度において一致が悪いのは、乱流散乱層の非等方向性が強く斜め方向ビームで得られるエコー強度が小さいために、正しい風速の推定可能なエコー数が少ないためである。図 2 に、9 km 以下の高度について求められた渦度 (実線) および発散 (破線) の高度プロファイルを示す。それぞれのプロファイルは絶対値が $3\text{--}6 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ であり、高度 6–9 km においてほぼ一定の正の値を示している。これは MU レーダー上空の風速場が低気圧性循環を持ちかつ発散的であったことを示す。この結果は、図 2 のプロファイルが得られた時刻から 9–10 時間後に MU レーダー付近を温暖前線が通過した事実と矛盾しない。観測期間中には温暖前線の通過が 2 回あったが、本観測によって推定された渦度・発散の絶対値はそれぞれの前線通過時において大きく、それ以外の時間帯には小さくなるなど、気象現象との相関があまりに認められた。

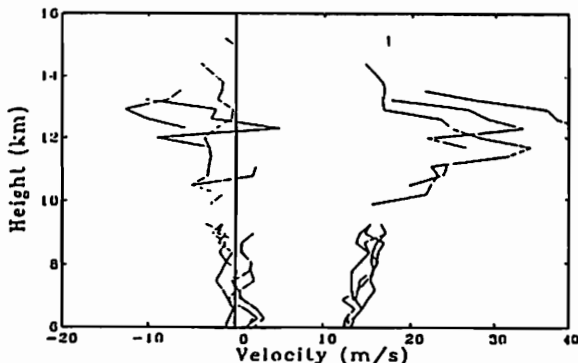


Fig. 1: Zonal and meridional wind profiles derived from the oblique and vertical spaced antenna measurements for the 6-hr averaging interval from 18 LT on 22 February to 00 LT on 23 February 1990. The meridional velocity was smaller than the zonal velocity. Curves for all four pointing directions are shown.

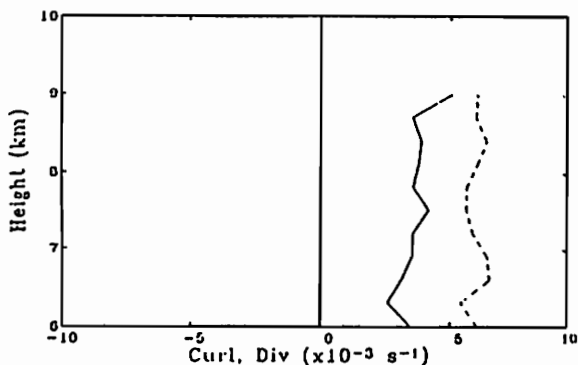


Fig. 2: Curves of the vorticity (solid line) and divergence (dashed line) derived from the horizontal wind profiles shown in Fig. 1.

R. Wilson, T. Tsuda, Y. Murayama
京都大学超高層電波研究センター

1. Introduction

Two-dimensional (2D) spectra of wind and temperature fluctuations in the stratosphere are shown and interpreted in the framework of the gravity wave theory. A comparison with an analytical wave model is also performed.

2. Two-Dimension Spectrum

We have used for this study horizontal wind and temperature measurements obtained respectively by the MU radar (Shigaraki, Japan) and by the CEL lidar (Biscarosse, France). The 2D spectrum is estimated by a Fourier Transform of the cross-correlation functions of the successive wind (or temperature) vertical profiles. It is therefore possible to estimate the power spectral density (PSD) of the fluctuations versus vertical wavenumber in a given frequency range and conversely the frequency PSD in a given wavenumber range. A monthly-averaged 2D spectrum of horizontal wind fluctuations obtained during August 86 by the MU radar is shown in figure 1. The spectra versus vertical wavenumber for various frequency intervals and versus frequency for various vertical scale ranges are shown in fig 2. The energy density vs. frequency appears to be nearly independent of wavenumber for wavelength ranging from 500 m to 5 km. On the other hand, the energy density versus vertical wavenumber appears to be different according to the frequency range. The vertical PSD of the low frequency waves ($T > 8$ hours) is almost flat up to a vertical wavelength of about 1 km and then is sharply decreasing. The vertical PSD of higher frequency waves ($T < 8$ hours) shows a weak decrease (roughly a -1 slope) in the accessible wavenumber range.

3. Interpretation

The vertical PSD of low frequency fluctuations ($T > 8$ hours) shows a very good agreement with gravity wave theoretical model (Smith et al., 1987): it is white up to some cut-off wavenumber and then decreases with a m^{-3} slope (m is the vertical wavenumber). Such a -3 slope is consistent with the hypothesis of a saturated wave field in the corresponding wavenumber range. However, for larger frequency waves ($T < 8$ hours) the vertical PSD does not show such a -3 decrease, indicating that the shape of the PSD is no more determined by saturation processes. On the other hand, the frequency PSD remains almost invariant regarding to the vertical scale of the fluctuations, showing a $\omega^{-5/3}$ shape. Our main conclusion is thus that the waves reaching saturation are essentially those of low frequency (so-called inertia gravity waves) whereas higher frequency waves are not fully saturated. A suitable spectral model of gravity wave should thus include a wavenumber-frequency dependency and could be of the form $A(m, \omega)B(\omega)$.

Smith, S. A., D. C. Fritts and T. E. VanZandt, Evidence for a saturated spectrum of atmospheric gravity waves, *J. Atmos. Sci.*, 44, 1404-1410, 1987.

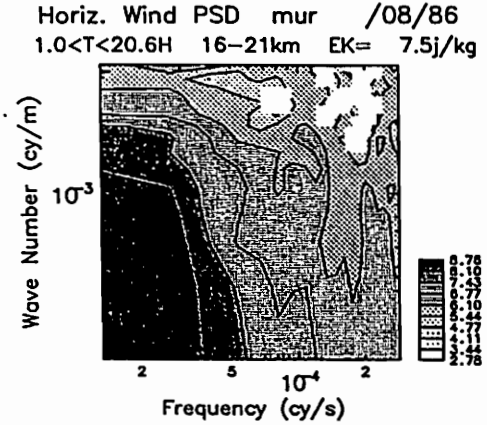


Fig. 1. Two-Dimension spectra versus frequency and vertical wavenumber, obtained from MU radar data in the lower stratosphere. The 2D spectrum is an average of four time sequence measurements (21 hours long) performed between 18 and 22 August 1986.

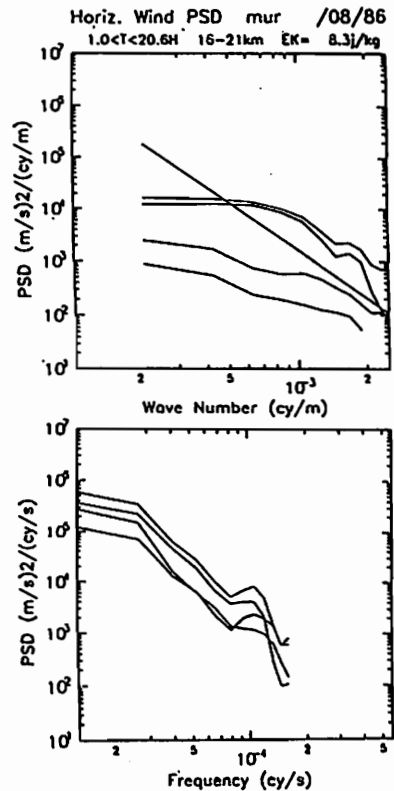


Fig. 2. PSD vs. vertical wavenumber (top panel) and frequency (lower panel) in various frequency (wavenumber) ranges respectively.

B12-12 ヒカマルカ VHF 帯レーダーによる 上部成層圏鉛直風速振動の観測

○前川泰之¹、山本衛²、深尾昌一郎²、津田敏隆²、山中大学²、中村卓司²、加藤進² R.F.Woodman³
1:大阪電通大 2:京大超高層 3:ヒカマルカ観測所

Upper Stratospheric Vertical Wind Oscillation observed by the Jicamarca VHF Radar

Y.Maekawa^{1,3}, M.Yamamoto², S.Fukao², T.Tsuda², M.D.Yamanaka², T.Nakamura², S.Kato² and R.F.Woodman¹
1:Osaka Electro-Commun.Univ. 2:RASC Kyoto University 3:Jicamarca Radio Observatory

The Jicamarca VHF radar (50 MHz) in Peru has very large antenna aperture (288 m x 288 m) and peak transmit power (1.5 MW). The height resolution was, however, more than 2 km in the old transmitter and receiver systems. Therefore, reliable atmospheric echoes were difficult to obtain in the height range from 30 to 60 km, which was often called a "gap region". Recently, new transmitter and receiver systems with height resolution of 250-500 m have been installed in the Jicamarca radar. As a result, this high-resolution observation conducted in 1990 detected "real" atmospheric echoes for the first time in the "gap region". These echoes can be distinguished from clutter using the cross-dipole array to monitor antenna sidelobe echoes.

Figure 1 depicts a time-height cross section (a) and standard deviation (b) of the observed vertical wind fluctuation. There appears a clear downward phase propagation with time in Fig.1(a), suggesting upward energy flow of gravity waves. The vertical scale of the waves seems much shorter in the stratosphere (<50 km) than in the mesosphere (>50 km). The standard deviation shown in Fig.1(b) increases exponentially with height both in the stratosphere and the mesosphere. Note that the wave energy indicated by the chains decreases significantly near the stratopause (~50 km). According to simple theoretical consideration on gravity wave saturation condition, the stratospheric wave (<50 km) will have a saturation value of ~0.3 m/s, while the mesospheric wave (>50 km) may grow up to ~3 m/s, being consistent with the present observational results. Also, these features agree well with the past mid-latitude lidar observations of the upper stratospheric temperature fluctuation T' (Chanin and Hauchecorne, 1982). It is thus confirmed that the Jicamarca radar measures true atmospheric wind velocities due to the gravity waves.

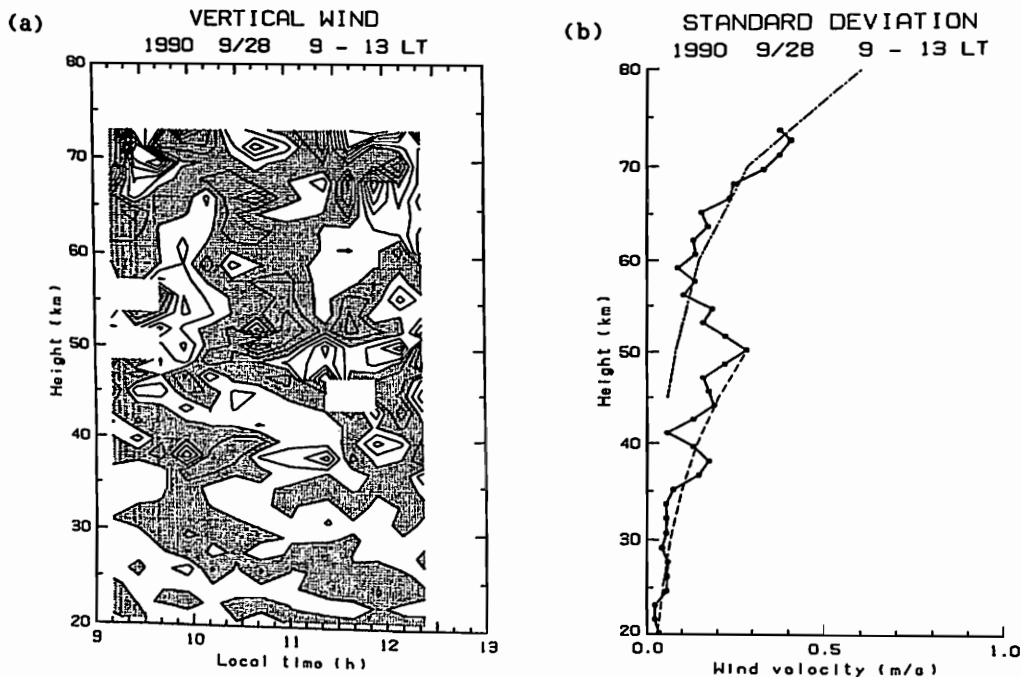


Fig.1 Time-height section (a) and standard deviation (b) of vertical wind fluctuation

中間圏重力波強度の MU レーダー/MF レーダー比較観測

○中村 卓司¹、津田 敏隆¹、村山 泰啓¹、加藤 進¹、深尾昌一郎¹、A. H. Manson²、R. A. Vincent³
 (¹京大超高層、²サスカチュワン大(カナダ)、³アデレード大(オーストラリア))

Comparative Observations on the Mesospheric Gravity Waves with the MU Radar and MF Radars

Takiji Nakamura¹, Toshitaka Tsuda¹, Yasuhiro Murayama¹, Susumu Kato¹,
 Shoichiro Fukao¹, A. H. Manson², and R. A. Vincent³

(¹RASC, Kyoto Univ., ²Univ. of Saskatchewan, Canada, ³Univ. of Adelaide, Australia)

We carried out comparative observations of the mesospheric gravity waves between the MU radar (35°N) and Saskatoon MF radar (52°N) from January 1989 to January 1990, and between the MU radar and Adelaide MF radar (35°S) in June 1987 and January/February 1991. The observational and analytical parameters and techniques are adjusted between the different radars as far as possible. Figure. 1 shows the monthly mean intensity ($\overline{u'^2}$) of the gravity waves with the periods of 10–100 min at Saskatoon MF radar and the MU radar. The Saskatoon data show the maximum in summer, the secondary peak in winter and minima in equinoxes. The data of the MU show similar variation but somewhat noisy because each monthly average in the MU is done only for 4–5 days observation per a month. The average of monthly ratio of $\overline{u'^2}$, $\overline{v'^2}$ and $\overline{w'^2}$ between the MU and Saskatoon is about 1.6 for all components. The comparison between the MU and Adelaide shows that similar amplitude of the gravity waves in local summer and winter, respectively. These results suggest the large intensity at the lower latitude and hemispheric symmetry on the gravity waves activity with short periods.

中間圏における重力波のエネルギーのグローバルな比較は、種々のレーダー観測間の比較が行われてきたが個々の論文で発表されたスペクトルや $\overline{u'^2}$ 等の間の比較がほとんどで、個々のレーダーの観測方法、観測時期、観測高度、分解能、解析方法等の違いから、エネルギーの比較範囲は、オーダーレベルに留まる。特に、重力波は周期数分、水平スケール数十 km といった短周期、高波数の波動まで含むために、時間、空間分解能の優れたレーダー観測での比較観測が是非とも必要である。

本研究では、MU レーダー観測による中間圏重力波の強度と Saskatoon(52°N) (カナダ) の MF(Medium Frequency) レーダー、および Adelaide(35°S) (オーストラリア) の MF レーダーの観測との比較を行った。すべての解析は各レーダーで記録される生データから行い、観測パラメータ及び解析手法等はできる限り同じになるように心がけた。これは、広い波数、周波数スペクトルを持つ重力波の異なる成分を取り出して比較する事を避け、有意な比較を行うために必要なものである。異なるレーダー間の観測結果の比較は種々の困難を生じるが、これを克服して有意な比較を行うことは地球上に点在する種々のレーダーからの大気波動のグローバルな特性を知る上でたいへん重要である。

図1は、1989年1月～1990年1月における周期10分～100分の重力波成分の月平均強度($\overline{u'^2}$)の比較である。高度は68–80km(Saskatoonは67–79km)の日中の観測で得られた重力波強度である。Saskatoonの値は、夏にピーク、冬にサブピークを持ち、春秋に最小となる年周変化を示している。MUのデータは、夏のピーク、秋の最小はよく一致するものの、Saskatoonに比較してばらつきが大きい。これは、MUレーダーの観測値は、月4～5日の観測の平均であるのに対し、Saskatoonのデータはほぼ1カ月全日の平均で

あることによるものと思われる。各月のMUとSaskatoonでの重力波強度の比を年平均すると、 $\overline{u'^2}$, $\overline{v'^2}$, $\overline{w'^2}$ とも1.6倍程度MUの方が大きい。

また、赤道をはさんで地理的共役点にあたるMUレーダーとAdelaideのMFレーダーの比較観測は、1987年6月及び1991年1～2月の両半球での夏冬に行われた。これらの期間の風速の周波数スペクトルの比較からMUとAdelaideの夏、及び冬同志でほぼ同一の強度の重力波が観測された。

これらの観測結果から、周期100～10分の重力波は低緯度ほど強い南北半球対称な強度分布をしていることが示唆されるが、もちろんより多くの観測による検証が必要である。

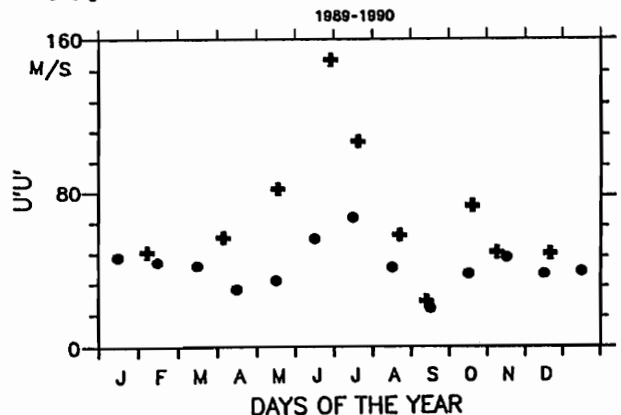


図1. The monthly average of $\overline{u'^2}$ with the periods of 10–100 min observed with Saskatoon (circles) and the MU (crosses). The data were taken for 68–80km (MU) and 67–79km (Saskatoon) altitudes and in only daytime.

中間圏で観測された 大規模重力波の特性について

村岡良和¹・深尾昌一郎²・杉山卓也³・山本衛²・津田敏隆²・中村卓司²・加藤進²
¹兵庫医大 ²京大・超高層電波研究センター ³京大・理

CHARACTERISTICS OF A LARGE-SCALE GRAVITY WAVE OBSERVED IN THE MESOSPHERE

Y. Muraoka¹, S. Fukao², T. Sugiyama³, M. Yamamoto², T. Tsuda², T. Nakamura², and S. Kato²

1. Hyogo College of Medicine, 2. RASC, Kyoto University, 3. Kyoto University

In the last several years we have measured mesospheric wind velocity by using the MU radar at Shigaraki (34.9°N, 136.1°E). Since the radar system provides a high-resolution wind data in space and time with sufficient accuracy, we can easily find a variety of gravity wave motions in the observed wind profiles.

Here we report an analytical result on the wind data obtained September 5, 1988 because we could successfully estimate propagation parameters of a gravity wave motion from the data. Fig. 1 shows a time series of the hourly-averaged meridional wind velocity profiles for the period 08-16 LT on that day. It is obvious that a large sinusoidal motion has a vertical scale of about 10 km and the phase progression of the velocity peaks is downward. Fig. 2 shows a hodograph representation of 1 min averaged horizontal velocity vectors for the same period at 76 km. In this figure we drew an ellipse as a best-fit curve for the clockwise polarization of the vector with time throughout the record. Typical values of the period deduced from these hodographs are between 11-12 h. Thus obtained propagation parameters of the wave motion are summarized in Table 1 together with the quantities on the background mean field. We are going to discuss further about the breaking of the gravity wave and the relation to the simultaneously observed echo layer at this meeting.

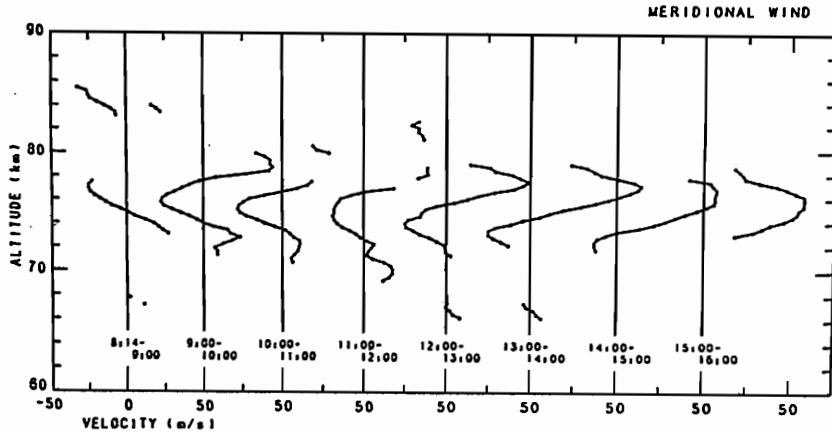


Fig. 1

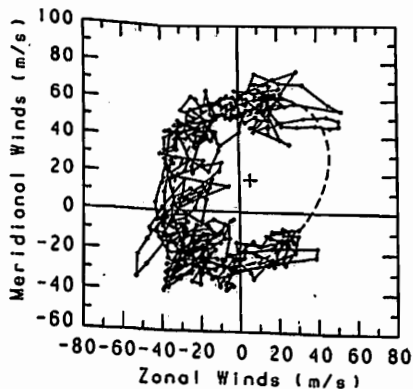


Fig. 2

Quantities	Notations	Values
WAVE FIELD		
Vertical wavelength	$\lambda_z = 2\pi/m$	10.5 km
Horizontal wavelength	$\lambda_h = 2\pi/k$	2750 km
Period	$2\pi/\omega$	15.1 h
Vertical phase velocity	ω/m	-0.2 m s ⁻¹
Horizontal phase velocity	ω/k	51 m s ⁻¹ NNE
Ratio of the intrinsic to inertial frequency	f/ω	0.72
Doppler-shifted horizontal phase velocity	$c = \omega/k$	68 m s ⁻¹ NNE
MEAN FIELD*		
Zonal wind velocity	u	6 m s ⁻¹ E
Meridional wind velocity	v	16 m s ⁻¹ N
Brunt-Väisälä frequency	N	0.021 s ⁻¹
Scale height	H	6.2 km
Temperature	T	210 K

*Evaluated at 76 km

Table 1

藤森幸光 野村彰夫 斉藤保典 鹿野哲生

信州大学工学部

Atmospheric Wave Activities in the Sodium Layer

Y. Fujimori, A. Nomura, Y. Saito, T. Kano

Fac. of Eng., Shinshu Univ.

The nocturnal variations of monthly mean sodium density profile indicated that the sodium layer was broadening and divided into two peaks in the early morning in November to March. It was found by simulation analysis that the broadening effect originated in the modulation of the normal layer by atmospheric wave motion with a vertical wavelength of 12 km, a period of 12 hours and a downward phase velocity of 1 km/h.

1. はじめに

前回の報告¹⁾では信州大学におけるNa層観測ライダーシステムと観測データに基づく気柱密度変化及びNa層高度分布変化についての報告を行った。今回はさらにNa層に内在する大気波動の解析を行い、そのシミュレーションより高度分布変化の検討を行ったので報告する。

2. Na層高度分布の夜間変化

1990年12月のNa層高度分布の平均をとったものを図1に示す。明け方に向けて濃度のピークがつぶれて層幅が厚くなっている。この変化は11月～3月の期間にみられ、この期間の月別平均プロファイルは図1に似ている。このような変化の例として

1990年12月4日～5日のデータを図2に示す。同日のスペクトル強度分布を図3に示す。図2に位相速度1 km/hの波動がみられ、図3において波長12kmのスペクトル強度が強いことから、この日のナトリウム層は波長12km、周期12時間の大気波動の変調を受けていると考えられる。そこでこの大気波動による変調をGardnerらによって導かれたNa層の大気波動応答式²⁾を用いてシミュレーションを行った。その結果を図4に示す。図2によく似た結果が得られている。この結果は、Na層の明け方に向けての層幅変化の原因が波長12km、周期12時間の大気波動のNa層に対する変調であることを示している。つまりこの波動の山が明け方にNa層高度域に2つ入り込むためにNa層は明け方に向けて濃度のピークがつぶれ、層幅が厚くなるのである。この波動の源は波の位相と地方時が一致していることから太陽潮汐によるものである可能性が高い。

参考文献

- 1) 野村彰夫ほか: 第89回地球電磁気・地球惑星圏学会講演予稿集, H42-08 (1991)
- 2) C. S. Gardner and D. G. Volz: Lidar Studies of the Nighthtime Sodium Layer over Urbana Illinois 2. Gravity Waves, J. Geophys. Res. Lett., 14, 76-79 (1987)

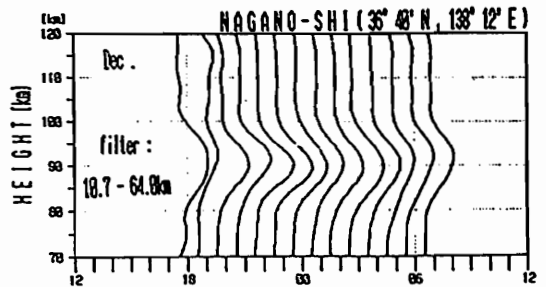


図1 12月のナトリウム原子密度平均プロファイル

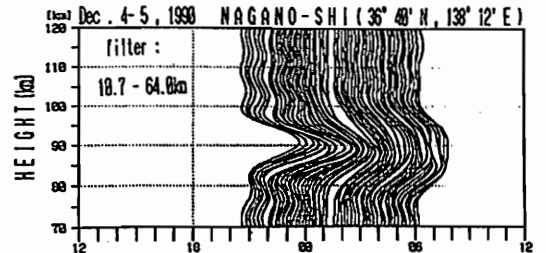


図2 ナトリウム層幅の夜間変化の例(12月4日～5日)

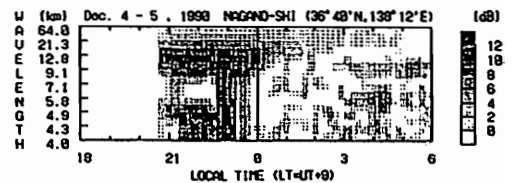


図3 空間スペクトル強度分布(12月4日～5日)

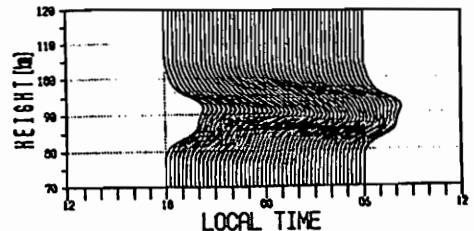


図4 シミュレーションの結果

山中 大学
京都大学超高層電波研究センター

An Estimation of Gravity-Wave Momentum and Energy Fluxes
from the Middle Atmosphere to the Upper Atmosphere

Manabu D. YAMANAKA
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

The vertical fluxes of momentum and energy through the middle atmosphere are calculated by using a simple semi-empirical model of quasi-monochromatic parameters of internal gravity waves. The results can simulate values obtained at limited altitude ranges, and provide us a new viewpoint on the control of the homopause level.

前回までに述べた飽和重力波が大気圏の基本的鉛直構造の決定に果たす役割について、具体的に計算する。既発表の渦拡散係数 K のパラメタリゼーション (Yamanaka, 1991; Yamanaka et al., 1991) に用いた「準単色重力波」仮説に基づき、鉛直波数 m および本来周波数 $\hat{\omega}$ の卓越モードの観測結果をまとめた簡単な近似式：

$$m \approx (2\pi/1.5 \text{ km}) \exp(-z/34 \text{ km}), \quad \hat{\omega} \approx f/0.3 \quad (1)$$

から出発する (但し z は高度, $f \approx 1 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ は Coriolis 係数)。このとき慣用の分散関係式・位相関係式・飽和条件式を用いると、運動量束 M およびエネルギー束 E は次のように書ける：

$$M \equiv \overline{\rho u' w'} \approx \text{sgn} \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial z} \right) \frac{\bar{\rho} N \hat{\omega}}{2m^2} \approx \text{sgn} \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial z} \right) \cdot (0.25 \text{ Pa}) \cdot \exp \left(-\frac{z}{12 \text{ km}} \right), \quad (2)$$

$$E \equiv \overline{\rho \phi' w'} = \frac{\bar{\rho} N^2 \hat{\omega}}{2m^3} \approx (1.2 \text{ W/m}^2) \cdot \exp \left(-\frac{z}{41 \text{ km}} \right) \quad (3)$$

(但し \bar{u} は平均東西風速, (u', w') は水平・鉛直速度変動, $\bar{\rho}$ はスケールハイト $H \approx 7 \text{ km}$ で高度方向に減少する標準大気密度, $N \approx 2 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$ は Väisälä-Brunt 周波数)。

このモデルは、(1) を局所的に満たす無数の単色波が高度方向に次々と捕捉され飽和・碎波している状態を仮定しており、個々の波については飽和直前まで一定に保って運びあげられてきた運動量束・エネルギー束を包絡した形となっている。(1) で与えられる m は波の振幅が高度と共に増加することを意味するが、 $\bar{\rho}$ の効果により結局 M および E は高度と共に減少することになる。また、碎波は臨界高度 ($\hat{\omega} = 0$) へ向かう場合のみ起こり、且つ擬運動量が無限上方で発散しない (源が下方に限られる) ため、(2) における M つまり $\hat{\omega}/m$ の符号は $\partial \bar{u} / \partial z$ の符号で規定されている。上記のモデルに基づく M および E の鉛直分布の計算結果は、これまで主として下部成層圏や中部中間圏において得られている観測結果を良く再現するものである。高度 100km における値は、

$$M \approx 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}, \quad E \approx 1 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$$

となる。

なお (2) および (3) は Boussinesq 近似 (鉛直波長 $2\pi/m \ll 4\pi H \approx 84 \text{ km}$) で書いてあるが、この近似は現実の中層大気上端 (下部熱圏) 付近で無効となり、超高層大気では両式中の m を $1/2H$ と書き換えた

$$|M| \approx 2\bar{\rho} N \hat{\omega} H^2, \quad E \approx 4\bar{\rho} N^2 \hat{\omega} H^3 \quad (4)$$

のような形となり、またこの領域では H や N の値やその変動度も大きくなる。先に発表した K の計算では均質圏界面が K と分子拡散係数と等しくなる高度領域として与えられることを示したが、 M が気圧と等しくなる高度領域、あるいは E が熱伝導束と等しくなる高度領域ともほぼ一致することが示せる。

中層・超高層大気における潮汐波・プラネタリー波 の数値モデリング (9)

麻生 武彦 (京都大学工学部)

Numerical modelling of tide and planetary-scale waves in the middle to upper atmosphere

T. Aso (Kyoto University)

Time evolution of solar atmospheric tide for the linearized regime has been calculated by means of time-dependent spectral model. In the model, primitive equation system is solved both by the Euler-backward (Matsuno) and the leap-frog schemes to delineate transient response and altitude propagation of each mode. Propagating (1,1) mode which requires higher resolution shows smaller vertical group velocity for the setup of tidal structure. These and other findings are expected to give some insight into the transience of global-scale tidal wave system and its variability due to the background atmospheric conditions.

下層大気から中層大気にわたって観測される大気潮汐波は、周知のように励起源の局所性或いは上層への伝搬過程に於ける背景大気の変動、他の波動との相互作用等によって幅広い時間的および空間的変動を呈する。数値モデリングに於いてはこれらの様相を定量的に明らかにすることを第一の狙いとしている。これまで松野スキーム [1] を用いた中層大気までを扱うモデルにより線形で平均流を考慮しない場合について、大気潮汐波各モードの応答の数値シミュレーションを試みた。このスキームは安定であるがとくに半日周期成分の場合、実効的な散逸が小さくない。

前回の報告 [2] 以降、より高い空間分解能を必要とする一日周期 (1,1) モードの時間発展の計算および異なるスキームとして Leapfrog 法と安定化のための semi-implicit 法を併用したコードの検討を進め、またプログラムのベクトル化等に関する改良も行なった。オゾンと水蒸気を励起源とする (1,1) モード潮汐波の高度 85.2km における西風の緯度構造の時間発展を Leapfrog スキームにより計算した結果を図 1 に示す。この場合高度方向の刻み幅を $x = \int_0^x \frac{1}{\rho} dx$ として $\Delta x = 0.1$ に、ルジャンドル陪関数の次数は 19 までとっている。2 日で立ち上がる源に対し振幅のピークはほぼ 11 日後に現われており、これはこのモードの鉛直方向への伝搬が 0.12m/sec 程度と比較的ゆっくりしていることによる。この値は、計算値 (0.12-0.15m/sec) や、[3] の結果とも対応している。

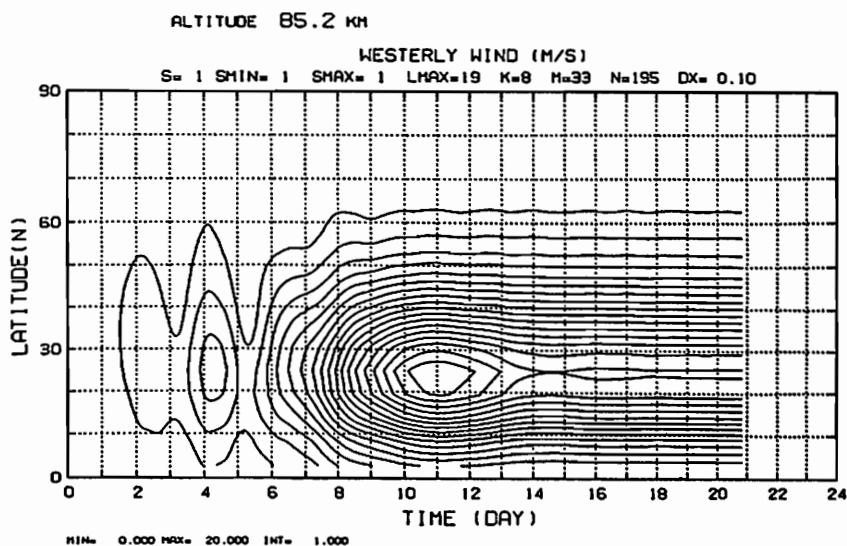


図 1: 高度 85.2km における (1,1) モード西風成分の緯度構造の時間発展

謝辞 本計算は京大工付属高度情報開発実験施設および科学研究費補助金 (創成的基礎研究費 代表松野太郎東大教授)、京大超高層電波研究センター電算機利用共同研究費により京大大型計算機センターにおいて行った。

参考文献

- [1] Matsuno, T. (1966), J. Meteor. Soc. Japan, 44(1), 76-84.
- [2] 麻生武彦, 第 88 回地球電磁気・地球惑星圏学会講演予稿集抜刷 P-11 頁, 1990 年 11 月
- [3] Vial, F., J. M. Forbes, and S. Miyahara (1991), J. Geophys. Res., 96(A2), 1215-1224.

南極昭和基地における熱圏ダイナミックスの ドップラーイメージング観測

中島英彰、岡野章一、福西浩（東北大・理）、小野高幸（極地研）

Doppler Imaging Observations of Thermospheric Dynamics at Syowa Station, Antarctica

H. Nakajima, S. Okano, H. Fukunishi, 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. Although it is necessary to correct the slight distortion of images arising from the non-linearity of the 2-dimensional photon detector for precise determination of wind speeds, preliminary results show that F region temperatures derived from OI(630.0nm) fringe data increase rapidly responding to auroral activity enhancement.

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。

取得データを再生してみたところ、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に画像歪みの存在が見られた。熱圏風によるドップラー変位を正確に求めるためにはこの歪みの補正を行なう事が必要であり、現在精密グリッドスケールを撮像した画像データを用いて、この補正を実行中である。

温度については、現在までに行った予備的な解析から、オーロラブレイクアップに伴ってOI(630.0nm)による干渉フリッジのドップラー幅から求められるF層領域の熱圏温度が~10分程度特性時間で急激な上昇を示すような結果が得られている。以下の図1に1990年9月11日21:35:00UT~21:39:43UTに取られた512枚の全天干渉フリッジ画像を二値化して重ね合わせた画像を示す。この日は昭和基地のK-indexの値で3(18~21h)~6(21~24h)で、丁度この時間に画像の上側(地磁気の北側:低緯度側)からオーロラの増光が始まった時である。また、図2にこの時を挟んだ前後3時間のフリッジ上の3点での温度変化のグラフを示す。21:35UT附近に、フリッジ上の各点で200~1000Kの急激な温度上昇が認められる。F層温度の絶対値は画像歪みの除去を除いた後でないと正確な事は言えないが、約600~2000Kの値を示している。

1990 Sep. 11 21:35:00~21:39:43

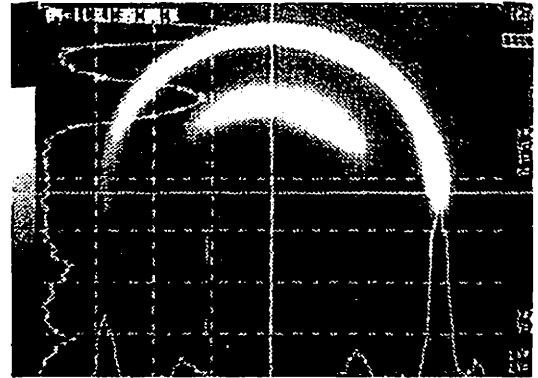


図1. 630.0nm全天干渉フリッジ画像。上が磁北、右が磁西。

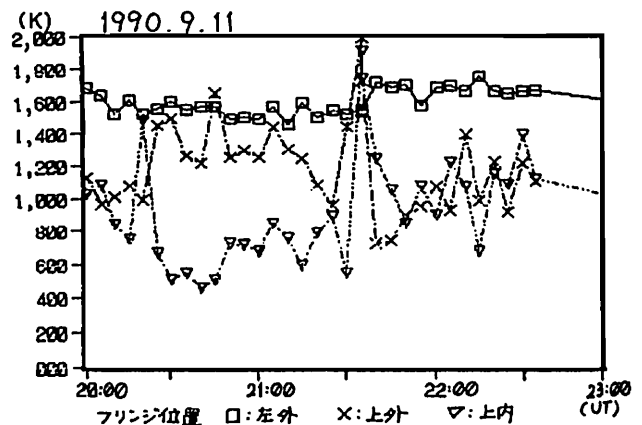


図2. フリッジ上の3点での温度変化

□ 大気圏化学・放射 (I)

B31-01~05, -P50~52

座長 北 和之 (東大理)

柴田 隆 (通総研)

□ 大気圏化学・放射 (II)

B31-06~11, -P53

座長 鈴木勝久 (横浜国大教育)

渡辺 隆 (筑波技術短大)

藤原玄夫・安松論史・秋吉英治
(福岡大学理学部)

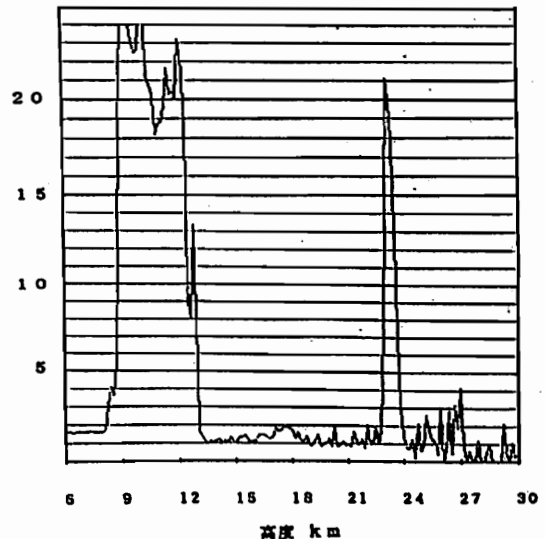
Observation of Stratospheric Aerosols after the Eruptions of Pinatubo

Motowo Fujiwara, Hideharu Akiyoshi and Satoshi Yasumatsu
Department of Applied Physics, Fukuoka University

A strong scattering layer has appeared at altitudes 17-18 km over Fukuoka since 7 July, about three weeks after the initial stage of the series of serious eruptions from Pinatubo volcano. Enormously strong scattering appeared at 21-22 km on 16 July and persisted for about a month, the maximum scattering ratio of which attained some times more than 20 at the laser wavelength 532 nm. Results of laser radar observations at Fukuoka will be reported in comparison to the case of El Chichon volcanic event.

1991年4月2日に噴火を開始したフィリピン
のピナトゥボ火山(15.14°N, 120.35°E)は、約2
カ月の間に噴煙が成層圏にまで到達する大噴
火が始まった。噴煙到達高度の見積りは、地
表観測と人工衛星観測とでは若干の違いはあ
るが、12-15日におよぶ噴煙を伴う噴火が
25 kmにも上る噴煙を伴う噴火が十数回続
いた後、15日10時7分に今世紀最大の噴
火規模の噴火が起った。成層圏に達した火
山性エアロゾルは、約2週間地球を1周し、
20°N-20°Sに地球をとりまき、北極と南
の濃いエアロゾル層を形成した。火山灰とSO₂
に放出された同量のベロメキシブのエルチ
チヨンの火山のとき(これも今世紀最大の噴
火のおよそ2倍と見積もられている。)
福岡大学では、主として対流圏のエアロゾ
ルを測定するため、小型のYAGレーザーレ
ター(波長532 nm)を設置して観測を行
ったが、今年から成層圏エアロゾルの定常
観測も開始した。
福岡ではピナトゥボ火山噴火の情報を得て
から7月に入ると晴天の夜がなくなり、7月
7日に初めて観測を行った。7月7日、高
度17-18 kmに薄くエアロゾル層が出現し
た。その減少が著しかったが、エアロゾル
の減少は2-3程度と推定され、この高度
は口界面上のすく上り、しかるにその温
度(390)の面は福岡と同等の緯度上
に位置する。ピナトゥボ火山の起源と
はピナトゥボ火山の起源と変遷は少な
くともピナトゥボ火山の起源と変遷は
約1カ月の7月16日には高度21-22

kmに散乱比10を越す非常に強い散乱層が出現
した。この層は1カ月足らずの間同じ高度に
出現し、散乱比の最大値は20以上にも達
したが、現在は消失して存在しない。
エルチチヨンの火山噴火のときは、このエ
アロゾル層による成層圏温度の上昇など、地
球環境の変化に対する寄与が見られたが、今
回の噴火がそれよりもはるかに大きいとす
ると、エルチチヨンの比へてもつとる影
響が顕著なエアロゾル面のヘテロジニア
スな化学反応によるオゾン減少なども、そ
の重要な一つである。講演では福岡大学
における観測結果を、他のステーション
における結果、および前回のエルチチ
ヨンの結果と比較して詳細に報告する。



8月6日に観測された
散乱比Rの高度分布

稚内におけるピナトゥボ火山噴火雲緊急観測

板部敏和、柴田隆、徳丸宗利
(郵政省通信総合研究所)

Urgent Observation of Pinatubo Volcanic Cloud at Wakkanai
Toshikazu Itabe, Takashi Shibata and Munetoshi Tokumaru
(Communications Research Laboratory)

Some lidar groups in Japan now intend to observe enormous stratospheric volcanic cloud from Mt. Pinatubo. They are organized to observe the cloud along the Japanese Islands, and the transport from lower to higher latitude. As one of the group, CRL has begun the lidar observation at Wakkanai Radio wave Observatory (45.2°N, 141.4°E) which is the most northern lidar observation point in Japan. The CRL lidar uses Nd:YAG fundamental wavelength 1.06 μm. A test observation at Tokyo in August shows distinct Pinatubo cloud at altitudes about 23 and 18 km.

6月中旬のフィリピン・ルソン島ピナトゥボ火山の大噴火では成層圏に大量の火山灰及び火山ガスが注入された。その量は1982年に大噴火を起こし、同じく成層圏に高濃度のエアロゾル層を形成したメキシコ・エルチヨン火山の場合の約2倍にも達し、今世紀最大であるとの見積もある。今後形成された濃い成層圏エアロゾル層が気候に及ぼす影響が懸念される所ではあるが、同時に今回のイベントは下部成層圏に於ける化学過程、力学輸送過程、輻射過程等を知る貴重な機会とも考えられる。

ライダーは上記エルチヨン噴火の際はもとより、これまで火山噴火雲の濃度分布の測定に威力を発揮してきた。今回の噴火に際し日本国内のライダーグループは組織的な観測を行うべく活動を開始している。とくに我が国が南北に長い地理的な特徴を生かし、ライダーを南北に展開しエアロゾルの低緯度から高緯度への輸送過程を測定すべく準備を進めている。通総研では最北端の稚内・稚内支所(45.2°N, 141.4°E)において観測を行う。

通総研が用いるライダーの諸元を表に示す。波長1.06 μmはエアロゾルの分布の測定には短い波長に比べ相対的により敏感である。PMTの量子効率 は従来のS1のPMTと同様

送信部	
レーザー	Nd:YAG
波長	1.06 μm
平均出力	6 W
受信部	
望遠鏡	35 cm φ
PMT	HAMAMATSU R3236 (S1)

表 ライダー諸元

であり、1.06 μmで0.1%のオーダーであるが、冷却した場合の熱雑音が非常に低い特徴を有

しており、成層圏の観測を有効に行う事ができる。

図は8月に東京で行った試験観測の結果である。高度18kmおよび23kmにピナトゥボ起源と思われる高濃度のエアロゾル層が存在する。平常値と比較すると18kmで5~6倍23kmで40~50倍の濃度となっている。2層(18km; 西風領域、23km; 東風領域)での現れ方はエルチヨン雲の場合と同様であるが、その濃度は、いまだエルチヨン雲の場合の10分の一と小さく、噴火雲の主要な部分は8月現在、依然低緯度に存在しているようである。

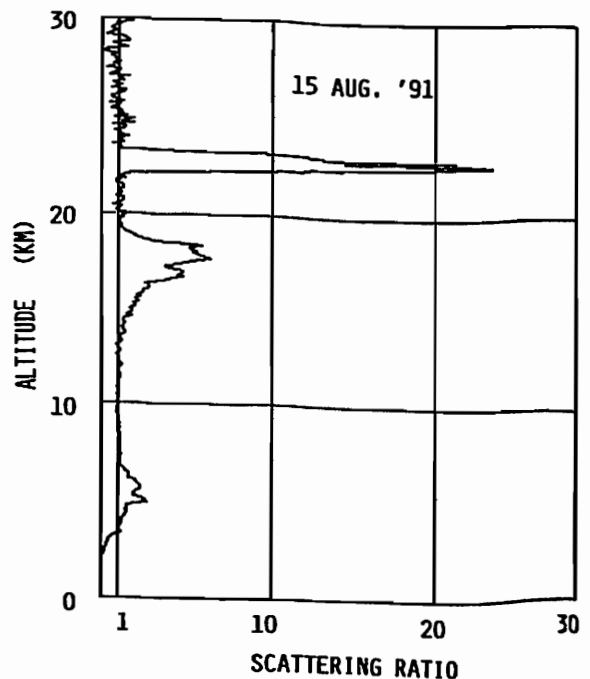


図 試験観測結果 (散乱比、於東京)

成層圏 HCl、HF 高度分布観測
2. 1990年6月の大気球観測

柴崎和夫¹, K. Chance², D. Johnson², K. Jucks², W. Traub²
1: 国学院大 2: ハーバード・スミソニアン天体物理研

Observation of Stratospheric HCl and HF Vertical Profiles (II) June 1990 Balloon Flight

Shibasaki, Kazuo¹, K. Chance², D. Johnson², K. Jucks², and W. Traub²
1: Kokugakuin University 2: Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics

We present HCl and HF vertical profiles derived from atmospheric emission spectra measured with our balloon-borne FIRS-2 far infrared Fourier transform spectrometer during the balloon flight on June 4-5, 1990 at Fort Sumner, New Mexico. In Figure 1 are shown the both HCl and HF profiles obtained from 1990 balloon experiment with those from our previous balloon observations on May 1988 and on September 1989. Also shown are the ones of ATOMOS experiment on the Space Shuttle. Figures 2a) and 2b) demonstrate the trend of total HCl and HF above 20 km. With compared to our 1983 results obtained during the BIC-2 campaign, the increase in total HF can be recognized between 1983 and 1990, although the rate of annual increase, about 3 % y⁻¹, is much less than those of nearly 10 % y⁻¹ reported by other groups. For HCl no increase cannot be derived from our result.

