

第82回
地球電磁気・地球惑星圏学会講演会

講演予稿集

- と き / 昭和62年9月28日(月)~30日(水)
- と ころ / 信州大学教養部

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82回総会・講演会プログラム

日時 昭和62年9月28日(月)～30日(水)
場所 信州大学 教養部
松本市 旭3-1-1
TEL 0263 (35) 4600 (内線) 7232

	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
9月28日	I		電気伝導度			磁気異常・テクトノマグネティズム		主磁場・永年変化				
	II		ULF波動			磁気圏構造		磁気圏電離圏結合				
	III		宇宙線			太陽・惑星間空間		太陽・惑星間空間				
9月29日		ポスター・セッション(前半)		ポスター・セッション(後半)		特別講演 レビュー講演 (第II会場)		総会 (第II会場)		懇親会 (学生食堂)		
9月30日	I	古地磁気		古地磁気		大気圏力学						
	II	磁気圏 プラズマ波動		磁気圏 プラズマ波動		電離圏構造		電離圏構造				
	III	大気圏 組成放射		大気圏 組成放射		太陽系の起源・隕石		オーロラ ダイナミクス				

*指定時間を厳守して下さい。(講演12分、討論3分)

*各会場ともスライドプロジェクター、オーバヘッドプロジェクター各1台が用意されています。

開始時間	第 I 会場	第 II 会場	第 III 会場
	電気伝導度 座長 笹井洋一 (東大震研)	U L F 波動 座長 山本達人 (東大理)	宇宙線 座長 安江新一 (信大理)
10:30	I-1 MT法から推定した東北地方北部の 広域地殻比抵抗構造 小川康雄 (地質調査所)	II-1 MAGSATで観測されたP c 1 波動 の特性 家森俊彦 (京大理)、林 幹治 (東 大理)	III-1 静止軌道における重粒子観測計画 河野 毅、宗像一起、今井 喬、松 岡 勝 (理研)、長谷部信行 (愛媛 大教養)、村上浩之、中本 淳、柳 町朋樹 (立大理)、道家忠義 (早大 理工研)、大内徹也、森山 隆 (宇 宙開発事業団)
10:45	I-2 奥会津地熱地帯の比抵抗構造 渡辺修夫、藤井 崇、本蔵義守 (東 工大理)	II-2 高緯度P i 2 型脈動の共鳴構造 桜井 亨 (東海大工)、佐藤夏雄 (極地研)	III-2 宇宙線地下Muon中間子計で観測さ れる恒星時日変化 藤本和彦 (名大理)、森下伊三男 (朝日大)、長島一男 (名大理)
11:00	I-3 富士川河口付近での電磁氣的観測 高山寛美 (気象研)、森 俊雄 (地 磁気観)、小泉岳司、吉川澄夫 (気 象研)	II-3 P i 2 の磁気圏-地上3次元伝搬 北村泰一、坂 翁介、古賀清一、下 泉政志 (九大理)、小口 高 (東大 理)、荒木 徹 (京大理)、佐藤夏 雄 (極地研)、石塚 睦、オスカー・ ベリッツ (ワソカヨー観測所)	III-3 HIGH-SPEED SOLAR WIND STREAM AND MODULATION OF COSMIC RAY ANISOTROPY 宗像義教 (中部大工)、森 覚 (信大 理)、J.Y.RYU(Kunsan大)、D.VE NKATESAN (Calgary大)
11:15	I-4 中央構造線阿波池田付近の比抵抗構造 -予報- 塩崎一郎 (神大自然科学)、大久保 晃 (神大理)、藤原 智 (京大理)、 住友則彦 (京大教養)、安川克己 (神大理)	II-4 低緯度磁気共役点で観測されたP i 2 脈動の発生及び波動特性; 1986年 8月28日イベントについて 湯元清文、斎藤尚生 (東北大理)、 F.W.Menk、B.J.Fraser (ニュー キャッスル大)、高橋主衛 (ジョン ホプキンス大)	III-4 ANISOTROPY OF PRIMARY COSMIC RAYS AROUND 2×10^{11} EV OBTAINED BY AIR SHOWER OBSERVATIONS AT 900 M A.S.L. 村上昭、山田良実、柴田祥一、藤 井善次郎 (名大理)、小島浩司 (藤 田学園物理)
11:30	I-5 北西九州におけるインダクション・ベ クトルの分布 半田 駿、鈴木 亮 (佐賀大教養)、 田中良和 (京大理)	II-5 GLOBAL GEOMAGNETIC OSCIL- LATION 荒木 徹 (京大理)、永野 宏 (朝 日大教養)、佐納康治 (京大理)	III-5 SIDEREAL DIURNAL VARIATION OF COSMIC RAYS AT DEEP UNDERGROUND STATION (MATSU SHIRO, 220 M W .E. IN DEPTH) 森 覚、鷺坂修二、安江新一 (信大 理)、一之瀬匡興 (信大教養)
11:45	I-6 地熱変質地域における試錐岩芯の粉末 状試料による浸出溶液の比抵抗測定 奥山良俊 (秋田高専)	II-6 IMPULSIVE AND PULSATIVE MAGNETIC VARIATIONS NEAR THE POLAR CUSP REGION 国分 征、山本達人、河野英昭、 林 幹治、小口 高 (東大理)	III-6 象山の深い地下 (深さ 220m w.e.) における宇宙線ミュオン強度の大気 効果 鷺坂修二、森 覚、安江新一、加治 屋力 (信大理)
12:00		II-7 I PDP現象と磁気圏ダイナミクス 林 幹治 (東大理)	III-7 宇宙線中性子計により観測された恒星 時日変化 奥谷晶子 (理研)、森 覚 (信大理)、 石田嘉雄 (福島大教育)
12:15		II-8 U L F - V L F emissionと地球磁気 圏の圧縮・膨張 平澤威男 (極地研)	
12:30	(昼休み)	(昼休み)	(昼休み)

開始時間	第 I 会 場	第 II 会 場	第 III 会 場
	<p>磁気異常・テクトノマグネティズム 座長 住友則彦 (京大教養)</p>	<p>磁気圏構造 座長 前沢 冽 (名大理)</p>	<p>太陽・惑星間空間 座長 渡辺 堯 (名大空電研)</p>
13:30	<p>I-7 フィリピン海プレート沈み込みによる磁気異常 原 淳一郎、本蔵義守 (東工大理)、大久保泰邦 (地質調査所)</p>	<p>II-9 AMPTE/CCEの磁場データに基づく磁気圏電流構造 飯島 健 (東大理) T.A.POTEMRA、L.J.ZANETTI (APL/JHU)</p>	<p>III-8 大規模なメートル波帯バーストを伴う太陽フレアの発生率 磯部 武、磯崎 進、丸橋克英 (電波研平磯)</p>
13:45	<p>I-8 北西太平洋における地磁気三成分異常 宇野イク子、糸田千鶴、伊勢崎修弘 (神大理)</p>	<p>II-10 磁力線RECONNECTIONのCONTROL FACTOR 新田伸也、前沢 冽 (名大理)</p>	<p>III-9 吸収バンドを持つデカメータ帯 Type IIIバースト 青山隆司 (宮城職訓短大)、大家 寛 (東北大)</p>
14:00	<p>I-9 駿河湾における磁気構造解析 石川秀浩、田 望 (東海大海洋)</p>	<p>II-11 IMF Byに関する夜側NBZ沿磁力線電流系の非対称性 芝地貴夫、飯島 健 (東大理)</p>	<p>III-10 太陽活動の経年変化と太陽ニュートリノ 桜井邦明 (神奈川大工)</p>
14:15	<p>I-10 マルティチャンネル・ウィナーフィルターを用いた地磁気データノイズ除去について 濱嶋多加志、本蔵義守 (東工大理)</p>	<p>II-12 北向きIMF時のPOLAR CAP CONVECTIONのIMF Bx依存性 門倉 昭 (極地研)</p>	<p>III-11 1984年のコロナ磁場の三次元構造 袴田和幸 (中部大工)</p>
		<p>磁気圏構造 (続き) 座長 賀谷信幸 (神大工)</p>	
14:30	<p>I-11 変換関数法による全磁力地点差 (阿蘇～鹿屋) の補正結果について 加藤諠司 (地磁気観)</p>	<p>II-13 高エネルギー粒子の放射線帯からの拡散 藤本正樹、西田篤弘 (宇宙研)</p>	<p>III-12 IPSの観測した0.1AU以遠での太陽風加速 小島正宜、柿沼隆清 (名大空電研)</p>
14:45	<p>I-12 松代地震に伴った全磁力変化の原因 - 複合テンション・クラックモデルによる解釈 - 笹井洋一 (東大震研)</p>	<p>II-14 プラズマシート粒子の損失 西田篤弘 (宇宙研)</p>	<p>III-13 EFFECT OF STREAM INTERACTION ON THE RADIAL GRADIENT OF PROTON TEMPERATURE IN THE SOLAR WIND 三宅 互 (電波研)、向井利典 (宇宙研)、寺沢敏夫 (京大理)、平尾 邦雄 (東海大工)</p>
15:00	<p>I-13 1986年の伊豆大島噴火に伴う空電異常 恩藤忠典 (電波研)、杉内英敏 (電波研犬吠)</p>	<p>II-15 二重収束型イオンエネルギー質量分析器の開発 福井以知郎、賀谷信幸、松本治也 (神大工)</p>	<p>III-14 BI-STREAMING PROTON をもつ太陽風プラズマ中のALFVEN波の特性 中川朋子、西田篤弘 (宇宙研)</p>
15:15	<p>I-14 深海底孔内計測1. コスタリカ Rift Hole 504B, 2. 南海トラフヒートフロー ODP孔内計測研究グループ (木下 肇 千葉大理 他)</p>	<p>II-16 FIELD EMISSION ION SOURCE の試作 河野祐一、鶴田浩一郎、早川 基、中村正人 (宇宙研)</p>	<p>III-15 PLASMA WAVES IN INTERPLANETARY SPACE IN LF RANGE OBSERVED BY "SAKIGAKE" 小林敬生、大家 寛、森岡 昭 (東北大)、三宅 互 (電波研)</p>
15:30	<p>(休み)</p>	<p>II-17 TOF 質量分析器の試作 鶴田浩一郎、早川 基、中村正人、河野祐一 (宇宙研)</p>	<p>(休み)</p>