Recently two groups analyzed solar IR absorption spectra measured on Kitt Peak (31.9°N) between 1977 and 1990. Their results indicate the continuous increase in both the total HCl and HF superimposed on short term variabilities and on seasonal variation of an early spring maximum and an early fall minimum. Because Kitt Peak is located at nearly the same latitude as the balloon launching sites of Fort Sumner, NM and Palestine, TX, we think our results is favourably comparable with their results. As mentioned above, our 1983 results for HCl and HF are nearly the highest among BIC-2 results, however, our results including the latest one are generally consistent with those of ground-based measurements on Kitt Peak considering experimental uncertainties and the extent of temporal variabilities seen in ground-based observation data.

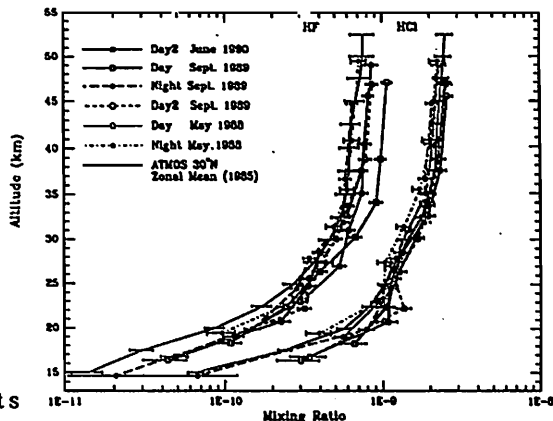


Figure 1

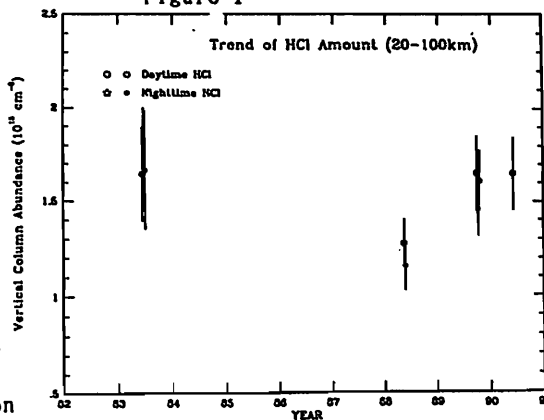
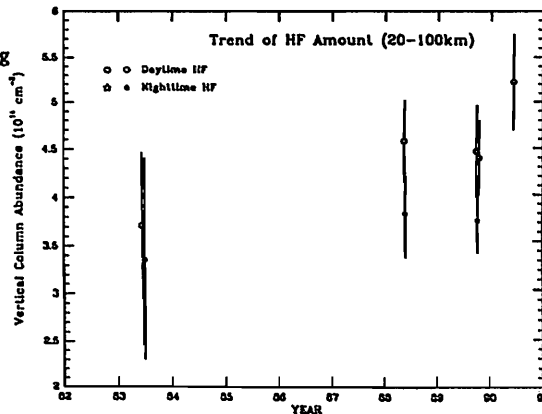


Figure 2a) ↑ 2b) ↓



○北 和之, 新 健二, 遠嶋 康徳*, 小川 利紘
 東京大理学部地球惑星物理学科 * 東京大理学部地殻化学実験施設

A SUCCESSIVE OBSERVATION OF ATMOSPHERIC METHANE BY USING HE-NE LASER

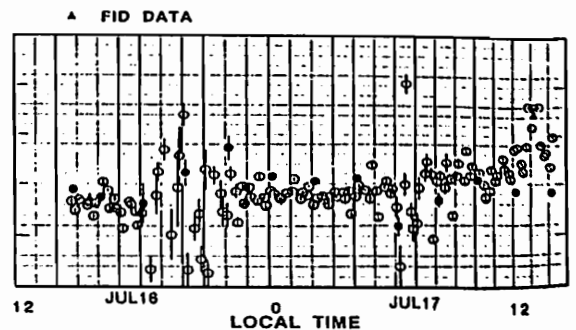
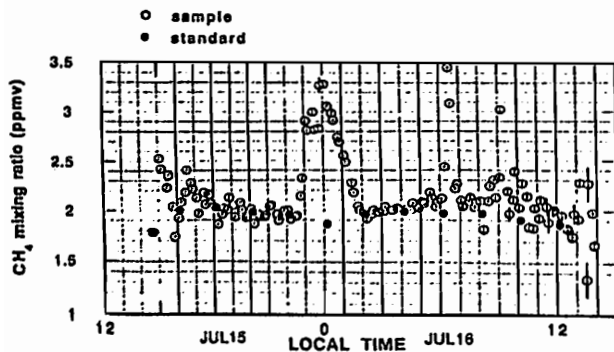
KITA, K., K. ATARASHI, T. OGAWA (Dept. Earth and Planetary Phys., Univ. Tokyo)
 and Y. TOHJIMA (Lab. Earthquake Chem., Univ. Tokyo)

The atmospheric methane mixing ratio is being successively observed at Hongo campus of Univ. Tokyo. The methane mixing ratio is measured by a new method, which uses the absorption of He-Ne laser light by methane molecules. The methane mixing ratio at Tokyo is usually around 2 ppmv. However, higher methane mixing ratios about 3 ppmv are sometimes observed, which implies that some strong, localized sources of methane exist in Tokyo urban area.

大気中の放射・化学過程において重要な役割を演じるメタンは、年に約 1% の割合で増加している。その原因については、人間活動に密接な関係があると考えられているが、メタン発生源について定量的な知見に乏しいためよく理解されていない。我々は、自動車・航空機に搭載して観測することによりメタンの分布や発生源について広範な知見を得ることを目的として、高時間分解能のメタン観測器を開発している。この装置は、メタン分子が波長 3.39 μm の赤外 He-Ne レーザー光を選択的に吸収することを利用したもので、1atm 20°C 光路長 9.8m のもとでのメタンによる光吸収率は、CH₄ 1ppmv に対し 0.8% である。測器は、He-Ne レーザー及び長光路セル、付随する光学系、配管系、電気系からなり、パソコンで自動制御されている。

現在までに、この測器を用いて 1990 年 11 月より南極観測船しらせの航海に伴う船上観測が行われた（このデータは現在鋭意解析中）。その後オーバーホールし、この 7 月より東大本郷キャンパス内にて連続測定を開始したので、その結果を紹介する。

下に、7/15, 16, 17 に観測されたメタン濃度を図示する。これまでの観測期間中、東京本郷でのメタン濃度はおよそ 2 ppmv 位のことが多く、1.9 ppmv 未満のときは少ない。時折 3 ppmv に達するような高メタン濃度の気塊が通過していくのが看取される。この現象が全くみられない日もあるが、多いときには 1 日に数回見られる。これは、やはり都市域に強いメタン源が局所的に存在していることを示していると考えられる。このような局所的発生源について調べるには、一定点の観測では無理で、多点か移動点での観測が必要である。また現在のところ、この測器の精度は 0.1 ppmv 程度でありまだ不足気味である。7/16, 17 のように測器ドリフトのため精度が極端に落ちるときもあり、これは周囲温度変化にともないレーザー縦モード変化が生じていることが原因と思われる。そこで現在、レーザー周囲温度および共振器長安定化を施し、長光路セルを小型化した二号機を作成しており、これによって自動車・航空機等に搭載しての観測を行いたいと考えている。



○米村正一郎、岩上直幹（東大理）

Ground-based IR absorption measurement of atmospheric CO

○Yonemura S. and Iwagami, N. (Univ. of Tokyo)

Atmospheric CO has been measured with IR absorption spectroscopy since 1989 using R3 line at 2158 cm^{-1} . We discuss columns in the free-troposphere by comparing our spectroscopic measurements and in-situ measurements on the ground.

一酸化炭素COは都市大気汚染ガスの代表格であるばかりでなく、自由対流圏では年率1%程度で増加を続けていること、南北半球でその分布に著しい非対称がみられること、対流圏でのオゾンの生成に関与していること、などから極めて興味ある大気微量成分である。しかしガスクロマトグラフに直接にかかりにくいことなど自然状態における測定には困難が多く、そのふるまいに関する我々の知識は観測的には極めて不足している。

1989年以来我々は本郷キャンパス内に設置した赤外分光システムによって $2000\text{ cm}^{-1} \sim 4000\text{ cm}^{-1}$ の太陽スペクトルを測定し、OCS、CO、 N_2O 、 CH_4 、HCl、 C_2H_6 などの大気微量成分を吸光法によって想定してきた。COコラムの定量は 2158 cm^{-1} にあるR3線を用い、吸収等価幅によって行っている。

一方、東京都大気環境局は都内数十箇所においてオゾン、窒素酸化物などの汚染気体の他、気温、風、日射などの測定を行っている。今回はこのうちから文京、新宿および江東で得られたデータをもとに境界層内のCOコラムを評価し、赤外で得られた全コラムと比較することから自由対流圏中のCOのふるまいを議論する。

B31-P50 夜間大気光 (O I 557.7 nm) の 全天イメージング観測

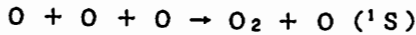
久保田 実¹、岡野章一¹、田口 真¹、阿部利弘¹、福西 浩¹、木山喜隆²
1:東北大理 2:新潟大理

ALL-SKY IMAGING OBSERVATION OF OI557.7nm NIGHT AIRGLOW

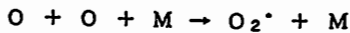
M. Kubota¹, S. Okano¹, M. Taguchi¹, T. Abe¹, H. Fukunishi¹, and Y. Kiyama²
1:Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University
2:Faculty of Science, Niigata University

All-sky imaging observations of OI557.7nm airglow have been carried out at Mt. Zao Observatory of Tohoku University to detect changes of atomic oxygen density which are caused by atmospheric dynamics in the lower thermosphere. Stripe structures in OI557.7nm images, which are interpreted as gravity waves, were observed to move from southwest to northeast in post-midnight on March 18, 1991. A remarkable increase of OI557.7nm airglow intensity was observed during a magnetic storm on May 13, 1991. The data on this night are compared with temporal variation of thezenith intensity of OI557.7nm observed at Kiso.

高度約90~110kmの下部熱圏域における酸素原子OI557.7nm発光の励起機構は、酸素原子の三体再結合反応



および/または



によると考えられているので、この発光の強度は下部熱圏域における酸素原子の密度に敏感に反応すると予想される。したがって、OI557.7nm発光強度の二次元分布を高時間分解能で観測することができれば、大気力学変動にともなう酸素原子密度の変動を知ることができる。

このような目的で我々はOI557.7nm大気光の全天単色イメージ撮像観測を蔵王観測所において行なっている。観測には魚眼レンズを用いた光学系(視野全角150°)および半値幅2.0nmの干渉フィルターを用い、撮像は二次元光子計数管の蛍光面出力像をCCDカメラで記録しており、5分間の積分時間で6分おきに1枚の画像データを得ている。

1990年11月より現在まで十数晩の観測を行なった。その中でも観測条件の良かった7日分のデータ(表1)に対してVan Rijn効果及び大気減光の補正を施したところ、十数分から数時間までの時間スケールの発光強度分布の変動がみられた。表1で示した中で特に特徴的と思われる日の変動の様子を紹介すると、

1991年3月18日: Kp = 0+ ~ 2- の静穏日で、夜半前に中規模な増光が起こりその後次第に暗くなったが、0:30~2:00頃にかけて南西から北東に移動する数本の縞状構造がみられた。この構造は大気重力波と解釈される。

1991年5月13日: この晩は磁気嵐中であり、観測開始時から相当明るかったが、21時頃東に更に明るい領域が現われ、その領域が西方へ広がる形で南を除く全天が明るくなった。この日は木曾でも557.7nm発光の天頂強度が観測されており、木曾上空でもほぼ同時に増光している事が確認された。

今回はさらに魚眼レンズで撮像した全天画像を、観測点からの距離と方角を正しく表わすような画像へ座標変換する補正を行ない、発光の地理的な二次元分布を見やすくした。

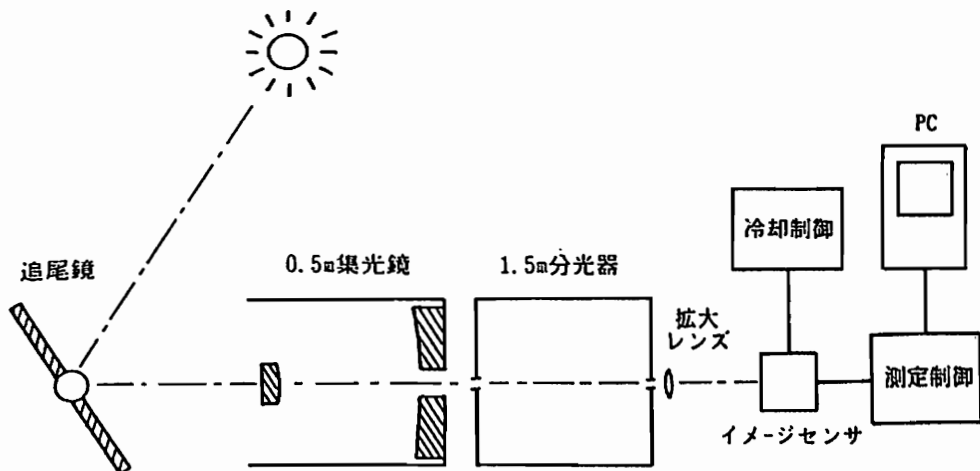
観測日	観測時間(JST)	Kp指数
1990/12/13	19:15~3:43	1+ ~ 3+
12/19	19:44~5:14	0+ ~ 1
1991/ 3/18	19:45~4:41	0+ ~ 2-
4/16	19:36~3:53	1+ ~ 3-
5/13	20:06~1:59	4 ~ 6-
5/14	20:36~2:53	4 ~ 6
6/ 7	20:38~0:59	

表1: 観測日時とその時のKp指数

The stratospheric OH is measured with ground-based UV absorption spectroscopy. We use a linear photodiode array with an image-intensifier to detect the solar spectrum for this measurement because inhomogeneity in the mechanical wavelength scanning was the largest source of errors for our previous measurement.

水酸分子OHは多くの大気微量成分中でも最も反応性に富み、多くの重要な大気化学反応に関与している。例えば、成層圏では触媒サイクルで O_3 を壊し、対流圏ではメタンをはじめとする炭化水素の分解を先導して大気の掃除屋と呼ばれている。しかし、その測定例は極めて少なく、その振る舞いは観測的には知られていない。Burnett等は数年にわたり地上からの紫外吸光測定を続けてきたが、その測定結果は現在の光化学理論とは必ずしも一致しない。我々は彼らと同じ波長域において、彼らが三段直列エタロンを用いたのに対し、回折格子とリニアイメージセンサの組み合わせによって成層圏OHの定量を試みている。対流圏OH密度はその高い反応性により極めて小さいと予想されるため、地上から成層圏コラムが測定できる。

測定装置は太陽追尾鏡、集光鏡、分光器、イメージインテンシファイヤ付MOSリニアイメージセンサ、データ処理系、冷却コントロールなどから成り、本郷キャンパス内に設置されている。前回、我々は太陽ディスク東西両端でのドップラシフトの差を利用して成層圏OHを検出しようと試みたが、所定の精度が得られず中断した。最大の誤差要因は機械的な波長走査の非一様性にあつたため、今回は回折格子を固定しリニアイメージセンサを用いてスペクトルを測定する構成とした。この他各鏡面のオーバーコートを改良するなどS/N比の向上に努めた。測定には308nm付近にある $1P_1$, $3Q_1$, $3Q_2$ などの吸収線を用いる。太陽大気OHによる幅7 pm程度の吸収線から地球大気OHによる幅1pm程度の吸収線を分離するため、1 pmの波長純度で測定を行っている。前回、機械的波長走査とPMTによる光検出で約1分かかって得たものと同じS/N比のスペクトルが3秒程度の積分時間で得られている。



大気光 OH(8-3)バンドの強度と 回転温度の空間分布変動

木山喜隆 (新潟大理)

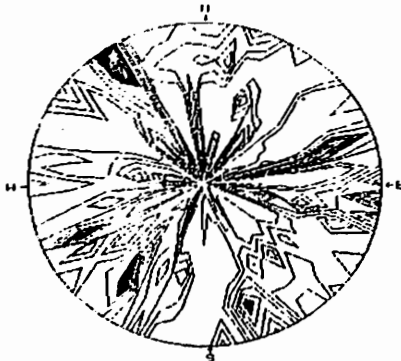
Variations of Intensity and Rotational temperature of Airglow OH(8-3) band using the Mapping Photometer

Y. Kiyama (Faculty of Science, Niigata University)

Airglow OH(8-3)band, P-branch, intensity was observed using mirror rotor mapping photometer at Kiso Observatory, Institute of Astronomy, Faculty of Science, University of Tokyo [geographical longitude 137° 38' E, latitude 35° 48' N].

Fig.1 shows the rotational temperature and Fig.2 the total intensity of airglow OH(8-3)band. They shows an difference structure.

図 1.
回転温度
May. 13, 1991
20:57



21:09

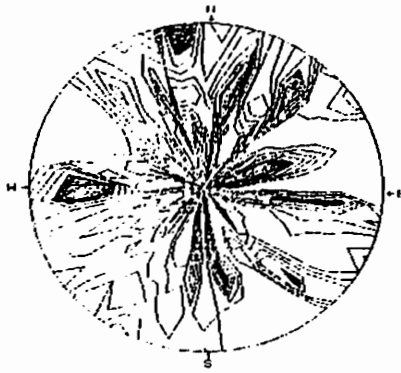
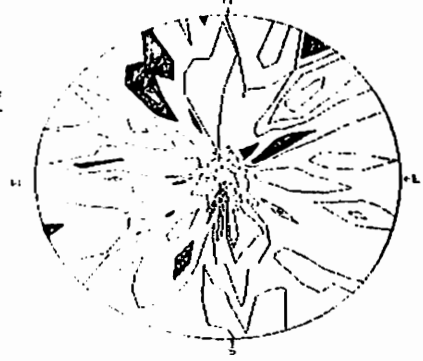
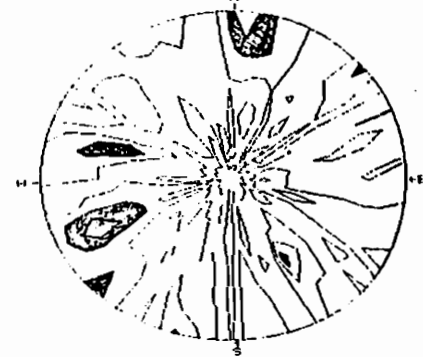


図 2.
総合強度
May. 13, 1991
20:57



21:09



Noxon (1978)により大気温度の変動が内部重力波に影響されていることが示され、Tepley(1981)も又、OH(8-3)バンドの回転線強度と大気温度の空間分布を求め、内部重力波が温度変動に関与し、回転線強度には影響を与えないことを示した。が一方、Taylor(1987)は、OH(近赤外領域)の総合強度分布から波様構造を見出している。

今回は、ミラー掃天型測光器を用いて東京大学理学部天文学教育研究センター木曾観測所で観測した OH(8-3)バンドの

総合強度と回転温度の空間分布を解析した。空間分布の一例をそれぞれ図1と図2に示す。回転温度と総合強度との間には異なる構造が見受けられる。

参考文献

- Noxon, J. F., Geophys. Res. Letters, 5, 1, 25, 1978
 Tepley, C. A. et al, Planet. Space Sci., 29, 11, 1241, 1981
 Taylor, M. J. et al, Planet. Space Sci., 35, 4, 413, 1987

B31-06 NOAA衛星TOVSデータによる 日本上空オゾン全量の導出(4)

亀卦川 幸浩¹、川村 宏²、田口 真¹、岡野 章一¹、福西 浩¹ (東北大理)

DERIVATION OF TOTAL OZONE AMOUNTS OVER JAPAN BY THE NOAA/TOVS DATA (4)

Y. KIKEGAWA¹, H. KAWAMURA², M. TAGUCHI¹, S. OKANO¹, AND H. FUKUNISHI¹

¹UPPER ATMOSPHERE AND SPACE RESEARCH LABORATORY, TOHOKU UNIVERSITY

²RESEARCH CENTER FOR ATMOSPHERIC AND OCEANIC VARIATIONS, TOHOKU UNIVERSITY

In order to improve the accuracy of derivation of total ozone amounts from the NOAA/TOVS data, regression coefficients have been determined for five latitudinal regions, separately. As a predictor of the multiple linear regression method, the optical depth of the ozone layer was used in stead of the transmittance. Horizontal distributions of the total ozone retrieved by this method showed better agreement with the TOMS data than the previous method.

我々はNOAA衛星TOVSデータに対して多重線形回帰法を用いて、日本上空におけるオゾン全量水平分布の導出を試みてきた。これまでの研究の結果、HIRS/2センサーの1, 2, 3, 8, 9チャンネルの輝度温度データ及び、2, 8, 9チャンネルの輝度温度データを用いて導出されるオゾン層の透過率(TR)による線形回帰法を用いれば、オゾン全量の南北方向の分布が再現できることが明らかとなった。しかしながら、TOMSデータと比較してみると、まだいくつかの問題点が残されていた。主な問題点を以下に要約してみる。

1) 走査角が大きくなるHIRS/2センサーの視野の端の方で、オゾン全量がTOMSに比べて高めな値をとり、特に低緯度で東西方向の再現性が低い。

2) 低気圧などの現象に伴って、オゾン全量が空間的に大きな変動を起こす場合に再現性が低くなる。

我々は上に述べた問題点を解決するために以下のような手法の改良を試みた。

①TRを導出する際の、成層圏有効温度(EBT)をチャンネル2の輝度温度に固定せず以下のように決める。

$$EBT = C_1 * T_{ch1} + C_2 * T_{ch2} + C_3 * T_{ch3}$$

ここでC₁, C₂, C₃はTRから導かれるオゾン層の光学的厚さ(τ)とTOMSによるオゾン全量との線形性が最も高くなるように決定され、その結果決定されたτをTRの代わりに回帰に取り込む。

②HIRS/2データから得られる地表面放射量と成層圏放射量の差の大小で、データを幾つかの緯度帯に分割し、それぞれの緯度帯に対して独立に①の方法で回帰係数を決定する。現在は、5つの緯度帯に分けて

いる。

①、②の手法を用いた結果、軌道直下付近でのTOMSとの相関係数は、0.98~0.99という極めて高い値が実現され、オゾン全量水平画像全体でも、TOMSに対する誤差は、3~5%となった。図1にこの手法によって導出されたオゾン全量とTOMSによるオゾン全量を比較した結果を示す。現在我々は気象庁客観解析データを用いて成層圏チャンネルに対する角度補正を試みており、これによって東西方向のオゾン全量水平分布の再現性の向上が期待される。

講演では、以上の手法及び求められたオゾン全量水平分布図を示す。

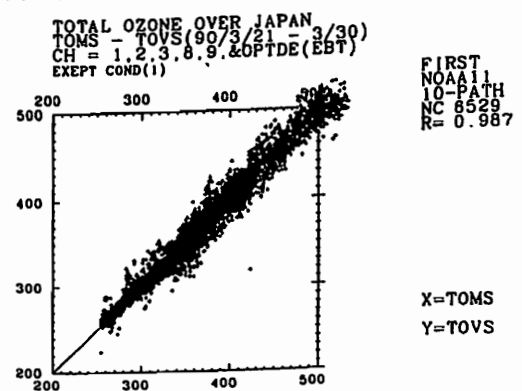


Figure 1. Comparison between the total ozone amounts retrieved from HIRS/2 data and those obtained by TOMS. The method for retrieval is the regression including the optical depths. Regression coefficients are separately determined for five latitudinal regions.

B31-07

M.W.J. SCOURFIELD

SOLAR TERRESTRIAL ENVIRONMENT LABORATORY, NAGOYA UNIVERSITY

THE OZONE LAYER ABOVE JAPAN : 1979 to 1988

The Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) aboard the sun-synchronous Nimbus 7 satellite provides a daily measure of the global distribution of ozone in the atmosphere. Data has been obtained for the northern hemisphere for 10 years, an extensive data base of this nature is essential for the identification of any significant changes of the ozone layer above Japan.

Daily totals of ozone in a column of air above Tori Island, Nagasaki, Nagoya and Sapporo have been extracted from the data base. The monthly averages for each year show a pronounced seasonal variation. Daily variations clearly demonstrate the influence of dynamic changes in the atmosphere over Japan.

The most interesting feature of these data is the increase in monthly total column ozone with increasing latitude. This latitudinal gradient varies with time of year but is a persistent feature.

The relationship of Japan to the global distribution of ozone will be presented.

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-OZONESONDE

Takashi WATANABE¹, Ichiro Naito¹ and Toshihiro OGAWA²

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) on August 27, 1990, and February 9, and 11, 1991. The optical ozone sensor consisted of four-color UV filter radiometers which measured the absorption of the solar radiation by ozone between 52 and 20km.

上部成層圏高度のオゾンは太陽活動やNO_xやハロカーボン等の人工起源の成分の変動に対して非常にsensitiveであることが光化学理論により指摘されている。オゾン長期変動について現在観測データが十分とはいえずこれをモニターすることが重要である。我々が以前より行ってきた気象ロケットMT-135を用いたドロップゾンデ方式による成層圏オゾン測定装置の開発がほぼ終了し、搭載実験として昨年8月の実験に引き続き本年2月に内之浦での観測を行ったので結果を報告する。

ドロップゾンデによるオゾン観測の原理は中間紫外領域の太陽吸光法で太陽紫外線のオゾンによる吸収を高さの

関数として測定して、これにLambert-Beerの原理を用いてオゾン量の高度分布を決定する。測定装置は光取り入れ部に石英拡散板を用い266, 290, 300, 307nmに中心波長を持つフィルタフォトメータである。レファレンス波長としてオゾンの吸収の無視できる420nmの強度を測定する。

まだ予備的解析中であるが、同時に行ったオゾンゾンデによる観測データ（～25km以下）との一致も良好のようであることから、実験装置の設計からデータ解析にいたるシステム全体に大きな問題はないことが確認できた。

小出理史¹、岡野章一¹、田口 真¹、福西 浩¹、中根英昭²¹東北大理²国立環境研究所

The Variation in Ozone Amount over Sapporo During the Period of Intensive Ozone Observation.

M. Koide¹, S. Okano¹, M. Taguchi¹, H. Fukunishi¹, and H. Nakane²¹Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University²The National Institute for Environmental Studies

During the period of intensive ozone observation from February 20 to March 1, 1991, a large decrease of ozone was observed in the lower stratosphere at Sapporo on February 26. In order to determine the 3-dimensional structure of this ozone variation, potential vorticity was calculated around Japan using the global analysis data provided by the Meteorological Agency. It was found that the potential vorticity also decreased in the same altitudinal range as that of ozone decrease over Sapporo. Such concurrent decrease of ozone and potential vorticity suggests the inflow of ozone poor air from the lower latitude region.

1991年2月20日から3月1日まで、日本上空のオゾン層の南北構造およびその変動を調べるため、オゾンキャンペーンとして札幌、仙台、筑波において集中的にオゾン観測が行われた。このうち札幌では毎日オゾンゾンデが上げられ、2月25日から26日にかけて下部成層圏でオゾンが大きく減少していることがとらえられた (Fig. 1)。

気象庁の客観解析データを用いてこの期間の大気の状態を調べた結果、150mb等圧面ではポ

テンシャル渦度の小さい南方の大気が札幌上空まで入りこんでいることがわかった (Fig. 2)。札幌上空でのオゾン減少はこのためと考えられる。一方、仙台ではレーザーヘテロダイン分光計を用いて2月23日および2月26日に観測を行ったが、大きな変化は認められなかった。この違いは南方大気流入領域の蛇行によって説明される。

なお、客観解析データは気象庁より提供をうけた。

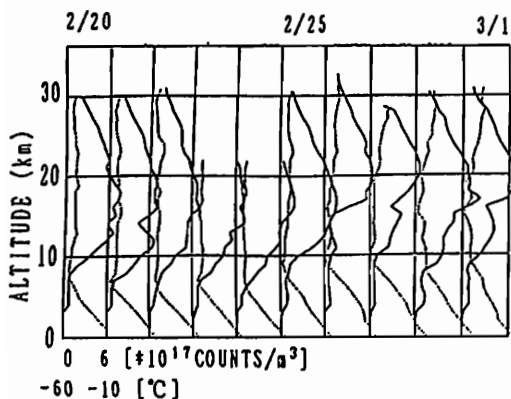


Fig. 1 : The vertical profiles of ozone number density (solid lines) and temperature (dotted lines) over Sapporo during February 20 and March 1, 1991.

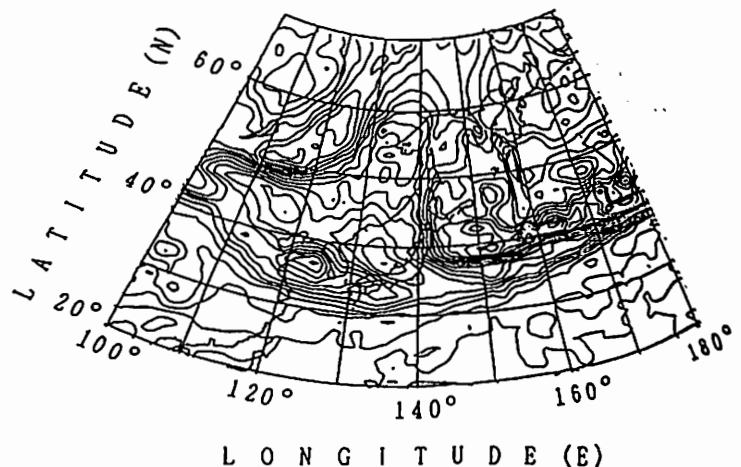


Fig. 2 : Horizontal distribution of potential vorticity at 150mb pressure surface around Japan at 15:00 (JST) on February 26, 1991.

ロケット搭載分光器による 昼間紫外大気光観測

鈴木勝久・横浜国立大学教育学

UV dayairglow observation by a spectrometer aboard

K-9M-81 sounding rocket

Katsuhisa SUZUKI

Faculty of Education, Yokohama National University

UV dayairglow was observed by a sounding rocket(K-9M-81). The instrument consisted of a grating spectrometer and a filter photometer. The wavelength region of the observation is 180-410nm. Photon counting method was used to detect the airglow intensity. The data were partially contaminated by solar radiance. N_2^+ emission line and N_2 band spectrum were observed.

観測ロケットK-9M-81(1988年1月25日、11:00JST打ち上げ)に搭載された大気光観測用分光器による昼間大気光の観測結果について報告する。観測波長域は180nm-410nmで、この領域にはNO γ バンド、 N_2 の2nd positive band、原子、イオンの輝線等が存在する。

観測器は、回折格子分光器と光電受光器からなっている。光軸はロケット基軸に対して90°方向を向いている。光電受光器は地球大気散乱光を検出し、観測器の視野方向を決定するために用いられる。分光器と光電受光器の特性は以下の通りである。

分光器

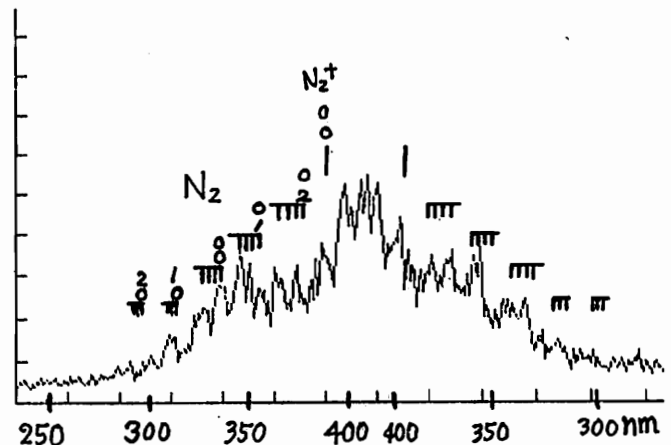
スリット	: 0.5mm × 8mm
回折格子	: 1200本/mm
分散	: 4nm/mm
視野	: 10.6° × 10.6°
観測波長域	: 182nm - 412nm
掃引速度	: 52.5nm/s

光電受光器

フィルター	: 中心波長40.3nm, バンド幅17nm
視野	: 全角11°

分光された大気光は、光電子増倍管を用い光子計数法により検出した。この際熱電子による雑音を除去するために、ロケット発射直前まで、光電子増倍管の周囲に液体窒素を気化したガスを流し冷却を行った。

飛行中のロケットの姿勢は、天頂角約28°、方位104°を中心に全角で16°のプリセッションをしていた。この結果観測器の視野は1スピンうち約1/3地球を見、残りの時間は宇宙空間を見ることになる。この観測でもっとも注意しなければならないことは、太陽光による影響である。ロケット飛行中視野内に直接太陽がはいることはなかったが、1スピン毎に特定の位相で太陽光の影響を受けていることが分かった。データ解析にはこの影響を除いてスペクトルをえたが、十分なデータ量にはならず、細かい大気光の構造を得ることができなかった。得られたスペクトルの例を下図に示す。



B31-P53 メソポーズ領域の大気温度の 地上測定 (I)

○ 松田一郎, 山本博聖, 関口宏之, 牧野忠男 (立教大・理)

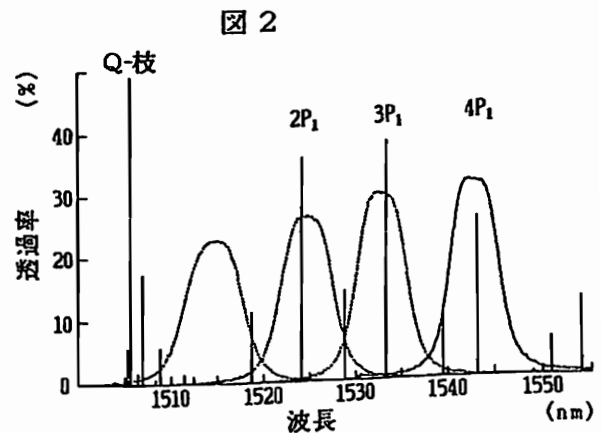
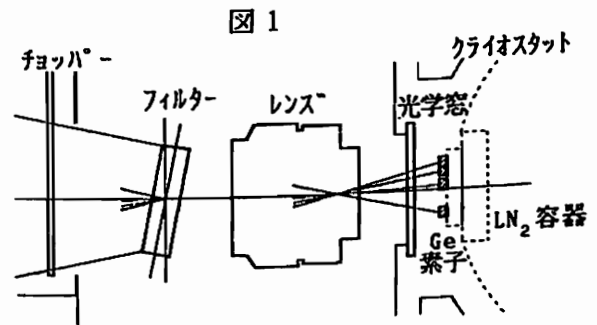
Mesopause temperatures derived from the ground-based measurements of the OH(3-1) band airglow (I)

I. Matsuda, H. Yamamoto, H. Sekiguchi, and T. Makino
Department of Physics, Rikkyo University

A new type filter radiometer for measuring rotational temperatures from the OH(3-1) airglow band near 1500 nm is under development. An inclined narrow band interference filter is set in front of the optical lens. Three Ge sensors (liq. N₂ cooled, 1 mmφ) are mounted on the focal plane of the lens to detect the emissions from the OH(3-1) P branches (2P₁, 3P₁, 4P₁), and the fourth Ge sensor is arranged to detect the background component.

メソポーズ領域で発光するOH大気光の3本のP枝強度比から回転温度を求めるためのフィルター放射計の開発をすすめている。本装置はチョッパー、フィルター、レンズ、センサーで構成されている。図1に示すようにレンズ焦点面に並べられたGe素子は、それぞれが検出する光のフィルターへの入射角に従って異なる波長域を測定することになる。個々のGe素子の測定波長域をOH(3-1)帯のバンド構造とともに図2に示す。バンドパスフィルターは垂直入射に対して中心透過波長1542.8nmで、4P₁を測定する。また、3P₁(1533.2nm)に対しては傾き角が13°20'、2P₁(1524.1nm)では18°25'となることが得られている。

現在、個々のGe素子の感度特性、波長応答などの特性の測定を行なっている。



□ 太陽圏 (I)

B32-01~05

座長 榊原志津子 (名大STE研)
宗像義教 (中部大工)

□ 太陽圏 (II)

B32-06~09, -P05

座長 袴田和幸 (中部大工)
河野 毅 (理研)

□ 太陽圏 (III)

B32-10~15, -P06~07

座長 中川朋子 (宇宙研)
徳丸宗利 (通総研稚内)

B32-01

JAPAN-AUSTRALIA OBSERVATION OF THE NORTH-SOUTH SIDEREAL ASYMMETRY AT $\sim 10^{12}$ eV

S.Mori, S.Yasue, K.Munakata, K.Chino, M.Furuhata, Y.Shiozaki, Y.Yokota,
S.Akahane, Z.Fujii¹⁾, I.Morishita²⁾,

and

J.E.Humble³⁾, A.G.Fenton³⁾, K.B.Fenton³⁾, M.L.Duldig⁴⁾

Department of Physics, Faculty of Science, Shinshu Univ.

1) Cosmic-Ray Section, Solar-Terrestrial Environment Laboratory

2) Department of Information Management, Asahi University

3) Physics Department, University of Tasmania

4) Australian Antarctic Division

The Japanese underground muon observatory (~ 220 m.w.e.) at Matsushiro has been continuously monitoring intensity variations in the high energy ($\sim 10^{12}$ eV) cosmic ray flux since 1984. The amplitudes of the sidereal diurnal variations observed by the south-pointing telescopes S, S2, and S3 are three to several times larger than those of the vertical- and north-pointing telescopes, indicating the existence of a significant north-south asymmetry in space. A similar result had previously been observed, with higher statistical precision, by the shallower (80m.w.e.) underground muon telescopes at Sakashita (Ueno et al., 1985).

To obtain further information on the north-south asymmetry, a Japan-Australia cooperative program will commence bi-hemisphere observation in late 1991. A multi-directional muon telescope will be installed at a depth of ~ 154 m.w.e. underground (Liapootah) in the Central Highlands of Tasmania, Australia. The telescope consists of two layers of plastic scintillators separated by 1.5m. Each layer is composed of a 4×5 array of 1m^2 units ($1\text{m} \times 1\text{m} \times 0.1\text{m}$ area viewed by two 5 inch photomultiplier tubes) giving a total detection area of 20m^2 . The counting rate of each of 17 directional component telescopes will be recorded at the observation site and transmitted each day to the University of Tasmania at Hobart by via telephone lines. The data will be analyzed and compared with the conjugate observation in the northern hemisphere at the Matsushiro underground muon observatory.

In this report, the sidereal daily variation observed at Matsushiro will be analyzed in terms of the two types of anisotropy in space, i.e. north-south (N-S) symmetric and N-S asymmetric types. Through the best fitting process between the observed and expected variations, the anisotropy in space will be obtained and discussed for both the N-S symmetric and N-S asymmetric types. By using the best fitted anisotropy in space, the daily variation expected to be observed at Liapootah will be also presented.

B32-02

惑星間空間の neutral sheet 通過時に起こる加速によって
生じる宇宙線の異方性

藤本和彦、長島一男（名古屋大 S T E 研）

森下伊三男（朝日大）、宗像一起（信州大）

**Solar and sidereal daily variation of cosmic rays produced by their
acceleration in neutral sheet of interplanetary magnetic field**

K. Fujimoto, K. Nagashima, I. Morishita* and K. Munakata†

Cosmic ray section, Solar-Terrestrial Environment Laboratory

*Department of Physics, Asahi University

† Department of Physics, Shinshu University

Erdős and Kóta (1980, *Astr. and Space Sci.*, 67, 45) proposed that the solar daily variation could be produced by the acceleration or deceleration of cosmic rays during their passage across the neutral sheet of interplanetary magnetic field.

We obtain these variation, taking into account the influences of cosmic ray's geomagnetic deflection and nuclear interaction with the terrestrial material and also the geometrical configuration of muon telescope.

The obtained variations are compared with those observed with specific telescopes at some specified underground station.

°宗像義教 龍岡充二 森下伊三男 A.Darwish 森覺
(中部大) (朝日大) (信州大)

Long Term Change of the Influence of the High Speed Solar Wind to Cosmic Ray Solar Diurnal Variation

Y. Munakata, R. Tatsuoka, I. Morishita*, A. Darwish* and S. Mori*
Chubu University *Asahi University *Shinshu University

We analyze the long term change of the cosmic ray solar diurnal anisotropy (SDA) in the day of high speed solar wind using data from a world wide network of neutron monitors in the period 1971-1987. The polarity dependence can be found in the difference of the power-exponent of SDA's rigidity spectrum between in high and in normal solar wind speed days.

高速太陽風により宇宙線の太陽時日変化が enhance されることは Iucci¹⁾, Dormann²⁾らによって示された。しかし彼らの研究はデータとして Deep River の中性子モニタに限られており、期間も 1973-1974 年に限定されている。我々は高速太陽風の日変化に及ぼす影響の長期変動を 1971-1987 年の 17 年間について中性子モニタ 8 stations のデータを用いて解析した。

図 1. に 1971-87 年の観測された宇宙線の太陽時日変化を示す。Deep River (P_c (Cut-Off Rigidity) = 1.02GV) と Tokyo (P_c = 11.6GV) を例示した。塗りつぶした記号は太陽風速度が Normal の日、白抜きは High Speed の日の夫々年平均値である。この図より高速太陽風の日変化に及ぼす影響は宇宙線の rigidity に depend していることが明らかである。我々は中性子モニタ 8 stations の太陽風速度別日変化の年平均値を用い、最小二乗法により日変化のスペクトルを年毎に速度別に求めた。スペクトルは single power-law を仮定し、power (γ) は -2 から 1 まで 0.05 きざみの 61 point、 P_u (Upper Cut-Off Rigidity) は $\log P_u$ で 1 から 3 まで 0.02 きざみの 101 point のメッシュ上で最小二乗の点を求めた。このとき response function は Nagashima 等³⁾の response function を用いた。

図 2. にこの計算によって得られた power (γ) を示す。(a) より High Speed の日のスペクトルが硬いことが分かるが、High と Normal のスペクトルの差 $\Delta\gamma$ は太陽の magnetic dipole moment の角度 Θ により $Mz(t) = 0.25\cos\Theta(t) + 0.29$ で表される関数と良い相関を持つことが分かる。

1) Iucci, N. et al.; *Il Nuovo Cimento*, 6C, 145 (1983)
2) Dormann, L.I. et al.; *Goemag. Aeronomy*, 24, 452 (1984)
3) Nagashima, K. et al.; *Il Nuovo Cimento*, 12C, 173 (1989)

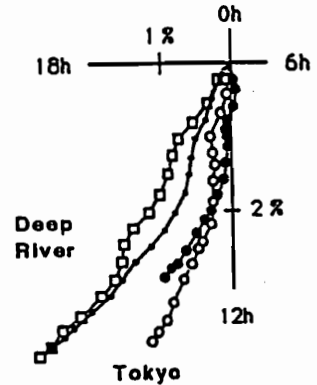


Fig.1 Summation diagram of yearly averaged solar diurnal vectors observed at Deep River and at Tokyo in the period 1971-1987. Closed symbols denote the data in 'Normal' solar wind speed days and open symbols in 'High' speed days, respectively.

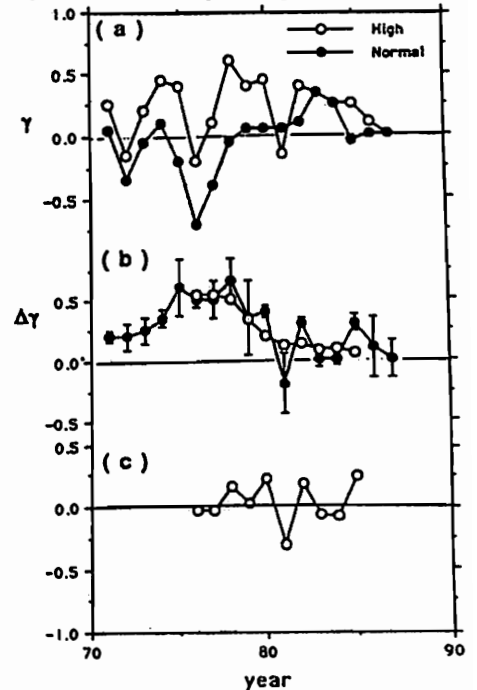


Fig.2 The time variation of power-exponent (γ) of rigidity spectrum.
(a) Open circles express the power-exponents (γ_H) for 'High' speed days and filled circles are those (γ_N) for 'Normal' days.
(b) Filled circles show $\Delta\gamma = \gamma_H - \gamma_N$ and open circles express $Mz(t)$, which is related to the polarity reversal of the polar magnetic field of the Sun..
(c) The time variation of the difference $\Delta\gamma - Mz$.