開始時間	第 I 会場	第 II 会場	第 III 会場
	<p>主磁場・永年変化 座長 本蔵義守 (東工大理)</p>		<p>太陽・惑星間空間 (続き) 座長 南 繁行 (大市大工)</p>
15:45	<p>I-15 人工衛星 DE-2 磁場観測に基づく主磁場モデル 杉浦正久 (京大理)、R.A.Langel (GSFC)、J.R.Ridgway (Sci. Appl. Res.)、前沢 洵 (名大理)、佐納康治 (京大理)</p>	<p>II-18 金属表面におけるイオンの反射率測定 早川 基、鶴田浩一郎、中村正人、河野祐一 (宇宙研)</p>	<p>III-16 太陽風-磁気圏相互作用の長期変動に係わる新パラメータ 前沢 洵、野坂 徹 (名大理)</p>
16:00	<p>I-16 DE-2 磁場観測に基づく永年変化の解析 佐納康治、杉浦正久 (京大理)、前沢 洵 (名大理)、R.A.Langel (GSFC)、J.R.Ridgway (Sci. Appl. Res.)</p>	<p>(休み)</p>	<p>III-17 惑星間プラズマパラメータの太陽活動に関係した長期変動について 龍岡亮二、長島一男、宗像一起、藤本和彦 (名大理)</p>
16:15	<p>I-17 振動を受けた単円板ダイナモの統計的性質と振動の影響 松島政貴、本蔵義守 (東工大理)</p>	<p>磁気圏電離圏結合 座長 荒木 徹 (京大理)</p>	<p>III-18 彗星近傍の粒子加速現象 寺沢敏夫 (京大理)</p>
16:30	<p>I-18 Bullard-Gellman dynamoの固有値のパラメーター依存性 遠藤尚彦 (東工大理)</p>	<p>II-20 準周期的 VLF エミッションと相関するオーロラ X 線の空間分布 鈴木裕武 (立教大理)、山岸久雄 (極地研)、小島年春 (電通大)、平島 洋、村上浩之 (立教大理)、佐藤夏雄 (極地研)、山上隆正 (宇宙研)、小玉正弘 (山梨医大)、福西 浩 (東北大理)</p>	<p>III-19 『ボイジャー2』海王星オカルテーション観測計画 河島信樹、小山孝一郎、佐々木進、水野英一、清水幹夫、伊藤富造、高野 忠、山本善一、広沢春任、西村敏充、林 友直 (宇宙研)、平尾邦雄 (東海大)、渡辺 堯、小島正宣 (名大空電研)</p>
16:45	<p>I-19 地球磁場のアナログモデルとしての力武ダイナモ 星 雅之 (東工大理)</p>	<p>II-21 気球高度におけるオーロラ X 線像の撮影ポケ (II) 小倉紘一 (日大生産工)、小玉正弘 (山梨医大)</p>	<p>III-20 『すいせい』太陽オカルテーション観測結果 水野英一、佐々木進、小山孝一郎、河島信樹、高野 忠、山本善一、広沢春任、西村敏充、林 友直 (宇宙研)、平尾邦雄 (東海大)、渡辺 堯、小島正宣 (名大空電研)</p>
17:00	<p>I-20 プレートテクトニクスと地球磁場との関係 横田義夫</p>	<p>II-22 電離層電気伝導度と電場の相対的位置関係 上出洋介 (京産大理)</p>	
17:15		<p>II-23 AURORAS ASSOCIATED WITH FTE-TYPE EVENTS RECORDED AT THE SOUTH POLE-FROBISHER BAY CONJUGATE PAIR 福西 浩 (東北大理)、利根川 豊 (東海大工)、L.J.Lanzerotti (AT&T Bell Lab.)</p>	
17:30		<p>II-24 昭和基地で観測された SC に伴う CNA について 永野 宏 (朝日大)、荒木 徹、家森俊彦 (京大理)、佐藤夏雄、鮎川 勝 (極地研)</p>	

ポスターセッション 前半 (9:00~10:30)

- P-1 COSMIC RAY RADIOGRAPHY
小玉正弘 (山梨医大)、湊 進 (名工試)
- P-2 INTERACTION BETWEEN THE HELIOSPHERE AND THE COMETARY MAGNETOSPHERE
斉藤尚生 (東北大理)、小島正宜 (名大空電研)、南 繁行 (大市大工)、冨田弘一郎 (A E S)、湯元清文 (東北大理)、小山孝一郎 (宇宙研)
- P-3 太陽活動極小期における太陽磁気圏構造
鈴木裕見子、斉藤尚生、湯元清文 (東北大理)、小山孝一郎、中川朋子 (宇宙研)
- P-4 最大確率原理に基づく無衝突プラズマ中の乱流理論
中村 匡 (東大理)
- P-5 A THREE DIMENSIONAL MHD SIMULATION OF THE INTERACTION BETWEEN THE SOLAR WIND AND COMET HALLEY
荻野竜樹 (名大空電研)
- P-6 擾乱時の磁気圏尾部における沿磁力線電流 III
大谷晋一、国分 征 (東大理)、C.T.Russell (UCLA)
- P-7 電離圏シンチレーションから推測した E s 層の水平スケール
小川忠彦 (電波研)
- P-8 I S S - b 観測による赤道電離圏構造の経度変化
丸山 隆、松浦延夫 (電波研)
- P-9 秋田における foF 2 と太陽活動度依存性について
西崎 良 (電波研秋田)、松浦延夫 (電波研)、鎌田満博 (電波研秋田)
- P-10 機体電位制御実験時のインピーダンスプロープ特性
渡辺勇三 (宇宙研)
- P-11 オーロラ電子フラックス変動成分のロケット観測
佐川永一 (電波研)、山岸久雄、宮岡 宏 (極地研)、賀谷信幸 (神大工)、向井利典 (宇宙研)
- P-12 SCATHAのプラズマ・磁場観測による沿磁力線電流の構造
長井嗣信 (気象研)
- P-13 DMSP衛星と昭和基地モノクロTVカメラとのオーロラ同時観測
中島英彰、福西 浩 (東北大理)、小野高幸 (極地研)
- P-14 南極観測ロケットS-310JA-12による電子密度及び電場ゆらぎ観測結果の比較解析
森 弘隆 (電波研平磯)、佐川永一、小川忠彦 (電波研)、小川俊雄 (高知大理)
- P-15 GEOTAIL搭載用3軸Search coilの特性
林 恵一、長野 勇、満保正喜 (金沢大工)、松本 紘 (京大超高層)、GEOTAIL波動班
- P-16 オーストラリア、ダリィ・リバー (L=1, 2) におけるLFデッカ局電波の共役点受信 (速報)
田中義人、西野正徳、早川正士、佐藤 貢 (名大空電研)
- P-17 ダブレット・ホイストラを励起するホイストラの伝搬モードについて
岡田敏美 (名大空電研)、M.Tixier, Y.Corcuff (ポアチエ大)
- P-18 内部磁気圏におけるLF帯伝搬波と粒子の非線形相互作用の研究
岡崎猛史、早川正士、田中義人 (名大空電研)
- P-19 磁気圏VLF波動の方位測定法におけるS/Nの効果
辻 伸治、岡田敏美、早川正士 (名大空電研)、島倉 信 (千葉大工)
- P-20 多重反射波の効果を検討したVLF波動の電離層透過域推定
島倉 信、斉藤恭之 (千葉大工)、早川正士 (名大空電研)
- P-21 Full wave 解析法による各種VLF方探の誤差評価
長野 勇、満保正喜 (金沢大工)
- P-22 赤道域 Pc 脈動に対する電離層非一様性の効果 (HUANCAYOに於る結果)
坂 翁介、北村泰一、下泉政志 (九大理)
- P-23 コラ半島上空で観測された 24.4 Hz の高周波放射
富澤一郎 (電通大)、佐々木勇人 (NHK)、芳野越夫 (電通大)

ポスターセッション 後半 (10:45~12:15)

- P-24 太陽黒点数と比較した簡単化された $\alpha\omega$ -dynamo modelの特性
大貫弘毅、本蔵義守 (東工大理)
- P-25 通信施設を利用した長基線地電位観測
森 俊雄 (地磁気観)、高山寛美 (気象研)、小嶋美都子 (地磁気観)
- P-26 惑星科学実験用レールガンの開発-1986年度の実験報告-
柳澤正久、佐藤恵一 (宇宙研)、原 常典 (相模工大)、矢守 章、河島信樹 (宇宙研)
- P-27 磁気異常から推定した襟裳海山の磁化について
山崎俊嗣 (地質調査所)
- P-28 北西太平洋における中生代磁気異常群 (Japanese磁気異常群とHawaiian磁気異常群)
中西正男、玉木賢策、小林和男 (東大海洋研)
- P-29 加熱状態における格子定数の測定
西谷忠師 (秋田大鉱山)
- P-30 磁場中での振動によって獲得される堆積後残留磁化 (PDRM) について (2)
村田史之 (神大自然科学)、森永速男、足立泰久 (神大理) 安川克己 (神大自然科学)
- P-31 日本海拡大と古地理復元 (西半部)
鳥居雅之 (京大理)、村田 明 (同大工)、鶴留久士、伊藤康人 (京大理)
- P-32 原始太陽系星雲の冷却過程
渡邊誠一郎、中川義次 (東大理)、中澤 清 (東工大理)
- P-33 単斜輝石・玄武岩メルト間の希ガスの分配: 地球大気の起源との関連
比屋根 肇 (東大理)
- P-34 放送衛星電波の降雨減衰とMUレーダーによる降雨粒径分布の同時観測
岩井誠人、道司 博、木村磐根 (京大工)、佐藤 亨、深尾昌一郎 (京大超高層)
- P-35 MUレーダーを用いたRASSによる対流圏温度プロファイルの連続観測
高見友幸、津田敏隆 (京大超高層)、増田悦久、犬木久夫、高橋耕三 (電波研)、加藤 進、深尾昌一郎、佐藤 亨 (京大超高層)
- P-36 Analysis Method for Rocket Observations of the Airglow
樋口知之、北 和之、小川利紘 (東大理)
- P-37 成層圏エアロゾルの季節変動について
藤原玄夫、秋吉英治、大塚宜子、前田 聡、高橋正明 (九大理)
- P-38 L-X-Z及びR-X-Zモード波のホット・プラズマ・レイ・トレイシング
澤田 晃、木村磐根、大村善治 (京大工)、松本 紘 (京大超高層)
- P-39 京大プラズマ波分散関係解析パッケージ
松本 紘 (京大超高層)、大村善治 (京大工)、植木 勉、岩根 靖、小嶋浩嗣 (京大超高層)、高畑博樹、井井英之、木村磐根 (京大工)
- P-40 LABORATORY EVIDENCE OF POSSIBLE ASYMMETRICAL STRUCTURE OF COMETARY MAGNETOSPHERE
南 繁行 (大市大工)、P.J.Baum (General Res.Corp.)、G.Kamin (Sandia Lab.Inc.)、R.S.White (IGPP, UC Riverside)
- P-41 SFU (Space Flyer Unit) を用いた飛翔体環境の研究
佐々木 進、渡辺勇三、小山孝一郎、河島信樹、大林辰蔵 (宇宙研)、賀谷信幸 (神大工)、宮武貞夫 (電通大)、横田俊昭 (愛媛大)、佐川永一 (電波研)
- P-42 SFUを用いたマイクロ波送電実験 (METS)
賀谷信幸 (神大工)、松本 紘 (京大超高層)、宮武貞夫 (電通大)、佐藤 亨、平田尚志 (京大超高層)、木村磐根 (京大工)、佐々木 進、長友信人 (宇宙研)
- P-43 地磁気嵐と日本付近の中緯度電離圏大シンチレーションの関係
皆越尚紀 (電波研)
- P-44 MUレーダーによる軌道運動物体の探索
加山英俊、木村磐根 (京大工)、佐藤 亨 (京大超高層)
- P-45 Rotational Effect on the Visual Brightness of Comet P/Halley
阿部琢美 (電通大)、小山孝一郎 (宇宙研)
- P-46 COORDINATED DATA ANALYSIS OF SOLAR-GEOPHYSICAL ACTIVITY IN FEBRUARY-MARCH 1986
渡辺 堯、田中義人、早川正士、岩田 晃、荻野竜樹、岡田敏美 (名大空電研)

開始時間	第 II 会 場
13:30	特別講演 『惑星系の形成』 V. S. サフロノフ ソ連地球物理研究所
14:20	レビュー講演 『ダイヤモンドと太陽系の起源』 小嶋 稔 東京大学理学部 『電 離 圏』 松浦延夫 電波研究所

16:00	総 会
18:00	懇親会 (於学生食堂)

開始時間	第 I 会場	第 II 会場	第 III 会場
	<p>古地磁気 座長 広岡公夫 (富山大理)</p>	<p>磁気圏プラズマ波動 座長 大村善治 (京大工)</p>	<p>大気圏組成放射 座長 鈴木勝久 (横国大教育)</p>
09:00	I-21 伊豆大島新期火山岩類の古地磁気 大野正夫、浜野洋三 (東大震研)	II-25 計算機実験による大振幅ホイスラー波 の非線形発展の研究 岩根 靖 (京大超高層)、大村善治 (京大工)、松本 紘 (京大超高層)	III-21 レーザーヘテロダイナミクス分光計による炭 酸ガス吸収線プロファイルの測定 田口 真、岡野章一、福西 浩 (東 北大理)
09:15	I-22 八ヶ岳火山の古地磁気 秋元孝敏、八ヶ岳研究グループ (幕張北高)	II-26 電子ビーム不安定性のパラメータ依存 性 植木 勉 (京大超高層)、大村善治 (京大工)、松本 紘 (京大超高層)	III-22 SURFACE OZONE CONCENTRATI ON IN EAST JAVA N.KOMALA、小川利紘 (東大理)
09:30	I-23 Brunhes-Matuyama 逆転境界におけ る推積岩を用いた地球磁場強度の変化 について 岡田 誠、新妻信明 (静大理)	II-27 EM AND ES EMISSIONS FROM THIN ELECTRON BEAM IN SPACE PLASMA 大村善治 (京大工)、松本 紘 (京 大超高層)	III-23 火花放電による NO ₂ の生成 南 昌利、竹内利雄、仲野 貢 (名 大空電研)
09:45	I-24 石川県金沢市に分布する下部更新統大 桑層の古地磁気 伊藤 孝、政枝 宏、大村一夫 (ダ イヤコンサルタントKK)	II-28 彗星起源重イオンによる波動不安定性 小嶋浩嗣 (京大超高層)、大村善治 (京大工)、松本 紘 (京大超高層)	III-24 成層圏-酸化窒素の気球観測 (速報) -東シナ海横断飛行- 近藤 豊、高木増美、岩田 晃、鳥 山哲司 (名大空電研)
10:00	I-25 古地磁気的手法による神戸層群の年代 決定 糸田千鶴、森永速男、井口博夫 (神 大理)、石田志朗 (京大理)、安川 克己 (神大理)	II-29 宇宙プラズマ波計算機実験データのフ ラクタル解析 高畑博樹、大村善治 (京大工)、松 本 紘 (京大超高層)、木村磐根 (京大工)	III-25 おおぞら BUV のデータ解析法と他の 観測との比較 小池 真、小川利紘 (東大理)、鈴 木勝久 (横国大教育)
10:15	I-26 東部北海道白亜紀-第三紀境界付近の 古地磁気層序 浜野洋三 (東大震研)、綱川秀夫 (東海大)、斉藤靖二 (科博)、木 川栄一 (東大震研)	II-30 ミラー磁場中のイオンビームによる沿 磁力線ポテンシャル差 常本直貴、山本 隆、玉尾 孜 (東 大理)	III-26 南極成層圏エアロゾル粒子の化学組 成 岩坂泰信 (名大水圏研)
10:30	I-27 ジュラ紀磁気反転系列の改編-白鳳丸 KH 87-3 東マリアナ海盆航海の 成果- 玉木賢策 (東大海洋研)	(休み)	(休み)
10:45	(休み)	<p>磁気圏プラズマ波動 (続き) 座長 山岸久雄 (極地研)</p>	<p>大気圏組成放射 (続き) 座長 岡野章一 (東北大理)</p>
11:00	I-28 房総半島南端、千倉層群の古地磁気 小山真人 (東工大理)、小竹信宏 (東大理)	II-31 銀河中心からのデカメータ電波パルス の同定-回転するブラックホール 大家 寛、飯島雅英、森岡 昭 (東 北大理)	III-27 夜間大気光酸素原子禁制線発光層の 水平構造 金田栄祐 (東大理)、田鍋浩義、宮 下暁彦 (東京天文台)
11:15	I-29 古地磁気からみた糸魚川-静岡構造線 近傍の回転運動 伊藤康人、鳥居雅之 (京大理)	II-32 プラズマ界面現象 井上雄二 (京産大理)	III-28 インドネシアにおける夜間大気光観測 柴崎和夫 (国学院大)、小川利紘 (東大理)
11:30	I-30 古地磁気から見た本州島中央部のテク トニクス 広岡公夫、山下 優 (富山大理)	II-33 磁気擾乱に伴い、Pre-midnightに発 生する中緯度 VLF 放射の周波数ドリ フト 早川正士、田中義人、岡田敏美 (名 大空電研)	III-29 OI GREEN LINE-O ₂ HERZBERG I 帯のロケット観測 北 和之、小川利紘、岩上直幹 (東 大理)
		II-34 我が国における GIC 被害発生可能性 羽倉幸雄 (埼玉大工)	III-30 共鳴線ランプによる酸素原子のロケッ ト観測計画 小川利紘 (東大理)、G.G.シェファ ード (ヨーク大 CRESS)

開始時間	第 I 会場	第 II 会場	第 III 会場
11:45	I-31 北海道天北地域の古地磁気 木川栄一(東大霞研)、保柳康一(新潟大理)	II-35 I S I S衛星によって観測された広帯域オーロラホイスの極域分布 恩藤忠典(電波研)	III-31 数値モデルによる熱圏微量成分・温度の日変化と太陽による変化の計算 久世暁彦、小川利紘(東大理)
12:00	I-32 西南日本内帯 秋吉列石灰岩体の古地磁気 西山慶尚(新居浜南高校)、小沢智生(兵教大自然系)	II-36 DE-1のスピンの効果を利用したVLFヒス解析 渡辺成昭、恩藤忠典、中村義勝、相京和弘(電波研)	III-32 ロケット搭載用冷却型赤外放射計の開発 内藤一郎、山本博聖、牧野忠男、関口宏之(立教大理)
12:15	I-33 LARGE NORTHWARD TRANSLATION OF EAST ASIA DURING LAST 20 Ma INFERRED FROM APPARENT POLAR WANDERING PATH FOR EAST ASIA 乙藤洋一郎(神大理)	II-37 DE-1衛星で観測されたホイスラエコーの拡散 中村義勝、恩藤忠典(電波研)	III-33 ナトリウム層と夜間大気光における重力波変動 内海通弘、藤原玄夫(九大理)
12:30	I-34 古地磁気からみたスリランカ島と南極大陸の関係 船木 賢(極地研)、吉田 勝(大市大)	(昼休み)	(昼休み)
12:45	(昼休み)		
	大気圏力学 座長 佐藤 亨(京大超高層)	電離圏構造 座長 佐川永一(電波研)	太陽系の起源・隕石 座長 中澤 清(東工大理)
13:30	I-35 MUレーダーを用いた降雨粒径分布の推定 道司 博(京大工)、深尾昌一郎(京大超高層)、木村磐根(京大工)、若杉耕一郎(京工織大)、佐藤 亨、津田敏隆、加藤 進(京大超高層)	II-38 下部電離層電子密度の推定方法 満保正高、長野 勇、林 克明(金沢大工)	III-34 ケプラー粒子の衝突確率 井田 茂(東大理)、中澤 清(東工大理)、中川義次(東大理)
13:45	I-36 RASS echoからの対流圏・成層圏の気温と風速の算出 犬木久夫、高橋耕三、増田悦久(電波研)、津田敏隆、高見友幸、佐藤 亨、深尾昌一郎、加藤 進(京大超高層)	II-39 夜間における中波の電離層吸収 栗城 功、猪木誠二(電波研)、若井 登(東海大)	III-35 原始太陽系星雲中での惑星成長過程 大槻圭史、中川義次(東大理)、中澤 清(東工大理)
14:00	I-37 MUレーダーによる寒冷渦・漏斗状圏界面の観測 深尾昌一郎(京大超高層)、松本浩昌、木村磐根(京大工)、山中大学(山口大教育)、佐藤 亨、津田敏隆、加藤 進(京大超高層)	II-40 地理緯度30°附近の大気潮汐風とダイナモ電流の共鳴現象 前田憲一	III-36 集積段階の地球における原始水素ヘリウム大気存在条件 佐々木 晶(東大理)、中澤 清(東工大理)
14:15	I-38 MUレーダーによる中層大気中の内部重力波のスペクトル解析 井上 隆、津田敏隆(京大超高層)、D.C.Fritts(アラスカ大)、加藤 進、深尾昌一郎、佐藤 亨(京大超高層)	II-41 冬至時の電離層ダイナモによる電離層電流・沿磁力線電流及び磁場変化 竹田雅彦(京大理)	III-37 地球大気の起源：希ガスの同位体比の制約条件 小嶋 稔、五十嵐丈二(東大理)
14:30	I-39 STATISTICAL ERRORS IN THE DETERMINATION OF THE DOPPLER SHIFT OF RADAR SIGNALS 佐藤 亨、山本 衛、加藤 進、津田敏隆、深尾昌一郎(京大超高層)	II-42 T D AND T D COMPONENT OF ELECTRON TEMPERATURE IN THE AURORAL ZONE 小山孝一郎(宇宙研)、K.Schlegel(Max Planck Institute)、A.Dumbs(Fraunhofer Institute)	III-38 Y-74354(L6)、Y-74362(L6)およびY-74190(L6)chondritesに模造したNi-Fe合金の磁気的性質 百瀬寛一、永井寛之(信大理)
14:45	I-40 MUレーダーで観測される中間圏散乱エコー層の成因 村岡良和(兵庫医大物理)、杉山卓也(京大理)、川平浩二(富山高専)	II-43 地磁気静穏日変化(SR)推定の新しい方法とK-指数への応用(II) 門倉真二(地磁気観)	III-39 成層圏集塵試料の分析(I) - (ブラウンリー粒子のデータ解析) - 野上謙一、大森理恵(独協医大物理)、山越和雄、大橋英雄(東大宇宙線研)

開始時間	第 I 会場	第 II 会場	第 III 会場
15:00	I-41 アデレード大学分反射レーダーとMUレーダーによる中間圏重力波協同観測—速報— 山本 衛、津田敏隆、佐藤 亨、深尾昌一郎、加藤 進(京大超高層)、W.K.Hocking(アデレード大)	II-44 赤道域プラズマ・バブルの三次元計算機シミュレーション 渡部重十(宇宙研)、大家 寛(東北大)	III-40 イオン・ビームを用いた惑星表面遠隔探査方法の基礎開発 矢守 章、佐々木 進(宇宙研)、三浦保範(山口大理)、谷脇 学(東農工大)、河島信樹(宇宙研)
15:15	I-42 COOPERATIVE OBSERVATIONS OF ATMOSPHERIC TIDES IN THE UPPER MIDDLE ATMOSPHERE AT KYOTO, SASKATOON AND ADELAIDE 津田敏隆、加藤 進(京大超高層)、A.H.Manson、C.E.Meek(サスカチアン大)、R.A.Vincent(アデレード大)	(休み) 電離圏構造(続き) 座長 早川 基(宇宙研)	(休み) オーロラダイナミックス 座長 林 幹治(東大理)
15:30	I-43 ファブリーペロー・ドップラーイメージングシステムの開発 岡野章一、中島英彰、福西 浩(東北大)、平沢威男、小野高幸(極地研)	II-45 トップサイド電離層でのISS-bデータとIRI-86との比較 巖本 巖、佐川永一、丸山 隆(電波研)	III-41 EXOS-C衛星による、 θ オーロラの観測—粒子起源の同定と南北共存性の確認— 小原隆博、西田篤弘、北山正信、向井利典(宇宙研) 賀谷信幸(神大工)
15:45		II-46 短波レーダによる極域電離層の波動観測 野崎憲朗(電波研沖繩)、菊池 崇(電波研)	III-42 オーロラ粒子とオーロラ光のロケット観測結果 江尻全機(極地研)、岡村 宏(電通大)、小口 高(東大理)、平沢威男(極地研)、芳野起夫(電通大)
16:00		II-47 オーロラ電離層の電子密度分布—JARE 25次隊ロケット観測と計算との比較 榎田 健、高橋忠利(東北大)、江尻全機(極地研)、大家 寛(東北大)	III-43 LARGE SCALE EVOLUTION OF EXPANSION AURORA 小口 高、山本達人、西谷 望、国分 征、林 幹治、GADA研究グループ(東大理、九大理、京大理、拓大、UBC,UVIC,SUNYA)
16:15		II-48 Wigner分布を利用したHFドップラー解析 阿保 真、長沢親生、金木利之(都立大工)	III-44 エクспанションに伴う大規模な擾乱の伝搬 中村るみ、山本達人、小口 高(東大理)、D.N.Baker(NASA/GSFC)
16:30		II-49 FM-Pulse方式にHFドップラー法を結合させた新しい電離層観測法の開発 筒井 稔、佐藤 亨、深尾昌一郎、津田敏隆、加藤 進、松本 紘(京大超高層)	III-45 RELATIONSHIPS BETWEEN AURORAL ACTIVITIES AND Pc 4-5 PULSATIONS 山本達人、西谷 望、小口 高、国分 征、林 幹治、GADC研究グループ(東大理、九大理、京大理、拓大、極地研、UBC,U.VIC,SUNYA)
16:45		II-50 S-520-9号機搭載EFDによる電場観測(2) 中村正人、鶴田浩一郎、早川 基(宇宙研)	III-46 WESTWARD CROSS-FIELD MOTION OF NEGATIVE CHARGE FILAMENT ACTIVATED BY GRADIENT-CURVATURE PROTON DRIFT: A CAUSE OF THE WESTWARD TRAVELING SURGE 山本 隆(東大理)