○龍岡亮二 (中部大 経営情報)、長島一男、藤本和彦 (名古屋大 STE 研)

Nature of Solar Cycle and Magnetic-Polarity Dependence of Cosmic Rays, Inferred from their Correlation with Heliomagnetic Spherical Surface Harmonics in the Period 1976-1985

○R. Tatsuoka, K. Nagashima* and K. Fujimoto* (Chubu Univ., *Nagoya Univ.)

Correlation of the cosmic-ray intensity (I) with the solar magnetic field expanded into the spherical surface harmonics B_n 's ($n \leq 9$) by Hoeksema and Scherrer has been studied using the following regression equation;

$$I(t) = A_0 + \sum_{i=1}^3 A_i \bar{X}_i(t - \tau_i), \quad (1)$$

where \bar{X}_i 's are subgroups of B_n 's classified in

ascending order of n and τ_i is the time lag of I behind \bar{X}_i . The correlation coefficient between the observed and simulated intensities (I_{obs}, I_{sim}) in the period 1976-1985 is ~ 0.87 and considerably better than that derived from any single index of solar activity. The lag time τ_3 is greater than others, indicating that the higher order magnetic disturbances effective to the cosmic-ray modulation have a longer life time in space than the lower order disturbances. The rigidity spectrum of the cosmic-ray intensity variation responsible for A_1 due to the dipole moment is harder than those for others (A_2, A_3), indicating that the lowest order (i.e. largest scale) magnetic disturbances can modulate cosmic rays more effectively than the higher order disturbances. As another result of the present analysis, it has been found that the residual ($I_{obs} - I_{sim}$) of the simulation depends also on the polarity of the polar magnetic field of the Sun and has a softer rigidity spectrum than A_i 's.

宇宙線強度と太陽面磁場の関係について、相関解析を行なった。結果からは、太陽のダイポール磁場成分の変動が宇宙線強度のタイムプロフィールに大きく関わっていることがわかった。解析に用いた太陽面の磁場データは、Hoeksema and Scherrer⁽¹⁾によって発表された(スカラーポテンシャルを用いた)光球面磁場の多重極展開による磁場成分(B_n , $n=1\sim 9$)を用いた。これらの磁場成分を3グループに分け、それらの光球面(S)上での二乗平均値を以下のように定義する。

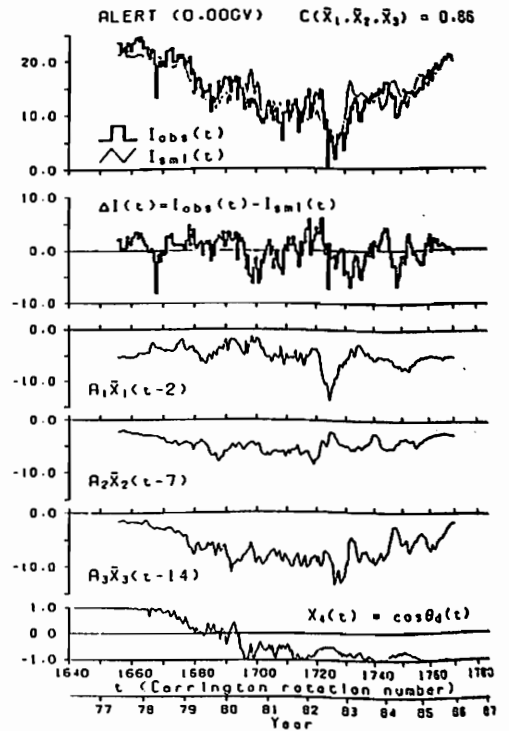
$$\bar{X}_1 = \left[\frac{1}{4\pi r_\odot^2} \int_S (B_1)^2 dS \right]^{1/2}$$

$$\bar{X}_2 = \left[\frac{1}{4\pi r_\odot^2} \int_S \left(\sum_{n=2}^5 B_n \right)^2 dS \right]^{1/2}$$

$$\bar{X}_3 = \left[\frac{1}{4\pi r_\odot^2} \int_S \left(\sum_{n=6}^9 B_n \right)^2 dS \right]^{1/2}$$

この内、 \bar{X}_1 はダイポール成分であり、 \bar{X}_3 は黒点数と極めて良い相関を持つ(高次の磁場)成分である。これらと宇宙線強度(I)との相関を、相互の時間遅れを考慮して調べた(式(1)参照)。右図に解析結果の一例を示す。宇宙線強度はAlertのニュートロンモニターのデータであり、0.86の相関を示す。なお、図の最下段の X_4 は太陽の自転軸に対するダイポールモーメントの方向余弦である。講演では、時間遅れ(τ)および回帰係数(A)のリジディティ依存性に関する結果を報

告し、太陽双極磁場の反転(X_4)をも含め、太陽面磁場と宇宙線の長期変動との関係について述べる。



(1) Hoeksema, J.T. and P.H. Scherrer; Rep. UAG-94, WDC-A for Solar Terrestrial Physics. (Jan. 1986).

森下伊三男(朝日大)、長島一男、榊原志津子(名大STE研)

SPACE DISTRIBUTION AND RIGIDITY SPECTRUM OF SOLAR
PARTICLES OF THE GLE OBSERVED ON 29, SEPTEMBER 1989

I. Morishita(Asahi Univ.), K. Nagashima and S. Sakakibara(STE-Lab., Nagoya Univ.)

Abstract Anomalous GLE(Ground Level Enhancement) of neutron intensity was observed on 29th September 1989 by the world-wide network stations. Using those data recorded every five minutes, we have determined the space distribution of the solar particles responsible for the GLE and also its rigidity spectrum. It is demonstrated that the distribution contains an anisotropic term which is expressed by an elliptic distribution around the direction axis of the anisotropy. The time variations of the rigidity spectrum and space distribution are also demonstrated.

GLE(Ground Level Enhancement)の原因となる高エネルギー太陽フレア粒子のエネルギースペクトラムおよび強度分布の時間変化は、惑星間空間磁場の構造や擾乱に関する色々な情報を示している。今回は、1989年9月29日11時33分UTにmaximumとなったX-rayフレアに伴って発生したSolar ProtonによるGLEの解析を行なった。データは、world-wide networkの27 stations(geomagnetic cut-off rigidity 0.0~11.5 GV)のneutron monitorで記録された5分値を用いた。解析は、neutron monitorで観測されたGLEの強度 J について、Response function $R(p)$, Rigidity spectrum $G(p)$ および Intensity distribution function D を用いて計算した。今回の解析では、Rigidity spectrumは

$$G(p) = C \exp(-p/p_0), \quad (1)$$

と仮定し、また空間分布は次のような楕円の形を仮定した。

$$D = \cos^2 \Theta \{ \cos(\chi/2) \}^{N_x} + \sin^2 \Theta \{ \cos(\chi/2) \}^{N_y} + B \quad (2)$$

上記(1)、(2)式中の8ヶのパラメータ $(C, p_0, \theta, N_x, N_y, B, \lambda_E, \phi_E)$ が nonlinear least squares method により、5分毎に決定された。これらの求められたパラメータから reproduce された強度を、Sep. 29 11:50 17:00UT の期間について、その1例を観測値と共に下図に示す。

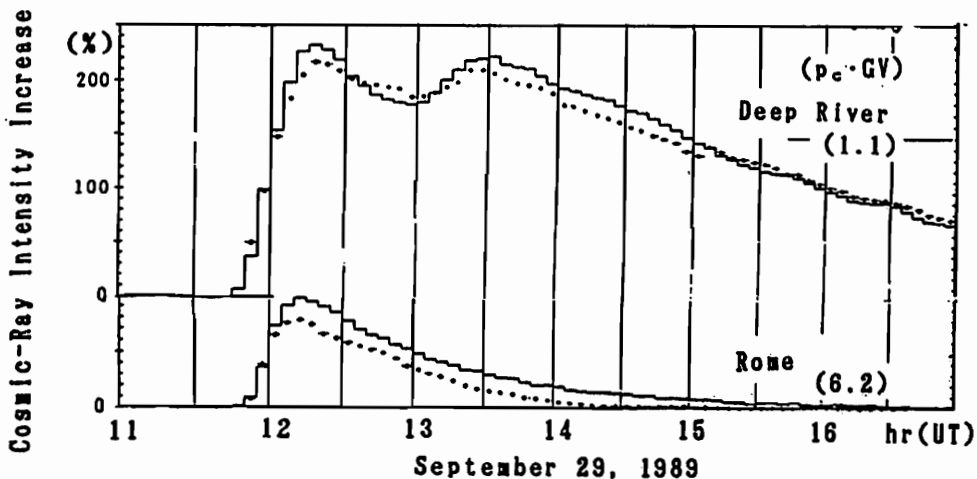


Fig.1. Observed (solid lines) and reproduced (dots) intensities at Deep River and Rome.

X線フレアとプロトン現象の関係

- 1986年から1990年までの解析 -

亘 慎一 (通信総研平磯センター)

Relationship between X-class flares and proton events

- Analysis from 1986 to 1990 -

Shin-ichi Watari (CRL/Hiraiso Solar Terrestrial Research Center)

Relationship between X-ray flares and proton events is not good. Its relationship is improved if we take the duration of X-ray flares into account. X-class flares observed by GOES from 1986 to 1990 are analyzed in this study. 90 X-class flares are observed in this period. Only 29 X-class flares associated with proton events. However 43% of X-class flares, which continued more than one hour, are associated with proton events.

フレアに伴う軟X線放射とプロトン現象 (静止軌道上で、10MeV以上のプロトンが10個以上観測される現象) の関係は、その発生メカニズムの違いから小さいと考えられてきた。しかし、近年、軟X線の継続時間について考慮してやるとその関係が改善されることがわかってきた。そこで、1986年から1990年の間に観測されたXクラスのフレア (波長が1から8オングストロームの軟X線の積分強度が 10^{-4} W m^{-2} 以上の現象) とそのフレアに伴って観測されたプロトン現象の関係について継続時間を考慮して解析を行った。現象の開始からピーク値の半分の強度になるまで

の時間を軟X線放射の継続時間とした。

1986年から1990年の間に発生したXクラスのフレアは全部で、90あり、そのうち29のフレアでプロトン現象が観測されている。継続時間が1時間未満のXクラスのフレアでは、プロトン現象が観測される確率は6/37と低いが、継続時間が1時間以上のXクラスのフレアでは、23/53の確率でプロトンが観測されていることがわかった (表1)。観測されたプロトン現象の最大フラックスについては、X線フレアの継続時間との相関は小さく、むしろ、X線フレアのピーク値と良い相関を持っているようである。

表1 Xクラスのフレアとプロトン現象

	Xクラスフレアの継続時間		計
	1時間未満	1時間以上	
プロトン現象あり	6	23	29
プロトン現象なし	31	30	61
計	37	53	90

大きい磁気嵐にかかわる IMF の 太陽における起源の探査

○丸橋克英 (通総研)、J. A. ジョセリン (米/宇環研)

A Search for Traces of Solar Magnetic Fields in the Solar Wind During Geomagnetic Storms

K. Marubashi (CRL) and J.A. Joselyn (NOAA/SEL)

One of the most important conditions for development of intense geomagnetic storms is that the Earth is embedded in the solar wind with strong, southward magnetic fields for sufficiently a long period. This study aims at clarifying to what extent such events of long-lasting southward IMF are related to interplanetary magnetic flux ropes, and to what extent they can be related to magnetic field structures in the possible source regions of the Sun. For this purpose, we selected geomagnetic storms in which Dst maintains values below -100 nT for more than 5 hours. The total 29 storms satisfying the above condition were found during August, 1978 through October, 1982, of which IMF data are available for 25 events. The investigation of IMF variations during these 25 events revealed that the southward fields responsible for the storms are involved in interplanetary flux ropes for 20 events. For the remaining 5 storms, large fluctuations are responsible for the southward fields, though some of them could be interpreted by interplanetary flux ropes with smaller scales. We searched for solar events that can be taken as possible causes for generation of the 20 interplanetary flux ropes. As a result, consistent relationships were found between structures of the observed interplanetary flux ropes and structures of solar magnetic fields in the possible source events on the Sun, for 17 cases out of the 20 cases. Here, the consistency means that: (1) solar events occurred at the right time required from the transit time requirement; (2) the orientations of interplanetary flux ropes are nearly parallel to the magnetic neutral lines in the solar source regions; and (3) two different types of flux ropes are found to be generated separately in the northern and southern hemispheres of the Sun.

目的: 次の二点について調べること。

(1) 大きい磁気嵐の条件である「長時間続く南向き IMF」が太陽風磁気ロープとどの程度関係しているか。

(2) 「長時間続く南向き IMF」が太陽磁場からどの程度説明できるか。

解析:

(1) 1978年8月～1982年10月の期間で -100 nT 以下の Dst が5時間以上続く磁気嵐を選ぶ。(29の磁気嵐を選択)

(2) 磁気嵐の発達の原因となっている IMF 変化を磁気ロープモデルと比較する。(25例について IMF データ使用可)

(3) 磁気ロープを発生させる可能性のある太陽現象を探す。(発生時間と伝搬速度、フィラメント消失およびフレア活動、磁気ロープと太陽磁場の幾何学的関係)

結果:

(1) 25例の中で、20の磁気嵐は太陽風磁気ロープと関係している。(5例は短周期の変動磁場と関係)

(2) 20の磁気ロープの中で、17例について適当なフィラメント消失またはフレアとの対応付けが可能である。(磁気ロープの方向は対応する太陽現象の発生源の磁気中性線に平行。発生源が太陽の北半球にある場合と南半球にある場合で、それぞれ異なるタイプの磁気ロープが対応。)

結論:

長時間続く南向き IMF は、大部分「アーケード型の太陽磁場がシア運動と不安定化によって磁気ロープとなって惑星間空間に放出されたもの」として説明される。

河野毅 (理化学研究所・宇宙放射線研究室)

On the Solar Proton Events of August - October 1989

Tsuyoshi KOHNO (Institute of Physical and Chemical Research)

There occurred very large solar proton events during period from August to October 1989. Space Environment Monitor data of the 3rd Japanese Geostationary Meteorological Satellite (GMS-3) were used to study these events. The energy regions of the used data are 4 - 68 MeV for protons.

The event starting October 20, 1989 showed the largest particle fluence in the period including the former solar cycle 21. A bright aurora was observed even in Japan during this period. The event of September 29, 1989 does not show so much fluence but accompanied large Ground Level Enhancement of neutron monitor. The rough estimation of energy spectrum deduced from satellite and ground neutron monitor shows a single power law having the power law index of $\gamma = -2.6$ for energy range from a few MeV to 10 GeV.

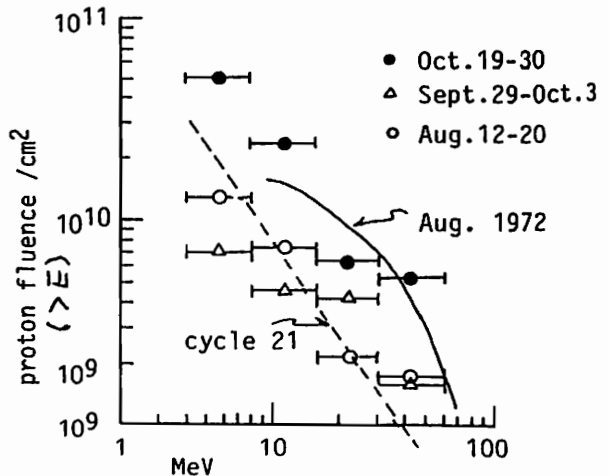
太陽フレアにともなう高エネルギープロトン(太陽プロトン)の強度はイベント毎に多様な値を示す。前回の太陽活動周期(サイクル 20, 1964 - 1975)では、1972年8月のフレアで発生したプロトン・フルエンスは、このサイクル全体のフルエンスの、10 MeV以上で69%、60 MeV以上で実に84%に上った。これは異常巨大(Anomalous Large)イベントと呼ばれ、宇宙環境の面からも注目されている。しかし、その次のサイクル21では、このような飛び抜けて巨大なイベントは存在せず、最大の部類に属する約3例のプロトン強度はほぼファクター3以内に揃った強度であった。

今回の活動期(サイクル22)に入り、1989年8月から10月にかけて、大きなフレアが続いて発生した。この活動に伴ったプロトン現象を、静止気象衛星(GMS)の宇宙環境モニタのデータを使って報告する。10月19日に始まったプロトン現象は20日後半にピークに達し、1978年からのGMS観測史上最大の強度を示した。この擾乱現象は21日にわが国で31年ぶりのオーロラが北海道で観測されるという事態を引き起こしている。図に、8月12日、9月29日及び10月19日に始まった3つのプロトン現象のイベント当たりのエネルギー・スペクトルを示す。同じ図に、従来観測史上最大と言われてきた1972年8月イベントのスペクトルと、GMSによるサイクル21全体のスペクトルも示す。この図からわかるように、1989年10月イベントはサイクル20-22の3サイクルにわたる期間で最大のプロトン・

フルエンスを持っていると結論する事ができる。

9月29日に始まるイベントは、図では8月、10月イベントに比べて強度は最も小さいが、その高エネルギー成分については良く知られている。つまり、東京の地上の中性子モニタによる増加現象が33年ぶりに観測されたほか、世界各地の宇宙線モニタで地上の増加現象(Ground Level Enhancement)が観測されている。東京のデータから見積もられた高エネルギー成分の強度をGMSによるスペクトルにプロットすると、エネルギーのべきとして-2.6という値がえられる。これは、オーストラリアのGLEから見積もられたスペクトルと良く一致している。

データの取得に当たり、気象研の長井氏にお世話になった。ここに記して感謝します。



太陽中性子望遠鏡を使った1991年 6月の太陽フレアに伴う中性子の観測
村木 綏、村上一昭、柴田祥一、榑原志津子、山田良実、宮崎政英、
高橋俊典（名大）、三井清美（東大宇宙線研）、境 孝祐（日大）

**SOLAR NEUTRONS ASSOCIATED WITH
THE LARGE SOLAR FLARES OF JUNE 1991**

Y.Muraki, K.Murakami, S.Shibata, S.Sakakibara, T.Yamada,
M.Miyazaki, T.Takahashi, K.Mitsui¹⁾ and T.Sakai²⁾

Cosmic Ray Section, Solar-Terrestrial Environment Lab., Nagoya Univ.,
Nagoya 464-01, Japan

1) Inst. for Cosmic Rays, Univ. of Tokyo, Tanashi, Tokyo 188, Japan

2) Phys. Science Lab., College of Industrial Technology, Nihon Univ.,
Narashino, Chiba 275, Japan

Abstract

A very active sun spot was observed on June 1st 1991 (NOAA 6659) to June 16th and also six large solar flares beyond $X > 10$ were recorded by the GOES x-ray detector. In association with these large solar flares, solar neutrons have been searched for with our neutron and muon telescopes located at Mt. Norikura cosmic ray observatory (2770m). Two solar neutron events were recorded on June 4th and June 6th, and two possible solar neutron events were recorded on June 9th and June 11th. The time profiles of these solar neutrons are given here.

1991年 6月 4日と 6月 6日に X10を越える大きなフレアが発生した。これに伴い観測史上2例目の太陽中性子を新しい方式の太陽中性子望遠鏡と、旧来から設置されていたミュオン望遠鏡を使ってとらえることに成功した。

現象はどのような顔をしているのか、高エネルギー宇宙線は太陽表面でどの時刻に加速されたのかについて講演する。

小塚幸央¹、斎藤尚生¹、沼澤茂美²、高橋忠利¹¹東北大・理、²JPL

RESPONSE OF COMETARY MAGNETOSPHERE TO SOLAR WIND DISTURBANCE

*Y. Kozuka¹, T. Saito¹, S. Numazawa², and T. Takahashi¹¹Geophysical Institute, Tohoku University, Aoba-ku, Sendai 980²Japan Planetarium Laboratory, 3-1-8 Yoneyama, Niigata 950

The study of disturbances of cometary magnetospheres provides us valuable information on the solar wind. Many disturbances of magnetospheres of five comets were observed from 1989 to 1990 by using a new method called the multi-shot photography. In general, the velocity of the structures V increases with the distance from the nucleus X . However, in some case the X - V relation is not smooth. The analyzed result for such a case of comet Levy (1990c) will be discussed with the solar wind condition and the geometrical relation between the comet and the earth.

彗星磁気圏 (plasma tail) の擾乱現象の研究は、太陽風構造に関する有益な情報が得られるという点で重要である。plasma tail は短時間の内に変化することがわかってきたが、短い時間間隔で連続的に撮影する方法により、その変化の様子が捉えられ dynamics が明らかになりつつある。

一般に、tail 内に見られる condensation 等の構造の運動は、彗星核からの距離 X が增大するにしたがって、tail 方向への移動速度 V が增大する傾向にあることが過去の観測からわかってきた。一方で、このような傾向に対して X と V の関係が滑らかでない現象も観測されている。

本研究では、1990年8月に出現した Levy 彗星で観測された擾乱現象を中心に、その解析結果および解釈について報告する。

DATA 短時間露出で連続連写された写真が解析に用いられた。また、太陽面現象に関する data は、Solar Geophysical Data より得られた。

解析結果 8月27日に撮影された6枚の連続写真の中の2枚を図1に示す。大規模な波状構造と共に、幾つかの明るい condensation が見られる。これらの condensation の動きを写真から読み取り、彗星・地球・太陽の位置関係を考慮して、 X と V の関係を求めた。結果を図2に示す。移動速度 V は X に対して滑らかな増加をしていない。この速度の不連続の部分 (図中A) は、図1の写真における tail の屈曲の部分に相当する。

この時期、反太陽方向と視線方向のなす角は約 25° であり、ほぼ反太陽方向に伸びる plasma tail を比較的正面から望む位置関係にあった。したがって、tail 内構造の移動方向が異なると、天球上に投影された場合に、図のような速度の不連続が見かけ上現れ得ると考えられる。この移動方向の変化は、太陽風の方向変化によって説明される。彗星を通過したと考えられる太陽風の流源点は、磁気中性線の近傍に位置しており、この現象は中性面通過に関連している可能性がある。

結論 (1) Levy 彗星の8月27日の現象は、tail 内構造の移動方向の違いに伴う見かけ上の現象であると考えられる。

(2) この現象を引き起こした太陽風の方向変化は、太陽風中性面通過に関連したものであると考えられる。

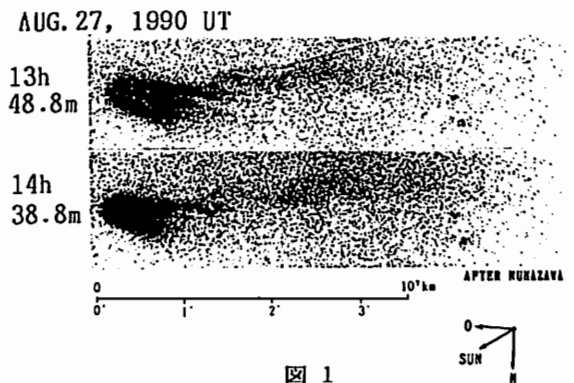


図 1

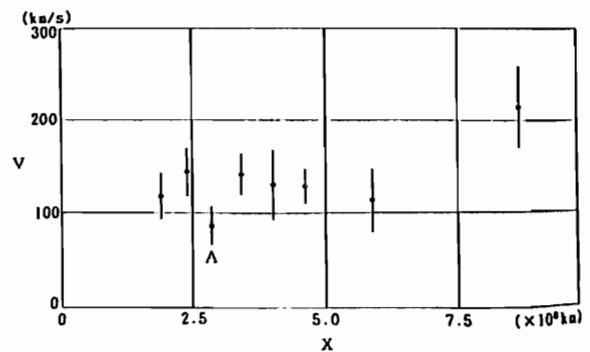


図 2

・ 斎藤尚生¹・高橋忠利¹・小塚幸央¹・沼澤茂美²
¹ 東北大・理、² JPL

11-YEAR VARIATION OF THE CORONAL STRUCTURE AS EXPLAINED BY
 THE ROTATIONAL REVERSING MODEL

Takao SAITO¹, Tadatoshi TAKAHASHI¹, Yukio KOZUKA¹
 and Shigemi NUMAZAWA²
¹TOHOKU UNIV., ²JAPAN PLANETARIUM LAB.

The rotational reversing model of the heliospheric neutral sheet is applied to explain the 11-year variation of the coronal structure. The model is verified by the coronal streamer structure observed on the total eclipse on July 11, 1991. A dozen of total eclipse photographs obtained in solar cycle Nos. 17-21 are also examined. It is shown that the complex 11-year variation of the coronal structure is explained by the rotational reversing of the minimum-phase neutral sheet structure with a slight deformation.

1. 緒言

太陽磁場の反転過程にはふたつの説がある。ひとつは磁場は基本的に常に自転軸に対称であり、極大期に一旦大規模構造が崩壊したのちに反転するという考え方である。他の説は、双極磁場を代表する磁気中性面は常に基本的に一枚であり、それが歪みながら裏返るという回転反転MODELである。そして、中性面に沿った一枚のCORONAL SHEETも回転反転するというのがこのMODELである。本論文では日食時の一見複雑なCORONAL STREAMERも、回転反転MODELで説明できることを述べる。

2. DATA

図1に7月11日に撮影され、新しいSUM法で画

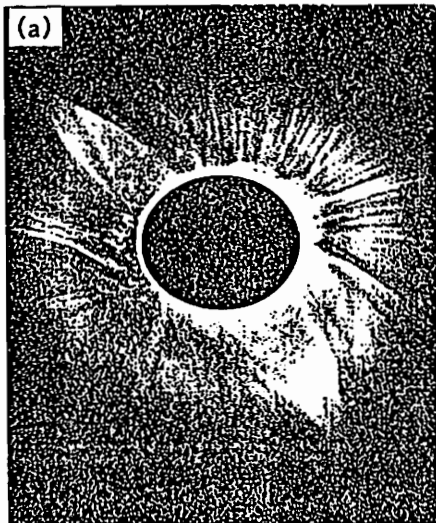


Fig. 1

像処理した皆既日食時の写真を示す。このほか、SOLAR CYCLE Nos.17~21の極大期コロナの写真も検討された。これに対する磁場資料としてはSGDなどによるIMF, SMF, GMFが用いられた。

3. 解析

観測される STREAMER A, B, Cは、図2に例示されるように垂直に立った磁気中性面に沿うSTREAMERの光学的深みで説明される。他は、低緯度に移った磁気極冠から出た POLAR PLUMEと、活動域からの STREAMERで説明される。

4. 結論

原型である極小期のCORONAL SHEETを若干歪ませながら回転反転すると、CORONAの形の複雑な11年変化が基本的にほとんど説明できる。

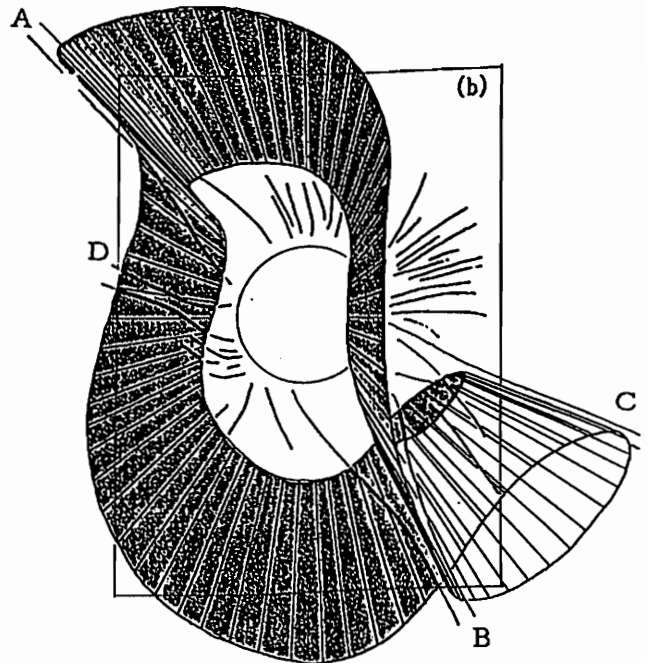


Fig. 2


Planar Magnetic Structure in interplanetary Space and Sector Boundaries
Tomoko Nakagawa (ISAS)

Possible relationship between planar magnetic structures (PMS), in which interplanetary magnetic field vectors are highly variable and parallel to a plane, and sector boundaries are investigated by using ISEE-3 data and source surface field computed by Hoeksema. About half of the sector boundary crossings resemble to PMS but most of them are not complete PMS because the ranges of the azimuthal angle of the field are narrower than that of PMSs, or not all the field vectors are parallel to a plane. The plane of magnetic field structures in the sector boundary region rather tend to be parallel to the sector boundary at 2.5Rs than perpendicular to it.

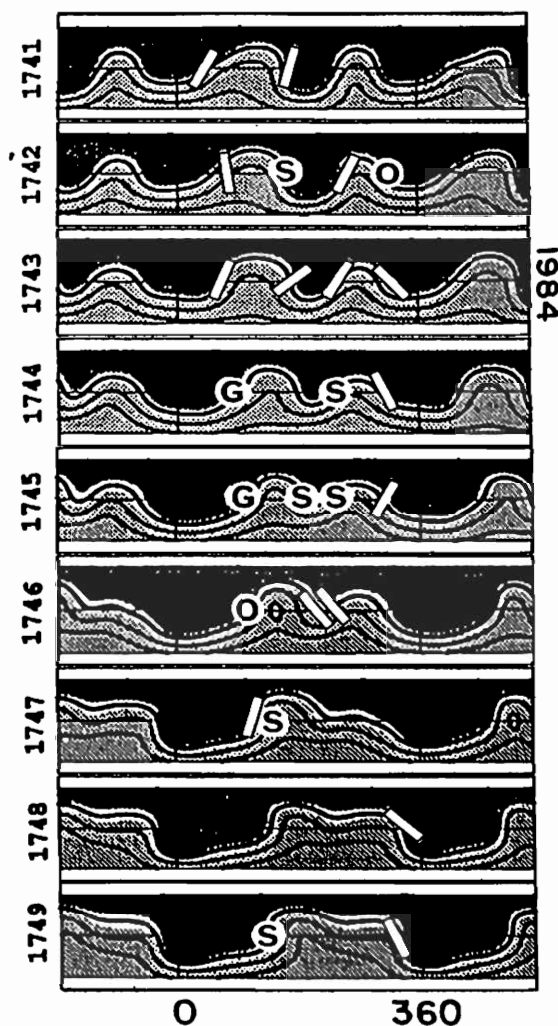
Planar magnetic structure (PMS) は、太陽から 0.8-1.0 AU の惑星間空間で発見された 0.06 AU 規模の磁場構造である。この現象は、数時間にわたりある平面に平行で、しかも非常に変化の激しい磁場によって特徴付けられる。観測的には、磁場ベクトルをその方向に依って角度空間 $\phi-\theta$ にプロットしたとき、特徴的な曲線状の分布によって PMS を見いだすことができる。

PMS と太陽表面や太陽磁気圏全体の磁場構造との関係を探るため、太陽風速度に基づいて各 PMS を太陽近傍 (2.5Rs) に戻した結果、いくつかの PMS はセクターの境界域と非常によく対応するが、統計的にはセクター境界の 20 度以内に対応する PMS は全体の 37% に過ぎず、セクター境界から程遠い場所で観測された PMS もあることから、これまでは PMS とセクター境界には直接の関係は無いと考えてきた。

本研究では逆にすべてのセクター境界について磁場変化の様子を調べた。Hoeksema et al. (例, Adv. Space Sci., 9, 4, 141, 1989) が光球面磁場に基づいて計算した 2.5Rs における磁場分布を用いて ISEE3 の軌道 (およそ黄道面) から観測可能なカレントシート (セクター境界) を求め、それに対応する ISEE3 のデータ中のセクター境界の磁場構造を調べた。その結果、セクター境界の磁場構造が PMS そのもの場合は多くは無いが、セクター境界の約半分が、PMS に似た磁場構造 (平面状であるが角度 ϕ の範囲が狭い、平面状構造の中に非平面状の磁場が入り込む所がある、等) を持っている事がわかった。さらにセクター境界が PMS および PMS-like な構造の場合について平面の方向とセクター境界の方向との関係を調べると、面状構造とセクター境界面とが平行に近い場合のほうが両者の直交する場合より多かった。セクター境界の層状の構造が PMS と共通の構造を持つと考えられる。

Figure: Type of sector boundary crossings. : PMS and PMS-like, **S**: sudden change, **G**: gradual change, **O**: other, and no-mark: no data.

source surface field: computed by Hoeksema.



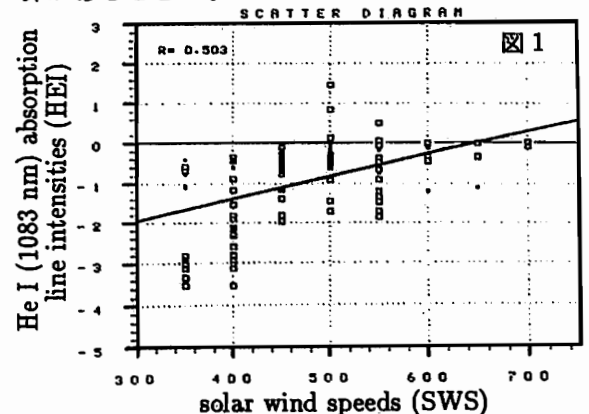
Solar Wind Acceleration Mechanism
and Coronal Properties

Kazuyuki Hakamada (Chubu University)

Relations between solar wind speeds (SWS) and He I (1083 nm) absorption line intensities (HEI) are re-examined. These data are classified into subgroups by values of RBR; that is, the expansion rate of coronal magnetic fields. If the SWS is mainly controlled by the RBR as pointed out by *Sheeley et al.*, we should not find out any correlations between the SWS and the HEI in this analysis. It is found that the correlation coefficients (R) are high (0.503 and 0.610) for groups of large expansion rate (for groups of $-4 \leq RBR < -3$ and $-3 \leq RBR < -2.7$, respectively). The R is also high (0.554) for a group of the smallest expansion rate. In the previous paper, we showed that the partial correlation coefficient between the SWS and the HEI is much larger than the one between the SWS and the RBR. Further, it was shown that there is a good correlation between the HEI and the RBR. Then it is suggested that the relation between the SWS and the RBR is apparent and not true.

コロナホールと呼ばれるコロナの温度の低い領域が高速太陽風と密接に関係していることが発見されて以来、太陽風加速に関する理論が見直されてきている。太陽風は次のようなシナリオで加速されるであろうと考えられる。まず(1)太陽の光球に何等かの現象が発生する。(2)その影響がコロナ中に伝搬しコロナのプラズマを加熱、加速する。(3)そのプラズマの一部が惑星間空間へ吹き出していく。このシナリオはまだ良く分かっていないが、(2),(3)は比較的良く研究されている。(2)の中には(i) Levine や Sheeley 達のようにコロナ磁場の膨張(RBR)が加速機構に大きく寄与していると考えられるグループと、(ii) Hakamada や Kojima 達のように He I (1083nm) 吸収線強度(HEI)と太陽風速度(SWS)との間に良い相関があるとするグループがある。SGEPSS (1990年秋)の講演でも述べたように、偏相関係数の方法を用いると、SWS-HEIの方がSWS-RBRよりもずっと良い相関があることが分かっている。しかしながら、HEIとRBRはたがいに密接に関係しているので、どちらが主として、SWSに寄与しているのか判定するには、詳しい解析が必要である。この論文ではRBRの値をある範囲に限定したデータを用いて、SWS-HEIの関係を調べなおす。もし Sheeley 達が云うように、RBRが太陽風加速の主な役割を担っているなら、RBRの値でクラス分けしたデータを用いれば、SWS-HEIの間に相関は見られなくなるはずである。図1に見られるように、 $-4 \leq RBR < -3$ のデータ(磁場の膨張が最大のクラス)のみを用いると、SWS-HEIの間の相関係数は0.503とかなり大きい。 $-3 \leq RBR < -2.7$ のグループでは相関係数はさらに大きく0.610となる。

一方、 $-1 \leq RBR < 0$ のデータ(磁場の膨張が最小のクラス)でも、SWS-HEIの相関係数は0.554とかなり大きい。SWS-HEIの相関の様子はRBRのクラスにより異なるが、平均的にかなり良いことが分かった。この結果と前述の偏相関係数の方法による結果とを考え合わせると、SWS-RBRの相関はHRI-RBRの相関を通して表れる見かけの相関である可能性が高い。以上のことから次のようなことが推論できる。コロナの温度と太陽風速度との間に関係があるとする立場にたてば、これは、磁場構造の異なる領域ではコロナの温度と太陽風加速の関係が異なっているか、あるいは逆に、磁場構造の異なる領域では、同じHEIでも実際のコロナの温度が異なっていることを示している。もう一步下がって、太陽風そのものが動的なバランスの上に成立している現象であることを考えると、この結果は、太陽風加速機構を探る際ここで考えているような静的なモデルを用いること自体に限界があることを示しているとも考えられる。



太陽近傍で観測された 惑星間空間シンチレーション スペクトルの解析

徳丸宗利 (通総研・稚内)、森弘隆、田中高史 (通総研・本所)、
近藤哲朗、高羽浩、小山泰弘 (通総研・鹿島)

Analysis of Interplanetary Scintillation (IPS) Spectrum Observed near the Sun

H.Tokumaru, H.Mori, T.Tanaka, T.Kondo, H.Takaba, and Y.Koyama
(Communications Research Laboratory)

Extensive observations of interplanetary scintillation (IPS) phenomena have been carried out in 1990 at 2, 8 and 22GHz using Kashima 34m antenna. The present paper describes on results of model fitting analysis for observed IPS power spectra. Estimated velocities indicate that solar wind is accelerated in 10-20 solar radii. It is also shown that the axial ratio of irregularities increases as the radial distance from the sun decreases.

惑星間空間シンチレーション (IPS) のハースペクトルは、介在する太陽風の特性的変化を反映して多様な形状を示す。このことから逆に、観測されたIPSハースペクトルに理論的考察より与えられるモデルを最適にフィットさせることで太陽風パラメータ (速度、異方性等) を推定することが可能である。我々は、1989年から鹿島34mアンテナを使ってマイクロ波帯のIPS観測を行なってきた (Tokumaru et al., 1991)、ここでは1990年の観測で得られたIPSハースペクトルに対してモデルフィッティングを行い太陽近傍の太陽風パラメータの推定を試みた。

今回の解析で用いたIPSハースペクトルのモデルは、シンチレーションの強度、フレンド周波数、不規則構造の空間スペクトルのハワーインテグクス、不規則構造の軸比、および高周波のカットオフ周波数をパラメータとしており、速度のランダム成分の影響は無視してある。(但し、フレンド周波数は観測時の幾何学的条件を考慮してやると太陽風速度に換算することができる。)そして、このモデルと観測のRMS残差が最小になるように、5つのパラメータを未知数として同時に推定してやるという手法 (QR分解法) がとられた。

この解析で得られた太陽風速度と不規則構造の軸比を各々Fig 1とFig 2に示す。結果は大きなばらつきを示すものの、(1)太陽風が約10-20太陽半径のところで加速されていること、(2)太陽に近づくにつれ異方性が大きくなっていることが分かる。後者は、Armstrong et al. (1990)の結果とも一致し、加速機構を考える上で興味深い。

参考文献

[1].Tokumaru et al., JGG, 43,
in press, 1991.

[2].Armstrong et al., Ap.J.,
358, 685-692, 1990.

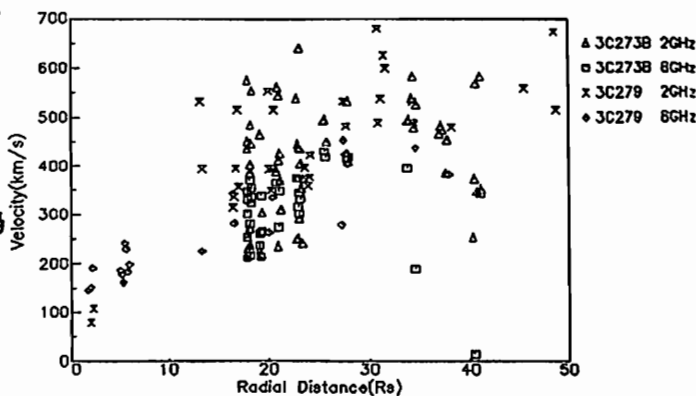


Fig 1. Estimated velocities plotted
versus radial distance.
(Period: '90/09/24-10/09)

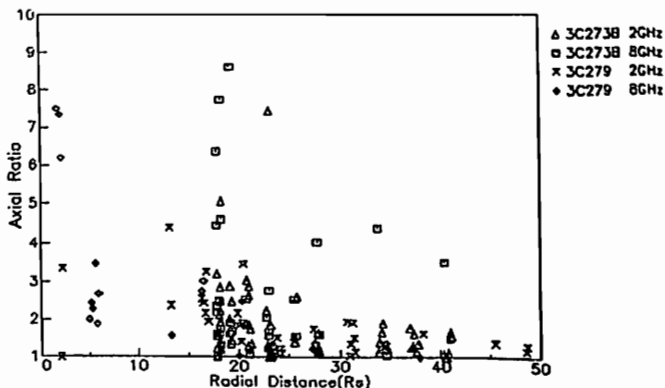


Fig 2. Axial ratio of irregularities
versus radial distance.

三浦 彰 (東大理)

Shock Formation by the Kelvin-Helmholtz Instability

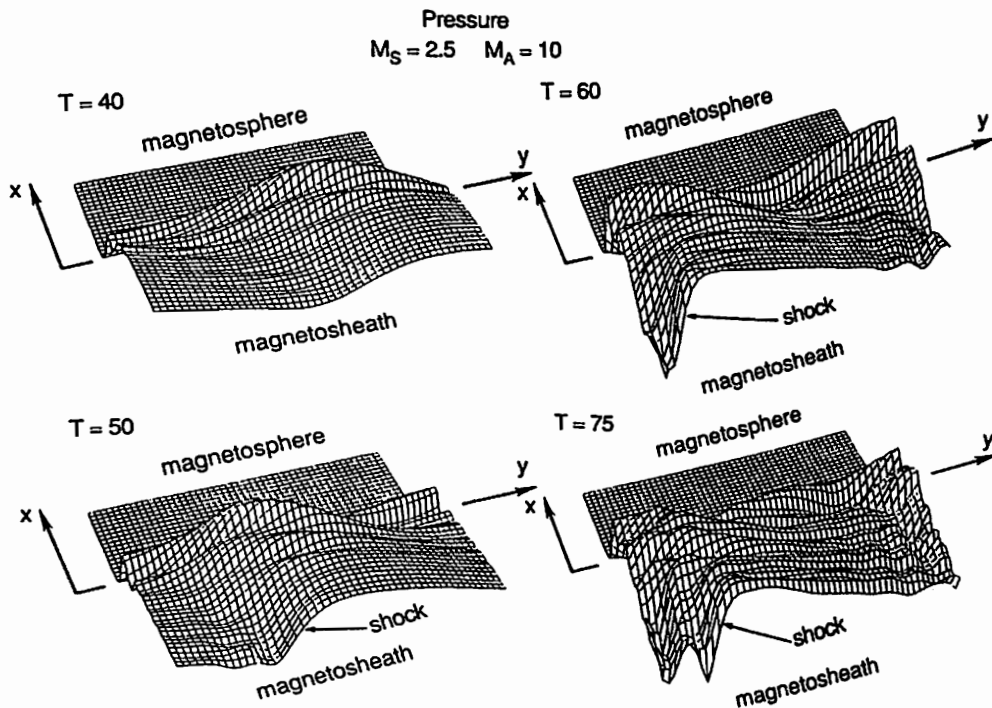
Akira Miura (Dept. of Earth and Planetary Physics, Univ. of Tokyo)

It has been demonstrated by 2-D MHD simulations that the magnetopause boundary with super Alfvénic velocity jump is unstable to the Kelvin-Helmholtz (K-H) instability no matter how large the sonic Mach number. The purpose of the present paper is to show that shocks are formed spontaneously by the K-H instability.

Figure 1 shows three-dimensional views of top surfaces of the plasma pressures at four different times of the K-H instability for $M_S = V_0/C_S = 2.5$ and $M_A = V_0/V_A = 10$, where V_0 is the total jump of the flow velocity across the magnetopause, and C_S and V_A are the sound and Alfvén speeds in the magnetosheath, respectively. Initially the plasma pressure was uniform in the magnetosheath. At $T = 40$, however, the plasma pressure in the magnetosheath is undulated sinusoidally in the y direction. As time goes on, this pressure wave in the magnetosheath grows and its leading edge becomes steeper and steeper. This nonlinear steepening of the leading edge continues until about $T = 60$, but after $T = 60$ this steepened structure seems to be steady.

Since the plasma is compressed in the downstream, this steepened structure is shock-like in nature. In order to check whether this shock-like structure is a real shock or not, the Rankine-Hugoniot (R-H) relation was checked for the shock-like structure shown in Figure 1. The R-H relationship was found to be well satisfied with errors of less than 5%. From this it is obvious that the localized shock-like structure shown in Figure 1 is a real shock discontinuity. This result of a shock formation by the K-H instability suggests that there are a series of eddy "shocklets" formed in the magnetosheath adjacent to the magnetopause boundary at the tail flanks.

Fig. 1. Three-dimensional views of top surfaces of the plasma pressures at four different times of the K-H instability.



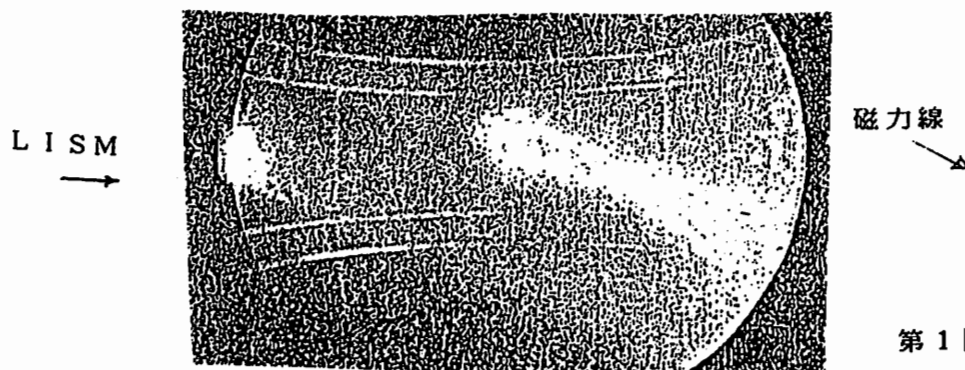
Laboratory Formation of the Heliosphere
S. Minami (Dept. Electrical Engineering, Osaka City University)

Our laboratory simulation of the heliosphere results (1) the shape of the contact surface with the different local inter-stellar magnetic fields, and (2) the shock formation process as and interaction between the two supersonic plasma flows of the solar wind and the local interstellar medium.

我々は室内実験によって、太陽風とLISM(Local Interstellar Medium)との相互作用で形成される太陽磁気圏構造の研究を行ってきた。ここでは(1) LISM磁場に対する太陽磁気圏の構造の依存性、(2) 太陽磁気圏が形成されるショックプロセスについてのべる。

第1表は実験室およびスペースにおけるパラメータである。注目すべきはLISMはアルフェンマッハ数が1より小さいことである。このため磁力線が構造を決定する重要なはたらきをする。第1図はLISM磁場がその流れのベクトルにたいして傾いているときに形成される太陽磁気圏の形を示す実験結果である(流れは2 m/sあり、シャッターは50マイクロ秒後に1マイクロ秒作動させた)。

この研究は、科学研究費重点領域研究(衝撃波)(No.03238214)の補助を受けておこなわれたものである。



第1図

第1表 Experimental Values and the Corresponding Values of this Simulation

parameter	Space	Laboratory
V _{sw}	300 km/s	50 km/s
B _{sw}	0.1 nT	0
N _{sw}	0.1 cm ⁻³	10 ¹³ -10 ¹⁴ cm ⁻³
β _D	100	infinity
v _{LISM}	20 km/s	50 km/s
B _{LISM}	10 ⁻² nT	0 - 300 G
N _{LISM}	10 ⁻² cm ⁻³	10 ¹³ cm ⁻³
v _A	10 ⁵ km/s	500 km/s
MA	10 ⁻³	0.1 - infinity

B32-P06 太陽風の前面と背面における

地磁気活動の違い

恩藤 忠典 (通信総合研究所)

Geomagnetic Activity Difference between Solar Wind Leading and Trailing Sides

Tadanori Ondoh (Laboratory for Space Science, CRL, Tokyo)

The solar wind velocity increases rapidly for a few days on the leading side of solar wind plasma and decreases gradually for 7 to 10 days on the trailing side. Average daily sums of the geomagnetic activity indices, ΣKp on the leading and trailing sides of solar wind plasma are obtained respectively as 28 and 19 from 445 time profiles of solar wind velocity observed between January, 1964 and April, 1985. These data are taken from the Interplanetary Medium Data Books, NASA given by J. H. King. So, the geomagnetic activity on the leading side of the solar wind plasma is clearly larger than that on the trailing side of the solar wind velocity profile at the same solar wind velocity (500 km/s). This is due to frequent occurrences of large southward interplanetary magnetic field Z-component on the leading side of solar wind plasma. The compressional acceleration process takes place on the leading side of the solar wind plasma and the rarefied deceleration process does on the trailing side.

T. Ondoh, Solar Wind Effect on Substorm Occurrence, Prospect and Retrospect in Studies of Geomagnetic Field Disturbances, Proc. of a Symposium held Jan. 25 - 26, 1985, Tokyo, pp. 72 -78., 1985.

地球付近を通る太陽風速度は、その前面では数日間増大し極大に達した後に、7-10日の間に緩やかに背面で減少する。これは後続の高速太陽風プラズマが、先行する遅い太陽風プラズマに追い付く為に起こると言われている。恩藤(1985)はAEが500 nT以上の磁気圏嵐が、太陽風の前面で背面よりはるかによく起こることを統計的に示した。これは太陽風の前面で惑星間磁場のBz成分が、しばしば大きな南向き成分になることによると思われる。又太陽風速の時間変化から推定して、前面では圧縮加速過程が、背面では稀薄化減速過程が働くことによると思われる。

今回はJ. H. King氏のInterplanetary Medium Data Books, NASAの1964年1月から1985年4月までの間に観測された太陽風速の時間変化データから、太陽風の前面と背面が明白な445例を選び、太陽風速が500 km/sであった日の太陽風の前面(速度増大期)と背面(速度減少期)における地磁気活動度指数Kpの1日の総和 ΣKp を比較した。

その結果445例の太陽風速度プロファイルについて、太陽風速が500 km/sの時の太陽風前面の ΣKp の平均値は28、背面のそれは19であることが判った。即ち太陽風の前面と背面では、同一の太陽風速に対して、前面の方が背面より明らかに地磁気活動が大きいと言える。

THREE DIMENSIONAL MHD SIMULATION OF THE INTERACTION
BETWEEN THE SOLAR WIND AND AN OUTFLOWING PLASMA

Hiroshi Kajikawa and Tatsuki Ogino
Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

In order to study the interaction of two flowing plasmas, which are composed of a plasma with uniform flow and a plasma with radial flow, we have used a three dimensional time dependent magnetohydrodynamic (MHD) simulation. As the results, three discontinuities are produced in the sun-side interaction region. They are the outer shock, the contact surface, and the inner shock. Interplanetary magnetic field (IMF) lines are hung up on the obstacle and form a long plasma tail.

1. まえがき

太陽風と彗星の相互作用は地球や金星の様な惑星電磁圏の場合とは異なっている。その理由は、彗星が固有の大きな磁場を持たないこと及び質量即ち重力が極端に小さいことに起因している。そのため、多量のガスと水蒸気が水の核から蒸発によって自由に放出され、光電離あるいは太陽風プラズマの荷電交換によって電離して大きな彗星プラズマ圏を形成している。彗星からの電離ガス即ち流出プラズマは惑星間磁場を伴う太陽風プラズマと衝突する。その結果、外側衝撃波 (outer shock), 接触面 (contact surface) 及び内側衝撃波 (inner shock) から構成される三つの不連続面が太陽風と彗星プラズマ相互作用の太陽側領域に形成される。又、惑星間磁力線は彗星プラズマに掛かり、太陽風の下流側に長い彗星のプラズマ尾を形成する。この様な二つのプラズマ流の相互作用は、恒星風と太陽圏プラズマの相互作用においても類似状況にあると考えられている。本研究では電磁流体力学 (MHD) 方程式に基づく3次元の計算機シミュレーションを行い、太陽風と彗星からの流出プラズマを例にとり、二つのプラズマ流の相互作用領域の構造とダイナミクスを調べた。

2. シミュレーションモデル

このシミュレーションは、太陽風からの一様な流出プラズマと彗星からの径方向流出プラズマとの相互作用の時間変化を3次的に調べることを目的とする。従って太陽方向をx軸正、夕方方向をy軸正、北極方向をz軸正の座標系において modified leap-frog 法を用いて初期値問題として解いた。このシミュレーションボックスの中には $B_z = 5 \text{ nT}$ の一様な北向きの惑星間磁場 (IMF) と $n_{SW} = 5 / \text{cm}^3$, $V_{SW} = 150 \sim 300 \text{ km/s}$, $T_{SW} = 2 \times 10^5 \text{ } ^\circ\text{K}$ の一様な太陽風が流れている。MHD方程式は境界を除いた (150,50,50) の格子点上で解き、メッシュサイズは $\Delta x = \Delta y = \Delta z = 0.5 \text{ Ro}$ 、タイムステップは $\Delta t = 1.9 \text{ s}$ として数値的安定性の条件を満足する様に選択した。

3. シミュレーション結果

太陽風からの流出速度及び彗星からの流出速度を変化させ計算を行った準定常状態の例を図1 ($V_{SW} = 300 \text{ km}, V_{RO} = 300 \text{ km}$), 図2 ($V_{SW} = 150 \text{ km}, V_{RO} = 300 \text{ km}$), 図3 ($V_{SW} = 300 \text{ km}, V_{RO} = 150 \text{ km}$) に示す。プラズマ密度 ρ とプラズマ圧力 P は等高線で、磁場 B と速度 V はベクトルで表示している。太陽風からの流出速度が彗星からの流出速度より大きくなるに伴い外側衝撃波、接触面及び内側衝撃波から形成される不連続面が彗星側に、逆に太陽風からの流出速度が彗星からの流出速度より小さくなるに伴い不連続面が太陽側に移動する。

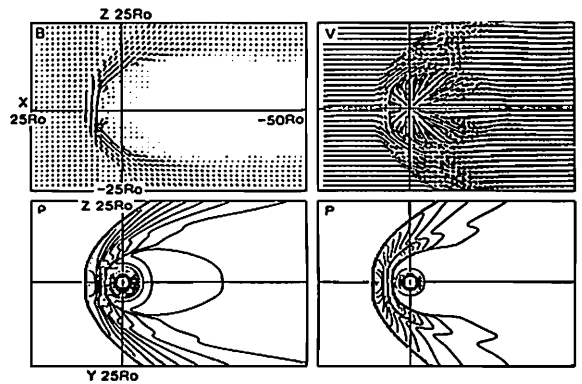


図1 $V_{SW} = V_{RO} = 300 \text{ km}$ の相互作用領域の構造

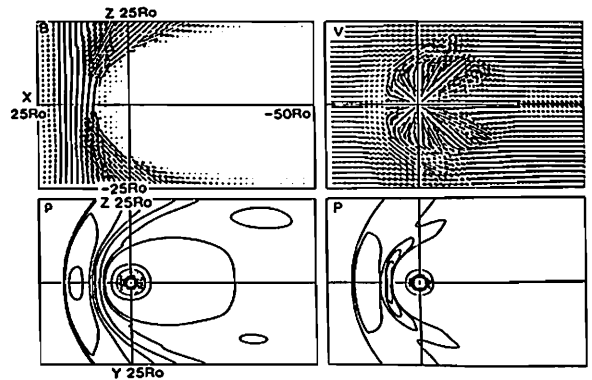


図2 $V_{SW} = 150 \text{ km}, V_{RO} = 300 \text{ km}$ の相互作用領域の構造

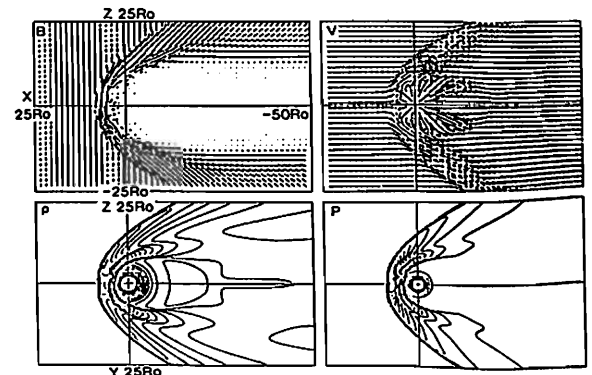


図3 $V_{SW} = 300 \text{ km}, V_{RO} = 150 \text{ km}$ の相互作用領域の構造

□ 主磁場

C11-01~06

座長 浜端広充 (大阪市大理)
松島政貴 (東工大理)

Finite Amplitude Thermal Convection in a Spherical Shell

° T. Iijima and Y. Honkura (Faculty of Science, Tokyo Institute of Technology)

The Earth's magnetic field is believed to be generated and maintained by fluid motion in the outer core. To understand the fluid motion, time evolution of finite amplitude thermal convection in a rotating spherical shell is investigated. In this study, it is assumed that there is no heat source in a spherical fluid shell, and that tangential stress is free at boundaries. The radius ratio of the shell and the Prandtl number are restricted to be 0.4 and 1, respectively.

1. はじめに

地球磁場は地球の外核内の流体運動によって維持されていると言われている。地球磁場の生成機構を解明するためには、この流体運動を調べる必要がある。

ところで、この流体運動は熱対流によるものなのか、それとも組成対流によるものなのかよく分かっていない。また、内部熱源、外核の境界についてもよく分かっていない。

ここでは1つのモデルとして、内部熱源が存在しない、境界での接線応力が0になるような状態を考え、熱対流の数値計算を行った。

2. 計算方法

上で述べた熱対流を解くのに当たって必要になる方程式は、流体の運動方程式と熱伝導の方程式である。これらの方程式は、

$$Pr^{-1} \left\{ \frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} + (\mathbf{V} \cdot \nabla) \mathbf{V} \right\} = -\nabla \pi + \nabla^2 \mathbf{V} + Ra \theta \mathbf{r} + 2\mathbf{V} \times \boldsymbol{\Omega}$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + (\mathbf{V} \cdot \nabla)(\theta + T_0) = \nabla^2 \theta$$

である。ここで長さのスケールとして球殻の厚さ(d)、時間のスケールとして熱拡散の特徴的な時間(d^2/κ)をとる。

また T_0 は定常温度を表しており、 $T_0(r) = C_1 + C_2/r$ である。

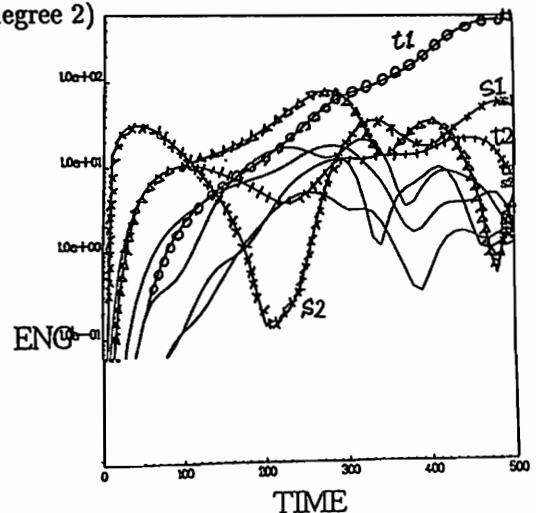
計算方法としては、まず速度場 \mathbf{V} をポロイダル、トロイダルに分解する。そしてそれらのスカ

ラー関数 (V_S, V_T) と θ を球面上では球面調和関数で、動径方向には三角関数を使って境界条件を満たすように展開する。展開した各基底をそれぞれの方程式に掛けてやり、球殻上で積分する。すると展開係数の時間変化を知ることができて、時間発展を追うことが出来る。ルンゲクッタ法を用いて時間発展を追った。

3. 計算結果

現在は、球殻の上下での温度差が小さく、回転が遅い問題について計算を行っている。また球殻の半径比を0.4、プラントル数 Pr を1としている。

下の図は $Ra = 1200$, $Ta = 100$, 球面調和関数の打切次数が4, 三角関数の打切次数が4の時の各位数のエネルギーの和である。(例 $s_2 = \text{poloidal, degree 2}$)



C11-02 円筒内の成層流体中の非線形 磁気流体波の厳密解 (II)

浜端 広充
大阪市大理

Exact Nonlinear Hydromagnetic Wave Solutions in a Thermally Stratified Fluid within a Cylindrical Container (II)

Hikomitsu Hamabata
Faculty of Science, Osaka City University

It is widely recognized that the strong azimuthal magnetic field is confined to the Earth's core or the solar convection zone, where it is generated from the weak poloidal magnetic field by the differential rotation and hence the magnetic field is helical. Studies of hydromagnetic waves under the influence of the helical magnetic field 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. As mentioned above, however, an important property of the solar and Earth's magnetic field is the curvature of the field lines. Thus, 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. A spherical geometry is often too difficult to work with, so a useful compromise is to consider an infinite cylinder with a helical magnetic field.

In the '90 SGEPS fall meeting, we reported that we applied the Parker's analysis to the thermally stratified electrically conducting fluid within a perfect conducting cylindrical container and found the exact translationally or axially symmetric hydromagnetic wave solutions with large amplitude but restricted form, which represent the waves propagating in the azimuthal or the axial direction, under the influence of helical magnetic field.

In this report, the propagation of nonlinear hydromagnetic waves in a highly conducting, self-gravitating fluid in an infinite cylindrical annulus, subject to the convective forces produced by a radial temperature gradient, is treated in a Boussinesq approximation, by extending the analysis reported previously to the case when the physical quantities are helically symmetric in cylindrical coordinates. 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. It is shown that there is a class of exact wave solutions of arbitrary amplitude, but restricted form, which represent the waves propagating helically on the cylindrical surfaces, under the influence of helical magnetic field. The detailed properties of the obtained wave solutions will be presented in the meeting. It should be added to note that the propagation of nonlinear hydromagnetic waves in a spherical geometry is under consideration and will be reported in the near future.

The solutions of the kinematic dynamos which do not sustain the dipole field

°Takahiro NAKAJIMA and Masaru KONO

(Department of Applied Physics, Tokyo Institute of Technology)

The kinematic dynamos reported before mainly sustain the magnetic field including the dipole or equatorial dipole. The given velocity field can sustain other sets of magnetic field, which does not contain the dipole. The most efficient set of field should characterize the kinematic dynamo of the given velocity. We will investigate the solution of all possible cases and discuss the relation between the helicity distribution of velocity field and the difference of efficiencies of the sets of fields.

本学会において、Bullard-Gellman 方式のキネマティック・ダイナモの解の性質を報告してきた(中島・河野, 1989 秋; 1990 春)。ただしそれらの解は、ダイポール磁場が維持できるかどうかを主眼においていたため、主にダイポールを、Cowling の定理によりダイポール磁場が維持できないことが分かっているものは赤道ダイポールを、維持する場合のみを求めていた。しかしダイナモの効率という点から考えれば、他の磁場が維持されるときについても計算を行い、解の比較をする必要がある。すなわち、仮定する速度場において最も少ない運動エネルギーで維持できる磁場等を知ることができる。

例えば、Pekeris et al. (1973) のモデル(速度場: $S_2^{2c} + T_2^{2c}$) では下表の 4 つの発生磁場のセッ

トがある。過去には type I の解が求められていたのみである。

キネマティック・ダイナモの一般的性質を知る上では、この例のような発生する磁場が違うときの解の性質についても知る必要があり、このことについて報告する。

またこれまでに、層流のキネマティック・ダイナモにおいてもヘリシティ ($\mathbf{v} \cdot \text{curl } \mathbf{v}$) が重要な物理量であり、またダイナモの効率をみる目安となることを報告した(中島・河野, 1990 春; 河野, 1991 春)。この性質がダイポール磁場以外を維持する場合についても調べ検討する。

最終的には、ヘリシティの分布と磁場のセットごとのダイナモの効率の差についても考察するつもりである。

Pekeris et al. (1973) のモデル(速度場: $S_2^{2c} + T_2^{2c}$) で発生する磁場のセット

$$\begin{array}{l}
 \text{type I} \\
 \text{type II} \\
 \text{type III} \\
 \text{type IV}
 \end{array}
 \left\{ \begin{array}{l}
 S_1^{0c}, S_2^{2s}, S_3^{0c}, S_3^{2c}, S_4^{2s}, S_4^{4s}, \dots \\
 T_1^{0c}, T_2^{2s}, T_3^{0c}, T_3^{2c}, T_4^{2s}, T_4^{4s}, \dots \\
 S_1^{1c}, S_2^{1s}, S_3^{1c}, S_3^{3c}, S_4^{1s}, S_4^{3s}, \dots \\
 T_1^{1c}, T_2^{1s}, T_3^{1c}, T_3^{3c}, T_4^{1s}, T_4^{3s}, \dots \\
 S_1^{1s}, S_2^{1c}, S_3^{1s}, S_3^{3s}, S_4^{1c}, S_4^{3c}, \dots \\
 T_1^{1s}, T_2^{1c}, T_3^{1s}, T_3^{3s}, T_4^{1c}, T_4^{3c}, \dots \\
 S_2^{0c}, S_2^{2c}, S_3^{2s}, S_4^{0c}, S_4^{2c}, S_4^{4c}, \dots \\
 T_2^{0c}, T_2^{2c}, T_3^{2s}, T_4^{0c}, T_4^{2c}, T_4^{4c}, \dots
 \end{array} \right.$$

Estimation of Fluid Motion in the Earth's Outer Core
— Taking Time Variations into Consideration —

°Masaki Matsushima and Yoshimori Honkura

Department of Applied Physics, Tokyo Institute of Technology

In order to understand a realistic geodynamo mechanism, it is essential to clarify fluid motion in the Earth's outer core. So far we have attempted to derive fluid motion in the core by solving the Navier-Stokes and the induction equations. The radial dependence for poloidal velocity field is unknown unless the Navier-Stokes and the energy equations are fully solved. We have then prescribed a scalar function which satisfies boundary conditions for poloidal velocity field, and calculated the magnitude of poloidal velocity field. We assumed that the velocity and the magnetic fields are steady, although we realize that it is not sufficient. The velocity and the magnetic fields in the core ought to vary with time. Their time variations must be taken into consideration.

One conventional approach is based on the frozen-flux approximation, in which the magnetic diffusion term in the induction equation is neglected for the time scale much shorter than the magnetic diffusion time. Time variations of the poloidal magnetic field due to the interaction between fluid motion and the magnetic field at the core-mantle boundary (CMB) are taken into consideration. Figure 1 shows an example of fluid motion at the core surface derived on the frozen-flux approximation.

On the other hand, we are to consider dynamics inside the core. However, only the time variations of poloidal magnetic fields are known; that is, we can derive the time variations of poloidal magnetic fields only at the CMB through downward continuation. It is impossible to provide information on the time variations of velocity and magnetic fields inside the core. We are obliged to assume some simple state.

In this paper, we attempt to minimize the time variations of velocity and magnetic fields in the core at each mesh-points; we loose the restriction of the steady state in this way. We will discuss the validity of solutions derived on the assumption.

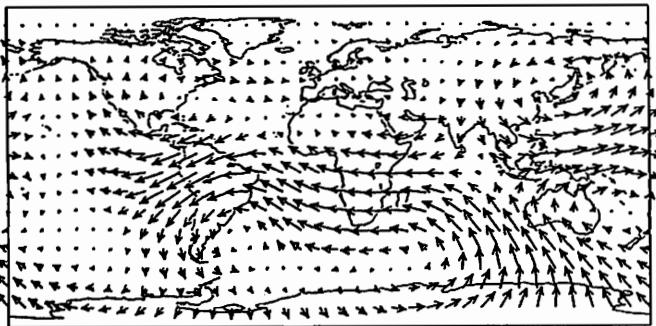


Fig. 1. Fluid motion at the core surface derived on the frozen-flux approximation.

←
 $1.00 \times 10^{-3} \text{ ms}^{-1}$

本蔵義守・松島政貴 (東工大理)

Global Electromagnetic Response of the Earth Derived from
Analyses of Long-Period Geomagnetic Variations

Yoshimori HONKURA and Masaki MATSUSHIMA

Department of Applied Physics, Tokyo Institute of Technology

Introduction

The electrical conductivity is one of the important physical properties of the lower mantle, and we believe that the electrical conductivity of the mantle has been estimated fairly accurately from analyses of geomagnetic variations. Some rock experimentalists cast a doubt on the reliability of the electrical conductivity structure in the lower mantle. Our first purpose is to make analyses of long-period geomagnetic variations in order to argue against such a doubt.

Recently, lateral inhomogeneity of the seismological structure in the lower mantle has been studied extensively. The electrical conductivity structure may also be laterally inhomogeneous. Our second purpose is to examine whether global analyses of long-period geomagnetic variations can resolve such an inhomogeneous structure.

Data and Method

For this purpose we collected daily-mean data from 58 stations over the globe. The time series data cover the period of 10 years which is sufficient for examining the electrical conductivity of the lower mantle. First we made Fourier analysis for the data at individual stations and then made spherical harmonic analysis for some frequencies. As shown in Fig. 1, the X component is well represented by $\sin \theta$, whereas the Z component fluctuates around $\cos \theta$. Nonetheless, the overall response seems to be represented by the P_1^0 term. In the present case we used the ratio of internal to external potential coefficients as the response function.

Conclusions

- (1) Our estimate of P_1^0 response function agrees well with the estimate of Banks (1969) at the frequency range $0.04 \sim 0.005$ c/day. For lower frequencies the response function tends to decrease gradually as shown in Fig. 2.
- (2) Our preliminary analysis is unable to provide information on lateral inhomogeneity of the mantle conductivity structure and more detailed analyses are required to detect slight modulations due to inhomogeneity.

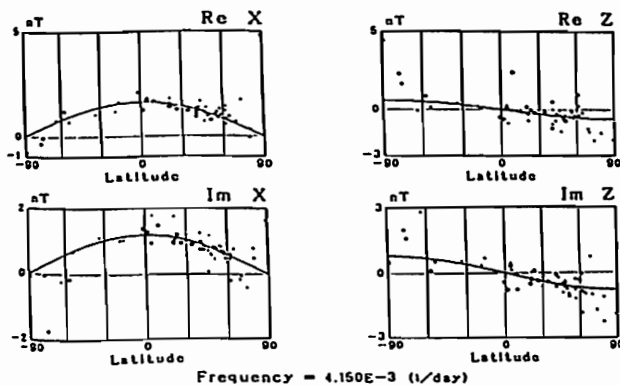


Fig. 1

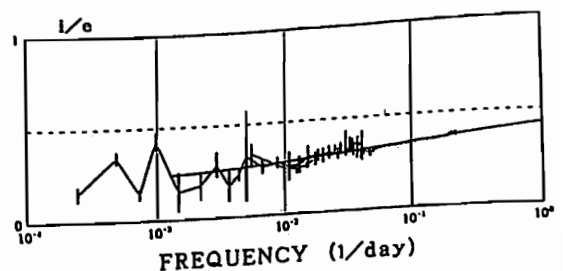


Fig. 2

C11-06 **ELECTROMAGNETIC CORE-
MANTLE COUPLING RELATED TO
THE TIDAL DECELERATION OF THE
EARTH'S ROTATION**

T. Yukutake

Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Tokyo

The Earth's rotation is subject to secular deceleration due to friction of the oceanic tidal currents with the solid Earth. The Earth's core is supposed to be decelerated through core-mantle coupling. The core follows the mantle's deceleration with a time lag (τ). If the coupling is strong, the time lag is short, whereas, if the coupling is weak, the time lag becomes long.

As the core-mantle coupling, two major processes are conceivable. One is the viscous coupling, and the other is the electromagnetic coupling.

The viscous coupling was investigated by Bondi and Lyttleton (1948). If the kinematic viscosity of the core (ν) is assumed to be 10^{-2} cm²/sec (10^{-6} m²/sec), the time lag (τ) becomes as long as 13,000 years.

In this paper, the electromagnetic coupling is examined. Firstly the coupling is estimated on a rigid core model, in which the core is approximated by a rigid sphere with an electrical conductivity (σ) of 3×10^{-6} emu (3×10^5 S/m). When the dipole field strength at the core-mantle boundary is taken to be 5 gauss, and the conductivity of the lower mantle is assumed 10^{-9} emu (10^2 S/m), the time lag (τ) becomes as short as 25 years. Secondly, the electromagnetic coupling is investigated for a liquid core model, in which zero viscosity is assumed. The time lag has been obtained as short as 10 years.

The results indicate that the core is coupled with the mantle more tightly through the electromagnetic interaction rather than the viscous one, implying that the core is decelerated by the electromagnetic torque.

□ 固体惑星

C11-07~10

座長 増内千尋 (京都工織大)
山越和雄 (東大宇宙線研)

Gravitational Stability of the Forming Solar Nebula

Taishi Nakamoto and Yoshitsugu Nakagawa
Earth and Planetary Physics, University of Tokyo

The gravitational stability of the forming solar nebula is studied. The initial state of the cloud core and the collapse mode are modeled. An unknown observable is the total angular momentum of the cloud core J_0 ; we treat J_0 as a parameter. The solar nebula is considered to be an accretion disk in which the effective viscosity ν exerts. The precise prescription of ν is unknown, however, so we introduce a parameter α which represents the intensity of the turbulent velocity in the solar nebula. Numerical simulations of formation and subsequent viscous evolution of the solar nebula with the modeled cloud gas infall show the following results. (1) When $J_0 > 10^{53} \text{ g cm}^2/\text{sec}$, the gravitational instability in the forming solar nebula occurs. (2) The radius at which the gravitational instability occurs is 20 AU (for $\alpha = 10^{-3}$) or 30-40 AU (for $\alpha = 10^{-2}$), and independent of J_0 . (3) The mass ratio of the solar nebula to the sun is about 0.24 (for $\alpha = 10^{-3}$) or 0.18 (for $\alpha = 10^{-2}$), and independent of J_0 . (4) The time at when the gravitational instability occurs is $(2-4) \times 10^5$ years, and independent of α . (5) In the gravitationally unstable region, the temperature is low and the effective viscosity is inefficient.

星間雲 (cloud core) の重力収縮によって形成される solar nebula の重力安定性を調べた。まずはじめに、cloud core の状態とその重力収縮の仕方について考察し、それに基づいて落下するガスの降り積もり先とその時間を求める。次に、落下したガスによって形成された solar nebula を accretion disk とみなしてその進化を落下するガスを考慮しつつ計算する。さらにその際 solar nebula の重力安定性も同時に調べる。それらの結果、形成期の solar nebula の重力安定性および重力不安定になるとしたらいつ、どこで、どのようにして不安定に至るのかを知ることができる。

重力収縮前の cloud core に対し、球対称密度分布、重力と圧力による力学平衡、剛体回転を仮定し、観測より得られる質量、大きさ、回転角速度を用いると、cloud core 内の密度分布、角運動量分布が一意的に求められる。観測では温度が 10K でほぼ一定であるので、密度分布は $\rho \propto R^{-2}$ となる。さらに重力収縮の仕方は、重力収縮の崩壊面が内側から外側に向かって音速で伝播して行き、落下しはじめた各ガス粒子はそれが初期に持っていた角運動量を保存したまま落下すると考えると、我々は solar nebula 領域のどこに、いつ、どれだけの質量のガスが落下するかを知ることができる。今回このような cloud core とその重力収縮のモデルを用いて solar nebula の形成を追った。我々が用いた cloud core の物理量は質量 $1M_{\odot}$ 、半径 10^4 AU、温度 10K (一定) であり、このとき cloud core の free fall time は 2×10^5 年である。また、全角運動量 J_0 は観測的に不確定性が大きいので $10^{53} \text{ g cm}^2/\text{sec}$ 程度の大きさのパラメータとした。

一方、落下したガスにより形成された solar nebula 内は乱流状態にあり、乱流粘性が働いていると考えられる。我々は乱流粘性 ν を α -model に従って $\nu = \alpha c_s^2/\Omega$ (c_s :音速, Ω :角速度) で与えた。 α はパラメータであり、乱流速度のマッハ数に対応すると考えることができる。今回の計算では、 $\alpha = 10^{-2}-10^{-3}$ の値を用いた。粘

性の働きにより solar nebula 内に分布する角運動量が内側から外側に向かって輸送されるため、solar nebula の大部分のガスは角運動量を失って内側に移動し、外縁のガスは余分な角運動量を外に渡すことができないため外に移動する。すなわち、solar nebula の半径は大きくなるが、ほとんどのガスは内側に移動し最終的には原始太陽に落ち込む。このような solar nebula の進化を cloud core からのガスの降り積もりを考慮しつつ、solar nebula に対する連続の式、運動方程式、エネルギーの式を時間発展的に解いて計算した。さらに各時刻において solar nebula の各部分の局所的な重力安定性を Toomre の Q 値 ($Q \equiv c_s \Omega / \pi G \Sigma < 1$ のとき重力不安定; Σ :面密度, G :重力定数; Goldreich and Lynden-Bell 1965, *Monthly Notices R.A.S.* 130, 97.) を用いて調べた。以上より、形成期の solar nebula が (重力不安定になるとしたら) いつ、どこで、どのようにして重力不安定になるのかを調べ、それらのパラメータ J_0, α への依存性を明らかにした。

計算の結果をまとめると次のようになる。
 (1) $J_0 > 1 \times 10^{53} \text{ g cm}^2/\text{sec}$ のとき solar nebula は形成期において重力不安定になる。形成期における重力不安定の有無は α の値によらない。
 (2) 重力不安定が形成期に起きるとき、その位置は、20 AU ($\alpha = 10^{-3}$ のとき), 30-40 AU ($\alpha = 10^{-2}$ のとき) である。 J_0 にはよらない。
 (3) 重力不安定が形成期に起きるとき、solar nebula と原始太陽の質量比は、 $M_{\text{nebula}}/M_{\text{sun}} = 0.24$ ($\alpha = 10^{-3}$ のとき), $M_{\text{nebula}}/M_{\text{sun}} = 0.18$ ($\alpha = 10^{-2}$ のとき) である。 J_0 にはよらない。
 (4) 重力不安定が形成期に起きるとき、その時刻は cloud core の収縮開始後 $(2-4) \times 10^5$ 年後である。 α にはよらない。
 (5) 重力不安定が起こるところでは、solar nebula 内の温度が急激に減少しており、従って乱流粘性が急激に小さくなっている。

A New Experimental Demonstrations of Formation of Pyrrhotite Grains by Coalescence of Fe and S Smoke Grains

Chihiro Kaito and Yoshio Saito

Kyoto Institute of Technology, Matsugasaki Sakyo-ku Kyoto 606

The most particularly important minerals in paleomagnetic research of the primordial solar system using a large number of meteorites are tetrataenite and pyrrhotite. Using the coalescence phenomenon in smoke, we recently produced tetrataenite grains of $\text{Fe}_{50}\text{Ni}_{50}$ ¹⁾. It was recently reported that²⁾ the observed coexistence of tetrataenite fine grains with more abundant magnetite and kamacite in Yamato 791717 carbonaceous chondrite suggested that the tetrataenite grains were directly formed by a coalescence process of Fe and Ni fine particle smoke in the solar nebula. Thence, experimental demonstration of formation of fine grains by use of coalescence in smoke becomes important in meteorite magnetism.

In the present study, the formation condition of pyrrhotite has been elucidated experimentally. A new technique to produce sulfur grains have been introduced in a previous method for Fe-Ni system.

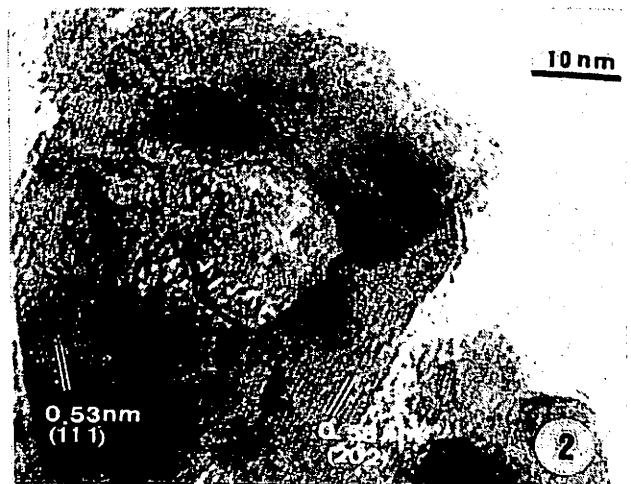
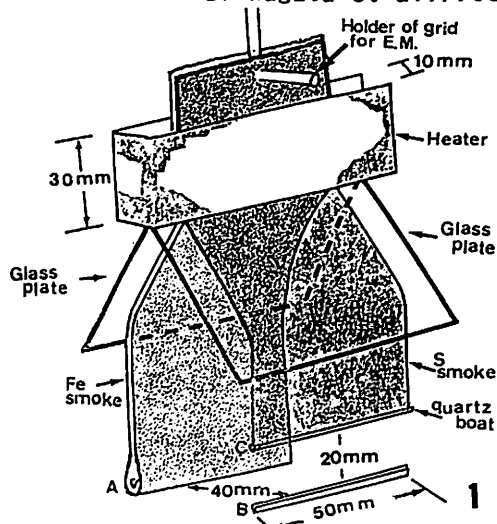
Two tungsten boats, A and B, were placed 40 mm apart and parallel to each other in the chamber as shown schematically in Fig.1. Boat A was the evaporation source of iron metal. The quartz boat, C, which was set 20 mm above boat B, was the evaporation source of sulfur. Two glass plates were placed about 60 mm above boats A and B at an angle of about 60° to the vertical. Ar gas at 13 KPa was introduced into the chamber, and boats A and B were heated at 1700°C and 1400°C.

In the grain which passed through the heater gap at temperature higher than 100°C, macasite, trillite and pyrrhotite grains predominately produced. Pyrrhotite grains exhibit a typical DDSS (diffusion-dependence shell structure) shape as shown in Fig.2 which is produced by the diffusion of iron atoms to the surface sulfur layer.

The morphology of the DDSS was similar to the temperature, but crystal phases were different, i.e. high super structure can be produced at low temperature.

1) Kaito et al. Proc. Japan Acad., Ser B 65 (1989) 125.

2) Nagata et al. Proc. Japan Acad., Ser B 66 (1990) 183



隕石中の酸不溶成分の分析 (Ⅰ)

○ 狩野直樹(東大理平地惑専攻D1) & 山越和雄(東大宇宙線研究所)

CHEMICAL ANALYSES OF ACID RESIDUES
IN METEORITES [I] °NAOKI KANO & KAZUO YAMAKOSHI
(Institute for Cosmic Ray Research, University of Tokyo)

Acid Residue components are collected from an ordinary iron meteorite; Canyon Diablo, with aqua regia. Acid residues, amorphous carbon fractions, Q-phases and CAI are believed as carriers of precursor and/or interstellar materials. Now we are preparing to measure the ratios of Ru isotopes in primordial chondrites. In this work, we want to use the acid-solved fractions of ordinary meteorites as reference. However, systematic studies for acid residue fractions in meteorites would be carried out during the isotope analyses.

始原的炭素質隕石などの構成成分から、色々な元素の同位体比異常が検出されており、原始太陽系星雲凝縮時のガス・ダスト集団の攪拌不完全、太陽系天体の原料物質の局在化を調べる手がかりとなっているが、その際の構成成分として、これまでに、CAI, コンドルール、酸不溶成分、PHASE-Q, AMORPHOUS 炭素などが研究の対象となってきた。また、最近では甘利ら(1991)によって、MURCHISON隕石のマトリックス部分から"ROUND GRAPHITE GRAINS"が取り出され、Ne-E成分の担体として認定された。

我々の研究では、始原隕石中から高融点金属であるRuやOsの同位体比を調べることを目的としているが、その同位体比測定の際に、REFERENCEとして隕鉄"CANYON DIABLO"を王水(HNO₃+3HCl)に溶解し、均質に攪拌して、使用することを考えている。その際、王水不溶成分が採取できたので、その化学成分をよう融成分と比較しつつ、調べて

みることにした。酸(王水)不溶成分は、比重や粒度(サイズ)別に調べることも考えたが粒毎に、余り大きな差異が認められなかったため、今回は特に物理的性質での分類はしないことにした。

化学成分の調査は、原子炉による中性子放射化分析で行ない、気送管照射、F-B孔照射ののち、(非破壊方式で)特定のGAMMA線の測定をSIDEROPHILE成分を中心におこなった。酸よう融成分も定量し、文献値と比較し、保管している母液の均質性、測定再現性なども調べた。

今後、始原的、未変成コンドライトの酸不溶成分やMETAL PHASESなどについても系統的に調べていくつもりである。

[文献] AMARI et al.

2nd JAPAN-USSR JOINT
SYMPOSIUM ON ISOTOPE
GEOLOGY ABSTRACTS ;

[June, 1991] D 9, pp97 .

Y. Miura¹, T. Kato¹, N. Kawashima², A. Yamori², and M. Imai¹

¹ Faculty of Science, Yamaguchi University, Yoshida, Yamaguchi 753

² Institute of Space and Astronautical Space Science, Yoshinodai, Sagami-hara, Kanagawa, 164

There are few physico-chemical data and discussion on formation mechanism of anomalous shocked quartz so far in artificial shock experiments. The purpose of the present paper is detailed investigation of new shocked silica grains in artificial impact craters by comparing with those from the Moon, meteorites, terrestrial impact craters and the Cretaceous-Tertiary (K/T) boundary samples.

1. Experimental procedure

Two target rocks of Kohyama gabbroic anorthosite and Tokuyama granite have been used to investigate mineral changes. In order to make smaller size of clear impact craters, steel and plastic projectile were used with velocity of about 2km/s at the railgun of the ISAS.

From large mass of samples, shocked quartz grains have been selected under polarized optical microscope by using an ultra-sonic cutter (Gatan 601 system). Each single crystal was measured on the Mo target at 50 kV and 150 mA to obtain the final high precision data of the cell-parameters (at $2\theta_{h_0} = 30^\circ \pm$) by using the Rigaku automated single crystal four-circle X-ray diffractometer (AFC-5 FOS system) at the Yamaguchi University.

2. Results

1. Shock metamorphism has been investigated in artificial impact craters of gabbroic anorthositic and granitic target rocks. Shocked quartz grains with irregularly wavy extinction are found at crater walls and coarse-grained ejecta, and show the largest values of density in the fine ejecta.

2. Large density of shocked quartz has been obtained in target rock of gabbroic anorthosite with smaller homogeneous grains by steel projectile than the granite rock with larger irregular grains.

3. There are two types of 'shocked quartz': 1) shocked quartz formed by direct transformation from high-pressure silica, and 2) fine shocked quartz crystallized by chemical change mainly from feldspar composition under vapour condition of impact event.

4. Closed system of rail-gun chamber makes easily 'shocked cristobalite' of high-temperature type silica but few high-pressure type silica of stishovite in this experiment.

5. Chemical change of feldspar composition can be examined also by anomalous composition of poor K, Na and Ca ions with wavy extinction.

6. Shock pressure of shocked quartz are estimated by regression equation obtained from the density-deviation of shocked quartz from Charlevoix impact structure (ca. 110 to 200 kbar).

7. Characteristics of the anomalous quartz grains with shock lamellae are 1) fine grains (less than 0.7mm in size), 2) higher density (ca. 0.8% of density-deviation), 3) diffuseness of the cell-dimension (ca. 0.3%), 4) pseudo-monoclinic features of structural discrepancy between original a- and b-axes (ca. 0.3%), and 5) shrinkages of the shock planes of quartz, $m(10\bar{1}0)$ and $\pi(10\bar{1}2)$ (ca. -0.7% and -0.4%, respectively) and of atomic distances of Si-O(1) and O(1)-O(3) (ca. -0.6% and -1.6%, respectively).

Acknowledgements. The present research is supported by the Grant-in-Aid for Scientific Research on Priority Areas, Shock Waves Research, supported by the Japanese Ministry of Education, Science and Culture of the senior author.

References

Miura Y. (1991a): Shock Waves (Springer-Verlag), 1, 35-41.

Miura Y. (1991b): Lunar and Planetary Science XXII (LPI, Houston), 905-908.

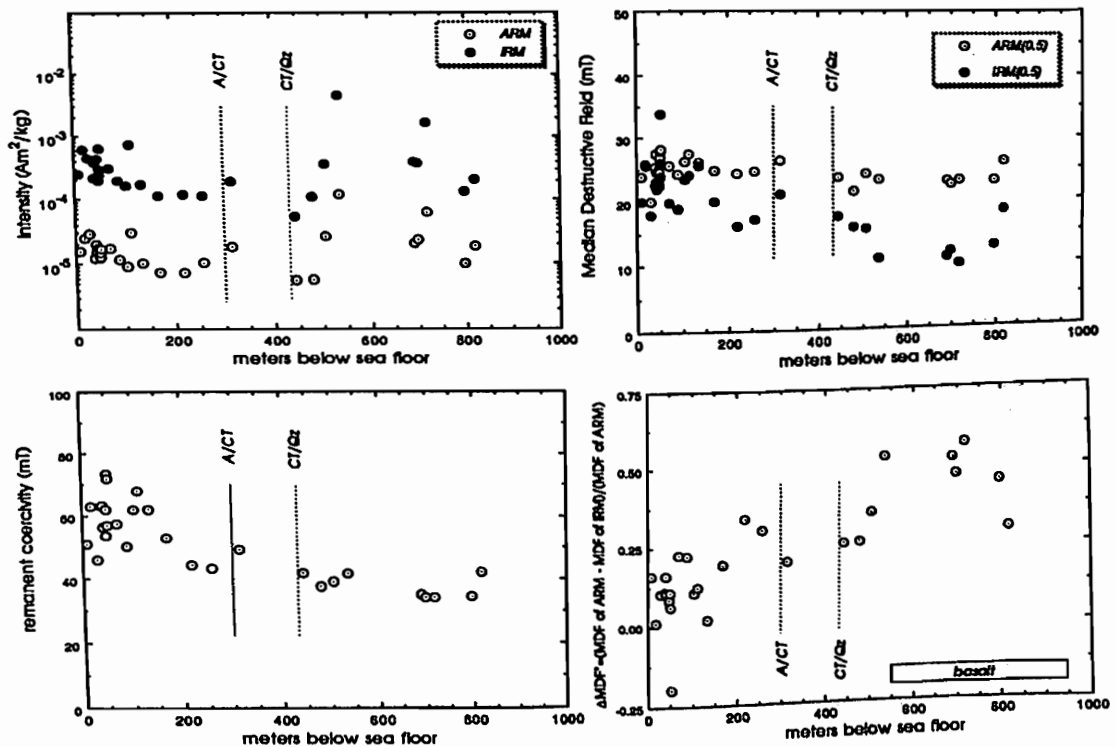
□ 岩石磁気・古地磁気

C12-01~17, -P01

座長 田中秀文 (東工大理)
山崎俊嗣 (地調海洋)

°M. Torii (Kyoto Univ), A. Hayashida (Doshisha Univ), L. Vigliotti (Ist Geol Mar, Bologna), and J. Wipperfurth (Univ München)

Deep-sea sediments recovered from the south-western part of the Yamato Basin (Site 797) were investigated by rock magnetic method to understand down-core alteration and/or production of the magnetic minerals. Progressive thermal demagnetization of the composite IRMs demonstrated that (Ti-)magnetite is the common magnetic mineral throughout the core. Pyrrhotites are found to be less common minerals in the upper part of the core (in opal-A zone), which is demonstrated by its moderate temperature of blocking (ca. 300°C). Some diagnostic parameters such as those derived from Lowrie-Fuller test are used to discuss domain state of the magnetic minerals. One of the semi-quantitative expressions of L-F test, $\Delta\text{MDF}^* = (\text{MDF of ARM} - \text{MDF of IRM}) / (\text{MDF of ARM})$, suggest that there may be a considerable difference in domain-state between samples from opal-A zone and those from the rest (opal-CT and Quartz zones). Down-core trend of above-mentioned rock magnetic properties may suggest the dissolution of magnetic minerals along with diagenesis of organic silica. In the deeper part of the core, however, production of secondary magnetic minerals (possibly MD magnetite) may be accelerated by the intrusion of igneous rocks.