会場への交通

松本電鉄バス

- ◎松本駅からー松本バスターミナル（駅前）
イトーヨーカドー地階（6番のりば）
バス（新町経由）浅間温泉行 信州大西門下車
（駅から約15分）
- ◎浅間温泉からー松本バスターミナル行バス 信大西門下車
（温泉から約10分）
- ◎新浅間温泉からー徒歩約15分

駐車場案内

キャンパス内には駐車場の余裕はありません。
キャンパス北側に有料駐車場（約120台分）があります。

■第 I 会場

(I - 1 ~ I - 43)

I - 1 M T 法から推定した東北地方北部の 広域地殻比抵抗構造

小川康雄
地質調査所

REGIONAL CRUSTAL RESISTIVITY STRUCTURE BENEATH NORTHERN
TOHOKU DISTRICT INFERRED FROM MAGNETOTELLURIC METHOD

Yasuo Ogawa
Geological Survey of Japan

I interpreted regional magnetotelluric(MT) and magnetovariational data in the northern Tohoku district, which had been obtained by G.S.J. The investigated period range is from 0.05 to 256 seconds. I carried out two-dimensional analyses along three profiles using forward and inverse modelings. This procedure is similar to that of Utada(1987). I used only phase and tipper(geomagnetic transfer function) which are hardly perturbed by local galvanic effects. Results showed (1)lower crustal conductor to the west of volcanic front (VF) and upper and or lower crustal conductor to the east of VF.

【はじめに】

1984,1985年に地質調査所が、東北地方北部で行ってきた広域MT、GDS探査の結果については既に中間的な成果を発表してきた(Ogawa,1987a,b)。今回は、アレイ状に配置した全37点のULF帯測定点のうち、3本の東西測線を設定し、2次元順・逆解析を試みた。

【2次元順・逆解析について】

MT法の2次元逆解析については、日本でも佐々木(1986)やUtada(1987)で行われている。ここでは、応答関数およびそのパラメータ微分計算をRodi(1976)(MOM's method)に従い、逆解析は特異値分解によって行い、安定した繰り返し計算を行った。解析には、局所的な構造の影響を受けにくい応答関数(インピーダンスの位相とティッパー)を使った。また、モデル内のブロック数は、約40程度であり、浅部300mは、ELF帯の比抵抗値で固定してある。

【解析結果】

以下の3本の測線について解析を行った。Line2(北緯40度20分),Line4(北緯40度),Line6(北緯39度40分)。Fig.1にLine2の解析結果を示す。このモデルの特徴は、火山前線の西側の高比抵抗な上部地殻、低比抵抗な下部地殻、火山前線の東側の低比抵抗な上部地殻にある。

【参考文献】

- (1) Ogawa(1987a), J.G.G.
- (2) Ogawa(1987b), J.G.G. (in press)
- (3) 佐々木(1986), 物理探査
- (4) Utada(1987), Ph.D Thesis University of Tokyo
- (5) Rodi(1976), Geophys. J. R. astro. Soc

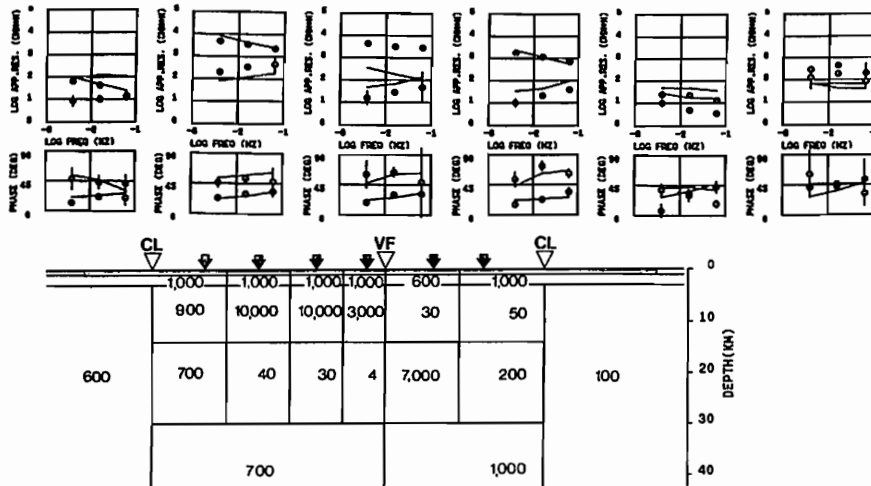


Fig.1 Two-dimensional resistivity model along 40°20'.
Numerals denote resistivity values in ohm-m.

渡辺 修夫, 藤井 崇, 本蔵 義守 (東工大理)

THE RESISTIVITY STRUCTURE IN THE OKUAIZU GEOTHERMAL AREA

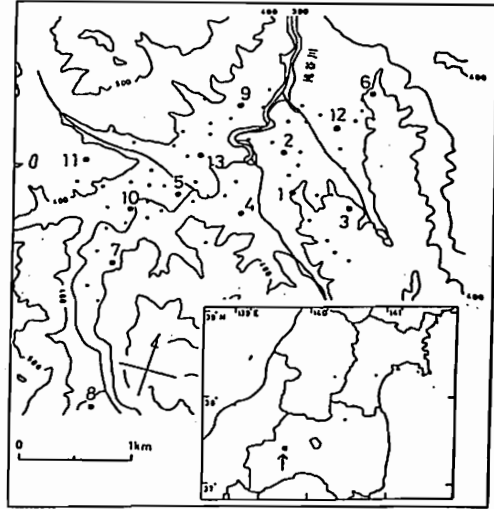
N. Watanabe*, T. Fujii, M. Matsushima and Y. Honkura

Department of Applied Physics, Tokyo Institute of Technology

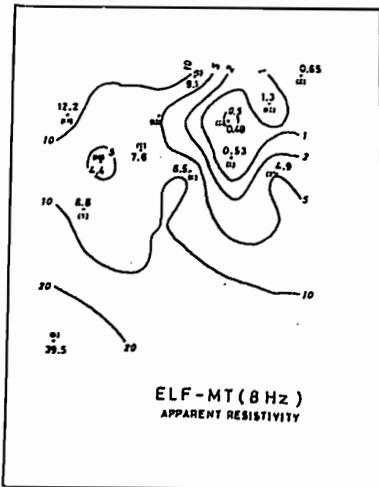
* now at Toyota Motor Corporation

MT and GDS observations were carried out in the Okuaizu geothermal area. Data were obtained for the ELF and ULF ranges. Induction vectors and tensor impedance estimates indicate that the resistivity structure in this region is highly three-dimensional. At ULF range, remote reference magnetic field data were obtained. Using these data, anisotropy in horizontal magnetic fields between observation sites and the remote reference site was estimated. It was then found that the major axis of anisotropy is perpendicular to local gradient of gravity. Thus remote reference data can be used not only to remove the bias effect but also to provide additional information on the resistivity structure.

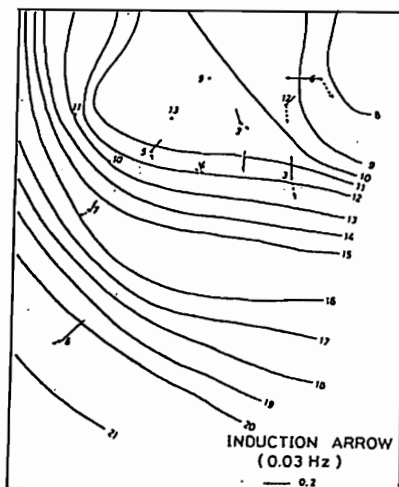
1986年9月~10月にかけて、福島県西部の奥会津地熱地帯において電磁気の観測を行った。観測は、VLF-MTとELF、ULF帯のMT, GDSについて行われた。ULF帯においては、遠隔参照点 (remote reference) の磁場の観測も行った。MTの結果、南西部の1点のみ高比抵抗と他の測点では10Ωm以下の低比抵抗となっている。インダクションベクトルや見かけ比抵抗の異方性か調べてみる。この地域の比抵抗構造は3次元性が強いと考えられる。ULFのインダクションベクトルは、重力探査の結果と良く対応している。今回観測では、観測点と参照点の間の磁場水平成分の異方性も求めた。この異方性の主軸も、直交するインダクションベクトルと同様に、重力勾配と直交する傾向がみられる。このように、参照点でデータを除去に使うだけでなく、磁場水平成分の異方性を求めることにより、構造解析の情報を得ることが出来る。



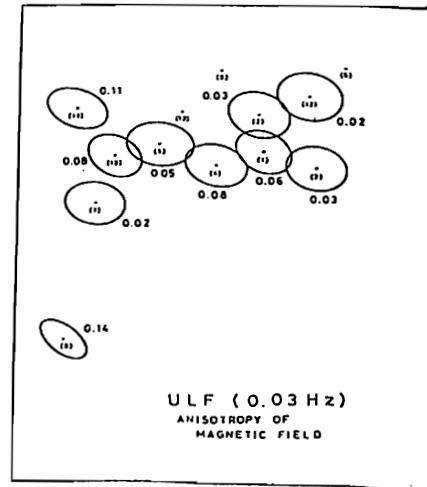
Location of observation sites.



Contour map of apparent resistivity (8 Hz).



Induction arrow (0.03 Hz) and local gravity anomaly.



Anisotropy in horizontal magnetic field (0.03 Hz).