Figures: Down-core trends of some rock magnetic properties: Intensity of ARM and IRM (upper left); MDF of ARM and IRM (upper right); coercivity of remanence (lower left); ΔMDF^* (lower right).

層状チャートの磁性球粒の起源について

趙 章熙 (京大 理)

Origin of the magnetic microspherules
in bedded chert

Chang-Fee Cho

(Department of Geology & Mineralogy, Kyoto University)

Triassic and Lower Jurassic sedimentary rocks in the Inuyama area, consist of radiolarian bedded cherts and shale beds. We extracted magnetic materials including the microspherules. Size distribution of the microspherules indicate rare cases that we obtain the microspherules larger than $100\mu\text{m}$ in diameter.

We trace the chemical elements of many microspherules. Several sample were analyzed by means of a SEM and SOR(Synchrotron Orbit Radiation). This works show that we confirm presence of a authigenic microspherule.

美濃帯犬山地域に広がる層状チャートの珪質層と泥質層の分離採集により磁性成分中の微小球粒(microspherule)を数多く拾いだした。そして、各層準ごとの微小球粒の含有率の変動とサイズ分布との関係については相関がみられることを述べた。(1)

ジュラ紀前期から三畳紀後期にかけて、おおよそ、20 m. yにおよぶ広い地域について詳細に調べた。その結果いくつかの異常な濃集層とグローバルな変動がみられ、おそらく地球規模の気候変動かあるいは地球外起源に起因する変動の間接的な現れかも知れない。しかし、この変動の有意性を保つには各層の堆積速度がほぼ一定に推移していたとする仮定の上に成り立つ。

逆に、球粒の流入を起源によらず恒常的に一定だとして球粒濃度の変動を堆積速度の変動に置き換える議論もある。(2)

いずれにせよ、球粒それ自身の成因を直接見ることが重要である。今回、KEK放射光施設に於ける実験結果を中心に成因について考察してみた。SEMによる観察結果はNi等がほとんどなく元素分析による判定を困難にし、形態だけの推測による判断には常に決定打が無い状態であった。また個々のサイズが小さいので中性子放射化分析による超微量親鉄元素類の同定は困難な点が多い。

そこで、球粒の構造を調べることを試みた。つまり、酸化状態、あるいは純金属が残留しているのか、または、硫化物等他の化合物を調べた。従来、用いたX線回折ではなくサンプルの大きさや対象とする状態から大強度の放射光を使った回折実験を試みた。その結果、自生鉱物の集合体が存在すること等が確認された。

参考文献

- (1) 88th SGPSS Fall Meeting, Abstracts, (1990. 11)
(2) 堀利栄、趙章熙、月刊地球、Vol.13, No.8, 1991

* KEK放射光施設での実験は北村雅夫助教授(京大)、大隅一政助教授(KEK放射光)の御援助による。また、標準サンプルは田沢雄二氏(京大)の御好意による。
この紙面で謝意を表します。

°TOKIEDA katsuyasu and ITO haruaki (Faculty of Science, Shimane Univ.)

Beachrock is the consolidated deposit which results from lithification by calcium carbonate of sediments in the intertidal zones of tropical and subtropical coasts. Ages of Japanese beachrocks, mostly due to the radio carbon dating of cemented skeletal fragments of some organisms, range from 6500 B.P. to near the present. Rapid cementation is suggested by artifacts incorporated in them: It was reported that beachrocks observed on Pacific atolls in 1951 contained materials used during military action seven years earlier. We made a paleomagnetic study of beachrocks from Heron Island, located at the south end of the Great Barrier Reef, Australia and from Okinawa, Kume-jima and Miyako-jima, Japan.

We obtained the following results:

- (1) The beachrocks treated have NRM intensity ranging from 10^{-7} to 10^{-6} Am²/kg, which allows precise measurements of their magnetization by a commercial magnetometer.
- (2) NRM directions of the beachrocks are more or less scattered in every site. It is noted, however, that they point upward at Heron Island, while downward at Japanese islands corresponding to the geomagnetic field directions in the Southern and Northern Hemisphere. This means that rocks of similar genesis, e.g. silcrete and calcrete, have a capability to record past geomagnetic field reversals.
- (3) Closely focused NRM directions were observed at 2 sites of Shimajiri, Kume-jima. These rocks have comparatively high intensities of the order of 10^{-6} Am²/kg possibly due to weathered basalt fragments incorporated in them. Magnetic cleaning gave the closest grouping of remanence directions for Shimajiri(A) at 5mT with $I_m=56.85^\circ$, $D_m=-1.62^\circ$, $k=275$, $A_{95}=4.62^\circ$, $N=5$ and for Shimajiri(B) at 1.25mT with $I_m=37.71^\circ$, $D_m=0.87^\circ$, $k=517$, $A_{95}=2.27^\circ$, $N=9$. Under the a.f. demagnetization up to 50mT, four test samples of Shimajiri(B) held their initially focused remanence direction unchanged with smooth decay of their intensity to about one third of the initial values. The mean remanence direction of Shimajiri(B) well agrees with the present field direction (inclination= 37° , declination= -3°), but that of Shimajiri(A) clearly deflects toward a deeper inclination. Although ¹⁴C ages are unavailable for these rocks at present, (A) is certainly older than (B) because the latter is located near the present sea level, but the former occupies a higher position.

We conclude that some beachrocks, whose best could be those occurred on volcanic islands, have a power to detect Holocene geomagnetic secular variation in the oceanic region where no data has been available, and that paleomagnetic studies of silcrete and calcrete enable to extract geomagnetic polarity record in their remanent magnetizations. We consider that beachrocks acquired their net magnetization through reorientations of the constituent magnetic grains which were advanced along the ambient geomagnetic field during the tidal action twice a day.

沖縄県普天満洞の二次生成物(石筍)の古地磁気

¹足立泰久¹・森永遠男²・井口博夫³・古川雅英⁴・後藤博彌⁵・新垣義夫⁶・安川克己³
¹神戸大自然科学²・姫路工大理³・神戸大理⁴・科学技術庁⁵・神戸大教養⁶・沖縄県普天満宮

PALEOMAGNETIC STUDY OF THE SECONDARY DEPOSITS (STALAGMITES) FROM FUTEMMA CAVE IN OKINAWA PREFECTURE

Yasuhisa ADACHI¹, Hayao MORINAGA², Hiroo INOKUCHI³, Masahide FURUKAWA⁴,
Hiroya GOTO⁵, Yoshio ARAGAKI⁶, and Katsumi YASKAWA³

¹The Grad. School Sci. & Tech., Kobe Univ., ²Fac. of Sci., Himeji Inst. of Tech.

³Fac. of Sci., Kobe Univ., ⁴The Sci. and Tech. Agency

⁵College of Liberal Arts and Sciences, Kobe Univ., ⁶Futemma Shrine of Okinawa Prefecture

Paleomagnetic study has been performed on a stalagmite from limestone caves to clarify the geomagnetic secular variation. This method is a powerful means to establish the secular variation curve of the paleomagnetic field direction. The stalagmite sample was oriented in situ and collected from Futemma-Do cave in Okinawa Prefecture. The sample was cored parallel to growth axis and the core sample was sliced by diamond blade into thin disc subsamples of 3.5mm in thick. All the disc subsamples were progressively demagnetized through alternating field (AF) method. The characteristic component of remanent magnetization of each subsample was separated by three methods. The first one is a principal component analysis (PCA), the second one is a unit vector mean for Fisherian distribution on equal area stereographic projection and the third one is a vector mean with the intensity of the remanent magnetization. The results of three methods are compared and the effective one is determined.

過去数千年から数万年の地球磁場の永年変化を数十年の分解能で復元することができると、次のような研究を行う上で有力な証拠となる。逆に言えば、真の地球磁場永年変化の標準曲線が得られなければ、以下のようなことを議論することができない。

(1) 地球磁場を双極子磁場成分と非双極子磁場成分に分離すること。さらに、非双極子磁場成分を移動性成分と停滞性成分に分離すること。

(2) (1)の結果から、地球内部(中心核とマントル境界付近)の物理状態やその変動の様子を間接的に調べるができる。

(3) (2)の結果から、地球磁場の起源に関する情報を得ることができる。

さらに、次のような応用的な研究を可能にする。

(イ) 復元された永年変化標準曲線をタイム・スケールとして利用する。考古遺跡、遺物、地層及び地殻変動などの年代決定。

(ロ) 地球磁場の変化と古環境変動や地質現象との関連についての研究。

以上のように地球磁場永年変化標準曲線を確立することは非常に重要な意義を持っている。

沖縄県普天満洞から石筍を定方位で採取し、その残留磁化を測定した。この石筍は長さ270mm、基底部の直径約100mmの円柱形をしている。実験室で石筍の成長軸に平行に直径25mmのコアを抜き取り、それを厚さ3.5mm程度の円盤状にスライスして磁化測定用試料とした。磁化の安定性の検討と粘性残留磁化の除去のためにすべての試料を段階的に交流消磁した。段階消磁の

結果から各試料の特徴的な磁化成分を取り出すために次の三つの方法を試みた。

(a) 主成分分析(principal component analysis; PCA)

(b) サイクル・ハート図で中心に向かう部分(シュミット・ネット図でフィッシャー分布する部分)を単位ベクトル平均する。

(c) (b)と同じ成分を磁化強度を考慮に入れてベクトル平均する。

各々の方法で取り出した各試料の磁化方向の偏角と伏角の変化曲線を比較検討する。(a)と(b)を上図に示す。(b)と(c)の方法によるものは曲線の傾向には大きな違いがないが、(a)だけかなり違った傾向を示す。これは(a)がある消磁段階の磁化ベクトルと次の段階の磁化ベクトルとのベクトル差(その消磁によって取り去られた磁化ベクトル)を見ているからであると考えられる。

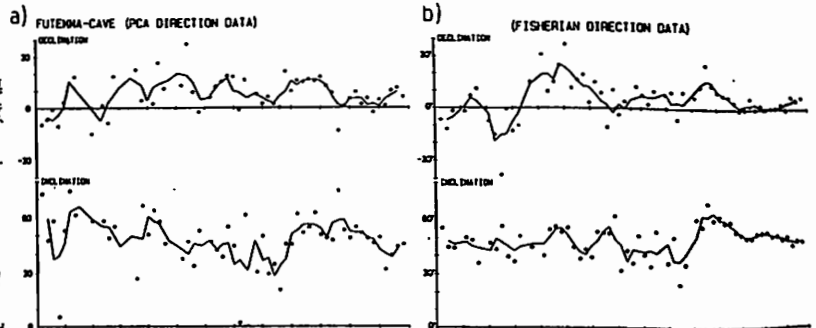


Fig. Solid circles are declination and open circles are inclination.
a) PCA, b) unit vector mean

西秋吉産の石筍の古地磁気

⁰河村宜紀¹・足立泰久²・米沢隆文¹・森永速男³・井口博夫¹・後藤博彌⁴・安川克己¹
¹神戸大学理学部・²神戸大学自然科学研究科・³姫路工業大学理学部・⁴神戸大学教養部

PALEOMAGNETIC STUDY OF A STALAGMITE
COLLECTED FROM WESTERN AKIYOSHI

Yoshinori KAWAMURA¹, Yasuhisa ADACHI², Takafumi YONEZAWA¹, Hayao MORINAGA³,
 Hiroo INOKUCHI¹, Hiroya GOTO⁴, and Katsumi YASKAWA¹

¹Fac. of Sci., Kobe Univ.

²The Grad. School Sci. & Tech., Kobe Univ.

³Fac. of Sci., Himeji Inst. of Tech.

⁴Col. of Lib. Arts and Sci., Kobe Univ.

Remanent magnetization of a stalagmite from Western Akiyoshi was measured in an attempt to obtain the geomagnetic secular variation of SW JAPAN. Two core samples were drilled from the stalagmite. Axes of the cores were perpendicular to their growth layers. The cores were sliced into thin discs. Remanences were measured with a SCT cryogenic magnetometer. Declination and inclination variations of the disc specimens were fairly concordant with each other. We conclude that the stalagmite from Western Akiyoshi records the geomagnetic secular variation. Compared with the geomagnetic secular variation obtained in SW Japan, the stalagmite appears to have started to grow about 1,000 years ago.

地磁気方位の永年変化を復元すること、及び石筍の生成年代、成長速度を求めることを目的に山口県西秋吉、住友鉱山産の石筍の残留磁化を測定した。

石筍試料は高さ10cm、半径20cmの切株状のものを半円に切断した形をしていた。その石筍の側面から中心に向かって(石筍の成長軸方向に)ドリルで直径2.5cmの2本の円柱試料(コアA,B)を抜き取った。コアA,Bを厚さ0.3mmのダイヤモンド・ブレードで1.8-4.0mm程度の円盤試料に整形して磁化測定用の試料とした。

残留磁化を超伝導磁力計で測定し、その磁氣的安定性を検討すること、及び粘性残留磁化を取り除くことを目的として交流磁場消磁を行った。全ての試料を3,6,9,12,15,20,25,30,35,40,45mTの交流磁場中で段階的に消磁し(コアBについては35mTまで)、その時の残留磁化を測定した。

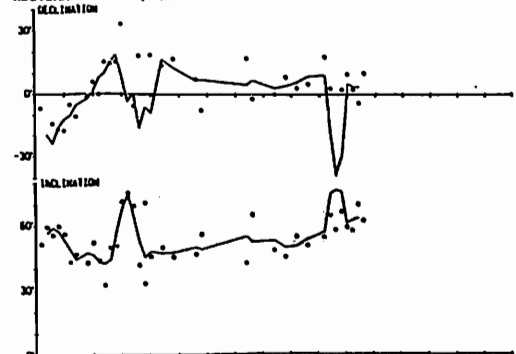
ほとんどの試料は二次的な粘性磁化を持っていた。それは9mTまでの消磁によって取り除かれ、それ以降の消磁においては試料の残留磁化は、方向を変えずに磁化強度のみが減衰していく傾向にあった。

各試料の特徴的な磁化方向をKirschvink(1980)の主成分分析法によって求めた。コアA,Bの特徴的な磁化方向の偏角と伏角を、長さ(時間)を関数として描いた(Fig. コアA,Bの結果、上が偏角、下が伏角を表して、ひと目盛りは10°である。また、横軸は表面からの長さを示し、左端が表面。)。それらの偏角と伏角の変動を検討したところ、コアA,Bの結果間には大きな矛盾はなかった。

偏角と伏角の変動と今までに報告されている石筍からの古地磁気永年変化と考古地磁気学の結果とで比較検討したところ、今回の測定の結果は地磁気永年変化を記録している、また石筍の成長速度は速く、約1,000年前に成長を始めたと考えられる。

しかしコアA,Bでは整形時に欠落した部分が多いため、新たにこの石筍から3本目のコアCを整形、測定する予定である。その結果を加え、比較検討した結果を報告したい。

WESTERN AKIYOSHI: CORE A



WESTERN AKIYOSHI: CORE B

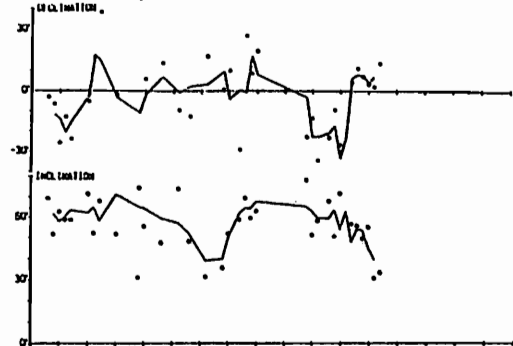


Fig. Solid circles are declination and open circles are inclination. Sequential three-point moving averages are shown (lines).

石筍の古地磁気に基づく石灰洞窟内崩落の年代決定

¹米沢隆文¹、河村宣紀¹、足立泰久²、森永速男³、劉育燕⁴、井口博夫¹、
庫本正⁵、後藤博彌⁶、安川克己¹

¹神戸大理、²神戸大自然科学、³姫路工大理、⁴中国地質大(武漢)、⁵秋吉台科博、⁶神戸大教養

AGE DETERMINATION OF COLLAPSES IN LIMESTONE CAVES
INFERRED FROM PALEOMAGNETISM OF STALAGMITES

T. YONEZAWA¹, Y. KAWAMURA¹, Y. ADACHI², H. MORINAGA³, Y. LIU⁴, H. INOKUCHI¹,
T. KURAMOTO⁵, H. GOTO⁶, and K. YASKAWA¹

¹Fac. of Sci., Kobe Univ., ²The Grad. School Sci. & Tech., Kobe Univ.,

³Fac. of Sci., Himeji Inst. of Tech., ⁴China Univ. of Geosci. (Wuhan),

⁵Akiyoshi Museum of Nature Sci., ⁶Col. of Lib. Arts and Sciences, Kobe Univ.

Paleomagnetic study has been carried out using stalagmites on collapsed rocks from two limestone caves in Akiyoshi, Yamaguchi Prefecture to determine ages of collapses. All disc specimens drilled from three stalagmites were progressively demagnetized through alternative-field demagnetization method. Paleomagnetic direction records of them are well correlated with each other. We report here ages of the stalagmites, that is ages of collapses determined by comparing with the geomagnetic secular variation curve previously reported.

西日本に分布する洞窟の中には、天井や壁面から岩盤や二次生成物(鍾乳石や石筍等)が大規模に崩落したものがあつた。山口県秋吉台のこうもり穴及び百合野の穴での崩落現象がいつ起こつたのかを、それら洞窟から採取した石筍の古地磁気方位変化記録を求め、それとすでに得られている古地磁気永年変化曲線との比較によって決定する。

崩落した石灰岩体の上に成長した石筍を、こうもり穴から2本(高さ約12cm及び7cm)、百合野の穴から1本(高さ約4cm)採取した。こうもり穴の7cmの石筍は、その表面が乾燥していたことから現在まで成長せずに、途中で成長が止まっていると考えられる。これらの石筍の中心から直径2.5cmの円柱状試料を抜き取り、さらに厚さ2.0~3.5mmの円盤試料に整形し磁化測定用試料とした。

全ての試料は超伝導磁力計で測定された。また、それぞれの円盤試料の特徴的磁化方向を取り出すために全ての試料を3~45mTの交流磁場中で段階的に消磁した。その結果に基づいてフィッシャー分布を示す範囲の消磁レベルでの結果を単位ベクトル平均して特徴的磁化方向を取り出した。

百合野の穴の石筍は全ての試料が安定で、特徴的磁化方向を取り出せたが、こうもり穴の2本の石筍は一部の試料が不安定で、特徴的磁化方向を取り出せなかった。このような不安定な試料は除去した。3本の特徴的磁化方向をFig.1に示す。上は偏角、下は伏角で、一目盛10°である。また、横軸は表面からの距離を示し、左端が表面に対応する。

3つの結果とすでに得られている古地磁気永年変化曲線とを比較検討することによって決定した石筍の年代、すなわち崩落の最小年代を報告する。その結果に基づいて、西日本における古地震(崩落を誘発したと思われる)の頻度や周期性が明らかにされると考えられる。

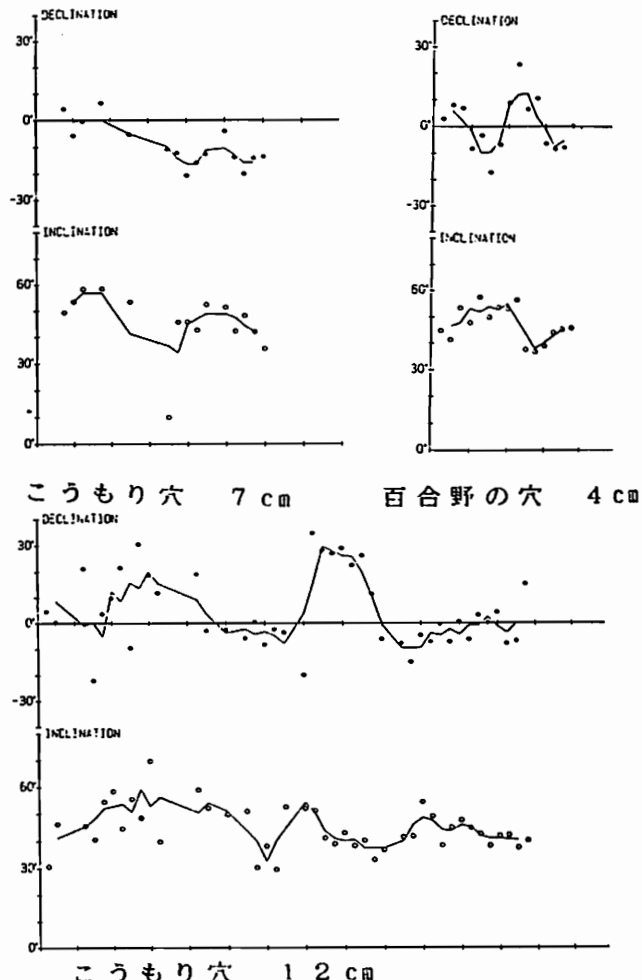


Fig.1 特徴的磁化方向(実線は3点移動平均)

高次 かおり¹ 兵頭 政幸²
¹ 神戸大・理 ² 神戸大・自然科学

A GEOMAGNETIC SHORT EVENT BETWEEN POLARITY REVERSALS
 OF UPPER JARAMILLO EVENT AND BRUNHES-MATUYAMA FROM OSAKA GROUP

Kaori TAKATSUGI¹, Masayuki HYODO²

¹ Faculty of Sci., Kobe Univ.

² Graduate School of Sci. and Technol., Kobe Univ.

A normal magnetized zone is found within reverse magnetized layers in the marine clay Ma3 in Osaka Group obtained from Izumi. The normal magnetized zone exists just above the Azuki tuff (0.87Ma). This zone geologically corresponds to the normal magnetized zone observed in Takatsuki. We have discovered a new geomagnetic short event in the Matuyama Reversed Chron after Jaramillo event (~0.90Ma) in Osaka Group.

松山逆帯磁期の末期のショートイベントを、和泉に分布する大阪層群から発見した。このイベントは高槻において既に見いだしている。これはハラミロイベントに続くショートイベントである。

大阪層群は、大阪湾縁辺の丘陵地に分布する鮮新・更新世の時代の浅海性及び陸性の堆積層である。この中の海性粘土層Ma3は良好な鍵層アズキタフをはさむ。アズキタフはフィッシュントラック年代で0.87Maとされている(西村・笹嶋, 1970)。

高槻に分布する大阪層群のMa3の古地磁気研究の結果、アズキタフ直上に約50cmの厚さの正帯磁のゾーンがあることがわかった。アズキタフを含む層準は高槻の50km南の和泉にも露出している。和泉の露頭でアズキタフより上2mの厚さにわたって新鮮なブロック状試料を採取した。これから実験室で一辺2cmのキューブ状試料を同一層準から5個以上切り出した。

パイロット試料を使って実験した結果、乾燥する前に段階交流消磁実験をすることが有効であることがわかった。全ての試料で乾燥前に段階交流消磁実験を行い、主成分分析をして残留磁化方向を求めた。各層準での平均磁化方向をfig.1に示す。

ほとんどの層準は安定した逆帯磁を示す。しかし、アズキタフの約40cm上に正帯磁している層準が観察された。ここでみられた正・逆の帯磁のパターンは高槻での結果に一致する。

この正帯磁のゾーンは異なる地域の同時代層から観察されたので、地球磁場の反転(ショートイベント)を記録するものであると結論した。

このショートイベントはハラミロイベント(~0.90Ma)とB-M境界(0.73Ma)の間にあると、次の理由から結論した。

① Ma3より下位のMa2以下にハラミロイベントが記録されている(前中, 1983)。

② Ma3より上位のMa4の下部30cmに、ブリュンヌー松山境界がある(fig.1)。

私達は次のように結論した。松山逆帯磁極期の末期にハラミロイベントに引き続いて、さらにショートイベントが起こった。"Kamikatsura"(0.85Ma)、"B"(0.85Ma)他として報告されている正帯磁は、このショートイベントに相当するかも知れない。

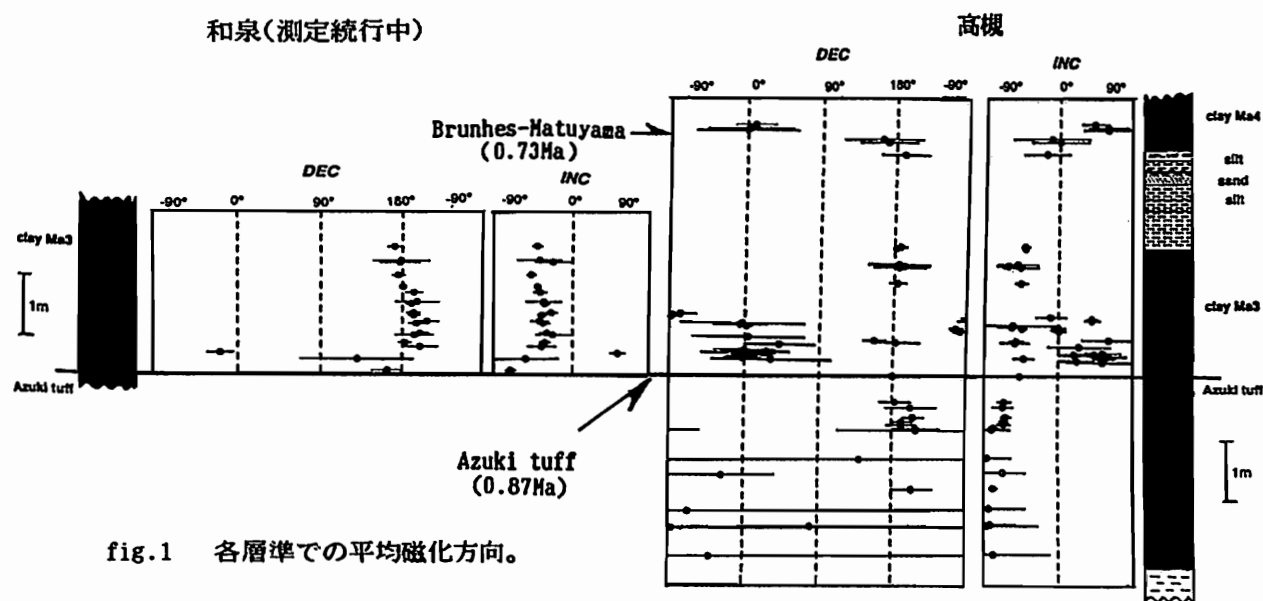


fig.1 各層準での平均磁化方向。

C12-08

MATUYAMA-BRUNHES POLARITY TRANSITION RECORDED IN A MARINE CLAY BED OF THE OSAKA GROUP

Akira Hayashida and Takuo Yokoyama

Laboratory of Earth Sciences, Doshisha University,
Kyoto 602, Japan

The Osaka Group, distributed in the Osaka Bay area, consists of alternations of fluvio-lacustrine deposits and brackish mud layers. We have demonstrated that the Brunhes/Matuyama polarity epoch boundary occurs in a "marine clay" bed (Ma 4) in the core samples drilled on the Senriyama Hills (SEC1 Core; Hayashida and Yokoyama, 1990). We here report a paleomagnetic record of the Matuyama-Brunhes polarity reversal obtained from new core samples (SEC2).

The SEC2 cores were drilled about 100 m away and about 20 m below the first site. Except for the lowermost part, we again attempted to mark azimuth on each core sample; a thin-wall core liner with a V-shape groove was oriented and pushed down without rotation, while the outer core bit was rotating. The drilled sequence of about 45 m thick includes two brackish mud layer, the Ma 4 and Ma 3 beds. Magnetic measurements on cubic-shape specimens of about 5 cm intervals revealed that the Brunhes/Matuyama polarity boundary exists in the middle of the Ma 4 layer, which is concordant with the SEC1 cores. The inclination data of both drillings show that the polarity transition is recorded about 1 m interval of the "marine clay" bed.

Intensity drop of about one order was observed in the transitional interval, while the bulk susceptibility values suggest uniform concentration of magnetic grains. The virtual geomagnetic pole (VGP) path of the transitional interval, tentatively determined using the azimuthal orientation of each core, seems to be *near-sided*. As the Brunhes/Matuyama boundary is assigned just after the Stage 19.1 datum of oxygen isotope stratigraphy, the Ma 4 bed of the Osaka Group is correlated to the interglacial period of Stage 19 and hereby with paleosol S7 of loess stratigraphy in China.

C12-09 カロリン海盆堆積物の、古気候変動を反映した帯磁率変化

井岡 昇^{*}(愛媛大理)・山崎俊嗣(地質調査所)・水野篤行(愛媛大理)

Climatically Induced Variations of Magnetic Susceptibility on Sediment Cores from the West Caroline Basin

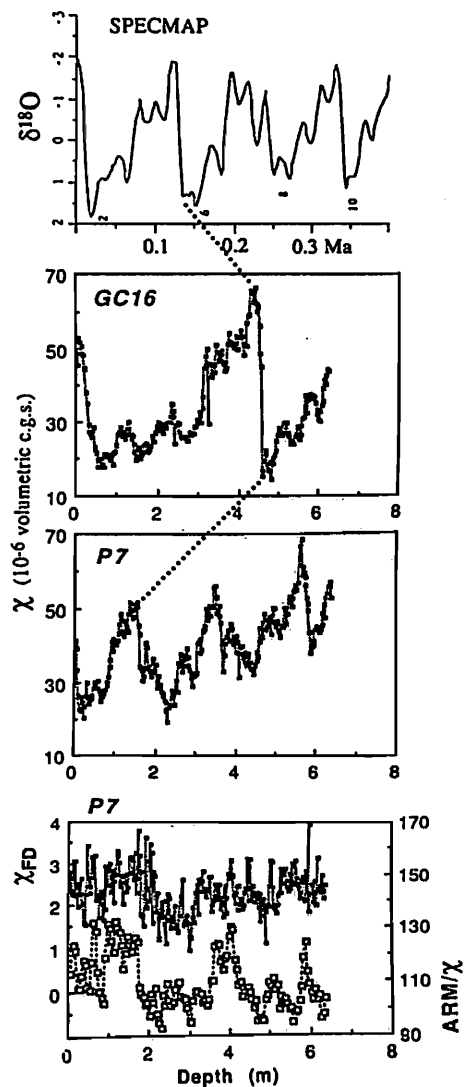
N. IOKA (Ehime Univ.), T. YAMAZAKI (Geol. Surv. Japan) and A. Mizuno (Ehime Univ.)

Magnetic susceptibility (χ), its frequency dependence (χ_{FD}) and ARM measurements were carried out on sediment cores taken from the West Caroline Basin, western equatorial Pacific. Variations of χ strikingly resemble to the SPECMAP oxygen-isotope curve which reflects global ice-volume change. Furthermore, the variation of χ correlates with some phase difference to the ratio of ARM to χ and the variation of χ_{FD} . These results suggest that paleo-climatic changes have caused variations of not only relative amount of magnetic minerals in the sediments but also their grain sizes.

近年高感度な帯磁率計が開発され、堆積物のような帯磁率の小さな試料の測定が迅速にできるようになった。深海掘削計画ではルーチンとして船上で帯磁率測定がなされ、コア間の精密な対比や古海洋学・古気候学の研究に大きな成果を上げつつある。本研究では西部赤道太平洋、西カロリン海盆南部(0~4°N, 135~138°E)で採取したコアの対比や古環境の推定を目的として、帯磁率及びその周波数依存性の測定、ARM着磁実験等を行なった。

コアは半遠洋性粘土からなり、古環境の変化に伴った周期的な岩相の変化(色、石灰質微化石含有量、生物擾乱など)が著しい。これらのコアの帯磁率変化は、氷床量の変化を表す酸素同位体比曲線と酷似している(右図)。酸素同位体比曲線と相関する帯磁率の変化は今までも報告例があるが、これほど見事な一致は例がない。これが偶然とは考えにくく、位相差の存在する可能性はあるものの、共通した古気候変化に起因すると考えられる。代表的なコアについて、現在酸素同位体比の測定を行なっている。帯磁率は堆積物の乾燥密度に比例しており、これは、空隙率の変化に伴う堆積物の磁性鉱物含有量の変化が、帯磁率の変化に大きく寄与していることを示す。Kent (1982)では、氷期には赤道域の堆積物の石灰質成分の含有量が増加することにより、相対的に磁性鉱物が希釈される効果により帯磁率が減少するとしている。

コアP7において、帯磁率とARMの比は位相差をもって帯磁率と相関しているように見える(図・下段)。堆積物の磁性鉱物がSDからMDのマグネタイトの場合、帯磁率とARMの比が高いことは磁性鉱物の粒径が小さいことを示す(Banerjee et al., 1981)。帯磁率の周波数依存性は帯磁率/ARMの変化と調和的である(図・下段)。周波数依存性はSP粒子の量に敏感であり、これが大きいことは磁性鉱物の平均的な粒径が小さいことを示唆する。これらのことは、気候変動に伴って、磁性鉱物の量比の変化だけでなく、磁性鉱物の粒径も変化していることを示す。



Long-Term Geomagnetic Secular Variation and Short Reversal Events
During Last 200 kyrs Recorded on Sediment Cores From the Caroline Basin

Toshitsugu YAMAZAKI (Geol. Surv. Japan) and Noboru IOKA (Ehime Univ.)

Sediment cores collected from the West Caroline Basin, western equatorial Pacific, are suitable for studying behavior of the geomagnetic field during last 200 to 400 kyrs., because the cores can be not only correlated each other but also dated precisely based on the variations of magnetic susceptibility which are almost identical to the oxygen-isotope curve. Sharp drops of remanent intensity normalized by ARM suggest the occurrence of short polarity reversals or excursions at 45 and 190 kyrs B.P. Variations of magnetization directions suggest the existence of long-term (several tens of thousand years in wavelength) secular variations.

過去1万年程度の地磁気永年変化については解明が進んでいるが、それ以前についてはほとんど明らかでない。これは、陸上では氷期の連続した細粒堆積物が少ないことと、それ以上に、炭素14年代の限界より古い、10万年オーダーの堆積物の精密な年代決定が困難であることによる。過去1万年程度の古地磁気データからは、西方移動成分のような数千年周期の変動が知られている。一方、数十万年以上平均した磁場にはaxial quadrupole等の非双極子成分が存在し、極性により、また時代によりその大きさが変化しているらしい。しかし、その間の、数万年程度の周期の磁場変動については不明である。

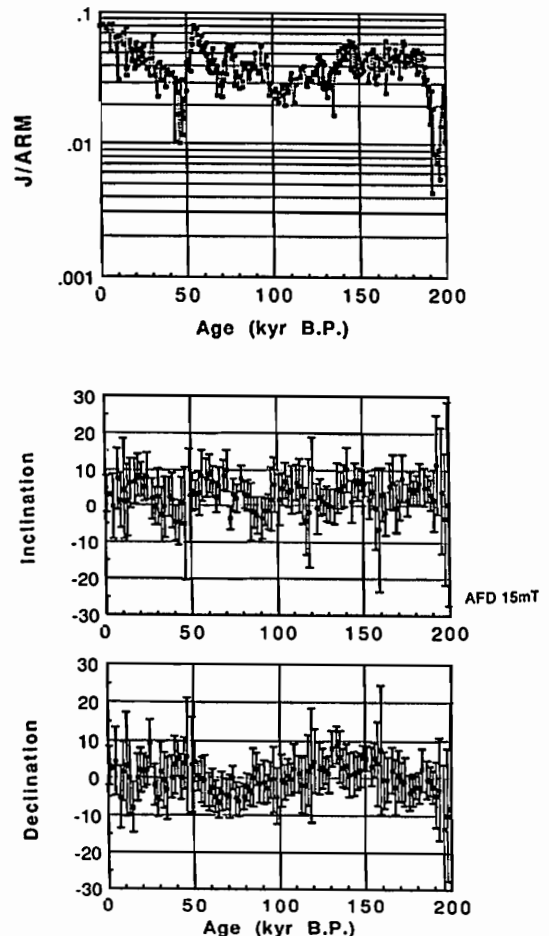
一方、ブリュンヌ期にはBlake EventやBiwa I Eventをはじめ、いくつかの極く短期の地磁気逆転Eventや地磁気excursionの存在する可能性が、今まで多くの地点から報告されている。しかし、正確な年代の不明なデータが多く、他の地点の記録との対応づけを困難にしている。

西部赤道太平洋の西カロリン海盆南部(0~4°N, 135~138°E)で採取した堆積物コアは、酸素同位体比曲線に酷似した特徴的な帯磁率変化を示し、コア間の精密な対比が可能であるだけでなく、詳しい年代の推定が可能である(井岡・他、前講演)。このうち3本のコアは1000年あたり2~4cmの堆積速度で過去20~40万年間連続して堆積しており、磁場変動の研究に適している。

ARMで規格化した残留磁化強度が極めて小さくなる部分が、各コアで何箇所も見られ、これらは3本のコア間で正確に対比される。図に3本のコアの結果を重ね合わせて示す。堆積速度が比較的小さいため、短期間の地磁気逆転が磁化強度の減少としてのみ現われたものである可能性が高い。図の年代軸は帯磁率変化が酸素同位体比変化と位相差がないと仮定しているが、約4.5万年と19万年の顕著な減少は、今までに報告されているLaschamp excursion, Biwa I eventの年代に近い。これらに対応して磁化方位にも若干の変化が見られる。10~11万年付近で規格化磁化強度がやや減少しているのは、Blake eventの影響かも知れない。前二者に比べ不明瞭なのは、

間氷期に堆積速度が低下しているためと思われる。

磁化方位については、3本のコアを重ね合わせたものについて、2000年ごとの平均と分散(α_{95})を求めたものを図に示す。コアの方位は不明であるので、偏角は平均が0°と仮定している。この図は、数万年周期の磁場変動の存在を示唆しており興味深い。



C12-11 日本海堆積物コアに記録されたBrunhes期の磁場変動

浜野洋三 (東京大学理学部), ODP第128次航海乗船研究者一同

Geomagnetic variations during the Brunhes epoch recorded in sediment cores from the Japan Sea

Yozo Hamano (Univ. of Tokyo), Shipboard Scientific Party of ODP Leg 128

During Leg 128 of the ODP cruise, several APC cores were obtained from the two sites (Sites 798 and 799) in the Japan Sea. These sediment cores possess very stable remanences and reveal the detailed records of the paleosecular variation of the geomagnetic field during the Pleistocene period. Observed variations of the declination, the inclination, the intensity and the magnetic susceptibility data from two sites were stacked to obtain stable estimates of these parameters during the Brunhes normal epoch. The stacked records (Fig. 1) show some disturbances of the geomagnetic field with wavelengths of one to ten meters. Spectral analysis of these record using a Sompi method indicate variations with wavelengths of 4, 5-6, 8-9 meters are commonly observed in the declination, the inclination and the intensity data, whereas such long wavelength variations are not observed in the susceptibility data. By using the average sedimentation rate (11cm/ky) estimated from the depth of the Brunhes-Matuyama boundary, the dominant wavelengths correspond to the periods of approximately 40, 50, 80 ky, respectively.

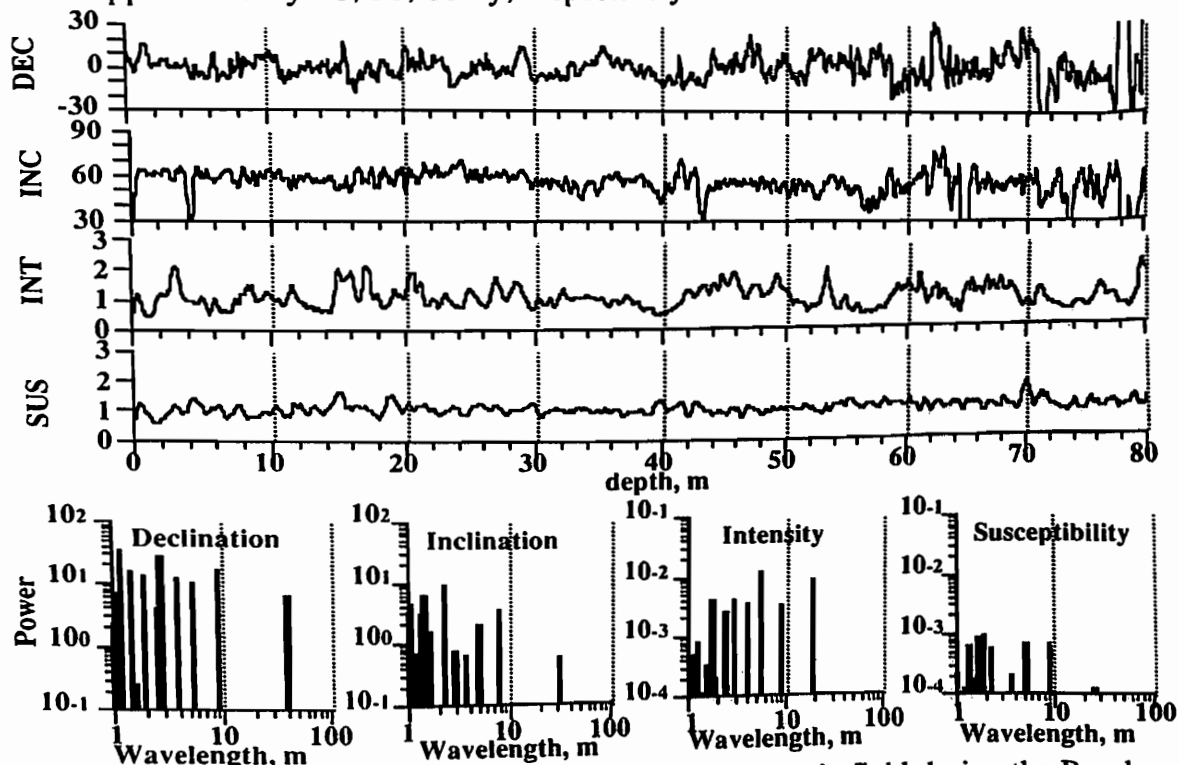


Fig. 1 (top) Stacked records of the variations of the geomagnetic field during the Brunhes epoch. (bottom) Spectra for the above variations.

C12-12 地球磁場逆転の規則性及びその原因について

関 美穂 ・ 浜野 洋三 (東京大学理学部)

Regularity and Causes of Reversals of the Earth's Magnetic Field

○ Miho Seki ・ Yozo Hamano (Fac. of Science, Univ. of Tokyo)

Reversals of the Earth's magnetic field are generally considered to be a Poisson process. In our research, using the bootstrap method and correlation function, we have found some regularity in short cycles (see Fig.1,2). Several peaks including periods 50, 80, 140 kyr can be identified, which means that the reversals of the Earth's magnetic field may be of external origin caused by the effects of the variation of the Earth's orbital parameter.

<はじめに>

一般に地球磁場逆転はポアソン過程とされている。今回我々はBootstrap法と相関係数より短周期に於ける規則性を探した。

<方法>

(i) Bootstrap法

過去40 Ma 間の地球磁場逆転の間隔(143ヶ)の分布を調べた。Bootstrap法により143ヶのデータから重複を許してランダムに143ヶとりその分布を調べる、という試行を4万回繰り返しその平均をとった。

(ii) 相関関係

同じく過去40 Ma 間の地球磁場逆転記録から逆転の向きは関係なしとし、まず逆転する時のみ「1」という値を取る時系列を作り40 Ma 全域、0-20 Ma、10-30 Ma、20-40 Ma と四つの相関を取った。

<結果>

Bootstrap法、相関関係より周期5, 8, 14万年を始めとする7つの共通のピークが見つかった(Fig.1,2 参照)。又、Fig.2より始めの20 Ma でははっきり見られた周期5, 8万年の周期も時代を遡るとあまり明確でない等時期によって周期性に変動が見られる。

<議論>

二通りの方法により共通のピークが得られたことにより地球磁場逆転に短周期に於て規則性があるという事は確からしい。このような周期性は地球内の(自動的)・外的要因のいずれかであるが、5, 8, 14万年周期が見られるという事は地球磁場逆転の原因として地球軌道要素の変動と言う外的要因が考えられる。

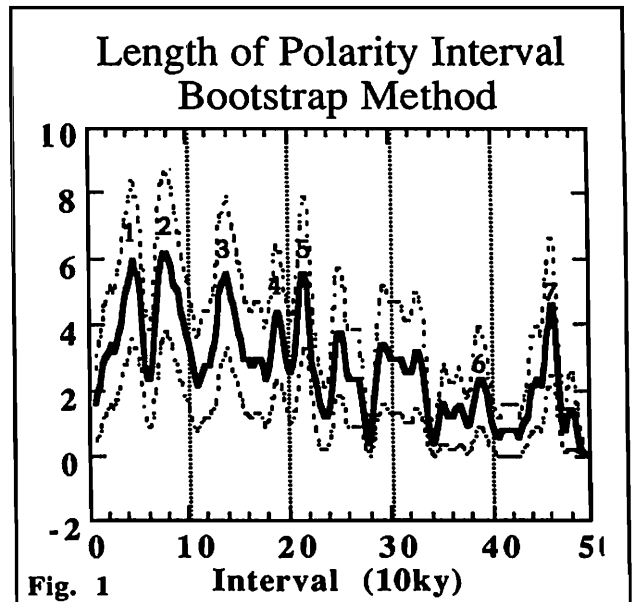


Fig. 1

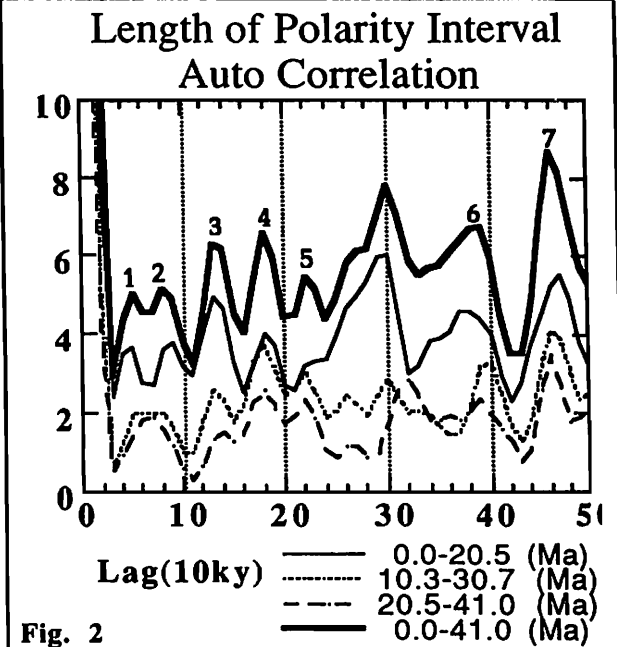


Fig. 2

C12-13

ニュージーランド、タウポ火山地域の古地磁気層序

°田中秀文、橋常実、河野長（東京工業大学）

Bruce F. Houghton (DSIR、ニュージーランド)

Gillian M. Turner (Victoria University of Wellington. ニュージーランド)

MAGNETOSTRATIGRAPHY AND REVISED CHRONOLOGY OF
VOLCANISM FROM THE TAUPO VOLCANIC ZONE, NEW ZEALAND

°Hidefumi Tanaka, Tsunemi Tachibana, Masaru Kono (Tokyo Institute of Technology)

Bruce F. Houghton (DSIR, Geology and Geophysics, Rotorua, New Zealand)

Gillian M. Turner (RSES, Victoria University of Wellington, New Zealand)

The Taupo Volcanic Zone of the North Island of New Zealand had been active for approximately 2 million years, and has erupted more than 104 km^3 of mainly rhyolitic material during the last 1 million years, from 6 major calderas. The combination of very large volume and yet relatively frequent eruptions means Taupo Volcanic Zone is one extreme example of large-volume silicic volcanism.

Palaeomagnetic investigations have been carried out on rocks from 95 sites within the Taupo volcanic Zone, mainly welded ignimbrites and lava domes. Fission track and isotopic age estimates exist on many of the units sampled, and many are the subject of new K-Ar and Ar-Ar estimates.

At most sites reliable palaeomagnetic results were recorded, with typical median destructive fields between 20 and 60 mT, and blocking temperatures ranging from 300°C to 580°C often with the major part above 500°C . The polarities of the site mean directions support earlier studies suggesting that Rotorua, Okataina, Kapenga, Maroa and Taupo Caldera have been formed since 0.73 myr, and have been active during the Brunhes Chron only, whereas the Mangakino Caldera is principally Matuyama in age.

The ages of certain units are revised, and a new chronology devised which is consistent with field evidence, palaeomagnetic results and new age control. In particular the Rocky Hill ignimbrite appears to have been erupted during the Jaramillo subchron i.e. between 0.98 and 0.91 myr.

Transitional or anomalous palaeomagnetic directions were repeatedly obtained from the extensive Mamaku Ignimbrite, dated at 0.14 myr, and also, from the Ahuroa Ignimbrite which is stratigraphically lower than the Rocky Hill Ignimbrite. Tentatively, the former is associated with the Blake Event and the latter with lower transition of the Jaramillo subchron or Cobb Mountain. It is noted that the former yields a far sided and the latter a near sided, both equatorial, virtual geomagnetic pole positions.

C12-14 太平洋南東部イースター島の Paleosecular Variation
 - Pacific Dipole Window の分布状態 -

●三木雅子(京大理) 井口博夫(神戸大理) 山口覚(神戸大教養) 松田准一(阪大理)
 長尾敬介(岡山大地球研) 伊勢崎修弘(千葉大理) 安川克己(神戸大理)

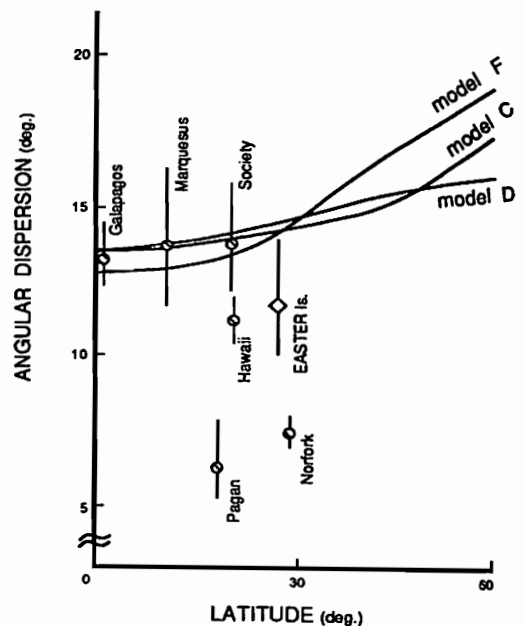
GEOMAGNETIC PALEOSECULAR VARIATION IN EASTER ISLAND,
 THE SOUTHEAST PACIFIC

Masako MIKI¹, Hiroo INOKUCHI², Satoru YAMAGUCHI², Jun-ichi MATSUDA³,
 Keisuke NAGAO⁴, Nobuhiro ISEZAKI⁵ and Katsumi YASKAWA²

1. Kyoto Univ. 2. Kobe Univ. 3. Osaka Univ. 4. Okayama Univ. 5. Chiba Univ.

The paleomagnetic and geochronological studies were carried out on Easter Island, in an attempt to determine the southeastward extent of the Pacific dipole window. We collected more than 250 samples from the lava flows of three volcanoes on the island. The K-Ar whole rock dating was attempted. All of the ages obtained are younger than 0.8 Ma. The time interval of the samples is probably a few times of 10^5 years and long enough to estimate the paleosecular variation. Reliable paleomagnetic directions were obtained from 34 sites. The mean VGP position is 89.2°N and 239.1°E with a 95% confidence value of 3.8° .

The angular dispersion value of Easter Island calculated after McElhinny and Merrill (1975) is 11.8° with an upper limit of 14.1° and a lower limit of 9.8° . The angular dispersion value is significantly lower than the expected value from the theoretical models. The Pacific dipole window appears to exist also in the southeast Pacific.



内村英雄 田中秀文 河野長
東工大 理

Geomagnetic Paleointensity Studies on Hawaiian Lavas.

Hideo UCHIMURA, Hidefumi TANAKA, and Masaru KONO

Department of Applied Physics, Tokyo Institute of Technology

Paleointensity determinations were carried out on C14 dated Hawaiian lava flows. Coe's version of Thelliers' method was employed, and partial TRM test was carried out at some steps. Samples were heated in nitrogen atmosphere, and initial susceptibility was also measured. Obtained results are shown in Fig.2 with that of Tanaka and Kono(1991).

C14法により年代決定されたハワイ島の溶岩について古地球磁場強度実験を行なった。過去数千年のハワイ島における伏角、偏角の永年変化はHolcomb(1986)が、70枚余りの溶岩から明らかにしているが、強度についてはTanaka and Kono(1991)が7点決定しているだけであり、量的にも乏しい。更にデータを増やすことが、この研究の目的である。

実験にはCoeのバージョンのThellier法を用いた。途中、数ステップで部分熱残留磁化(PTRM)テストを行なっている。加熱は窒素ガス雰囲気中に行ない、冷却時間は、45-60分程度である。また、初期帯磁率の測定も合わせて行なった。試料の選択には前回報告した、viscosity index、NRMの平均からのずれ等を参考にした。結果の一例をAraiプロットにより、Fig1に示す。解析はKono and Tanaka(1982)の方法を用いている。400-450度以上でPTRMテストに失敗する試料が多くみられたが、それ以下の温度ステップでは直線的なNRM-TRM関係が得られている。

Tanaka and Kono(1991)のデータとあわせて、現在までに得られた結果をFig2に示す。

Fig 1 Example of the Arai plot of Thelliers' experiment.

Fig 2 Paleointensity variation at Hawaii Island.

solid square : This study

open square : Tanaka and Kono (1991)

Fig 1

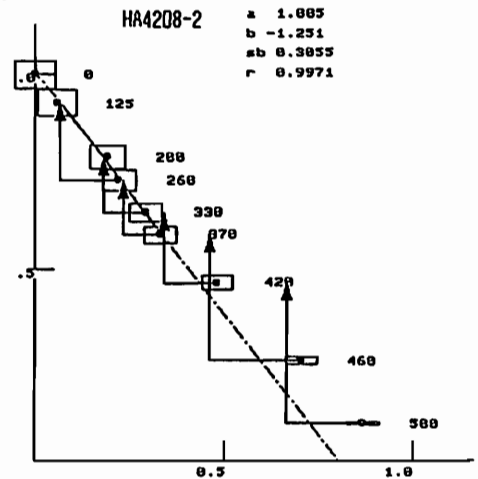
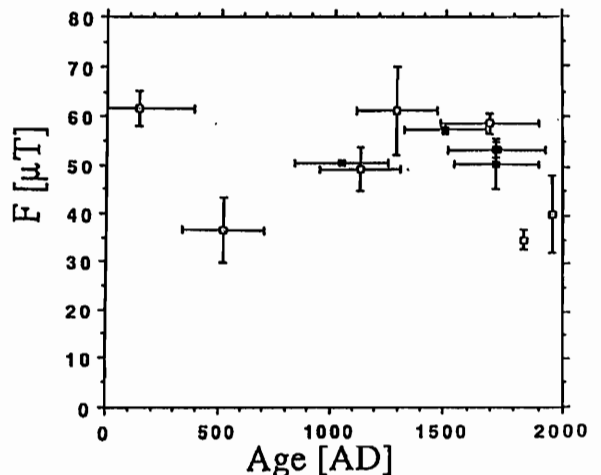


Fig 2



船原尚武¹・西脇信和²・乙藤洋一郎²・村田史之³・王 義昭⁴
¹神戸大自然科学・²神戸大理・³大阪短大・⁴雲南省地質鉱産局

PALEOMAGNETIC STUDY OF CRETACEOUS ROCKS
 OF THE YANGTZE BLOCK OF WESTERN YUNNAN, CHINA

Shoubu FUNAHARA¹, Nobukazu NISHIWAKI², Yo-ichiro OTOFUJI²
 Fumiyuki MURATA³, Yi Zhao WANG⁴

¹The Grad. School Sci. & Tech. Kobe Univ. ²Fac. of Sci., Kobe Univ.
³Osaka College, ⁴Yunnan Bureau of Geology and Mineral Resources

More than 200 samples were collected at 31 sites from the Cretaceous Matou and Puchang formations of western Yunnan province in the Yangtze block. 23 sites have characteristic directions with high temperature component about 700°C. The mean direction of 23 sites is Dec=51.4°, Inc=35.2° and α_{95} =15.0°, respectively. Comparing with the expected direction of Cretaceous time, the western part of the Yangtze block was subjected to clockwise rotation of 31° since the Cretaceous.

この研究の目的は、インド亜大陸とユーラシア大陸の衝突に起因する大陸地殻の変形を解析することである。中国雲南省において古地磁気学研究用試料を採取した。

試料採取は、South China Block (SCB) 内部の西端に位置する雲南省・楚雄付近の31地点で行った。白亜紀上部の馬頭梁層から12地点、白亜紀下部の普昌梁層から19地点であった。1地点につき、7個の岩石試料を採取した。試料はすべて赤色砂岩・泥岩であった。

各地点につき5個の試料に段階的に熱消磁をして残留磁化方向・強度を測定した。その結果を主成分分析法で解析した。各試料は高温成分の特徴的な古地磁気方位を持ち、そのunblocking temperatureは約700°Cであった。23地点から信頼できる残留磁化方向を求めることができた。23地点の平均残留磁化方向は、傾動補正前に比べて補正後の方がよく集中した($K_{after}/K_{before}=2.1$; Fig.

1)。これらの岩石の示す残留磁化は、褶曲前に獲得したことがわかった。白亜紀の地層は褶曲しているが、新生代の地層は褶曲していないという、地質学的証拠から、残留磁化は、地層の堆積後余り遠くない時期に獲得したらしい。

傾動補正後の楚雄地域の平均磁化方向は、Dec=51.4°, Inc=35.2°, α_{95} =15.0°である。この方向を楚雄地域の白亜紀の初生磁化方向と結論した。

ユーラシアの白亜紀のVGPから求めた、この地域で期待される偏角・伏角と今回の測定値を比較した。測定値の偏角値は、期待される偏角値より時計回りに31°ふっていた。一方、伏角はほぼ一致した。

これらのことから、次のように結論した。

SCB内の雲南省西部は白亜紀以降ユーラシアに対して、南北方向の移動を伴わない31°の時計回りを示すような変形を受けた。

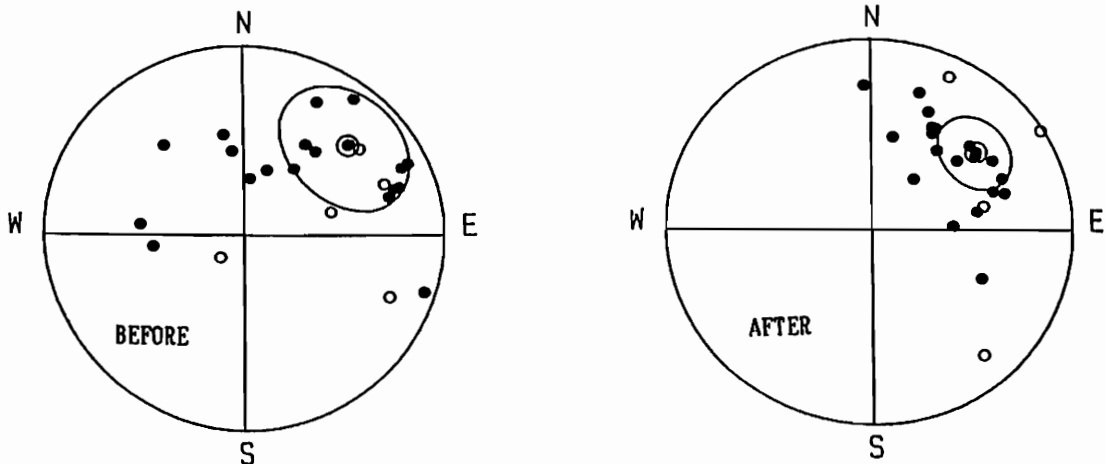


Fig.1 Equal area projection of mean site directions of the Matou and Puchang formations at Yunnan province before and after tilt correcting. ◎ circle is mean direction of 23 sites with 95% confidence circle.

C12-17

Differential rotations on and around the western part of Southwest Japan during its clockwise rotation inferred from paleomagnetism in the northern half of the Kyushu Island

Naoto ISHIKAWA

Department of Earth Sciences, College of Liberal Arts and Sciences, Kyoto University

Paleomagnetic measurements were performed on the Eocene to Miocene sediments in the northern half of the Kyushu Island. Paleomagnetic data were obtained from the following two areas: A mean paleomagnetic direction of the Oligocene to early Miocene sediments on the northwestern part of the Kyushu Island was $D = -7.0^\circ$, $I = 52.9^\circ$, and $\alpha_{95} = 9.7^\circ$. A mean of in-situ directions of remagnetization components with reverse polarity, $D = -148.3^\circ$, $I = -50.4^\circ$ ($\alpha_{95} = 7.5^\circ$), was obtained from the Eocene Akasaki Group on the Amakusa-Kamishima Island and the Uto Peninsula in the central part of the Kyushu Island.

The paleomagnetic direction from the northwestern part of the Kyushu Island shows that the area have not been subjected to significant rotational movement since about 30 Ma relative to northern Eurasia. The clockwise (CW) deflected mean direction from the Akasaki Group is close to the paleomagnetic direction of the Oligocene Ashiya Group in the northern part of the Kyushu Island. In conjunction with paleomagnetic directions of Middle Miocene igneous rocks in the central part of the Kyushu Island, the CW deflection of the paleomagnetic direction of the Ashiya Group has been interpreted as the CW rotation of the northern to central part of the Kyushu Island through about 28° between 30 and 14 Ma relative to northern Eurasia. The mean direction from the Akasaki Group seems to support the interpretation.

It is shown that the northwestern part of the Kyushu Island did not share the CW rotation of Southwest Japan. The CW rotation of the northern to central part of the Kyushu Island implies that the whole Southwest Japan was subjected to CW rotation at around 15 Ma, and that the differential rotation occurred between the western part and the main part during its CW rotation. Hence, the Southwest Japan block which was rotated as a coherent rigid block should be confined to be the main part of Southwest Japan east of the Kyushu Island.

Ishikawa and Tagami (1991) have revealed that the compressive deformation event occurred in the Tsushima Strait area approximately coeval with the CW rotation of Southwest Japan at around 15 Ma. From the view point of the rotational movements on and around the western part of Southwest Japan as mentioned above, it is suggested that the compressive deformation event occurred due to the convergence of the western part of Southwest Japan toward the Korean Peninsula during its CW rotation, namely the CW rotation of Southwest Japan about a pivot on its western part, and associated roughly northwestward translation of the northwestern part of the Kyushu Island. These motions on and around the western part of Southwest Japan during the CW rotation inevitably imply the southward translation of Southwest Japan away from the Asian continent prior to its CW rotation.

ODP Hole794D (Leg128) 日本海の玄武岩類の磁氣的性質

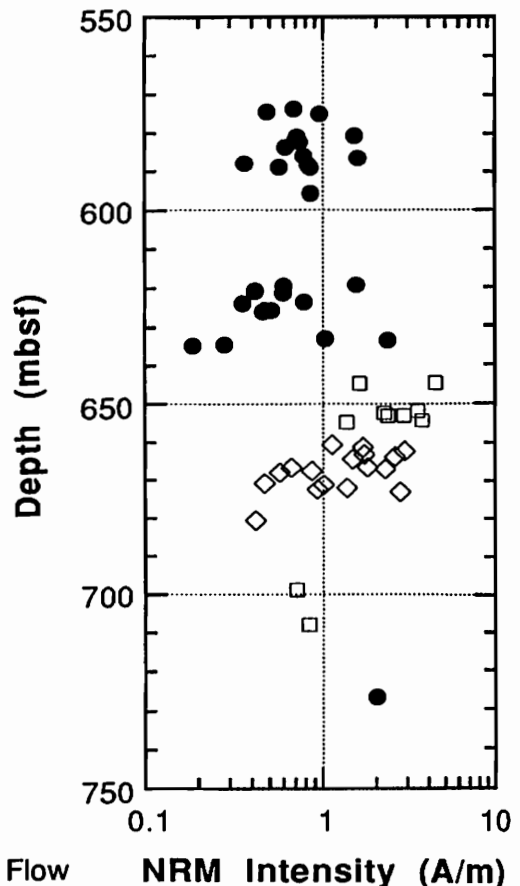
福間浩司* 浜野洋三**
*京大理 **東大理

Magnetic Properties of Basement Basaltic Rocks from ODP Leg128 Hole794D, Japan Sea

Koji FUKUMA* Yoza HAMANO**
*Kyoto Univ. **Univ. of Tokyo

We investigated the magnetic properties of basement rocks recovered at Hole794D during ODP Leg128 of the Japan Sea to clarify their contributions to the marine magnetic anomaly. The cored sequence of basement is composed principally of dolerite sills and basaltic lava flows. Either of NRM intensities and Koenigsberger ratios of lava flows are higher than those of the sills. The small amplitude of the observed magnetic anomaly over the Japan Sea may be due to the dolerite sills with low and unstable remanent magnetization.

日本海の地磁気異常の原因層を求めるために、ODP Leg128 Hole794D (大和海盆北東部) より得られた基盤岩を構成する玄武岩類の磁氣的性質を調べた。この玄武岩類は前期-中期中新世の堆積物を間にはさむ溶岩流とシルから成り、大部分はかなりの変質を被っている。熱磁気分析の結果、岩相によらず主にチタノマグヘマイトが含まれていることがわかった。溶岩流の自然残留磁化(NRM)強度は2-4 A/mであり同年代の大洋底の玄武岩のそれとほぼ等しい。一方、シルのNRM強度は0.5-1 A/mとかなり低い。熱消磁に対して、溶岩流は安定であるが、シルは不安定であり200°Cで磁化強度はNRMのほぼ1/2に減少する。この結果は、日本海の地磁気異常の振幅が小さい原因は、大洋底と異なり、不安定で弱い残留磁化を持つフレライトのシルが大量に存在するためであることを示唆している。



□ ULF波動 (I)

C31-01~05, -P24~25

座長 坂 翁介 (九大理)
佐藤夏雄 (極地研)

□ ULF波動 (II)

C31-06~10, -P26~27

座長 湯元清文 (名大STE研)
糸長雅弘 (九大中央計数)

竹内 仁¹、斎藤尚生¹、桜井 亨²、高橋忠利¹

1. 東北大理、2. 東海大工

Wave Characteristics of Pi2 Pulsations Observed by Geosynchronous Satellites

H.Takeuchi¹, T.Saito^{1,2}, T.Sakurai³, and T.Takahashi²

1. Geophysical Institute, Tohoku University
2. Onagawa Magnetic Observatory, Tohoku University
3. School of Engineering, Tokai University

Wave mode of Pi2 pulsations observed by the two geosynchronous satellites, GOES 5 and GOES 6, during April 1986 are analyzed by means of the minimum variance method. This study is performed from the view point not only of the wave mode but also of the direction of the initial deflection of Pi2 pulsations. The azimuthally transverse mode tends to show the eastward initial deflection in the pre-midnight sector, while the westward initial deflection is dominant in the post-midnight sector. The radially transverse mode shows three occurrence peaks. The central peak corresponds to the peak of the events of outward initial deflection, while the other two occurrence peaks are composed of the events of inward initial deflection. These directions coincide with the direction of the induced field due to the pair of substorm-associated field-aligned currents.

静止衛星 GOES 5 及び GOES 6 によって 1986 年 4 月に観測された Pi2 脈動の振動モード解析を行ってきた。MINIMUM VARIANCE 法による最大振動方向の解析により 3 種類の振動モードに分類して地方時に対する発生頻度分布を調べ、前回までに

(1) COMPRESSIONAL MODE は 23hLT 付近で最も多く観測され、この傾向は Pi2 全体の発生頻度分布と一致する。

(2) AZIMUTHALLY TRANSVERSE MODE は 22hLT 及び 01.5hLT 付近で発生頻度が最大になる。

といった結果を示したが、今回

(3) RADIALLY TRANSVERSE MODE の発生数は少ないが、発生数が最大となる時間帯が 3 カ所存在し、それぞれ 20.5hLT, 23hLT, 02hLT 付近である。という結果も得られた。

さらに TRANSVERSE MODE については、初動方向によってそれぞれ 2 種類に分類し、地方時に対する発生頻度分布を調べた。結果を図 1 に示す。

(4) AZIMUTHALLY TRANSVERSE MODE の Pi2 は PRE-MIDNIGHT では東向き初動を示すものが多く、POST-MIDNIGHT では西向き初動を示すものが多く観測される。

(5) RADIALLY TRANSVERSE MODE は、23hLT 付近では外向き初動であるのに対し、夕方及び朝方領域では内向き初動を示す。(4),(5) で示した Pi2 の初動方向と、図 2 に示した沿磁力線電流によって生じる磁場の方向とは一致している。従って ALFVEN 波によって生じる磁力線のねじれが、沿磁力線電流による磁力線のねじれと一致した時 ENHANCE され、磁力線のよじれ振

動が TRANSVERSE MODE の Pi2 として観測されると考えられる。

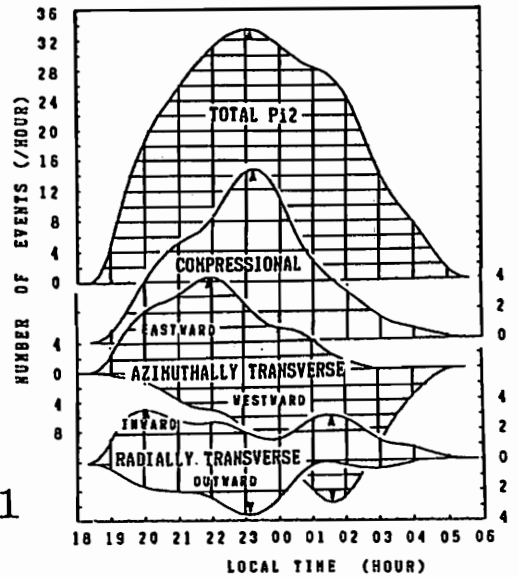


図 1

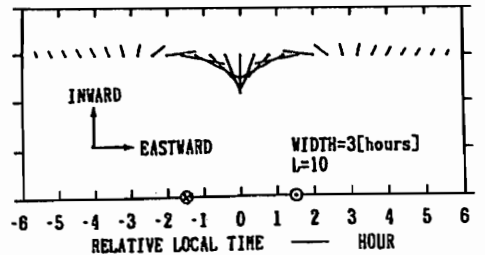


図 2

○ 松岡 均¹・湯元 清文¹・高橋 主衛²

¹名大STE研 ²JHU/APL

SPATIAL EXTENT OF Pc3-4 WAVES IN THE MAGNETOSPHERE
BASED ON SIMULTANEOUS SATELLITE OBSERVATIONS

H. Matsuoka¹, K. Yumoto¹, and K. Takahashi²

¹STE Lab., Nagoya Univ. ²Johns Hopkins Univ./Appli. Phys. Lab.

Although it is considered that propagating compressional waves excite local field-line oscillations, the mechanisms of generation and propagation of ULF waves are still remained unresolved. We analyzed some events of ULF waves in the magnetosphere based on simultaneous observations by AMPTE/CCE and GOES-5. Longitudinal and radial variations of Pc3-4 waves are reported in this paper.

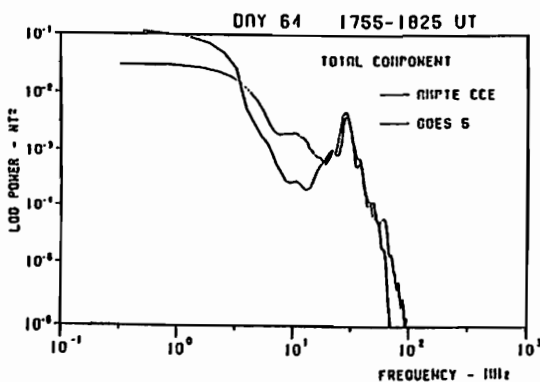
磁気圏Pc3-4磁気脈動は、compressional wavesによる磁力線共鳴や空洞共鳴に起因する局所的な磁力線振動、即ち、transverse wavesではないかと考えられているが、その発生及び伝播機構は未だ検証されていない。そこで、ULF波動のパワーと周期が、磁気圏内でどのように分布をしているかを調べ、磁気圏Pc3-4波動の発生と伝播の特性を明らかにする。

解析には、AMPTE/CCEとGOES-5の磁場データを用いた。前回の学会で発表したように、compressional wavesは正午付近で最も観測されやすいことから、昼側の時間帯(6-18 hr LT)について解析した。AMPTE/CCE については、L~2-7のorbitsをとる時を用いた。

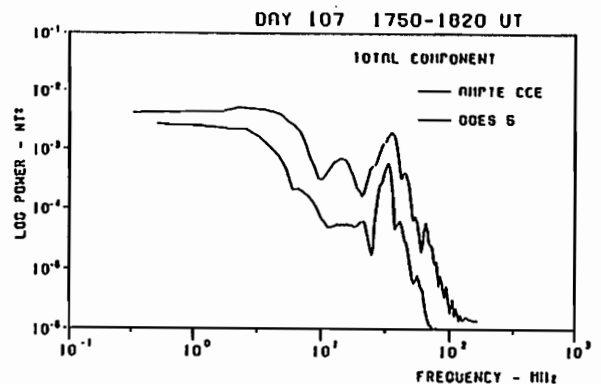
compressional wavesは、両衛星で同じ周期のものが観測されていることから、伝播性のglobal modeの波であることがわかった。しかし、local timeによって波のパワーが大きく変化することから、狭い領域を伝播しているものと考えられる(図1)。それに対して、azimuthally transverse wavesは、AMPTE/CCEが動径方向に移動するに連れて、高調波成分の周期が変化することが観察された。このことは、局所的な磁力線共鳴により励起されていることを示している。

講演では、compressional wavesが伝達する空間スケールと、azimuthally transverse wavesの共鳴領域を統計的に明らかにする予定である。

図1 AMPTE/CCEとGOES-5で同時に観測された compressional wavesのパワースペクトル



(a) $\Delta LT \sim 1 \text{ hr.}, \Delta R \sim 2.1 \text{ Re}$



(b) $\Delta LT \sim 4 \text{ hr.}, \Delta R \sim 0.5 \text{ Re}$

Simultaneous Occurrence of Pc5 Geomagnetic Pulsations in Scandinavia and North America

H. Shimazu¹, T. Araki¹, T. Kamei², and H. Hanado³

¹Department of Geophysics and ²Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism
Faculty of Science, Kyoto University

³Kashima Space Communication Center, Communications Research Laboratory

Magnetometer networks which had high time resolution (10sec) were installed in Scandinavia and North America during the International Magnetospheric Study (IMS, 1977-1979). North American IMS magnetometer network data are open to the public at World Data Center-A for STP. IMS Scandinavian magnetometer array data were not published, but in 1989 the back-up film data were kindly transferred to the World Data Center-C2 for Geomagnetism, Kyoto University, from the Geophysical Institute, University of Göttingen. The data have been open to the public at World Data Center-C2 for Geomagnetism since January 1991.

In this paper, data obtained in these two networks are used and Pc5 geomagnetic pulsations are analyzed. It is examined how often pulsations occur simultaneously in both Scandinavia and North America. The differences of the phase, and polarization characteristics are investigated about the events occurring simultaneously and the following results are obtained. The demarcation line where the sense of the polarization switches moves to the north and south by the ionosphere current. The differences of the phase in east-west directions support that pulsations are caused by the interaction between the magnetosphere and the solar wind. A simultaneous event whose waveforms are similar at stations KIR (Scandinavia) and COL (Alaska) is discovered. This fact indicates that the wave can resonate in a very wide region.

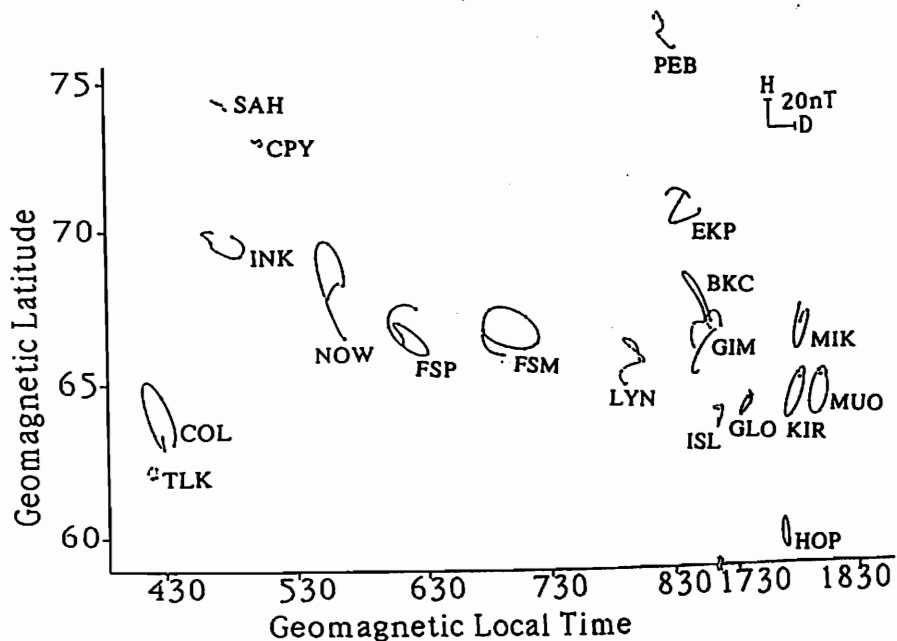


Figure : The snapshot of the polarization characteristics of the similar wave event (1535-1540UT, Sept.27, 1978)

坂 翁介 (九大理) 飯島 健 (東大理)
山岸久雄、佐藤夏雄 (極地研) D.N.Baker (GSFC/NASA)

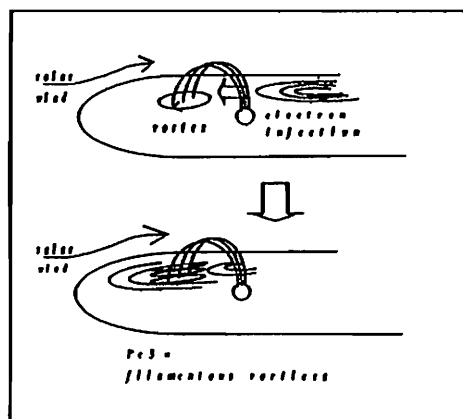
An Excitation of Pc5 Pulsations in the Morning Sector by a
Local Injection of Particles in the Magnetosphere

O.Saka(U.Kyushu), T.Iijima(U.Tokyo), H.Yamagishi(NIPR)
N.Sato(NIPR), D.N.Baker(GSFC/NASA)

We have determined a characteristic of Pc5 pulsation in the morning sector by use of the ground magnetometer and riometer data, in conjunction with the data acquired with satellites which include the magnetic fields above the ionosphere and electron fluxes at geosynchronous orbit. We have ascertained that when the Pc5 pulsation occurs on the ground, the large-scale Birkeland current system observed at ionospheric altitude splits into a number of small scale Birkeland current pairs. A model is depicted in the Figure below.

朝方のオーロラ帯に100nTを越える大きい振幅の磁気脈動が発生する。この様な大振幅の脈動は他の緯度では見つからない。これらは【Pc5】脈動と呼ばれ、磁力線共鳴が発見された。しかし、大振幅の揺らぎが何故オーロラ帯のみに許されるのかは分かっていない。

我々は磁気圏粒子データ、低高度衛星磁場データ、地上磁場データ、地上リオメータデータを調べた。我々は、プラズマシート起源の電子群との相互作用を原因とする大規模Birkeland電流系の多層構造化が、Pc5の実態と考える。このモデル(下図)は、いままで未知であった多くの事を説明する事が出来る。



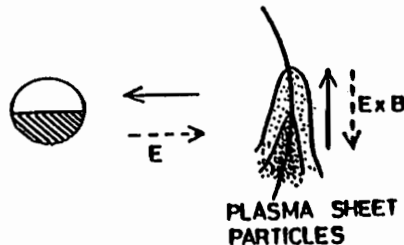
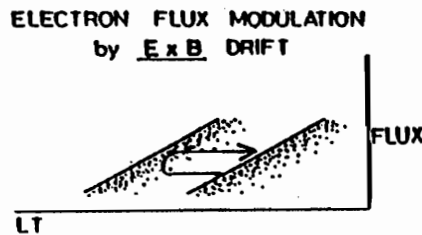
山岸久雄 (極地研) 坂 翁介 (九大理) 佐藤夏雄 (極地研)
D.N.Baker (GSFC/NASA)

A Possible Mechanism to Cause the CNA Modulation by
Toroidal Pc5 Pulsations

H.Yamagishi(NIPR), O.Saka(U.Kyushu), N.Sato(NIPR)
D.N.Baker(GSFC/NASA)

A modulation of cosmic noise absorption (CNA) by Pc5 pulsations in the morning sector is studied by use of the ground magnetometer and riometer data at L=6.2 in conjunction with low energy (30keV-200keV) electron data from three satellites at geosynchronous orbit. We present a model of the CNA pulsation wherein the $E \times B$ drift by the wave electric fields makes an azimuthal displacement of the trapped electrons in the closed magnetosphere.

朝方 Pc5 脈動による CNA (Cosmic Noise Absorption) 変調はオーロラ帯でひんばんに観測されるが、発生原因は未知であった。我々は地上磁場、CNAデータから、磁気圏での高エネルギー粒子束変調機構を推測する。それらを衛星粒子データと組合せ、Pc5による変調モデルを考察した。Pc5は磁気圏大規模渦の多層構造化に伴って発生し、その電場によるドリフトは補足電子の磁気圏内ドリフト運動を一変させる。電場ドリフトは東西に密度傾斜を持つ粒子束の東西移動を引き起こし、振込粒子の密度変調をもたらす(下図)。これがCNA変調の原因であろう。



加藤賢一¹ 青山巖¹ 利根川豊¹ 佐藤夏雄² 坂翁介³
 1 東海大学工学部 2 国立極地研究所 3 九州大学理学部

Phase shift of Pc5 magnetic pulsation produced
 by induced currents around Syowa Station

○ KATO, Ken-ichi¹ AOYAMA, Iwao¹ TONEGAWA, Yutaka¹ SATO, Natsuo² SAKA, Osuke³
 1 Tokai univ. 2 NIPR 3 Kyushu univ.

We have studied the characteristics of phase shift of Pc5 magnetic pulsation possibly produced by induced currents under the ground using the data observed at three stations around Syowa Station. The following features are found; (1) phase difference between three stations are almost the same in the high frequency range. (2) relative phase among H100-SKRV-SYOW in the low frequency range are delayed in the D comp and/or advanced in the H comp.

地磁気脈動などの伝搬特性や偏波特性は、観測点間や成分間における位相差を用いることによって知ることができる。しかし、地下の誘導電流などによって生じた位相変化が各観測点毎に加えられると、正確に地磁気脈動の基本的特性を知ることが困難になる。この困難を解決するために、誘導電流から生じた位相変化の特性を各観測点毎に知ることが出来れば、推測が可能となる。

本研究では、1988年10月に昭和基地を含めた近傍3地点(SYOW, SKRV, H100)で観測した地磁気3成分のデータを用いて、昭和基地に現れる誘導電流からと思える位相変化の特性について解析を行なった。

Fig. は、周波数とH-D間の位相差を観測点毎に表したものである。周波数は1~6mHz(Pc5域)、位相差の-側がH成分、+側がD成分の進みを表している。プロットはスペクトルピークにあたる周波数と位相差を表し、数字はイベント毎につけた番号である。

この図から、次の様な特徴が見られる。

- (1) 高周波では3地点とも位相差はほぼ同じである。
- (2) 低周波になるほどH100-SKRV-SYOW順(海に近いほど)にD成分が遅れるかH成分が進む様な位相差が現れる。

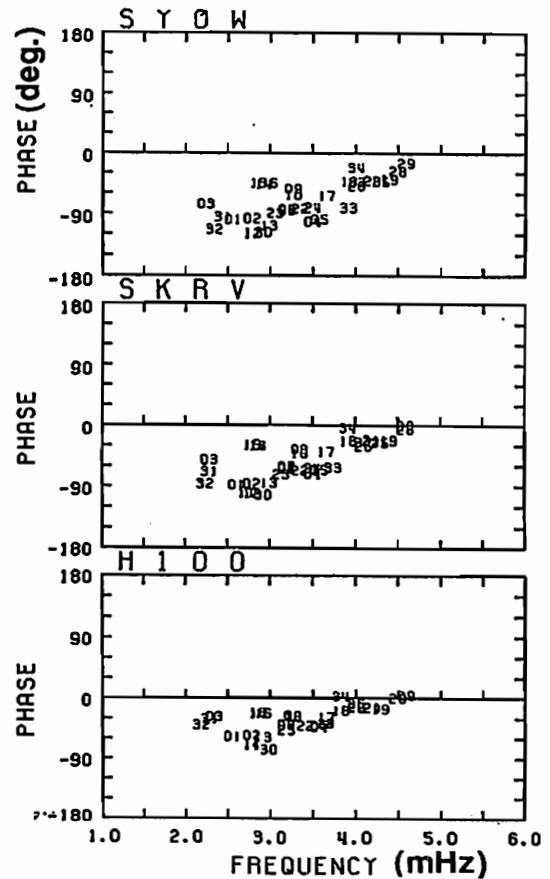


Fig. phase difference between the H and D comp. in the frequency range of 1~6mHz.

upper pannel : at SYOW
 midle pannel : at SKRV
 lower pannel : at H100

QPエミッション発生時に昭和-アイスランド共役点とAMPTE衛星で同時観測された地磁気脈動の特性

神齒秀信(電気通信大学) 佐藤夏雄(国立極地研究所) 高橋主衛(APL) 芳野超夫(電気通信大学)

Relationship between quasi-periodic(QP)VLF emissions and magnetic pulsations observed simultaneously at Syowa-Iceland conjugate pair stations and on board AMPTE/CCE satellite

Kamizono,H(UCEC) Sato,N(NIPR) Takahashi,K(APL) Yoshino,T(UCEC)

AMPTE/CCE satellite sometimes crosses the geomagnetic field line tying between Syowa Station in Antarctica and Husafell in Iceland. We examined the relationship between QP VLF emissions observed at those two ground stations and magnetic pulsations observed simultaneously by the satellite.

人工衛星AMPTEには、昭和基地とその地磁気共役点であるアイスランドのフッサフェルをむすぶ磁力線を横切る軌道もある。地上基地のデータと人工衛星で観測されたデータを使用することで、同一磁力線上での3点同時観測データを得ることが出来た。

人工衛星で観測された地磁気のデータと地上で同時観測されたVLFデータの比較、解析を行なう事により、地上観測のみでは検出できないような弱い地磁気脈動とVLF波動現象との相関を知る事が出来そうである。

本研究では、人工衛星が昭和基地とフッサフェルの上空を通過している時で、なおかつ地上ではQP型のVLF現象が観測されている場合のみを選択し、人工衛星で観測された磁場データと地上で観測されたULFおよびVLF波動現象との相関解析を行なった。

図1に示したのは地上でQP Type1が観測されているときの3点同時データである。人工衛星のB-D成分(東西方向)にも周期性が観測されている。

図2に示したのは地上でQP Type2が観測されているときの3点同時データである。人工衛星のB-V成分(南北方向)およびB-D成分に周期性が見られる。

図3に示したのは図2において10:50~11:10の区間のみについて各成分の周波数-強度を描いたものである。地上のデータでは20mHz付近と65mHz付近にピークが見える。衛星のデータでは15mHzと20mHzにピークが見える。

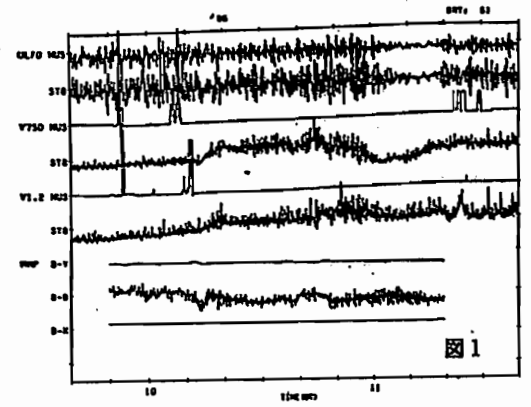


図1

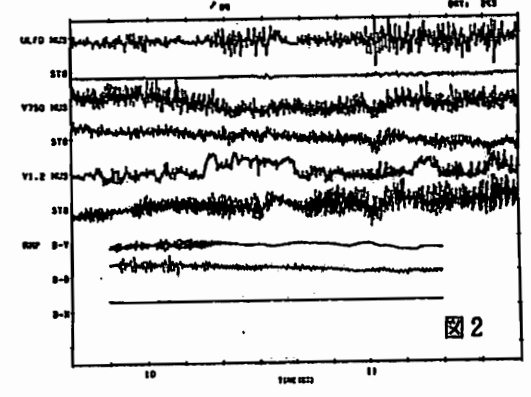


図2

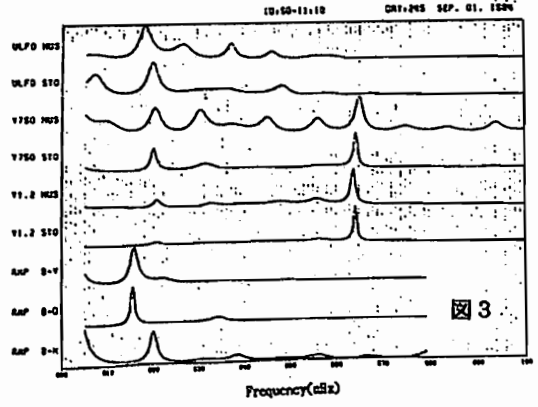


図3

Yumoto K.¹, Y. Tanaka¹, B.J. Fraser², F.W. Menk², K.J.W. Lynn³, M. Seto⁴, S.Tsunomura⁵, A.W. Green⁶,
T. Saito⁷, L. Crobett⁸, J. Kennewell⁹, V.A. Pillipenko¹⁰, I.N. Amiantov¹¹, A. Zaltev¹²
and 210° ML Mag. Obs. Group.

¹Solar-Terrest. Environ. Lab., Nagoya Univ., Toyokawa 442, Japan.

²Phys. Dept., Univ. of Newcastle, N.S.W. 2308, Australia.

³Electr. Res. Lab., DSTO, Salisbury, S.A. 5108, Australia.

⁴Tohoku Inst. Technol., Sendai 982, Japan.

⁵Kakioka Magnetic Observatory, Niihari, Ibaraki 315-01, Japan.

⁶U.S. Geological Survey, D.F.C., Denver, CO 80225-0046, USA.

⁷Onagawa Mag. Obs., Tohoku Univ., Sendai 980, Japan.

⁸CSIRO Tropical Ecosystems Centre, Winnellie, N.T. 5789, Australia.

⁹Learmonth Solar Observatory, Exmouth WA 6707, Australia.

¹⁰Inst. Phys. Earth (IFZ), USSR Acad. Sci., Moscow 123810, USSR.

¹¹Inst. Space Phys. Invest. & Radio Wave Propa. (IKIR), USSR Acad. Sci., Kamchatka 684034.

¹²Inst. Terrest. Mag. Ionos. & Radio Wave Propa. (IZMIRAN), USSR Acad. Sci., Moscow 142092.

A major new international scientific program, the Solar Terrestrial Energy Program (STEP), to commence in 1990 and continue for five years, will trace the flow of energy and plasma from the upstream solar wind, through the magnetosphere and ionosphere to the biosphere. The ionospheric signatures of magnetospheric energy transfer process can be recorded on the ground using appropriate magnetometer networks. Topical Group 2.2, set up by Working Group No. 2 for the STEP, is concerned with Coordinated Ground-Based Magnetic Observations for Studies on Response of the Magnetosphere and Magnetosphere-Ionosphere Coupling (COMOSM).

Japanese ground-based observation teams propose a globally coordinated magnetic observation program during the STEP period to study the energy and plasma transfer processes and the global auroral dynamics. In order to organize the observations efficiently, working plans are grouped into four regional categories, i.e., the polar region, high-latitude conjugate region, middle and low latitudes, and the equatorial zone. The Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, takes care of the multi-nationally coordinated magnetic observation along 210° magnetic meridian, in cooperation with Tohoku Univ., Tohoku Inst. Technol., Kakioka Magnetic Obs., and Tokai Univ. in Japan, Univ. of Newcastle, Electr. Res. Lab., DSTO, CSIRO, and Learmonth Solar Obs. in Australia, U.S. Geol. Survey, and Univ. of Alaska in USA, IFZ, IKIR, and IZMIRAN in USSR.