高山寛美*・森 俊雄**・小泉岳司*・吉川澄夫*

* 気象研究所, ** 地磁氣観測所

GEOELECTRIC AND GEOMAGNETIC OBSERVATIONS
NEAR THE MOUTH OF THE FUJI RIVER

H. Takayama*, T. Mori**, T. Koizumi*, and S. Yoshikawa*

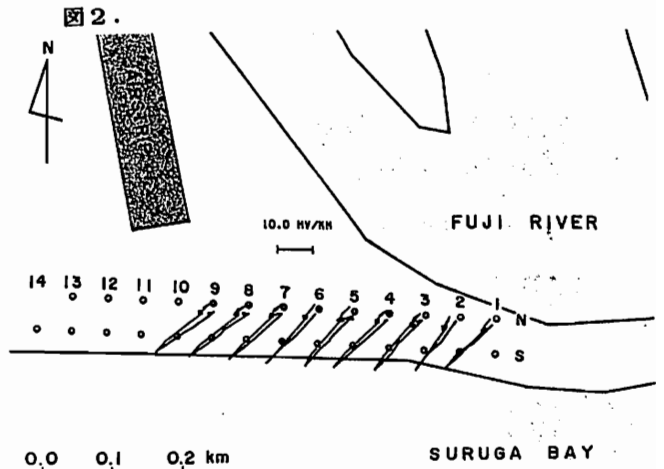
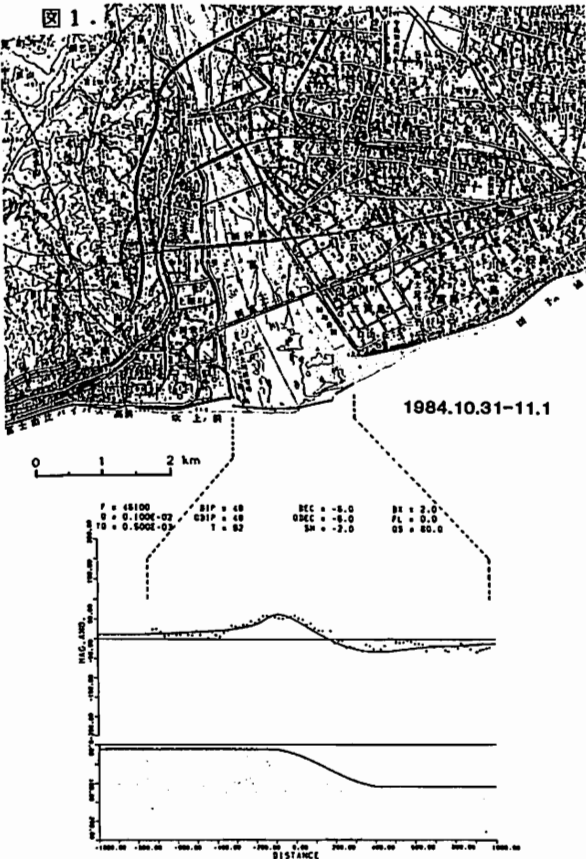
* Meteorological Research Institute, ** Kakioka Magnetic Observatory

Observations of geomagnetic total intensity by proton magnetometer, electric resistivity with Wenner array, and artificial electric noise were carried out near the mouth of the Fuji River, where Fujigawa fault was presumed to exist. Anomaly in total intensity to 100 nT was found. Electric resistivity measurements were done at the three points and the estimated resistivity was very low. Orbits of the geoelectric field variations were calculated from the measurements of the geoelectric potential by Cu-CuSO₄ electrodes with sampling interval of one second.

富士川断層が存在すると推定されている富士川河口付近で、全磁力・比抵抗・地電位の測定を行った。全磁力測定ではプロトン磁力計を用い、比抵抗測定はWenner法により行った。地電位の連続測定は、銅-硫酸銅電極を用い、図2のN11を基準としその電位差を1秒間隔でサンプリングしデータロガーにデジタルで収録した。測定は約1時間行った。

全磁力測定の結果を図1に示す。測定を行った場所は上段の地図に河口付近の太線で示した。測定値は同時分の柿岡のKASMMERの全磁力値との差をとり、図1の中段に・印で示す。約100nTの異常がみられる。下段に示すような100mの段差のある構造を考え、その帯磁の強さのコントラストを 10^{-3} emu/ccと仮定した場合の計算値を中段に実線で示す。

任意の2点間の地電位差を計算し、直交する2測線の地電位差変化から地電位差の最大降下の方向と大きさの変化の軌跡を求め、その結果を図2に示す。15秒間の変化を表わしている。この範囲では、変化の大きさも方向もあまり大きな差はみられない。測定の場所は全磁力測定を行った場所のほぼ左半分に当たる部分である。



中央構造線阿波池田付近の比抵抗構造 - 予報 -

塩崎一郎*, 大久保晃**, 藤原智***, 住友則彦****, 安川克己**
 *神大自然科学 **神大理 ***京大理 ****京大教養

PRELIMINARY REPORT ON RESISTIVITY STRUCTURE IN THE VICINITY OF AWAIKEDA TOWN ALONG MEDIAN TECTONIC LINE

Ichiro SHIOZAKI*, Akira OHKUBO**, Satoshi FUJIWARA***
 Norihiko SUMITOMO****, Katsumi YASKAWA**

*Division of Environmental Science, The Graduate School of Science and Technology, Kobe University
 Faculty of Science, Kobe University, *Faculty of Science, Kyoto University
 ****College of Liberal Arts and Sciences, Kyoto University

In order to obtain the resistivity structure of Median Tectonic Line (M.T.L.), geomagnetic variations have been observed by fluxgate magnetometers and induction magnetometers at Shimonoro (SITE NO. 12) and Kawasaki (SITE NO. 13), Ikeda town, Northeastern Shikoku District. Electric field variations have also observed for magnetotellurics analysis. Surface resistivity of the north side of M.T.L. was revealed higher than that of the south side from magnetotelluric responses VLF and ELF frequency ranges.

現在、中国・四国地方の地磁気共同観測が地殻比抵抗研究グループにより行われている。この内、四国地方の観測点の位置をFig. 1に示す。我々は、中央構造線をはさむ2点、徳島県三好郡池田町下野呂内（観測点12）及び川崎（観測点13）を担当している。観測項目は、フラックスゲート磁力計及びインダクション磁力計による地磁気変化観測及び地電位差変化観測である。

Fig. 2 (a), (b)に下野呂内及び川崎におけるULF帯の地磁気 (X, Y, Z)、地電位差 (Ex, Ey) 変化記録を示す。周期60秒では、1)下野呂内のz成分の振幅の方が川崎に比べて大きい、2)下野呂内のEy成分の振幅の方が川崎に比べてひと桁程度大きい等の特徴がある。

また、表層部の比抵抗調査に用いたVLF, ELF-MT測定の結果によると、下野呂内では $600 \Omega \cdot m$ (17.4KHz)、 $200 \Omega \cdot m$ (14Hz)、川崎では $90 \Omega \cdot m$ (17.4KHz)、 $10 \Omega \cdot m$ (14Hz)という見かけ比抵抗値を得た。表層部については、中央構造線の北側で高比抵抗、南側で低比抵抗という傾向が見られる。さらに深部までの比抵抗構造を調べるために、ULF帯及び長周期帯のデータを用いて構造解析を行う。

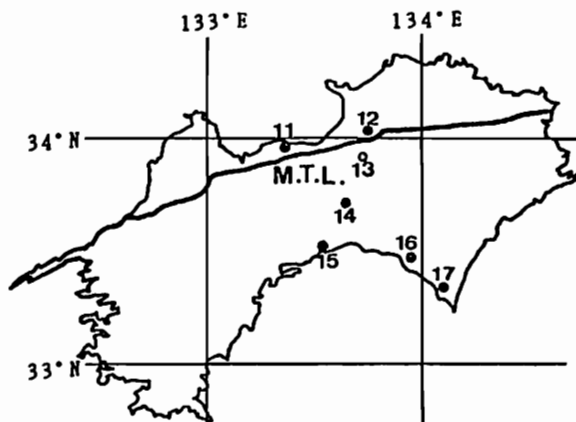
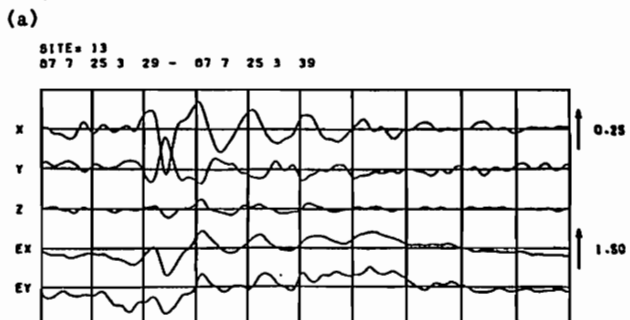
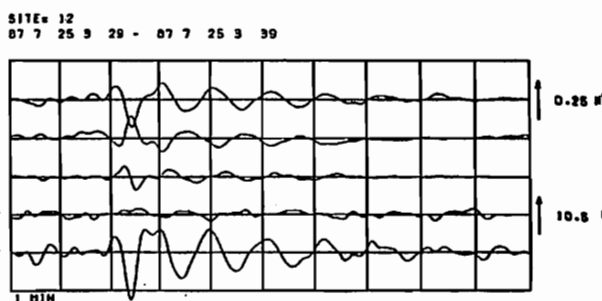


Fig. 1 Location of observation sites.



(b)

Fig. 2 Geomagnetic variations and electric field variations at (a) Shimonoro and (b) Kawasaki.

北西九州における I-5 インダクション・ベクトルの分布

半田 駿、 鈴木 亮・ 田中良和
(佐賀大 教養) (京大 理)

1986年より北西九州でフラックスゲート磁力計による地磁気観測を行っている。現在まで10地点で観測を実施したが、解析の完了した6地点のインダクション・ベクトルを第1図に示す。観測及び解析方法は、阿蘇での観測と同じ10秒サンプル、1イベントの解析区間は2.96時間で11-35個のイベントの平均からインダクション・ベクトルを得ている。解析期間は原則として、夜間のデータを用いた。

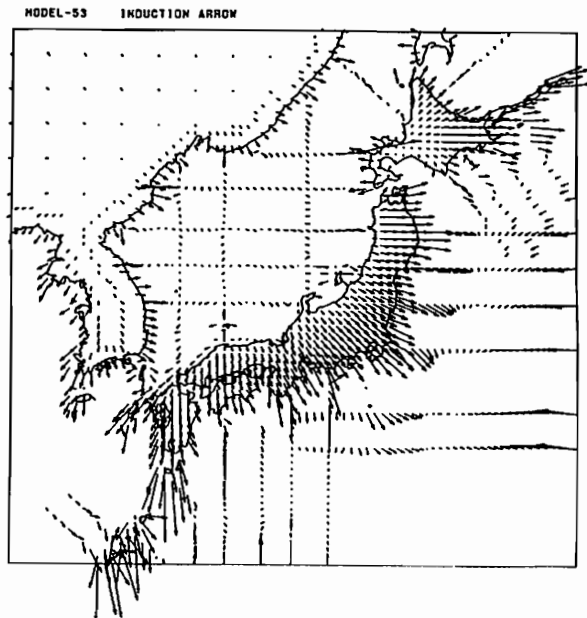
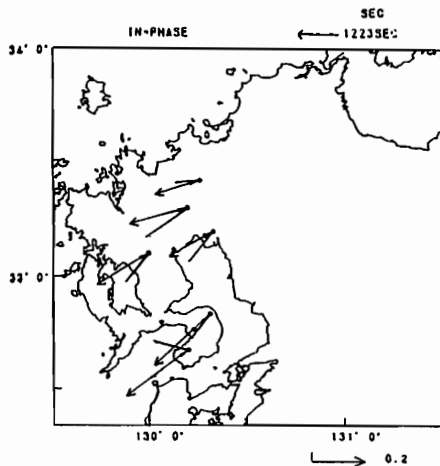
- 1、長周期は阿蘇での結果、下泉ほか(1986)と同様南西-西南西の方向を向く。大きさは0.2-0.3
- 2、短周期(60秒以下)のベクトル分布から、島原半島の「雲仙地溝帯」に電流の集中(電気伝導度異常)が見られる。

長周期のインダクション・ベクトルを西北西方向に向かせる原因の大部分は海水中の誘導電流であろうが、下泉ほか(1986)の指摘にもあるように、九州西方の東シナ海海底下の電気伝導度異常(例えば沖縄トラフの延長)の可能性もある。そこで、先ず海中の誘導電流の効果を評価するために、非一様平面薄層導体モデルによる数値計算を行った。計算方法は笹井(1968)による。海深データは、日本海洋データセンターの「北西太平洋海底地形図」より、100m単位で読み取った。陸上は10m深度の電気伝導度に相当するとした。計算は、北緯25°-48°、東経120°-151°の地域を86x91のメッシュ(格子点間隔32kmx32km)で行った。第2図にその結果を示す。得られたインダクション・ベクトルの分布は値が大き過ぎることを除けばCA観測から得られたベクトル分布とほぼ一致する。