In 1990, magnetic observations around 210° magnetic meridian were carried out at Moshiri (MSR), Chichijima (CBI) and Kagoshima (KAG) in Japan, and Adelaide (ADE), Birdsville (BSV) and Welpa (WEP) in Australia, from July 26, 1990. The BSV site (L= 1.56) is located near the magnetic conjugate point of Moshiri (1.57) in Japan. The CBI (L= 1.10), WEP (1.15) and ADE (2.11) sites are located near the same meridian as the conjugate point stations. The KAG site is situated near the same latitude and ~12° west in geographic longitude of the conjugate station, WEP.

Magnetic variation data at the chain stations are obtained by means of ring-core-type fluxgate magnetometer with the same data logging system (DCR-3, KOSMO Ltd.) at all stations. Magnetic signals (ΔH , ΔD , ΔZ , dH/dt , dD/dt , dZ/dt) in the 0-2.5 Hz frequency range during 21 days are registered on a digital cassette tape with sampling rate of 1 sec and resolution of 0.012 nT/LSB. Fluxgate magnetometer data from the CBI station, the Kakioka Magnetic Observatory, are registered by the same logging system. Time signals (1 min), maintained accurate to within ± 25 ms by automatic comparison with WWVH (Maui, Hawaii) and JJY (Koganei, Japan) standard radio stations, are also recorded on the digital cassette tape to check the crystal clock inside the data logger.

In June, 1991, the fluxgate magnetometer systems were also installed at Onagawa (ONW: L=1.31) in Japan, at Wewak (WWK: 1.04) in Papua New Guinea, and at Guam (GUA: 1.01). We will complete to install the magnetometer systems at Dalby (DAL: 1.56), Darwin (DAR: 1.17), and Learmonth (LMT: 1.43) in Australia in the coming summer. We are now planning to extend the 210° magnetic meridian chain to northern high latitudes in Siberia in 1992. The proposed stations are located at St. Paratunka ($\phi = 52.9^\circ$), Magadan (60.0°), Chokhurdakh (70.7°), and Zhokhova Isl. (76.3°).

We have carried out power spectrum and cross correlation analyses of low-latitude Pc 3 pulsations observed at the magnetic 210° meridian stations to get a clue to the unresolved global propagation and energy coupling mechanisms of Pc 3 pulsations, and show a preliminary result of the analyses in this paper.

篠原 学 北村泰一
九大理

Global Pc type geomagnetic pulsation
in the low latitude and the equatorial region

M.SHINOHARA T.KITAMURA
Dept. Phys, Kyushu University

Pc type geomagnetic pulsation was observed in the low latitude and the equatorial region on February 19, 1991. The locations of seven stations used here are shown in Fig.1. Fig.2 shows the H-component data from 12:00 to 16:00 (UT). Pc type pulsation occurred at 13:15, and continued to 15:00. This pulsation has 110 second period, and the almost same waveform appears at all stations (see Fig.3).

It seems that this Pc type pulsation is caused by the plasmaspheric cavity resonance.

九大グループでは、赤道域で得た高時刻精度の磁場データより、この領域で観測されるPi2が $m \approx 0$ の性質を持つことを明らかにした。この様なグローバルな性質を持つ低緯度域のULF波動に対して、空洞共鳴という考え方が導入されつつある。今回、新しい観測データよりPc型のULF波動においても同様のグローバルな波動が観測されたので、それについて報告する。

1991年2月17日、赤道域4点、低緯度域3点で同時観測が行われた。観測点の位置をFig.1に示す。観測点の位置は、おおまかにMOSHIRIで $L=1.6$ 、HARTLANDで $L=2.5$ 程度である。

60~150秒の通過域を持つフィルターで処理を施した後の、各点のH成分のデータをFig.2に示す。110秒程度の周期を持つPc型ULF波動が、13:15~15:00(UT)にかけて全点で観測されている。これらを一つに重ねたものがFig.3である。ただし、波形比較のために振幅はそれぞれ適当に変えてある。2時間に渡って、位相、波形共にかなり良い一致が見られる。

この現象は、プラズマポーズ内部の磁気圏での空洞共鳴によるものと思われるが、今後更に詳しい解析が必要となろう。



Fig. 1 観測点の位置

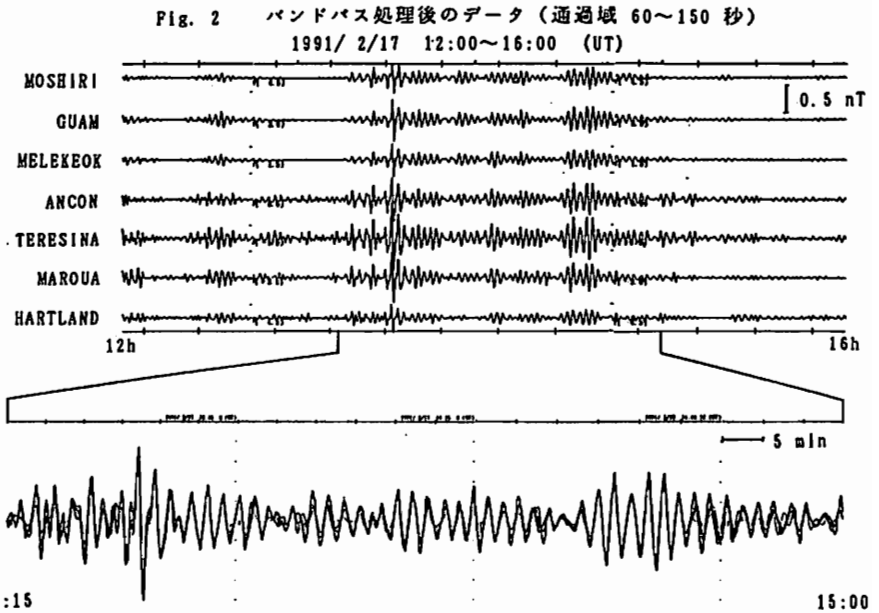


Fig. 3 全観測点のデータを重ね合わせた図
(ただし、振幅が同程度になるように、縦方向の倍率は観測点毎に変えている)

Cavity Resonance に対応した Poloidal Mode の固有値問題について

— II. 磁気圏空洞共鳴 —

吉川顕正¹ 糸長雅弘² 北村泰一¹

¹九州大学理学部 ²九州大学中央計数施設

On an Eigen Mode Problem of Poloidal Mode Oscillation

Corresponding to the Cavity Resonance — II. A Nonmonotonic Alfvén Velocity —

Akimasa YOSHIKAWA¹, Masahiro ITONAGA², and Tai-ichi KITAMURA¹

¹Department of Physics, Kyushu Univ. and ²Computation Center

Abstract

The equatorial pi2's have been proved to be waves with $m \simeq 0$, which has been proposed as manifestation of a cavity resonance.

In this paper, this problem is attacked by dealing with as an eigen mode problem of the poloidal mode oscillation in a region between the earth and the magnetopause with a nonmonotonic Alfvén velocity profile. (plasmopause)

A partial second-order differential equation (Sturm-Liouville equation) was obtained. The FEM (Finite Element Method) was used to solve this problem, so it enables us to treat a realistic model of the dipole field configuration.

赤道域 pi2 は、最尤法による解析の結果、汎世界的に非常に周波数成分の接近した、離散スペクトル構造を持っている事が明らかになり、何らかの境界を持った共鳴機構の存在が示唆されている。

今回は、この問題を plasmaspheric cavity resonance の立場から、pure poloidal mode equation ($m=0$) の固有値問題として捉え、 $r = r_e$ 及び、 $\nu = \frac{1}{r_p}$ で囲まれた領域で、有限要素法に依って解いた結果について報告した。得られた固有値、及び、固有関数は、観測を良く説明し、pi2 の周波数領域は first mode (最大固有周期) 及び second mode に属していることが示された。今回の報告では、固有値問題を磁気圏全体 (fig.1) に拡張したモデルについて考察する。plasmopause の存在は、nonmonotonic なアルヴェーン速度のプロファイル (fig.2) に依って、取り入れられる。領域が広がることに依って、first mode の周波数領域は、当然大きくなり、pi2 領域はより、higher な mode に移行することが予想されるが、固有関数が規格化されているため、その振幅比については評価できない。plasmopause の存在のため、monotonic なアルヴェーン速度分布のモデルと比べて、エネルギーがより、地上側に集中した形態となるであろう。詳細は講演時に述べる。

定式化

東西方向の電場 E_φ について得られた偏微分方程式

$$\frac{\partial}{\partial z} \left(x \frac{\partial E_\varphi}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(x \frac{\partial E_\varphi}{\partial x} \right) - \frac{1}{x} E_\varphi + \omega^2 \frac{x}{V_A^2} E_\varphi = 0$$

は、変分問題に置き換えられ、 E_φ, ω の近似解は、以下の行列の固有値問題から得られる。

$$K E_\varphi = \omega_k^2 M E_\varphi \quad \hat{E}_\varphi(x, z) = \sum_{j=1}^N \epsilon_j \phi_j(x, z)$$

$$K_{ij} = \iint_D x \left(\frac{\partial \phi_i}{\partial x} \frac{\partial \phi_j}{\partial x} + \frac{\partial \phi_i}{\partial z} \frac{\partial \phi_j}{\partial z} \right) dx dz + \iint_D \frac{1}{x} \phi_i \phi_j dx dz$$

$$M_{ij} = \iint_D \frac{x}{V_A^2} \phi_i \phi_j dx dz$$

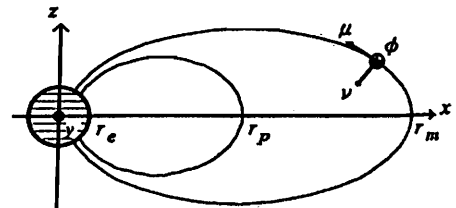


Fig. 1

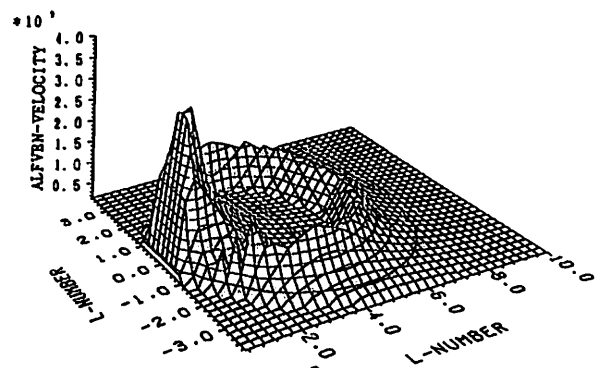


Fig. 2

— I. 定式化 —

糸長雅弘¹ 吉川顕正² 利光一郎² 北村泰一²

¹九州大学中央計数施設 ²九州大学理学部

Computer Simulation of Coupled Hydromagnetic Oscillations of Cavity and Field-Line in the Magnetosphere — I. Formulation —

Masahiro ITONAGA¹, Akimasa YOSHIKAWA², Ichiro TOSHIMITSU², and Tai-ichi KITAMURA²

¹Computation Center and ²Department of Physics, Kyushu Univ.

Abstract

We present a model which determines the time development of hydromagnetic waves within a cuboidal magnetospheric cavity subject to a short-duration compressional stimulus at the magnetopause. The system is first Laplace transformed analytically. The resulting second-order coupled boundary-value problem is then solved by standard finite-difference methods, and a numerical Laplace transform inversion is applied to the results, giving general time-dependent solutions. Instead of parameterizing the ionospheric Joule dissipation, we incorporate it in the model in a straightforward fashion.

Allan *et al.* [1985, 1986] は、磁気圏界面に加えられたインパルスにより励起される空洞—磁力線結合振動のシミュレーションを、Laplace 変換を用いて行った。彼らは、電離層による Joule 損失の効果をパラメータ化することにより、問題を 1 次元の境界値問題に帰着させた。本研究では、電離層の存在をより直接的な形で取り込んだシミュレーションを目指す。時間に関して Laplace 変換を行うことにより、問題は 2 次元の境界値問題に帰着する。

z 軸に平行で一様な磁場 B_0 をもつ矩形の磁気圏モデルを考える (図 1)。ここで、 $z = 0$ が南半球電離層、 $z = z_{ni}$ が北半球電離層、 $x = 0$ が低緯度赤道域電離層、 $x = x_{mp}$ が磁気圏界面であり、 $z = -d$, $z_{ni} + d$ と $x = -d$ に地表面があるものとし、固体地球は完全導体であるとする。また、 y 軸は東向きであり、 y に対する依存性を $e^{i\lambda y}$ とする。いま、 $t_0 = x_{mp}/A(x_{mp})$ として ($A(x)$ は Alfvén 速度)、変数 x, z, t を $\bar{x} = x/x_{mp}$, $\bar{z} = z/z_{ni}$, $\bar{t} = t/t_0$ により正規化し、 $m = \lambda x_{mp}$, $\ell_N = z_{ni}/x_{mp}$, $A_N(\bar{x}) = A(\bar{x})/A(1)$ とおき、Laplace 変換

$$\bar{E}(\bar{x}, \bar{z}, p) = \int_0^\infty E(\bar{x}, \bar{z}, \bar{t}) e^{-p\bar{t}} d\bar{t}$$

を行うと、電場 \bar{E}_1 に対する方程式

$$\left[\frac{1}{\ell_N^2} \frac{\partial^2}{\partial \bar{z}^2} - m^2 - \frac{p^2}{A_N^2(\bar{x})} \right] \bar{E}_x = im \frac{\partial \bar{E}_y}{\partial \bar{x}}$$

$$\left[\frac{1}{\ell_N^2} \frac{\partial^2}{\partial \bar{z}^2} + \frac{\partial^2}{\partial \bar{x}^2} - \frac{p^2}{A_N^2(\bar{x})} \right] \bar{E}_y = im \frac{\partial \bar{E}_x}{\partial \bar{x}}$$

を得る。実際には、この方程式を差分化し、各 p に対し $\bar{x} = k/K$ ($k = 0, 1, \dots, K$), $\bar{z} = l/L$ ($l = 0, 1, \dots, L$) における \bar{E}_x , \bar{E}_y の値 $[\bar{E}_x]_{k,l}$, $[\bar{E}_y]_{k,l}$ を求め、数値的に逆 Laplace 変換を行う。

磁場の水平成分は、電離層を横切る際に、そこに流れる電流により不連続に変化する。この変化を記述する式を電離層電場とその微係数で表現することにより、電離層の存在をパラメータ化することなしに、より直接的な形で取り込むことができる。詳細は講演時に述べる。

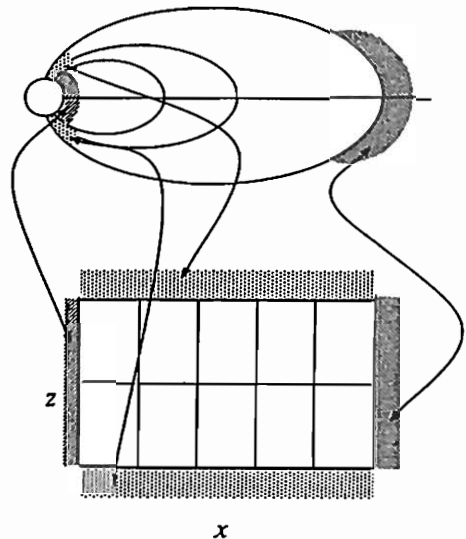


Fig. 1. Cuboidal magnetospheric model (Southwood and Kivelson [1990]).

参考文献

1. Allan, W., S. P. White, and E. M. Poulter, *Geophys. Res. Lett.*, **12**, 287, 1985.
2. Allan, W., S. P. White, and E. M. Poulter, *Planet. Space Sci.*, **34**, 371, 1986.
3. Southwood, D. J., and M. G. Kivelson, *J. Geophys. Res.*, **95**, 2301, 1990.

C31-P26

Wave characteristic of Medium-Period Geomagnetic Pulsations Observed on the Ground Multi- Stations

°Kiichirou Hayashi and Kanji Hayashi

Department of Earth and Planetary Physics, University of Tokyo .

GADC GROUP

Medium- to Long- period geomagnetic pulsations have been studied by many scientists. These waves are generally classified into two groups. One is the waves of the external origin and the other is internal origin. The external waves which are driven by the solar wind have some types of the wave mechanisms, surface waves, upstream waves and so on. The surface waves are excited by the shear flow instability (like K-H instability) at the dayside magnetopause. On the other hand, the bow-shock reflected ion may cause the upstream waves. Propagated from the magnetosphere to the ground in various mechanisms, we can observe certain part of these waves on the ground multi-station network.

In this study, We investigate the data observed with the induction magnetometers operated in 1989-1990 GADC, at 7 sites and with the fluxgate magnetometers of the Canadian magnetometer network, CANOPUS, at 13 sites. The range of magnetic longitude and latitude covered from 270° to 21° (East-West) and 58° to 78° (North South). Four stations was located in high latitude including cusp and polar cap region.

We can investigate the latitudinal changes of cusp region to plasmopause region. Carrying out the FFT spectrum analysis, we display the f-t spectra of the total power, the wave polarization and the major axis of the wave ellipse, dynamically Comparing the wave characteristics obtained from different L value and LT stations in a same event. We study the spatial distribution of the different source waves.

It is found that in these events analyzed there are some difference in dayside Pc3-4 events observed simultaneously in the high latitudes and the low-latitudes.

C31-P27 ワンターンコイルによる桜島の電磁氣的測定

大崎裕生¹⁾, 湯元清文¹⁾, 日高耕一¹⁾, 塩川和夫¹⁾, 田中義人¹⁾, 角田寿喜²⁾, 田中穰²⁾, 高木章雄³⁾
¹⁾名大STE研, ²⁾鹿児島大理, ³⁾東北大理

ELECTROMAGNETIC MEASUREMENT OF SAKURAJIMA VOLCANO BY MEANS OF "ONE-TURN" COIL

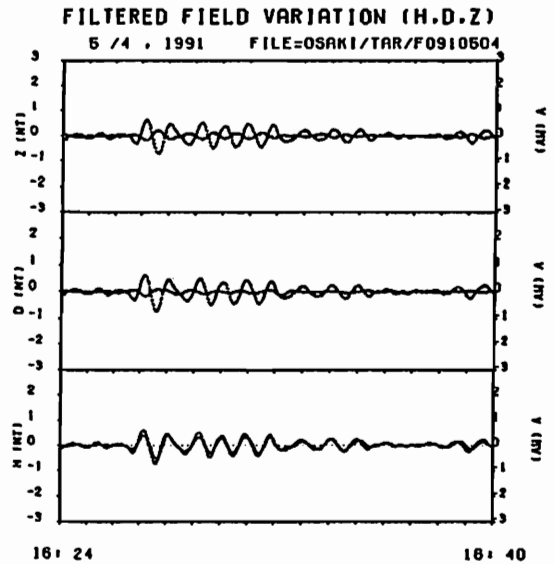
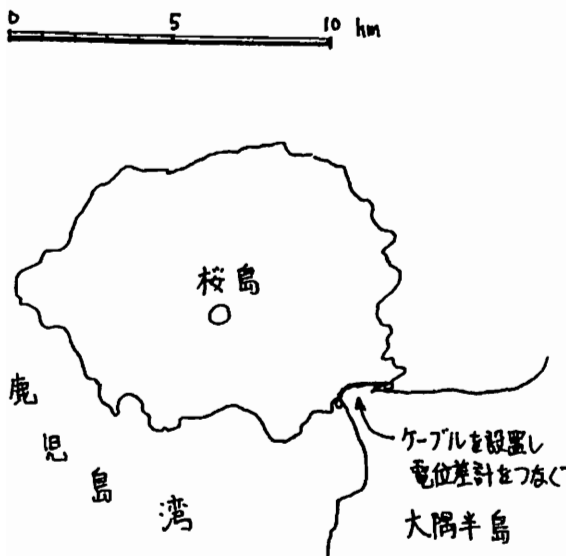
Hiro OSAKI¹⁾, Kiyohumi YUMOTO¹⁾, Koiti HIDAKA¹⁾, Kazuo SHIOKAWA¹⁾, Yoshito TANAKA¹⁾
 Hisayosi KAKUTA²⁾, Minoru TANAKA²⁾, Akio TAKAGI³⁾

¹⁾STE lab., Nagoya Univ. ²⁾Kagoshima Univ. ³⁾Tohoku Univ.

In order to clarify induction effects of iono-magnetospheric variations and electromagnetic changes of Sakurajima Volcano, "one-turn" coil has been installed at the foot of Mt. Sakurajima. We carried out power spectral and phase analyses of "one-turn" coil and magnetometer data. Preliminary results will be presented in the present paper.

桜島噴火による噴出物は、周辺地域の生活環境を脅かし、また大気を汚染する。桜島は大隅半島に接触した部分以外は周囲を海に囲まれている。この半島部分にケーブルを設置すると、桜島を一巻したコイルのアンテナができる。このアンテナで、VLF-ULF 電磁波動や噴火と同時発生する VHF-UHF 電磁放射が観測されることが期待される。これらのデータは鹿児島観測所の VLF-ULF 波動の定常観測データと比較され、噴火固有の電磁波動成分と超高層電磁波動成分とに分離される。噴火に関わる電磁放射の研究は、噴火予知の研究につながり非常に大切である。また超高層波動成分については、アンテナが桜島の大きさであることから、高感度のデータが得られ、地球電磁環境の監視に大いに役立つことが期待される。

今回は ssc-Pi2-Psc5 等、周期や特性の異なった様々な磁気圏の擾乱に対しこのコイルがどのように違ったふるまいを示すのかを、スペクトル解析や位相解析を使って調べてみた。以下にその一例を示す。



□ 電気伝導度

- ・ 地殻活動電磁気学

- ・ 磁気異常

C32-01~17, -P02~03

座長 藤 浩明 (東大海洋研)
茂木 透 (九大工)

藤縄幸雄・上嶋誠(防災科研)・高杉真司・川上則明(地熱技術開発(株))

Magnetotelluric Study Across the Central Tohoku District,
North eastern Japan. (1)Yukio Fujinawa, Makoto Uyeshima, (NIED)
Sinji Takasugi, Noriaki Kawakami (GERD)

A B S T R A C T

We have analysed remote-reference wideband magnetotelluric data at ten stations from an east-west transects across the central Tohoku district following a eight station survey last year. The data were modelled using one-dimensional Bostick inversions of rotationally invariant parameters, tentatively determined TE and TM mode parameters, respectively. The resulting geoelectric model exhibits resistivity of less than $10\Omega\text{m}$ in both sides of the Ohbu mountain range, at the depth about 5km, and more than $1000\Omega\text{m}$ in the easternmost part. The model is discussed in view of the seismic velocity distribution and seismic activity.

1. はじめに

沈み込み帯は、巨大地震、火山噴火・造構運動・変成作用等の地学現象の場であるが、これ等を総合的に理解する為、防災科研では、地殻深部の比抵抗構造を、地磁気地電流法(MT法)探査により明らかにする研究を行っている。1991年6月に、昨年度行ったと同じ東北地方試験観測線上で補充観測を行った結果について報告する。

2. 観測

深さ数10kmまでの深部地殻の比抵抗分布を高い空間分解能で求めることを目的として、観測点を図1のように東北地方中部を横断する酒田市から石巻市にかけての昨年度実施した8地点(○)と異なる10地点(●)でワイドバンドMT観測装置により測定を実施した。

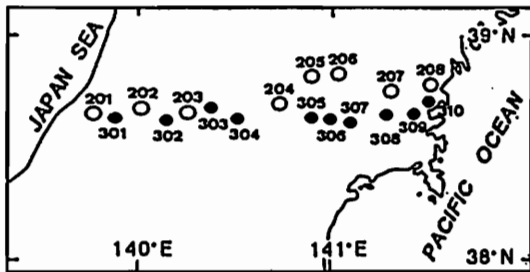


Fig. 1 MT observation sites to obtain wideband data.

観測方法は以下の通りである。

- 1) リモートレファレンス方式 (80km)
- 2) 測定物理量: 磁場3成分, 電場2成分(電極間100m)
- 3) 周波数範囲: 20 kHz~10,000秒
- 4) 測定期間: 4日間/1測点

3. 解析

解析の手順は、前報(藤縄ほか, 1990)同様に構造パラメータの算出、TE、TMモードの推定等により行った。ただし前年の8点のデータと今年の10点のデータを個々に用いた場合と合併して用いた場合について、それぞれボスティックインバージョンにより、一次元比抵抗分布を算出した。断面図2を見ると、脊梁山脈両側の低比抵抗部、太平洋側の高比抵抗部が、両年度の二つの独立した分布に見え、存在するのが確かなようである。断面を地震波速度構造及び地震活動との関連で議論する。

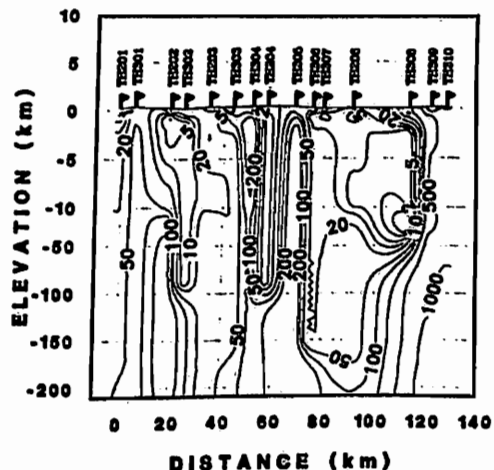


Fig. 2 A geoelectric resistivity model using one-dimensional Bostick inversion of rotationally invariant parameters.

C32-02 三宅島における U L F 帯電磁場観測

山本哲也（地磁気観），歌田久司（東大震研），三宅島火山集中観測班電磁気グループ

ULF Electromagnetic Research in the Miyakejima Island

Tetsuya Yamamoto¹⁾, Hisashi Utada²⁾
and Electromagnetic Research group of Miyakejima Volcano
1) Kakioka Magnetic Observatory, JMA, 2) Earthquake
Research Institute, the University of Tokyo

The magnetic and electric field variations in the ULF band were observed at the five sites in the Miyakejima Island, and the geomagnetic transfer functions of them were calculated. At the period of 128 seconds, the induction arrow of each site generally points to the outside of the island. It can be pointed out that the observed induction arrows at this period have larger eastward component than that of expected. Perhaps these distinctions are made by the resistivity structure of the Miyakejima Island.

1990年三宅島火山集中観測の観測項目のひとつとして、10月22日から28日にかけて、ULF帯および長周期の電磁場観測を行った。観測の目的は、主としてULF帯のMTと地磁気変換関数を利用した三宅島火山の構造調査であった。この分野では、これまでに本蔵らによる地磁気3成分観測や、歌田らによるELF-MT観測等が三宅島において実施されている。

今回の観測では、電磁場観測装置EM109およびU30（テラ・テクニカ製）4台を用いて島内の5観測点で電磁場変化の観測を行った。この装置は、高感度のフラックスゲート磁力計を使用し、12VのDC電源によって動作するもので、1秒値データおよび1分値データを得ることができる。観測点は、三宅島の環状林道付近かその内側に配置したため、電磁場の人工擾乱は小さかった。ただし、電場の観測では、降雨によるギャップやドリフトなどの解析の障害となる異常変化がかなりあった。

解析の手始めとして、各観測点での地磁気変換関数を求めた。1分値データから、周期128秒から周期6分までの、また、1秒値データから周期512秒から周期6秒までの地磁気変換関数を求めた。それによると、長周期では、いずれの観測点でもインダクション・アローは南東方向を向き、離島効果はみられないが、周期数分程度では、インダクション・アローが島外を向く傾向、すなわち離島効果が見られるようになる。これらは、過去に本蔵らによって行われた地磁気観測の結果

と整合的である。図示したのは、更に短周期の周期128秒のインダクション・アローである。この周期では離島効果がさらに明瞭にみられるようになるが、海陸の分布から予想されるインダクション・アローに比べると、各観測点とも東向き成分が卓越しているのがわかる。短周期での、このような現象は、中部日本異常のように海洋底下の大規模な比抵抗構造によって引き起こされているとするのは無理があり、三宅島の比抵抗構造そのものに関わる現象と考えるべきであろう。

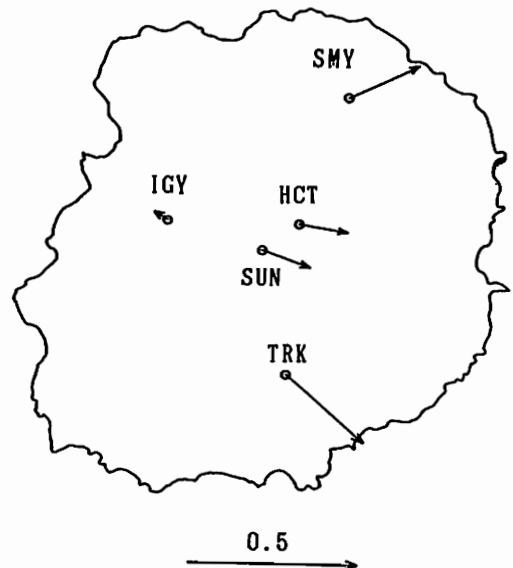


図1. 三宅島の周期128秒のインダクション・アローの分布。

・下泉 政志 (北九州職訓短大) ・茂木 透、江原 幸雄 (九大工) ・西村 進、
桂 郁雄 (京大理) ・西田 潤一 (大谷大) ・楠 建一郎、鈴木 浩一、
藤光 康宏 (電力中央研) ・城森 明 (日本地殻調査) ・又吉 盛次 (吉沢技研)

Geoelectrical Structure of Kuju Volcano Using CSMT and TDEM method

M. Shimoizumi (Kitakyushu Poly. Coll.), T. Mogi, S. Ehara (Fac. of Eng., Kyushu Univ.)
S. Nishimura, I. Katura (Fac. Eng., Kyoto Univ.), J. Nishida (Otan Univ.),
K. Kusunoki, K. Suzuki, Y. Fujimitsu (Centr. Res. Inst., Electr. Power Industry),
A. Jomori (Japan Crust Res. Co.), S. Matayoshi (Yoshizawa Eng. Res. Co.)

The CSMT and TDEM surveys were made around the Kuju volcano on June 1990 and June 1991. The major purpose of these surveys is to estimate the deep geoelectrical structure beneath the Kuju volcano. By using TDEM method, we have been able to detect until about 5km or more.

我々は、電磁探査法により九重火山の地下構造を調べる研究を行っている。これらの研究により、約2km以浅の構造は検討出来たが、より深部構造については不明な点が多い。そこで、今回、CSMT法に加えてTDEM法を用いる事により、深部構造を明らかにする事を目的とした探査を行ったのでその結果について報告する。

今回の探査では、CSMT法とTDEM法とを、その長所・短所を相補するように利用し、浅部から深部に至る構造を詳細に明らかにする事を試みた。即ち、17.4kHz~4.2HzはCSMTで、10Hz以下はTDEMでカバーしている。図1にソース及び測点の位置を示す。測点数は26点であり、硫黄山近傍の一部の測点(10, 13, 14, 16)に関しては、ソースが別

方向(西側)の場合のデータも測定している。今回の探査では、ソース受信点間距離が4~9kmの範囲にあったが、多くの測点で1-4秒間過渡現象が測定されたが、特に硫黄山近傍の測点(10, 11, 16, 15)では16秒でも過渡現象が終了せず、別方向ソースに対しても同様であった。

データ処理と解析の流れ図を図2に示す。層構造解析はCSMT及びTDEM法データによるジョイント・インバージョンを試みた。CSMTデータを用いた浅部初期構造は、非ステイカ・インバージョンで求め、TDEMデータによる深部初期構造も同様な手法を用いた(Nekut, 1987)。得られた初期構造をもとに、B2過渡波形を周波数領域に変換した後の振幅と位相時間とを用いて、ジョイント・インバージョンを行っている。

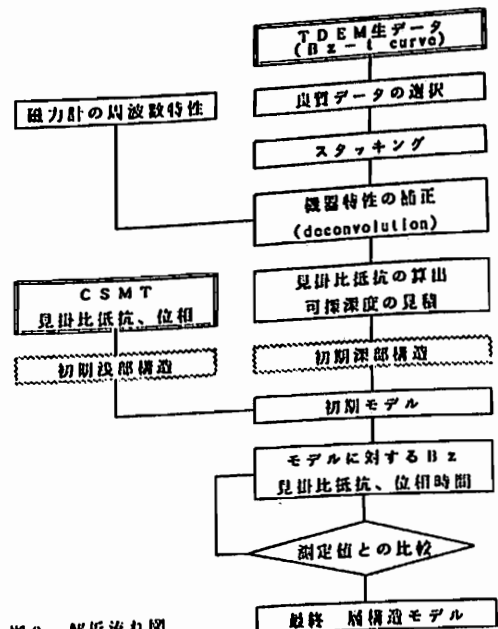


図2. 解析流れ図

C32-04 九州中部高地殻熱流量地域の比抵抗構造

茂木透，福岡晃一郎（九大・工），下泉政志（北九州職訓短大）

Geoelectrical structure of high heat flow area
in central part of kyushu.

T. Mogi, K. Fukuoka (Kyushu Univ.)

and M. Shimoizumi (Kitakyushu politech. coll.)

A Magnetotelluric survey has been carried out at 29 sites along the Fukuoka-Nobeoka line, across a high heat flow area in the center part of Kyushu. Complex-phase detector type receiver has been used in ELF frequency band, and fluxgate magnetometer in ULF band. 2D resistivity model along the line showed that a low resistivity ($100\Omega\text{-m}$) zone appeared in the deeper part of the high heat flow area.

九重火山地域を中心とする九州中部地域には地殻熱流量が $100\sim 200\Omega\text{m}$ を越える地域が存在している (Khara, 1989)。このような高地殻熱流量地域の地下構造は周辺地域に比べどのような特徴を持つかを検討するために、福岡県津屋崎町から九重火山地域を通して宮崎県延岡市に至る長さ約 180km の測線に沿って29測点でMT法探査を行った。測定した周波数は 17400Hz から、 0.0078Hz (128sec)までの19の周波数で、 $17400\text{Hz}\sim 4.2\text{Hz}$ までの13周波数の測定には複素位相検波式MT探査装置 (茂木・他, 1989)を用い、磁場センサーとしてはインダクションコイル、電場には銅棒電極を使い、 $0.25\text{Hz}\sim 0.0078\text{Hz}$ までの6周波数の測定には磁場センサーにフラックスゲート磁力計、電場にはPb-PbCl₂ポット型電極を使用した。

1測点での観測は原則として2日とした。測定データはパソコンにフーリエ係数を収録し、持ち帰った後、強度の異常なものや電場磁場間のコヒーレンシーの低いものを除去し、残ったデータをスタッキングした見掛け比抵抗、位相を求めた。一次元インバージョンはポステイックインバージョンを初期モデルとして最小二乗法で行った。一次元解析の結果を初期モデルとして有限要素法を用いた二次元比抵抗モデリングを行った。

津屋崎町～日田市までは層の比抵抗は概ね $1000\Omega\text{m}$ 以上であるが、伊万里～松山線を境にその南では $100\Omega\text{m}$ 程度の値が多くなる。特に九重火山地域の周辺では、地殻深部に $10\Omega\text{m}$ 以下の低比抵抗帯が見られる。このような状態は高地殻熱流量地域と一致しており、地下深部がかなり高温であることを示していると考えられる。九重火山地域から南では別府島原構造線の南端から四万十層群の分布する地域に入るとまた $1000\Omega\text{m}$ 以上の比抵抗を示すことが多くなる。伊万里～松山線や臼杵～八代線といった大きな構造線の近くでは地殻深部に $30\Omega\text{m}$ 以下の低比抵抗帯が見られた。

Study of the Bimodal Induction around Izu-Bonin Arc using
Non-uniform Thin Sheet Approximation

°Hiroaki TOH and Jiro SEGAWA

Ocean Research Institute, the University of Tokyo

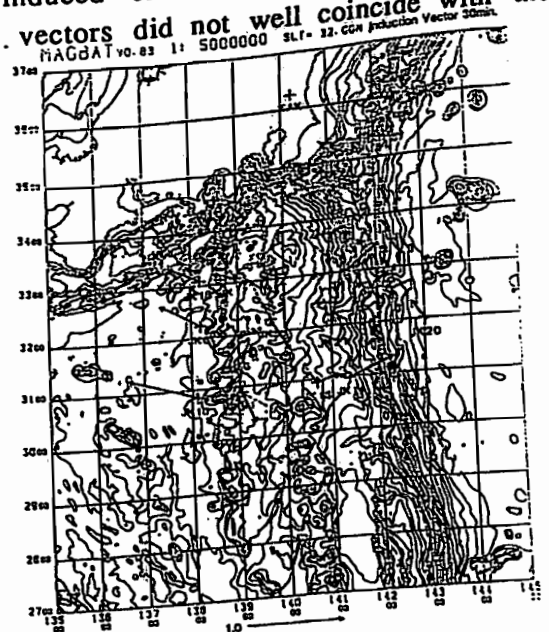
It has been revealed by direct seafloor electromagnetic observations that short-period induction vectors at the north end of the Izu-Bonin arc have large northward components. This fact is difficult to understand when the presence of the deep trench in the east of the arc is considered.

On the other hand, it is well known that complicated land-sea distributions are well approximated by non-uniform thin sheets. Vasseur and Weidelt (1977) pointed out that 'bimodal induction' is important to appreciate the three-dimensional contribution of topography to regional induction studies using non-uniform thin sheets. McKirdy et al. (1985) extended Vasseur-Weidelt's algorithm to apply Neumann type boundary conditions at lateral infinity, which means that the anomalous region is not necessarily surrounded by a uniform structure.

MacKirdy's algorithm was applied to study the behavior of the observed induction vectors ($T=30\text{min}$) at the northernmost profile of the Izu-Bonin arc assuming two-layered structure beneath a thin sheet. The result of the calculation using the non-uniform thin sheet approximation indicated that the northward components of the induction vectors at the north end of the arc were mainly caused by the deflection of the induced electric currents in the ocean although the amplitudes of the calculated vectors did not well coincide with the observed ones.

References

- Vasseur G. and P. Weidelt, *Geophys. J. R. astr. Soc.*, (1977) 5 1, 669-690
- McKirdy D. McA., J. T. Weaver and T. W. Dawson, *Geophys. J. R. astr. Soc.*, (1985) 8 0, 177-194



C32-06 海底電磁場に現われる海水のダイナミクス

東京大学海洋研究所 藤井郁子・藤 浩明・瀬川爾朗

Sea water dynamics as reflected on time-variation of electromagnetic field at the sea floor

Ikuko FUJII, Hiroaki TOH and Jiro SEGAWA

Ocean Research Institute, the University of Tokyo

The dynamo effect is caused by the motion of sea water in the earth's magnetic field. Theoretical relation between induced electric field at the sea floor and sea water currents is expressed as follows:

$$E_h = CB_z \hat{z} \times \langle v_h^* \rangle$$

$$\langle v_h^* \rangle = \int_h^0 \sigma(z) v_h dz / \int_h^0 \sigma(z) dz \quad (\text{Chave \& Luther, 1990})$$

B_z and C denote vertical component of the earth's magnetic field and constant of proportion, respectively. $\langle v_h^* \rangle$ is horizontal velocity which is averaged vertically with the weight of sea water conductivity $\sigma(z)$. $\langle v_h^* \rangle$ almost equals barotropic component of sea water velocity because of conductivity weighted integration. Thus, electric field E_h at the sea floor reflects mainly the barotropic component of sea water velocity, i.e., nearly a water transport divided by water depth.

In this study, we consider the tidal motion of sea water. Ocean Bottom electric field was measured at the landward slope of the Nankai trough in 1989(site EL02, see Fig.1). On the other hand, ocean bottom pressure data was simultaneously obtained at BP01 site(see Fig.1), 30km northwest of EL02 by the Japan Meteorological Agency. We have extracted the oceanic tidal components from both electric field and pressure using an algorithm named BAYTAP-G(Ishiguro *et al.*,1981; Tamura *et al.*,1991). Fig.2 shows an example of the record of oceanic tidal components of electric field and pressure for 3 days. It is found that induced electric field which is inferred to have been caused by oceanic tide is coherent with the variation of ocean bottom pressure. Further, according to the hodgraph of tidal components of electric field, the tidal water flow is likely to follow a channel along the Nankai trough.

Fig.1

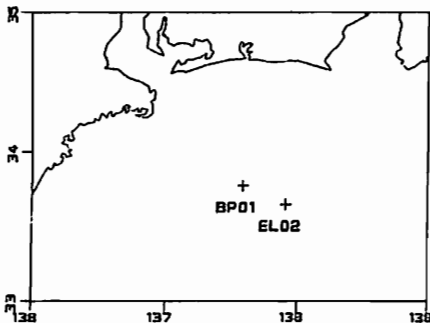
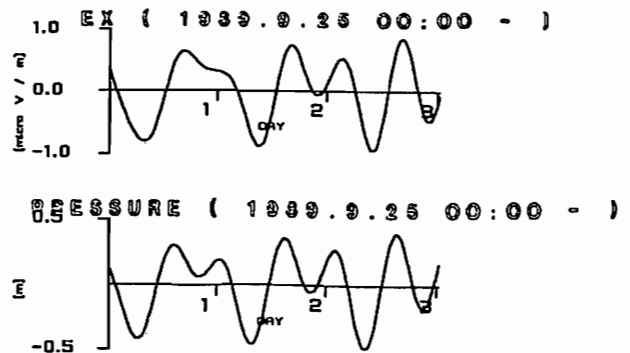


Fig.2



雲仙岳噴火に伴う電磁放射観測 —速報—

芳野 尙夫・富澤 一郎・早川 正士・瀬尾 洋一 (電気通信大学)

Observation of Electromagnetic Phenomena Associated with Eruptions of Mt. UNZEN

T. YOSHINO, I. TOMIZAWA, M. HAYAKAWA, and Y. Seo
Univ. of Electro-Communications, 1-5-1 Chofugaoka, Chofu-shi, Tokyo 182

Observation of electromagnetic phenomena associated with the eruptions of Mt. UNZEN has been conducted since June 2, 1991 at 4km north-west of the volcano. Observations are made at 82kHz, 1525Hz, and 36Hz in magnetic field, and at 1525Hz and 36Hz in electric potential. Electromagnetic phenomena were clearly recorded the time of the pyroclastic flows occurred on June 3 and 8, and also at the time of the eruption on June 12.

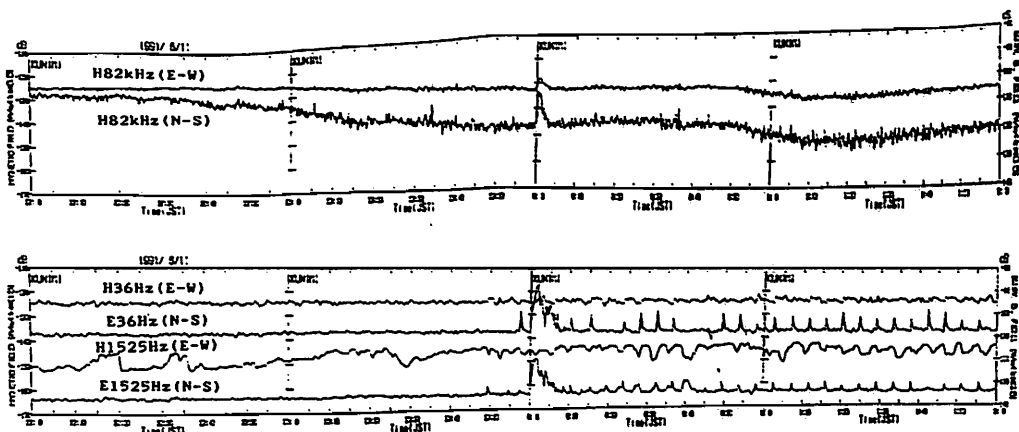
筆者らは、これまで地震や火山噴火などの地殻変動に伴う電磁放射現象の観測を行なってきた。この中で、1986年11月の伊豆大島・三原山の噴火の前に82kHzの電磁放射が観測されたことを報告した。

今回の速報では、本年5月以来活発な活動を続けている雲仙岳の噴火活動に伴う電磁放射現象を観測するため、6月2日に火口の約4km北西の国見町田代原に観測装置を設置した。今回設置した観測装置は、82kHz東西・南北方向ループアンテナ、ELF帯ループアンテナ、および5.2mの間隔で設置した地表面電極間電位差からの82kHz磁界強度・1525Hzおよび36Hz磁界強度・1525Hzおよび36Hz地表面電位差を測定する。観測データは、10秒間隔でフロッピーディスクに記録し、約10日毎に持ち帰って解析を行なう方式とした。今回の観測装置は、三原山噴火の観測に比べて低周波の電磁界成分の情報が取得できることから、周波数スペクトル的な電磁放射現象の特徴についての情報も得られるものと期待している。

設置直後の6月3日16時に発生した大火砕流時には、すべての周波数で強度上昇が記録された。このような強度上昇は6月8日20時の火砕流および6月12日0時の噴火時にも観測されている。

図に6月12日0時頃発生した噴火時の記録を示す。82kHzの磁界成分および1525Hz・36Hzの地表面電位差成分の強度が0時0分に大きく上昇しているが、1525Hz・36Hzの磁界成分はほとんど強度上昇が現われていない。82kHzの磁界強度上昇は、噴火に伴って起こる火山雷による雑音強度上昇が原因と考えられる。一方、1525Hz・36Hz電位差は火山雷の原因となった噴出物の帯電現象が主原因ではないかと考えられる。これは、磁界強度の上昇がほとんど見られないことから、静電的な現象であることがわかるからである。もう一つ興味あることには、この噴火が地震計で11時59分に捉えられる約10分前から1525Hz・36Hzの磁界および地表面電位差とも周期的変動が現われている。この周期的変動は、噴火の後も数時間持続している。また、この周期的変動の波形は磁界強度と地表面電位差では異なることから発生原因または伝搬経路が異なることがわかる。

今後、これらの観測結果を他の観測と比較することにより、火山噴火に伴う電磁放射現象の特徴及び原因について解明して行きたい。



C32-08 1991年雲仙岳噴火にともなう
地磁気変化

京都大学理学部 田中良和、橋本武志、増田秀晴
佐賀大学教養 半田 駿
東京大学地震研究所 歌田久司

GEOMAGNETIC CHANGES
RELATED WITH THE
ERUPTION OF UNZEN VOLCANO IN 1991

YOSHIKAZU TANAKA¹⁾, TAKESHI HASHIMOTO¹⁾, HIDEHARU MASUDA¹⁾
SHUN HANDA²⁾ and HISASHI UTADA³⁾

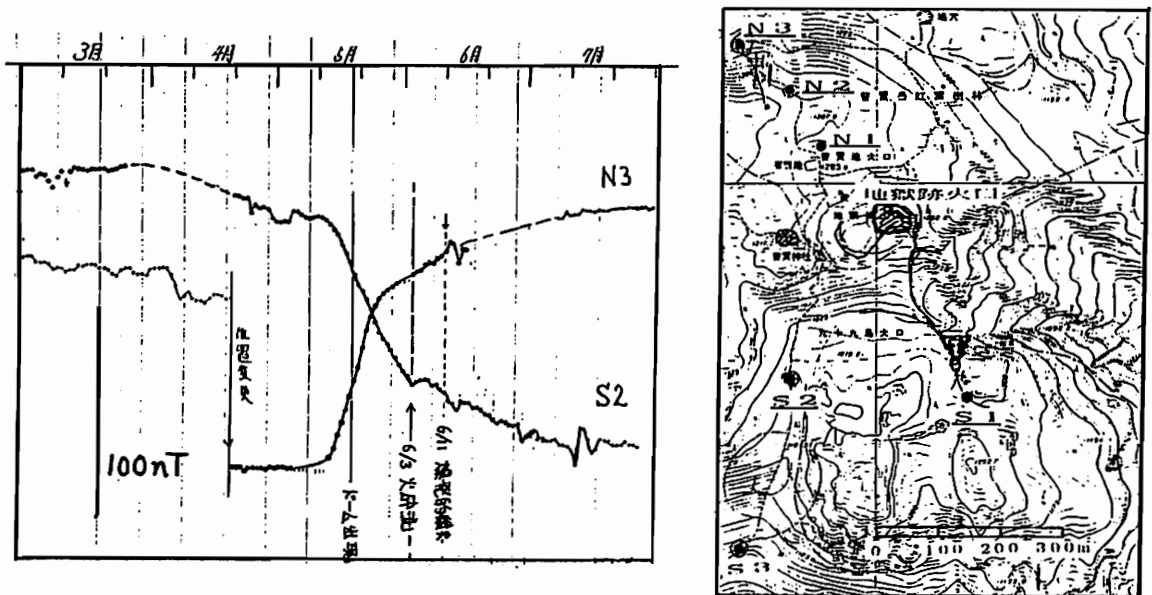
1)ASO VOLCANOLOGICAL LABORATORY, KYOTO UNIVERSITY

2)SAGA UNIVERSITY

3)EARTHQUAKE INSTITUTE, UNIVERSITY OF TOKYO

Unzen Volcano erupted on November, 1990. New dacite dome appeared at Jigokuato crater on 19 May, 1991. Geomagnetic observations have been conducted at around the crater with proton precession magnetometers. In the period of the dome intrusion, amount of +80nT geomagnetic change was observed at N3, and -80nT changes were detected at S1 and S2. A demagnetization source depth of several hundred meters causes negative changes of total geomagnetic field at south part and positive changes at north part of the source. Then these geomagnetic changes will be reduced to demagnetizations of igneous rocks. The aspects of geomagnetic changes gives a cylinder source intruded to shallow part with a speed of about 30m/day. Intensity 3×10^{-3} emu/g, remanent magnetization of Unzen igneous rocks, gives 250m diameter of the cylinder.

Geomagnetic changes observed from March to July, 1991 were shown. The data measured each 5 minutes were reduced to the magnetometer at Aso Volcanological Laboratory and mean values of 0h0m to 4h0m were plotted.



千屋断層における電磁気探査

○西谷 忠師・佐藤 秀幸 (秋田大鉱山)

Magneto telluric survey at Senya Fault

Tadashi Nishtani and Hideyuki Satoh

(Institute of Applied Earth Sciences, Mining College, Akita University)

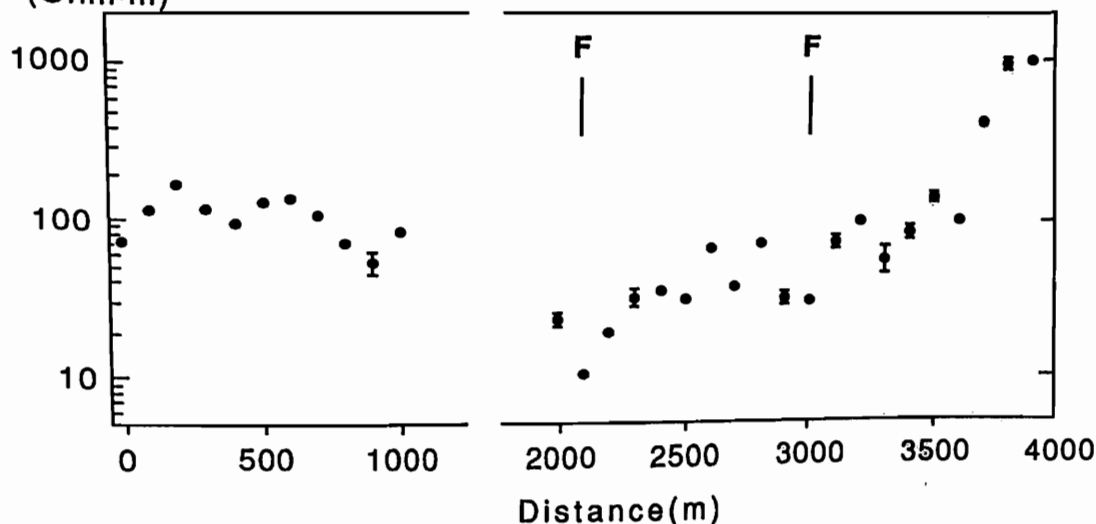
Senya Fault is famous as an inverse fault associated with an earthquake in 1896. This fault was surveyed in electrically and magnetically in 1980. Komori area in Senya Fault was trenched in 1982 and the relationship between faults and strata were examined. In this study power line MT (PLMT) survey, measurement of magnetic total force and VLF survey are performed. The general trend of these measurements are almost the same as that of in 1980. We can reveal the structure of Senya Fault more precisely. A figure in this page shows apparent resistivity, we can see minimum around 2000 and 3000 meters, these positions are correspond to the point of fault. New data are compared with the previous data.

千屋断層は秋田県仙北郡千畑町にある第四紀の逆断層で明治29年(1896年)の陸羽地震によって生じたものである。これに伴って上下で最大約3mの変位と東西方向の圧縮が起ったことが知られている。1980年には電磁気の総合観測(電気探査、全磁力観測、自然電位、VLF・ELF測定)が実施され、断層に伴う電磁気現象が明らかにされている。1982年には断層位置のトレンチによって地層と断層との関係が詳細に調べられている。ここでは断層が電磁気現象に与える影響をよ

り詳細にとらえることを目的として測定を行った。測定項目は商用電源を利用したPLMT測定と、全磁力観測、VLF測定などである。下の図は断層を横切る測定結果の一例である。この図は50HzにおけるMT測定の結果で縦軸が見かけの比抵抗である。Fと書いてある部分が断層の位置で、断層における低比抵抗の傾向が顕著に現れている。他の測定結果についても以前の総合観測の結果と比較検討を行った。

App.Res.

(Ohm·m)



C32-10 花折断層周辺の電磁気学的調査

○溝畑茂治¹⁾ 山口 寛²⁾ 藤田清士³⁾ 後藤忠徳¹⁾ 住友則彦⁴⁾ 安川克己¹⁾

1)神戸大学理学部 2)神戸大学教養部 3)神戸大学自然科学 4)京都大学防災研究所

GEOMAGNETIC AND GEOELECTRICAL INVESTIGATIONS AROUND THE HANAORI FAULT

S.MIZOHATA¹⁾ S.YAMAGUCHI²⁾ K.FUJITA³⁾ T.GOTO¹⁾ N.SUMITOMO⁴⁾ K.YASKAWA¹⁾

1)Faculty of Science, Kobe University 2)College of Liberal Arts and Sciences, Kobe University 3)The graduate school of Science & Technology, Kobe University

4)Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

We carried out the electromagnetic investigations in Kutsuki village, Shiga pref. in an attempt to establish the conductivity structure around the Hanaori fault. The Hanaori fault is the clear boundary of the distribution of hypocenters; the upper bound of the distribution of hypocenters is 4~5km-depth on the west of the fault and deeper than 10km-depth on the east.

Our goal is to show the mechanism which make the difference of the distribution of hypocenters.

琵琶湖周辺の地震活動は、近畿地方の他地域に比べて、以下のような特異な性質を持つことが知られている(黒磁・岡野,1990)。

- 1)琵琶湖の下では、微小地震の震源は上限下限ともに深くなる。
- 2)全般的に他地域に比べて地震活動が低く、特に琵琶湖南東部の近江平野では異常に低い。
- 3)琵琶湖の下では、地震波速度も小さいことが指摘されている。

第1図に花折断層の走行に直交する面に投影した震源の分布を示す。1)で述べたように、花折断層の西側では、近畿地方の他地域と同じように、地震発生深度の上限が4~5 kmであるのに対して、花折断層の東側では10 kmより浅い地震はほとんど起こっていない。

このように震源分布がシャープに異なっている境界の両側で、電気伝導度構造を決定し、震源分布が異なる原因を明らかにするために、花折断層周辺で電磁気学的調査を行った。

1991年8月に滋賀県高島郡朽木村周辺において、ULF-MT観測を行った。観測点は花折断層の西約1.5 kmに位置している(第2図)。

今回は、ULF帯の観測・解析結果および現在進行中のELF-MT観測結果も加えた電気伝導度構造を報告する予定である。

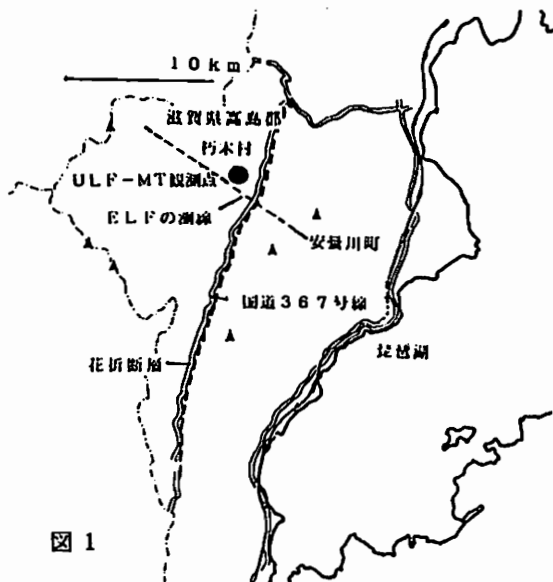


図 1

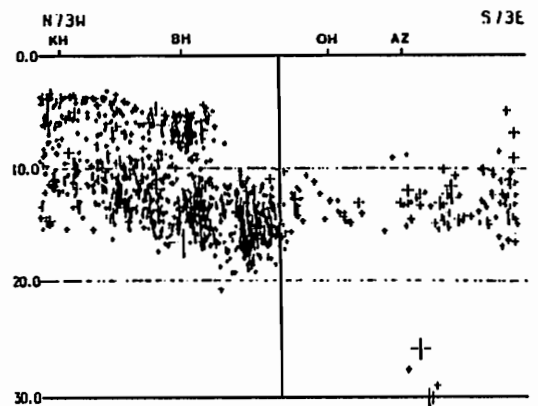


図 2 (黒磁・岡野 1990 より)

C32-11 漏洩電流法の黄檗断層調査への応用

住友則彦 (防災研)、後藤忠徳 (神大自然科学)、小泉誠 (防災研)

An Application of the Leaking Electric Current Method

To the OBAKU Fault Survey

N. SUMITOMO, M. KOIZUMI (DPRI, Kyoto Univ.)

T. GOTO (The Grad. School Sci. & Tech., Kobe Univ.)

A geoelectric survey of the OBAKU fault has been carried out to estimate position of the fault which is covered with sedimentary layers. Previously we found that electric currents leaked from electric railways flow with a preferred orientation depending upon resistivity structures beneath observation sites. If we measure such preferred orientations along a line which crosses some fault, then we will be able to find that the preferred orientation changes at both sides of the fault. This method is applied to the OBAKU fault. The result shows that the fault line is largely deviated toward east, being rather consistent with the result of a γ -ray survey.

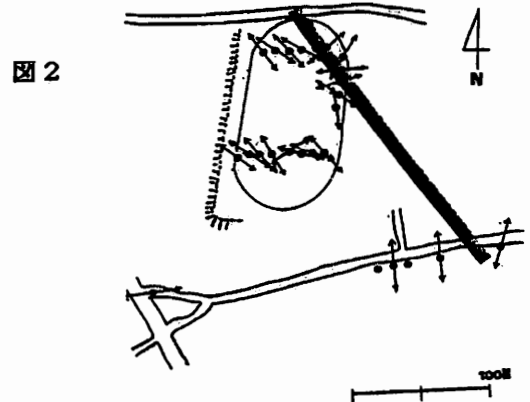
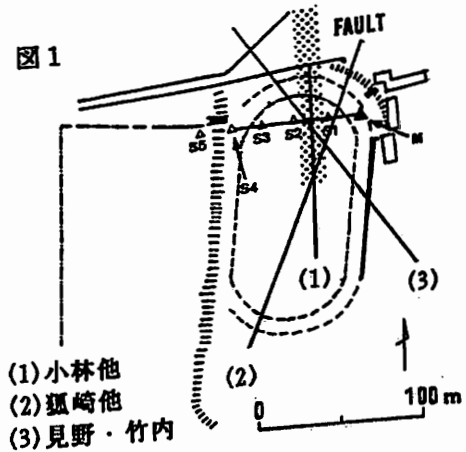
電車軌道からの漏洩電流を利用した断層位置推定法については、今までに、土居・住友 (1984)、藤原・住友 (1986) で報告されている。これらによると、漏洩電流は多くの場合、場所に固有の卓越方向を有し、その方向は極めて安定していることが示されている。また、被覆断層を横切る測線をとると、卓越方向が断層の構造 (基盤の縦ずれ成分) に依存して系統的に変化することなどが、花折断層の例などで分かっており、これから堆積層に埋もれた断層の位置を推定できることなどが報告されている。

京都府南部巨椋池干拓地の東方、防災研究所から東1kmの辺りを黄檗断層がほぼ南北に走っている。しかし、地質学的に推定されている走行は必ずしも明確ではない。今までに、地震探査法 (小林他 (1980)、狐崎他 (1971)) やガンマー線探査 (見野・竹内 (1977)) などによって断層位置の推定が行なわれている。これらによると、図1に示すように結果はそれぞれ、かなり食い違っている。また、土居・住友 (1986) は、漏洩電流の振幅の相対的变化から、図1の網掛け部を断層が通っていると推定している。

今回は再び漏洩電流法を用い、やや広い範囲を、主として卓越方向に重きをおいて調査した。測定方法は以前より用いている簡便法で、東西、南北2成分、電極間距離5-10mの電位測定を行い、 E_x , E_y の変化分の比から方向を求めている。観測点の条件にもよるが、1地点10分程度の計測時間である。ノートパソコンに取り込む方法を検討中である。

図2に測定結果の一部を示す。これによ

ば、断層線は見野等の結果にかなり近いものとなった。地下の断層構造にもよると思われるが、10m位の間隔で測定して、電流の卓越方向がかなり顕著に変わることがある。漏洩電流法の有効性についてモデル計算などを行なって検討する。



REVISION OF GREEN'S FUNCTIONS FOR PIEZOMAGNETIC FIELD
DUE TO DISLOCATION SOURCES

Yoichi SASAI (Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo)

Elementary piezomagnetic potentials, i.e. Green's functions for calculating piezomagnetic field due to dislocation sources, are revised. Reexamining the derivation process of the Volterra formula for piezomagnetic field, we find that the effect of divergent stress around a point dislocation should be evaluated in a particular manner. The singular point should be excluded within an infinitesimal disk with its circular surfaces parallel to the dislocation surface.

筆者(SASAI, 1980)はくい違いモデルに伴うピエゾ磁気変化の計算を統一的に扱うグリーン関数法を提出した。この方法の核心は、要素くい違い(Elementary dislocations)の作る磁場、即ち要素ピエゾ磁気ポテンシャル(Elementary piezomagnetic Potentials)を求めておいて、それをくい違い面にわたって積分することである。ところが、点力源の茂木モデルの作る磁場のパラドックス(SUZUKI & OSHIMAN, 1990)を解明する作業を通じて、従来見落とされてきた問題点が浮かび上がって来た。すなわち特異点の作るピエゾ磁気を評価する場合には、境界条件を満たす閉曲面を選んで特異点を除外し、残りの領域について積分して、しかる後にこの閉曲面を特異点に近づける、という極限操作が必要である(SASAI, 1991)。そこでこの操作に従って、要素ピエゾ磁気ポテンシャルを再構築することにする。

半無限弾性体の表面からある深さHまでが一様に磁化しているとす。この弾性体内部のある面Σを境に変位のくい違いを生じた場合、それによる変位場はVolterraの公式で与えられる。

$$u_n(x) = \int_{\Sigma} \Delta u_k(\xi) T_{kl}^n(\xi, x) v_l(\xi) d\Sigma(\xi) \quad (1)$$

T_{kl}^n がくい違い面上の(kl)で指定されるタイプの歪核の作る変位場である。この変位場から応力を計算して、ピエゾ磁気による変化成分を求めると、

$$\Delta M_n^{(m)}(x) = C_m \int_{\Sigma} \Delta u_k(\xi) S_{kl}^n(\xi, x) v_l(\xi) d\Sigma(\xi) \quad (2)$$

ここで

$$S_{kl}^n = \frac{3}{2} \left(\frac{\partial T_{kl}^n}{\partial x_n} + \frac{\partial T_{kl}^n}{\partial x_m} \right) - \delta_{mn} \text{div } T_{kl} \quad (3)$$

(2)式で与えられる磁化の作る磁気ポテンシャルは、双極子則を適用して、

$$W^m(r) = \iiint_V \Delta M^{(m)}(x) \cdot \nabla \left[\frac{1}{\rho} \right] dx \quad (4)$$

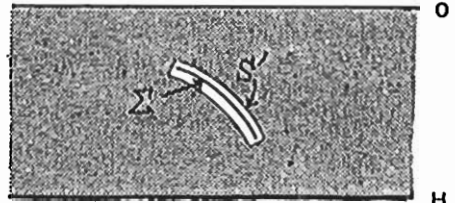
但し $\rho = |\mathbf{x} - \mathbf{r}|$ 。(2)式を(4)式に代入して、 \mathbf{x} についての積分と ξ についてのその積分順序を交換すると、

$$W^m(r) = \iint_{\Sigma} \Delta u_k(\xi) w_{kl}^m(\xi, r) v_l(\xi) d\Sigma(\xi) \quad (5)$$

ここで次式で与えられる要素ピエゾ磁気ポテンシャル

$$w_{kl}^m(\xi, r) = C_m \iiint_V S_{kl}^m \cdot \nabla \left[\frac{1}{\rho} \right] dx \quad (6)$$

は点ξに置かれた(kl)というタイプの歪核が作るピエゾ磁気ポテンシャルである。



第1図

(5)式の導出過程について、もう一步踏み込んでみよう。 T_{kl}^n は $X=\xi$ の時に発散するので、(4)式は特異積分として評価しなくてはならない。(4)から(5)に至る積分順序の交換は、次のような操作をへて行われる。第1図のようにくい違い面Σを含む閉曲面 S' を考える。地表面とキュリー面、そして面 S' で囲まれた領域(図で影のついた部分)では、被積分関数は有界であるから積分順序の交換が許される(Fubiniの定理)。その後で面 S' をΣに近づけた極限として、(5)式の積分は定義される。そこで(6)式を評価する場合には、歪核のタイプに対応して、くい違い面の走向を考慮する必要が生じる。具体的には、くい違いの面要素を含む微小な円盤を考え、しかも円盤の両面はくい違い面と平行に取る。円盤の厚さをゼロに近づけた後に、円盤の面積を一点に収れんさせる、という極限をとらなくてはならない。

宮腰潤一郎（鳥取大教養）、塩崎一郎（ " ）、中村正夫
（東大地震研）、瀬戸憲彦（ " ）

Observation of the Goelectric Potential Differences between Electrodes of Short Spacing in Wakayama in the Hope of Detecting the Earthquake Precursor (Preliminary Report)

J.Miyakoshi(Tottori Univ.),I.Siozaki("),M.Nakamura
(Earthq.Res.Inst.,Univ. of Tokyo),N.Seto(")

After years of observation done in the southwestern Japan some of us (Tottori University members) came to think that we obtained three successful cases in the observation of the goelectric precursor to the earthquake. Two cases among the three were obtained in the Yamasaki active fault and another one was obtained in the Sugesawa located in the western part of Tottori Prefecture.

However, results of our observations were not concordant with Dr.Varotsos' interpretation and physical model made about his goelectric observation in Greece. First of all, the proportionality of the amplitude of precursor to the distance of the electrodes spacing is not hold entirely in our cases --- change of the electric potential difference between electrodes is explained to be caused by the change of the electric potential of one of electrodes itself. And, on the other hand, some geophysicists are suspicious about the stability of the carbon iod electrode which we have been using in our observations, although we have enough data about the carbon iod electrode to be confident of their stability.

Wakayama City is located in the western end of the Median Tectonic Line on the Kii Peninsula and also there is anomously high activity of shallow local earthquakes underneath.

Bearing matters above mentioned in mind, we started, in the August 1991, the contineous measurement of the electric potential differences between earthed electrodes of short spacing using two types of electrodes, carbon lods and Pb-PbCl₂ lods, in the observation cave in the Wakayama Seismological Observatory, Earthquake Research Institute, University of Tokyo. Objective of our measurement is to detect the goelectric precursor to the earthquake and to establish the method of goelectric observation for the earthquake predection.

C32-14 伊豆大島における地電位差連続観測と 確率差分法で予測しきれない毎分値データの 地磁気誘導成分について

○川瀬 隆治 ・ 上田 誠也

東大地震研 東海大海洋

The electrical potential observation in Izu-Oshima Island and a study about the induction component that is hard to remove completely from the geoelectric data.

1) 2)
Takaharu KAWASE. Seiya UYEDA.

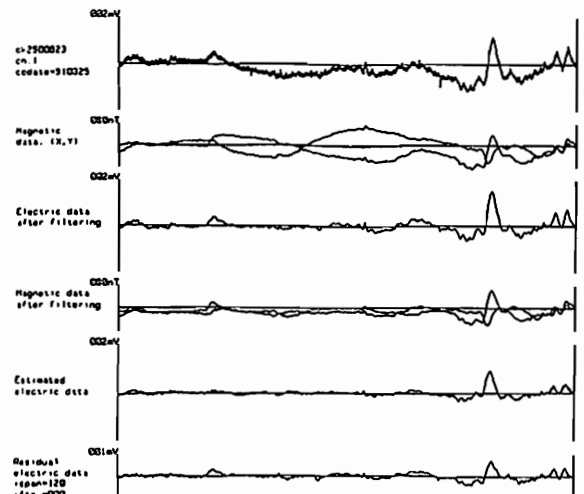
1) Earthquake Research Institute, Univ. of Tokyo

2) Department of Marine Science, Tokai University

Since 1987, we have observed geoelectric potential change in Izu-Oshima Island using electrodes which belong to NTT(Nippon Telegram and Telephon company). On August, 1990, the observation system was expanded by using Pb-PbCl electrodes. So, we tried to remove the induction component from the new geoelectric data by means of Stochastic Differential method. But we found some components remaining in the residual. So we considered its reason by investigating the data in frequency domain.

伊豆大島における地電位差観測は、1987年より継続しているNTT通信用アースを用いた長基線観測に加え、1990年8月より鉛-塩化鉛電極を用いた長・短基線観測によって拡大した。今回、これらの新たな観測点によって得られた毎分値データから地磁気の誘導成分を除去するために、確率差分法を従来の長基線データに適用したときと同じ手法で適用した。しかしその残差データを時間領域で見ていくと、1時間程度の周期の変化が比較的大きく残っていることがある(右図参照)。これらの変化は同時刻の地磁気データにも見られるので、地磁気の誘導成分であると考えられる。この原因の可能性の一つとして、応答係数を決定した日に観測された地磁気データがいくつかの周波数について卓越しており、そのためにそれ以外の周波数についての応答係数(変換関数)の決

定精度が悪くなっていることが考えられる。この場合、決定精度の悪い周波数が卓越した日のデータを予測したときに、十分に予測し切れていない周波数の地磁気誘導成分が残差データに残ることになる。そこでこの様なことも踏まえて、観測データを周波数領域で扱うことにより、これらの除去し切れていない地磁気誘導成分が存在する原因を考察した。



Magnetic anomalies of eastern China coastal area

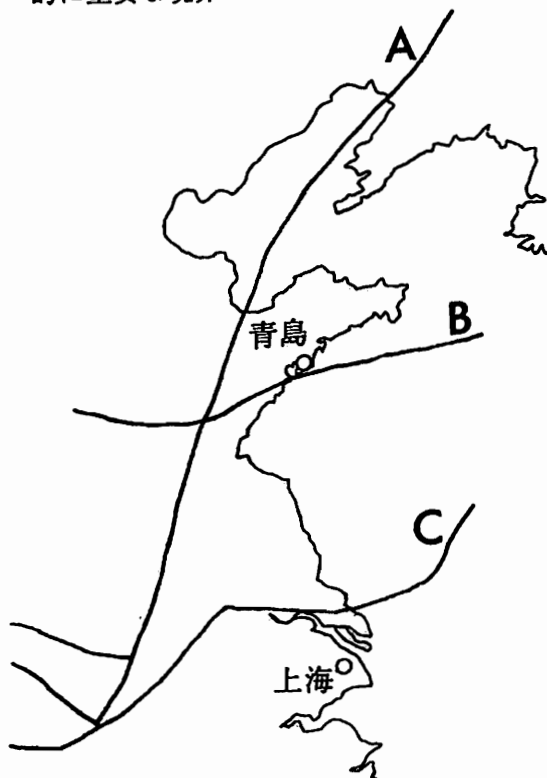
Takemi Ishihara

Geological Survey of Japan

Besides the Tanlu fault, which extends in the NNE direction in east China, two east-west trending faults are inferred from a compiled magnetic anomaly map of eastern China coastal area: one passes through Qindao and south of the Shandong Peninsula, and the other extends along the Yangtze River and further eastward into the Yellow Sea. The Yellow Sea and adjacent land area surrounded by these three faults are characterized by magnetic anomalies of long wavelength.

中国地質鉱山部より提供された渤海から黄海にかけての海上磁気と周辺陸域の空中磁気データを編集・解析した。編集した磁気異常図からはいくつかの大きな断層が推定される。揚子江付近からNNE方向に延びる郟城-廬江 (Tancheng-Lujiang)断層 (A) のほか、これをほぼ東西に横切り、青島市付近を通過して山東半島の南方を朝鮮半島へと延びる断層 (B)、武漢市の南からほぼ揚子江に沿って上海市北方へと延び、さらに東方の黄海へ続く断層 (C) が特に明瞭に認められる。(C) は 123° 付近でNE方向へ向きを変えているように見える。これらの断層は負の磁気異常で特長づけられ、特に (C) では大きな負異常が認められる。この3つの断層で囲まれた黄海南部とその西側の陸域の地域の磁気異常は、まわりに比べて長波長である。磁気異常プロファイルのパワースペクトルから求めた磁気基盤深度は、まわりで1 km以下が多くなっ

ているのに対してこの地域では3 km以上が多い。このような磁気異常の特長から考えて、(B)・(C) が中朝陸塊と揚子陸塊の境界等、地質学的に重要な境界になっている可能性もある。



C32-16 ケルゲレン海台西海盆の2次元磁化走向

野木 義史 (気象研究所) 島 伸和 (東大海洋研) 伊勢崎 修弘 (千葉大理)
林 保 (国土地理院) 船木 實 (極地研) 神沼 克伊 (極地研)

Two dimensional magnetic structure in the basin west of the Kerguelen Plateau

Yoshifumi NOGI¹⁾, Nobukazu SEAMA²⁾, Nobuhiro ISEZAKI³⁾, Tamotsu HAYASHI⁴⁾,
Minoru FUNAKI⁵⁾, Katsutada KAMINUMA⁵⁾

- 1) Meteorological Research Institute 2) Ocean Research Institute, University of Tokyo
3) Faculty of Science, Chiba University 4) Geographical Survey Institute
5) National Institute of Polar Research

The directions of two dimensional magnetic structures were determined by using vector anomalies of the geomagnetic field obtained during the 30th, 31st and 32nd Japanese Antarctic Research Expedition in the basin west of the Kerguelen Plateau. The directions of the magnetic structures originated from seafloor spreading (polarity reversals and fracture zones) were distinguished from these created by other processes by using sea surface gravity and sea bottom topography data obtained during the cruises. At 61°S, the directions of the fracture zones change trend from NE-SW in the south to NNE-SSW in the north. Magnetic anomaly lineations originated by polarity reversals are almost normal to the strike of fracture zones.

前回の講演では、第30次及び31次の南極地域観測で得られた地磁気3成分異常のデータから、ケルゲレン海台西の海盆の年代同定の結果について報告した。今回は、32次で得られたデータを加えて、ケルゲレン海台西海盆のフラクチャー・ゾーン及び極性の逆転による地磁気異常縞模様の走向を推定した結果を報告する。

30次、31次及び32次の地磁気3成分異常から2次元の磁化物体の境界における走向を求めた。求められた走向の中から、フラクチャー・ゾーンによるものと、極性の逆転による地磁気異常縞模様によるものいずれかと考えられるが、それを次のように区別した。

海上重力及び水深に明らかにフラクチャー・ゾーンのような段差構造の見られる地点の走向をフラクチャー・ゾーンによる走向とした。また、極性の逆転による地磁気異常縞模様については、まず海上重力及び水深が平坦で変化のない地点の走向を選び出した。2次元の磁化構造を考えた時、第1次近似的には、磁気異常の存在する平面に傾きはなく、その法線にあたる走向には傾きは存在しない。得られたすべての走向の傾きの平均値は22°であった。これを使用して傾きが22°以下の走向を極性の逆転に伴う地磁気異常縞模様とした。これで全体の1/3程度の走向が、フラクチャー・ゾーンと地磁気異常縞模様で区別できた。

次に残りの走向についても、フラクチャー・ゾーンと地磁気異常縞模様によるものを、次のように選び出した。この段階までに得られたすべての地磁気異常縞模様の走向の平均が、N44.9°E±15.3°である。そこで、残りの起因不明のものの中で、その走向がN44.9°E±15.3°で傾きが22°以下のものも極性の逆転による地磁気異常縞模様とした。一方、安定なフラクチャー・ゾーンの場合リッジ軸に直交する走向をもっと考えられるので、フラクチャー・ゾーンの走向は、上記の地磁気異常縞模様の走向に直交するN45.1°W±15.3°の範囲内に存在するはずである。明かな段差構造のみ見られる地点の走向の中で、フラクチャー・ゾーンによるものとは考えられないもの(N90°W-N180°W)を除いた走向の平均はN35.9°W±16.5°で、上記の地磁気異常縞模様から考えられるフラクチャー・ゾーンの走向の範囲とよく合う。そこで、残りの起因不明のものの中で、上記のフラクチャー・ゾーンによるものと考えられる2つの走向の最大範囲(N19.4°W-N60.4°W)にはいるものをフラクチャー・ゾーンによるものとした。

以上の結果をFig.1に示す。ただし、フラクチャー・ゾ

ーンについては、海上重力からのみ見られる構造も加味している。

南緯61°付近を境に、フラクチャー・ゾーンの走向が南側ではNW-SE北側ではNNW-SSEに変化している。それに対して極性の変化に伴う地磁気異常縞模様の走向はほぼ直交している。一方、東経55°から58°の間でリッジ・セグメントが狭くなっているが、その原因としては、遅い拡大速度か、リッジ軸の方向の変化と考えられる。また、南緯61°付近東経58°から70°の間では、フラクチャー・ゾーン及び地磁気異常縞模様の走向はほとんど見られないが、これは、この付近で上記の海底拡大とは違う別のテクトニックなイベントがあった事を示唆している。

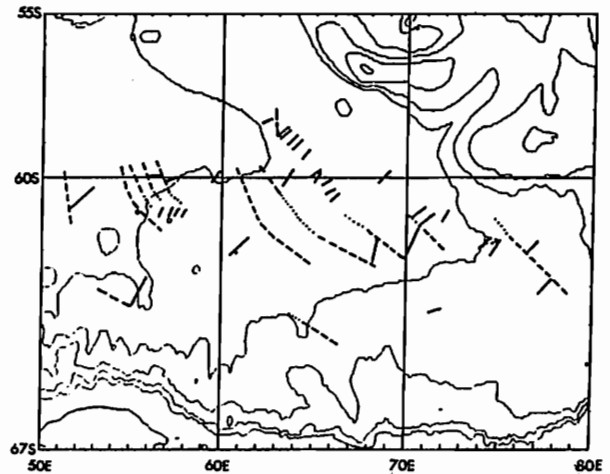


Fig. 1 Magnetic anomaly lineations originated by polarity reversals and fracture zones (solid and broken lines, respectively). Dotted lines are inferred extension of fracture zones.

C32-17 南極周回気球 (PPB) による磁場観測

°遠山 文雄¹・藤井 良一²・江尻 全機²・秋山 弘光³・国分 征⁴・大西 信人⁵

(¹東海大工・²極地研・³宇宙研・⁴東大理・⁵テラテクニカ)

OBSERVATIONS OF TOTAL GEOMAGNETIC FIELD BY THE POLAR PATROL BALLOON (PPB)

F.Tohyama¹, R.Fujii², M.Ejiri², H.Akiyama³, S.Kokubun⁴, N.Ohnishi⁵

(¹Tokai Univ., ²NIPR, ³ISAS, ⁴Univ.of Tokyo, ⁵Tera-Tecnica)

The 32th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE32) has executed two Polar Patrol Balloon (PPB) experiments at syowa station, Antarctica, on Dec. 1990 and Jan. 1991. For the purpose of measuring anomaly and survey of geomagnetic field, new type proton precession magnetometers were carried on two PPBs. Total intensity of the geomagnetic field along trajectories of balloon are assumed wide variable range from 40,000 nT to 70,000 nT. The new type proton magnetometer has a wide measuring range with an automatic tuning system.

南極観測の一環として昭和基地から気球を上げて南極大陸を一周させる南極周回気球 (PPB) 実験が極地研と宇宙研の共同実験として行われてきたが、第32次隊では31次隊と共同で2機の気球実験を行った。PPB 1, 2号機には磁場計測のためのプロトン磁力計が搭載され、30秒毎に磁場の全磁力のデータが人工衛星を介したアルゴシステムによって得られた。ここでは搭載用に関与したプロトン磁力計について述べ、データ解析の詳細は後にゆづる。PPB 1号機は1990年12月25日11時25分(LT)に放球された25,000m³の気球で、図1のように大陸を1周半以上周回し磁極上空を通過した。搭載観測器としてプロトン磁力計、共通機器として温度計、気圧計、姿勢計、データレコーダ、アルゴ送信機、バラスト、CPUなどが搭載された。2号機は観測器としてプロトン磁力計のほかにオーロラX線観測器および電場測定器が搭載され、1991年1月5日21時55分に放球された。大陸周回の気球は南緯60~70°の緯線に沿う予想航跡であるので全磁力の大きさは40,000~70,000nTにも及ぶ広い範囲であるため、自動的に測定周波数をチューニングする方式を持つ磁力計を搭載した。なお、この実験に際し、極地研究所・宇宙科学研究所をはじめ、南極観測第32次、第31次隊員およびPPBワーキンググループに対し深く感謝する次第である。

表1 プロトン磁力計の仕様

測定磁場範囲	40,000~72,767 nT
測定分解能	1 nT/LSB
テレメータ出力	デジタル 16 bits
測定周期	30 秒
励磁電力量	2.8 A×28 V×1.5 s
最大観測時間	21 日
重量 (電池含)	20 kg

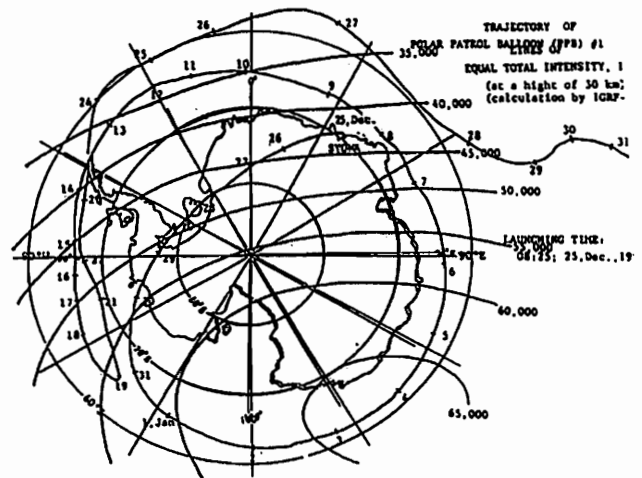


図1 PPBの航跡と全磁力(IGRF)

BASELINE FOR THE GEOMAGNETIC DAILY VARIATION

Masahiko TAKEDA

Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism,
Faculty of Science, Kyoto University

A reasonable baseline for the geomagnetic solar quiet daily variation (Sq) is proposed here after taking account of currents induced in the Earth. No induced currents flow in the Earth if the external fields show no time variation in the frame fixed to the Earth, because convection currents are negligible compared with the conduction currents in the induction by the Sq field. If UT variation of the external field is absent, longitudinally uniform terms of the external field cannot induce any current in the Earth, because such fields do not show time variation in the frame fixed to the Earth. Of course, such terms can induce currents in the Earth for the real Sq field with UT variation, and in this case, it is convenient to treat the induction by the Sq field as the induction by time variation of the field in the frame fixed to the Earth. Next, we examine the amplitude ratio and phase difference of the spherical harmonics of the magnetic potential between the internal and external parts of the observed Sq field. It is found that exclusion of the time independent, internal terms significantly changes UT dependence of the amplitude ratio and phase difference, and UT variation of the internal field of P_2^1 mode is fairly well reproduced by the induction of a uniform geocentric sphere of finite conductivity.

地磁気Sq場による誘導は、静止系からみれば本質的に一定な場に対して地球が回転することによるダイナモ作用であり、地球に乗った系からみると時間変化する磁場による電磁誘導である。このことを踏まえて、Sqのゼロレベルはどこになるかを調べた。もし外部場が地球に固定された座標系からみて時間変化しないならば、そのような場は地球内部場を誘導することはできない。なぜならば静止系でみた $V \times B$ 場は回転系でみた時間変化と静電場の和で表わされるが、そのうち静電場成分は電荷蓄積によってすぐに中和され、またその蓄積電荷による対流電流は、Summers (1984) の主張したような重要な役割は演じ得ず、通常、伝導電流に比べて無視できるからである。従って、外部場の地球自転軸に対称な成分は、Sq場にUT変化がない限り、地球内部場を誘導することはない。従ってAshour and Price (1985) の議論は正しく、外部Sq場中の軸対称成分項に対応する誘導電流は流れず、その結果、1日平均の誘導電流を0にするように、夜半球に帯状の誘導電流が流れることになる。実際のSq場では、主に地理軸と地磁気軸の不一致に起因するUT変化があり、このために地球自転軸に対称な

成分も内部場を誘導する。このような場合の誘導場を調べるには、地球に固定された系で考え、時間変化する外場に対する誘導として扱うほうが便利である。

次に実際に観測された地磁気Sq場の内部場と外部場の振幅比や位相差について時間変化しない項の効果調べた。その結果、時間変化しない項を内部場から除くことによって、Sq場の最主要項である空間的 P_2^1 については、一様導体球モデルでかなりよく近似できることがわかった。もちろん、これは海洋の効果が無視できるというわけではなく、最適近似の一様導体球の深さ及び電気伝導度には海洋の効果が現れる。具体的には、観測された地磁気Sq場に海洋の誘導電流の効果が含まれていることを考慮に入れると、一様導体球は、より深所にあり、また、より高電気伝導度であることになる。

文献

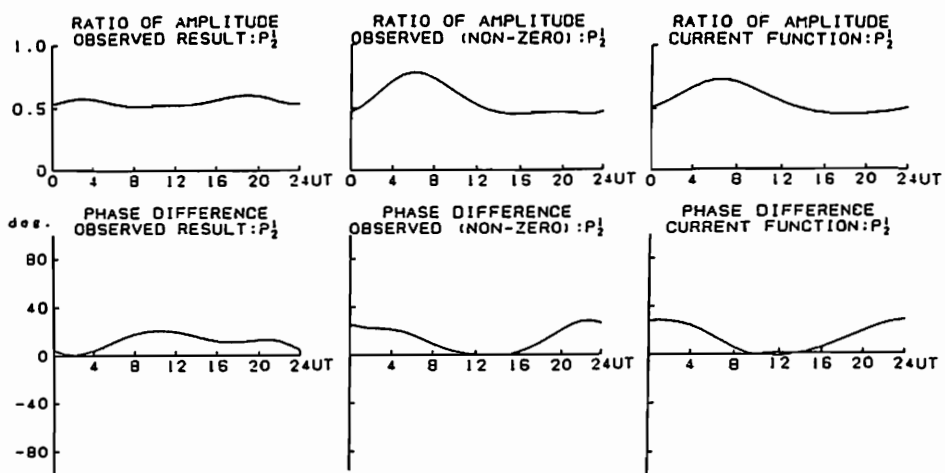
Ashour, A. A. and A. T. Price, *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, **10**, 1-15, 1965.Summers, D. M., *Radio Sci.*, **19**, 949-957, 1984.

Fig. 1. UT variation in the amplitude ratio (internal to external) on the top and in the phase difference (positive meaning the internal field is located west of the external) of the spherical harmonics of P_2^1 mode in the bottom. Left and middle panels show the observed values including and excluding the UT independent term, respectively, and right panels give the values obtained by the model of uniform conducting geocentric sphere of 0.1 S/m is located below the 500 km depth.

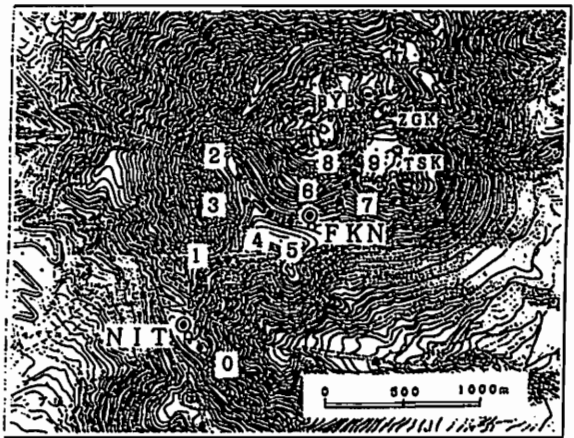
C32-P03 雲仙岳における全磁力観測 (その1)

中禮正明・仲谷 清・中島新三郎・山崎 明・角村 悟
山本哲也・石井美樹・菅原政志
(地磁気観測所)

Observation of Geomagnetic Total Intensity at Unzen Volcano
M. CHUREI, K. NAKAYA, S. NAKAJIMA, A. YAMAZAKI, S. TSUNOMURA,
T. YAMAMOTO, Y. ISHII and M. SUGAWARA
(Kakioka Magnetic Observatory)

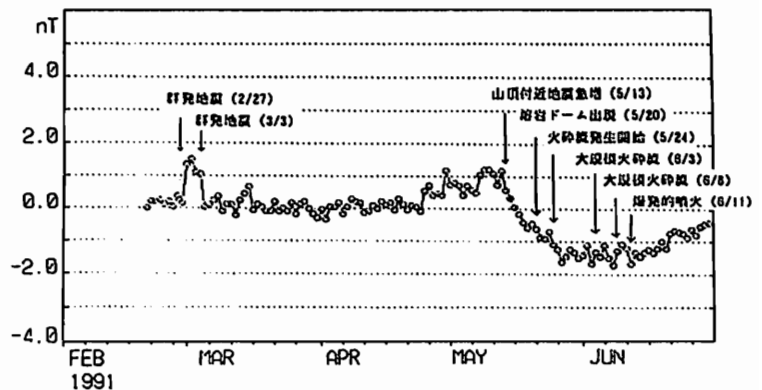
Unzen Volcano erupted on November 17, 1991. To detect the magnetic field changes in association with volcanic activity, two proton magnetometers were installed for continuous observations on February 18, 1991. Remarkable changes in the total intensity were recorded before the extrusion of a lava dome on May 20, 1991. The observed magnetic changes are supposed to be caused by the intrusion of magma.

雲仙岳は1990年11月17日に約200年ぶりに噴火した後、今年2月12日に再噴火し、5月20日には山頂に溶岩ドームが出現するなど現在も活発な火山活動を続けている。地磁気観測所では火山活動に伴う地磁気変化を検出するため雲仙岳の仁田峠 (NIT) と普賢岳の南約500m (FKN) の2ヶ所にプロトン磁力計を設置し全磁力の連続観測を、また、10点の繰り返し観測点を設け観測を行っている。第1図に全磁力観測点の配置を示す。連続観測点のセンサーの地上高は2.6mで計測は5分毎に行っている。電源はバッテリーで、記録は現地でICカードに記録している(6月30日以降はテレメータ化した)。繰り返し観測時のセンサー高は地上2.3mで、観測時にはNITを1分計測とし、観測値はNITを基準に化成している。



第1図 全磁力の観測点分布。◎連続観測点、●繰り返し観測点

第2図にはNITを基準としたFKNとの夜間値相互差 (DI補正は鹿屋のH成分だけで補正したもの) を示してある。4月下旬頃からFKNの全磁力が相対的に増加傾向にあったが、5月13日の山頂付近の群発地震活動を境に急激に変化し始め、約2.5nT減少した。一週間後の5月20日に地獄跡火口に溶岩ドームが出現しているのが発見された。おそらくこの全磁力の急激な減少はマグマが地表に向かって移動し始めたためと推定される。



第2図 普賢岳南 (FKN) と仁田峠 (NIT) との夜間値相互差 (00h-02h, DI補正は鹿屋のH成分だけで補正)。