九州に着目すると、

- 1、インダクション・ベクトルは殆ど南を向く。これは、種子島南方に電流が集中することによる。従って、観測のようなベクトル分布を説明するためには、九州西方に良電気伝導帯を置くことが必要。
- 2、南方に電流が集中する結果として、予想外に日本海には電流は流れない。

本来この計算は、伊豆大島のような海中に孤立した小規模の系について適用すべきものである。日本列島を含むような規模では問題も多く、得られた結果がどれほど正しいかは議論のあるところである。確かにこの点は今後の検討課題であるが、九州に限れば、計算範囲を変化させても上の結論は変わらない。インダクション・ベクトルが西方を向くことについては、海中の誘導電流だけでなく、地下の電気伝導度異常(大規模な)を考える必要があるだろう。最後に、短周期から得られた局所的な構造では、雲仙地溝帯に沿って電気伝導度異常があるらしいこと、これが、阿蘇カルデラ内をほぼ東西に走るCA(田中ほか、1985)に連続するように見えることから、いわゆる「別府-島原地溝帯」との関連を指摘しておきたい。



地熱変質地域における試錐岩芯の粉末状試料による浸出溶液の比抵抗測定

奥山 良俊

秋田高専

MEASUREMENT OF ELECTRICAL RESISTIVITIES OF IMMERSSED SOLUTION FOR POWDERED CORE SAMPLES FROM ALTERED DISTRICT

Ryoshun OKUYAMA

Akita National College of Technology

Hokuroku district, Akita Prefecture, Japan, is well known as the geothermal and altered area. Therefore, it is surely supposed that the electrical resistivity of core samples from the district depends upon the electrolyte of altered minerals in the pore spaces saturated with water. The author measured the electrical resistivity of water in which powdered core samples were immersed to detect the ionic effect of altered minerals.

In this experiment the electrical and ionic properties were clearly found in relation to electrical resistivity, porosity, pH and temperature of solution.

秋田県北鹿地域は地熱変質地域として知られており地質構造も隣接した八幡平地域に類似していることが報告されている。八幡平地熱貯留層にみられる低比抵抗層は例えばトコロ大沼地域中間層の深度500mで比抵抗値が $3 \Omega \cdot m \sim 5 \Omega \cdot m$ とされており、また多量のイオンの溶けた酸性水によるものと推定されている。

そこで、本実験においては北鹿地域における試錐岩芯の粉末状試料による浸出溶液に酸性水を用いることとし、そのpHは八幡平焼山頂上付近の温泉水にみられるように1.8~2.0を参考として、低比抵抗層の比抵抗値に關与する溶出イオン

の影響についてみてみることにした。純水による溶出イオンに關しては1985, 1986年に述べているが、酸性水による溶出実験との比較において、電解質イオンの比抵抗に關与する機構について一つの新たな知見が得られた。

次に、純水及び酸性水による浸出溶液の比抵抗値の温度変化について室温から80℃までの範囲で測定し、その活性化エネルギーの値を乗富等による固体試料における値と比較してみると類似した結果となり、含水岩石の比抵抗測定は岩石の孔隙中に含まれる電解質溶液の比抵抗値の測定に他ならないものと考えられる。

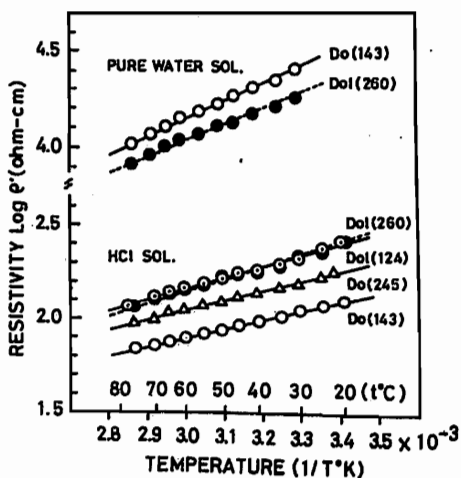


Fig.1 Resistivity change of immersed solution with temperature for Dolerite and Dacite in the cases of pure and acid water.

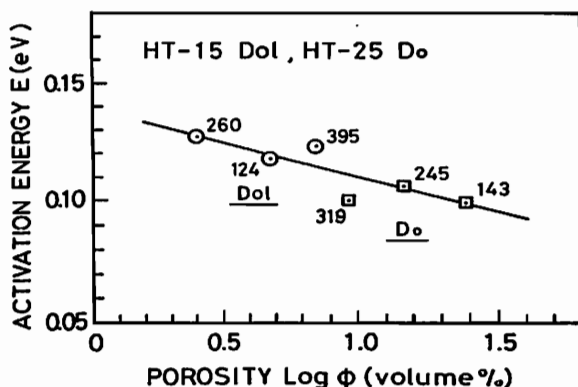


Fig.2 The relation between activation energy of immersed solution and porosity of rock samples; Dolerite and Dacite.

原 淳一郎^{*}, 本蔵 義守^{*}, 大久保 泰邦^{**}
^{*}東工大理 ^{**}地質調査所

A MAGNETIC ANOMALY ASSOCIATED WITH SUBDUCTION OF THE PHILIPPINE SEA PLATE

J. Hara^{*}, Y. Honkura^{*}, and Y. Okubo^{**}

^{*}Department of Applied Physics, Tokyo Institute of Technology

^{**}Geological Survey of Japan

Nation-wide aeromagnetic surveys carried out by the New Energy Development Organization (NEDO) disclosed many magnetic anomalies. One notable anomaly has been found at the northern-most edge of the Philippine Sea plate where the plate subducts beneath Honshu. We analyzed magnetic data to examine whether this magnetic anomaly can be accounted for by a model of plate subduction. For this special purpose, we assumed that the upper portion of the oceanic crust is strongly magnetized and other zones including the continental crust can be neglected. Comparison of the result of calculations for this specific model with the observed anomaly suggests the possibility that the observed magnetic anomaly is primarily due to the subducting Philippine Sea plate, although other models cannot be precluded because of non-uniqueness inherent in potential problems.

NEDOによる航空磁気測量の結果、フィリピン海プレート北端部の磁気異常の様子がはっきりしてきた。磁気異常の解釈には uniqueness の問題がつきまとうが、フィリピン海プレートの沈み込みという観点から、磁気異常を解釈できないかどうか調べてみた。

この目的にとっては短波長成分は不必要なので、カットオフ波長 85 km のローパスフィルターをかけ、局部的磁気異常の影響を極力避けることにした。地形による効果がローパスフィルターで除去しきれないことはよく知られているが、現在の場合、カットオフ波長が長いこともあり、それほど問題とはならないであろう。

Fig. 1 は正方形の領域のデータにローパスフィルターをかけた後の磁気異常を示している。測線 A-B 上のデータを説明するための角柱モデルの平面図も同時に示す。計 10 個の角柱のうち、厚さと深さをパラメータにとり、インバージョンでこれらを求めた。

Fig. 2 はインバージョンの結果を示している。まず計算値と実測値はよく合っていることがわかる。帯磁層の厚さは最大でも 2.0 km と薄く、しかもこの板状の帯磁層が北東に向け徐々に深くなっている様子がよくわかる。

我々はこの結果を以下のように解釈している。まず、フィリピン海プレートの強い帯磁層はプレート上面の 2 A 層もしくはその近傍に限られる。このことは通常の海洋プレートの磁化層の考え方と矛盾しない。この帯磁層が北東の方向に深くなることから、フィリピン海プレートの北東方向への沈み込みが示唆される。他の測線についても同様にフィリピン海プレートの沈み込みが支持され、震源データから推定されるプレートの沈み込みと調和的である。ただし、磁気異常から求めたプレート上面までの深さは震源データから求めた深さより系統的に浅くなっている。



Fig. 1 The magnetic anomaly in the square area and the plan view of a magnetic prism model.

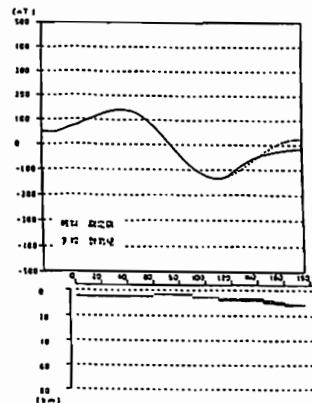


Fig. 2 The cross section of the optimum model and comparison between the observed and calculated magnetic profiles, along A-B in Fig. 1.

I - 8 北西太平洋における地磁気三成分異常

宇野以玖子 糸田千鶴 伊勢崎修弘
神戸大理

THREE COMPONENT GEOMAGNETIC ANOMALIES IN THE PACIFIC

Ikuko Uno, Chizu Itota, Isezaki Nobuhiro
Faculty of science, Kobe University

Three component geomagnetic anomalies were measured by STCM (the shipboard three components magnetometer) in the DELP1986 cruise. Three component geomagnetic anomalies have some characteristics, that are: (1) three component anomalies have the larger amplitude than the total intensity anomalies, (2) by three component anomalies, magnetic anomalies are easily examined whether they are lineated or not, and (3) whether they are produced by a two-dimensional source or a three-dimensional source. The strike of magnetic body is obtained as 71° from a part of profiles along line B-B' (Fig. 1)

昨年7月にDELP1986航海が北西太平洋で行われた。神戸大学では船上地磁気三成分計で地磁気三成分の測定を行った。測線をFig. 1に示す。

地磁気三成分測定は従来の全磁力測定にくらべ、つぎのような特徴がある。

- 1) 地磁気三成分から求めた地磁気全磁力はプロトン磁力計からのものより一般に振幅が大きくなる。
- 2) 一本の測線から二次元的磁化物体の走行が求められる。
- 3) 三成分異常が磁化分布の二次元性によるものか、三次元性によるものか区別出来る。
- 4) 地磁気異常の原因の磁化方向を求めるのに有利である。

三成分測定 の原理と、それを使っての二次元磁化物体による磁気異常解析法は、松原(1986)、伊勢崎(1986)、北原(1986)に詳しく説明されている。

DELP1986航海では南北、東西の2測線を十字にとっている。Fig. 2には南北測線を示す。図中のpTはプロトン磁力計で測定した地磁気全磁力異常、cTは地磁気三成分から求めた全磁力異常を、そしてX, Y, Z成分の異常をそれぞれ示した。一部の測線の解析結果を用いて二次元的磁化物体の走行を求めたところ 71° になった。また、磁化物体の磁化方向や、深さ及び厚さを求める試みを行う予定である。

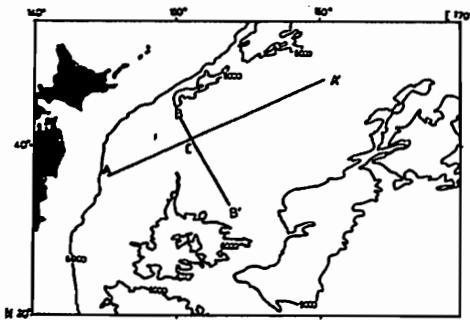


Fig. 1 Track lines of the DELP1986 cruise.

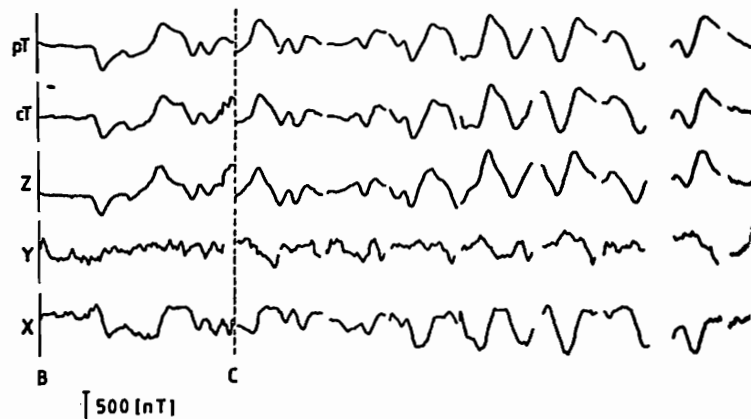


Fig. 2 x: (north), y: (east), z: (vertical-down), component anomalies, cT: the total intensity anomaly from three components, pT: the total intensity anomaly measured by a proton magnetometer.

駿河湾における磁気構造解析

I - 9

石川秀浩 田 望
東海大海洋 東海大海洋

The analysis of the magnetic structure in Suruga Bay

Hidehiro Ishikawa Nozomu Den
Tokai Univ. Tokai Univ.

The geomagnetic surveys for the total field intensity were carried out along 20 east-west profiles in Suruga Bay in 1984 and 1985. On the axis area of the Suruga trough, the features of anomalies show strong regional variations as follows; 1) in the northern part positive and long-wavelength patterns are predominant, 2) relatively weak positive anomalies less than 100nT are observed in the central part, and 3) short-wavelength but strong positive anomalies are predominant in the southern area.

In order to make clear the geomagnetic basements in Suruga Bay, several representative profiles were selected and analyzed by the Talwani's method. As a result, the upper surfaces of the basements except for the northern part of the Bay dip toward the west. This is consistent with the direction of subducting Philippine Sea plate from the Suruga trough.

東海大学では、駿河湾の磁気探査を1984年より行って来た。その結果磁気異常は、駿河湾北部、中央部、南部で東西方向に顕著な違いがみられることがわかった。それは、以下に示す通りである。

- 1) 北部における磁気異常は、伊豆半島側から西へ向かって増加している。
- 2) 中央部における磁気異常は、伊豆半島側から西へ向かって減少している。
- 3) 南部においては1), 2)のような磁気異常の増減は、みられず連続した短波長・強振幅の波形が存在する。

1), 2), 3)に示した特徴が、駿河湾のような狭い範囲にみられることを磁気異常の地域的な傾向としてとらえるには問題がある。そこで磁気構造の違いが、磁気異常に影響を及ぼしていると仮定し、2次元モデル解析を行った。その結果、観測値を最も

良く説明するモデル (Fig.1, Fig.2) より磁気異常の東西方向の増減は、磁気構造上面の傾斜に起因するものであり、帯磁率は、 $2.5 \sim 3.0 \times 10^{-3} \text{ emu/cc}$ であると推定される。このことから磁気構造上面は、北部ではトラフ軸より伊豆半島側へ向かって深くなり、中・南部では伊豆半島側よりトラフ軸に向かって深くなると考えられる。

さらに地質調査所による高度約450mでの空中磁気図をデータとしてスペクトル解析を行い、磁気構造上面の深度分布 (Fig.3) を求めたところ、中・南部において同様な構造が得られた。

今回の解析結果は、水路部による駿河トラフの音波探査結果と調和的であり、震源分布より求めたフィリピン海プレート上面の等深線図 (例えば山崎・大井田, 1985) と定性的に同じ傾向である。

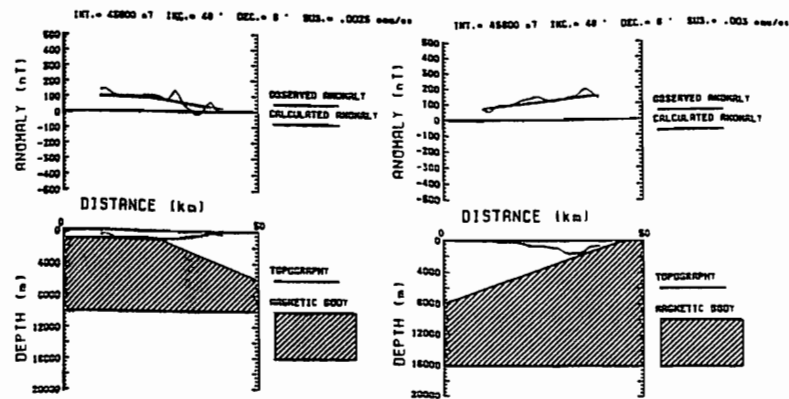


Fig.1 Magnetic anomaly profile and computed best fit data. (Northern part)
Fig.2 Magnetic anomaly profile and computed best fit data. (Middle part)

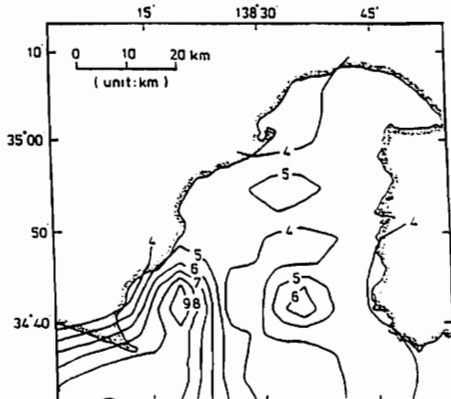


Fig.3 Contour map of the depth to the top of the magnetic structure.

濱嶋 多加志, 本蔵 義守 (東工大理)

REDUCTION OF NOISES IN TECTONOMAGNETIC DATA USING MULTICHANNEL WIENER FILTER

Takashi Hamajima and Yoshimori Honkura
Department of Applied Physics, Tokyo Institute of Technology

Detection of tectonomagnetic anomalies associated with seismic activity depends on how well we can separate tectonomagnetic signals from other geomagnetic noises. The multichannel Wiener filter technique has been used to predict geomagnetic variations at one station from vector field data at the reference station. Noises can be removed, but not sufficiently, by subtracting the raw data from the predicted one. Data at station near the sea include not only variations of ionospheric and magnetospheric origin but also the magnetic field induced by tidal movements of conducting sea-water. We attempt to eliminate this tidal effect by introducing tidal oscillations in input channels for the Wiener filter.

地震活動に関連する地磁気の異常変化を検出するためには、その他のノイズをどこまで除去できるかにかかっている。ウィナー・フィルター法は、ある観測点での磁気変動を、他の参照点でのデータをフィルター入力として推定しようとするものである。観測点でのデータからその推定値を差し引くことにより、参照点と相関のあるノイズ成分を除去することが出来る。ある時期に決定したフィルター係数が他の時期においても安定であれば、フィルター入力成分とは無相関な地殻変動による磁気変動を検出できるであろう。1986年秋の学会では、観測点と参照点とがほぼ同緯度にある場合、年間を通じてかなり良い推定を行なうことが出来るが、緯度が異なる場合には、季節によって生データと推定値との間に差が現れることを報告した。

今回は、観測点データとして伊豆半島戸田(HED)の全磁力を、又参照点として柿岡(KAK)の3成分(H, Z, D)を使用した。Fig.1の左側には柿岡3成分をフィルター入力として、柿岡と戸田の単純差を推定したものの平均的な日変化を示している。この30日間(9月21日~10月20日)で決定したフィルター係数を他の季節に適用してもあまり効果的に推定出来ていないことがわかる。柿岡と戸田は約1°の緯度の差があり、この影響を調べるために戸田の緯度におけるSqの水平成分と鉛直成分をフィルター入力に加えた。この結果をFig.1の右側に示す。Sqを入力に加えていない左側に比べて0h~12hの間で各季節とも生データと推定値がよく一致しているのがわかる。しかし、生データと推定値との残差のパワースペクトル(Fig.2-2)を見ると、12hの周期の波が卓越している。戸田観測点は海岸に近いので、海流による誘導磁場の影響を受けていると考えられる。フィルターに潮汐の情報を加えることによって、より精度のよいノイズ除去を検討中である。

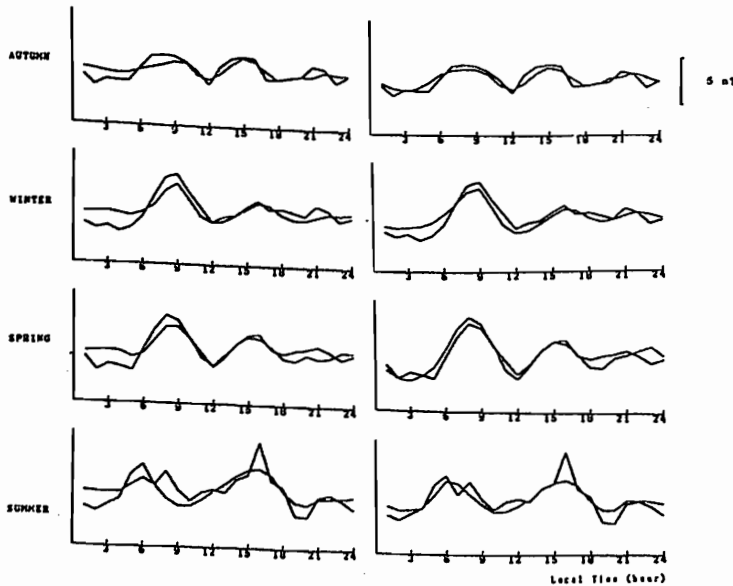


Fig. 1 Diurnal variations for F
— Raw differences between KAK and HED
— estimated changes

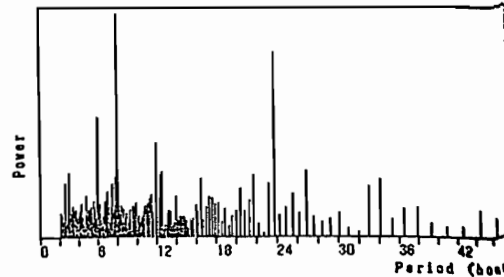


Fig. 2-1 Power spectrum of raw difference between KAK and HED

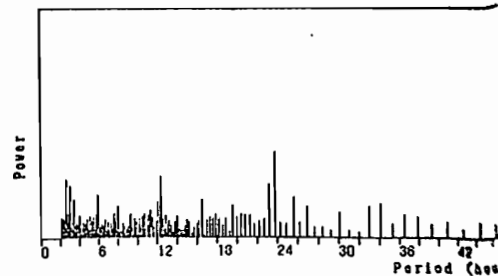


Fig. 2-2 Power spectrum of prediction results

I-11 変換関数法による全磁力地点差(阿蘇-鹿屋)の補正結果について

加藤 謹司

気象庁 地磁気観測所

The result of correction for the total force difference between Aso and Kanoya using transfer function

Yoshiji kato

Kakioka Magnetic Observatory

The method of transfer function is attempted for the eliminating the variation of external origin in the total force difference between Aso and Kanoya (about 170 km apart). As indicated in fig.4, the variation in the total force difference decreases about one-tenth.

外部擾乱磁場による全磁力地点差の変動を、変換関数法により、補正した結果を報告する。阿蘇と鹿屋とは、図1に示すように約170 km離れており、短周期外部擾乱磁場に20~30%の差があり、火山活動と全磁力地点差の変化との関連を調べる上で、障害になっている。補正にはX, Y成分のみを使用した。図2に求めた変換関数を示す。図3には変換関数を逆変換して求めた全磁力差の補正関数を示す。図4に補正結果の一部を示す。補正前では約16nTあった全磁力差の変動が、補正の結果約3nTになり、補正はかなり効果的である。

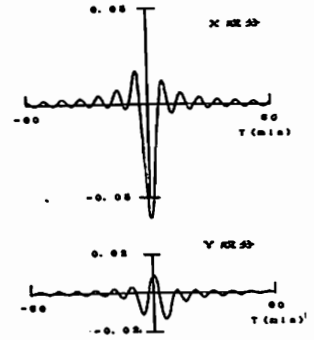


図2 全磁力差の補正関数(阿蘇山麓)

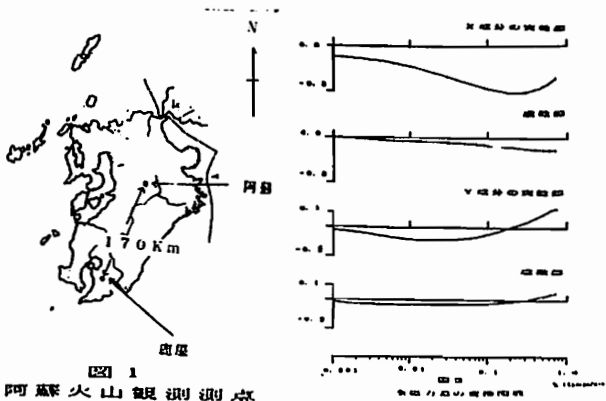


図1 阿蘇火山観測地点

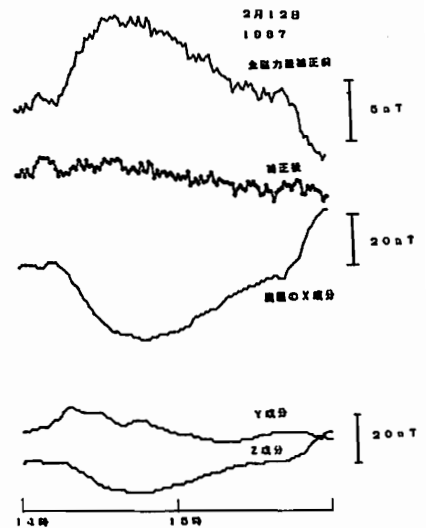


図4 全磁力差(阿蘇山麓-鹿屋)の補正結果

笹井洋一
東大震研

ORIGIN OF THE TOTAL FIELD CHANGE ASSOCIATED WITH THE MATSUSHIRO
EARTHQUAKE SWARM - INTERPRETATION BY MULTIPLE TENSION-CRACK MODEL

Yoichi SASAI

Earthquake Research Institute, University of Tokyo

The multiple tension-crack model is applied to the crustal uplift associated with the Matsushiro earthquake swarm. Magnetic change as well as surface deformation and gravity change are successfully interpreted as a result of east-west oriented vertical tensile cracks. Such cracks are generated by highly pressurized water, which is inferred from gravity and magnetic data.

松代地震に伴う全磁力変化(RIKITAKE et al. 1967, YAMAZA KI & RIKITAKE 1970) は、プロトン磁力計が導入されて以来始めて観測された、信頼できる地震地磁気効果の例として有名である(RIKITAKE 1968)。このデータはまた、松代地震の原因をめぐる様々な仮説を検証する上で、切札としても使われてきた(大竹 1976)。それはマグマ貫入説を否定したり(HAGIWARA T. 1972)、肯定する材料であったり(STUART & JOHNSTON 1975)、地下水の流動に伴う界面動電効果、即ちダイラタンシー=水拡散の証拠(MIZUTANI & ISHIDO 1976)とされたりした。松代の地磁気変化は地震地磁気効果の好例とされながら、それでは何故地震活動が最も活発だった第2活動期にそれ程変化しなかったのか、という疑問も残された(NAGATA 1969)。松代では顕著な地震変動を伴った第3活動期に、全磁力が大きく変化したのである。

従来の諸説の難点を挙げてみる。(1) 広域応力変化説(RIKITAKE et al. 1967)。松代で全磁力増加、保科で減少というパターンは、地球磁場方向への帯磁増加で説明される。これが東西圧縮、南北伸張という応力変化でもたらされたとするもの。第3活動期はこの応力場が解消された時期であるから、応力の変化はこの逆であったはず。(2) マグマ貫入説(STUART & JOHNSTON 1975)。第3活動期の変化は熱消磁で説明できない。茂木モデルによるピエゾ磁気効果を考えても、変化は反対。3年間で10nTの減少は、基準点が鹿野山であることを考慮すると、3nT/年程度の全磁力経年変化の地域差で大部分が説明可能。(3) 界面動電効果(MIZUTANI & ISHIDO 1976)。成層構造では地上に磁場を生じない(FITTERMAN 1980)。松代地震断層を境として、地質構造に違いが無い。想定されたような地下水の大きな

流速は疑問。(4) 複合茂木モデル(HAGIWARA Y. 1977)。重力変化を見事に説明したモデルであるが、全磁力変化は負となって、観測と反対(笹井 1984)。

筆者は複合茂木モデルを拡張して、いくつかのタイプのテンション・クラックが多数分布する場合の、地表変位、重力、地磁気変化を求めた(SASAI 1986)。これ等のモデルのうち、東西走向を持ち、南北に開口する垂直割れ目群による複合T11クラックモデルが松代で観測された諸現象を統一的に説明する。(1) このタイプのクラックは、主圧力軸が東西、主張力軸が南北、中間主応力軸が鉛直という応力場で生じやすい。松代群発地震の発震機構は、正しくこれである。(2) 隆起の最盛期に、地震断層をはさんで、南北に2つのピークが出現したこと。(3) 第3活動期の後半に、南北方向(可候峠-皆神山)で、大きな短縮。(4) 隆起中心部(瀬閑地区)で $6 \mu\text{gal/cm}$ 以上(田島 1975)、周辺部では $2.8 \mu\text{gal/cm}$ (松代一等重力点: 大竹 1976)という、場所による重力変化勾配の違い。(5) 隆起の南部で全磁力増加、北部で減少というパターンと、第3活動期後半の逆転、がこのモデルで説明される。

重力および地磁気変化から、これ等のクラックは極めて高圧な水によって生成されたもの、と思われる。これは通常のダイラタンシー=水拡散による機構(NUR 1974, KISSLINGER 1975)とは異なる。中村(1971)による水噴火説、炭酸ガスに過飽和な水の発生を主因とする松代地震原因論(恒石・高橋 未発表)を強く支持するものと見える。なお、全磁力変化の一部には、地震断層のゆっくりとした成長によるピエゾ磁気効果も寄与していた可能性がある。

恩藤忠典、杉内英敏

電波研究所、犬吠電波観測所

ATMOSPHERICS ANOMALY ASSOCIATED WITH ERUPTIONS OF IZU-OSHIMA
VOLCANO IN 1986

Tadanori ONDOH* and Hidetoshi SUGIUCHI**

* Radio Research Laboratory, Tokyo ** Inubo Radio Wave Observatory

Atmospherics of 160 kHz has been observed with 100 m horizontal antenna at Radio Research Laboratory, Koganei which is located at about 100 km north of the Oshima island. At a propagation distance of 100 km, the receiving level of ground radio waves of 160 kHz is much lower than that of the space-mode waves via the ionospheric reflection. So, radio waves of 160 kHz propagating from the Oshima island received at RRL, Koganei consist of ionospherically reflected waves. But, the space-mode waves of 160 kHz via the ionospheric reflection are mostly absorbed through the ionospheric D region (altitude of 60 - 90 km), which is formed by the solar UV radiations during the daytime. Therefore, the radio waves of 160 kHz propagating from the Oshima island are received only during the nighttime (18 - 06 JST) at RRL, Koganei.

The Izu-Oshima volcano erupted first at the summit crater at 1718 JST on November 15, 1986. The night-time level of atmospherics 160 kHz received at RRL, Koganei showed intensity increases of about 10 - 20 dB above the quiet-day level of Nov. 13, 14 and 15, especially for 20 - 05 JST on Nov. 17, 18, 19, 20 and 21, 1986. The nighttime variations of intensity increases at 160 kHz have time variations of about 10 - 15 minutes. In a period from 21 JST of Nov. 17 to 05 JST of Nov. 22, 1986, there occurred volcanic activities such as eruptions and outflows of lava at the summit crater.

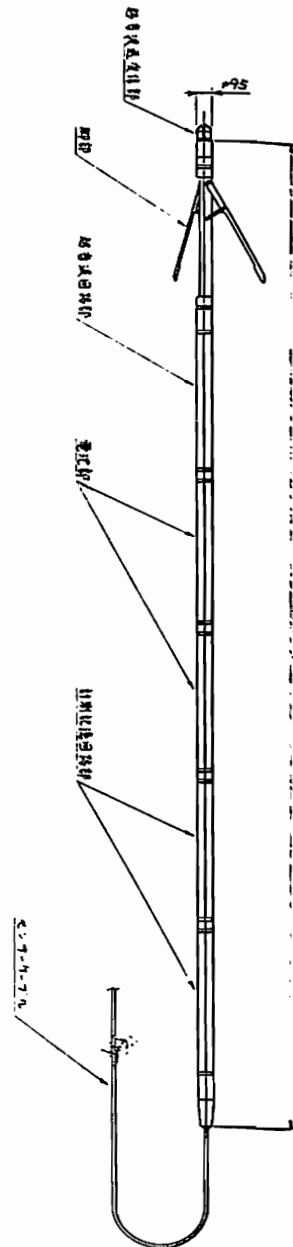
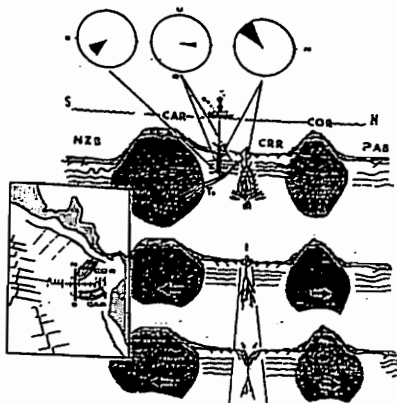
The weather maps obtained by the Japanese geostationary meteorological satellite (GMS) show no thunderstorm cloud, no rainy cloud and no front over the receiving site, RRL in the Kanto district during the above period.

Thus, the nighttime intensity increases of atmospherics 160 kHz seem to correspond to rapid outflows of lava from the summit crater of the Izu-Oshima volcano at times of eruptions. The nighttime intensity increases of 160 kHz disappeared after the night of Nov. 22, 1986. The similar intensity variations during nighttimes in the above period were also detected by the atmospherics receiver of 80 kHz at Inubo Radio Wave Observatory, RRL, Chyoshi, Chiba, Japan.

1. Results of measurements on the geomagnetic field distribution in Hole 504B, Costa Rica Rift, infer that there had been a multiple large blocky motion of crustal basement layers of the area during its formation in the past 6 Ma. A large deviation of the average basement magnetization imply as well that the formation have originated somewhere far from the present position and it has drifted to the present latitude with even larger speed compared to the speed of Nazca plate (relative to South America). A schematic diagram of the spreading and drifting ridges around the Costa Rica Rift zone is shown in the bottom left figure.

2. It is desired that the dewatering processes accompanied with the subduction of the Philippine Sea plate underneath Shikoku, Japan, can be detected by measuring thermal perturbation of the accretionary prism by using ODP deep holes into the formation. A special tool is designed for this purpose to measure long term (at least 2 years) downhole temperature. The system consists of subbottom temperature sensors (10 sets) hanging downhole about 800 meters from the top. Data will be acquired by use of a set of acoustic linkages of 10 to 14 KHz. There is an effort to develop a special hanger mechanism which can be deployed through drill string of inner diameter 95 to 100 mm. The device is essentially a set of spring supported tripod. Three slim arms which are placed back in slits of hangers stem will spring out after the hanger will have got through the bottom of the drill string and can sit on the top of a reentry cone.

Dewatering processes in the Trough has been suggested by D. Karig who has been a cochief scientist of Leg 87, DSDP as well as by others (i.e. A. Taira, S. Uyeda and others) on the basis of Heat Flow distribution of the area and on the evidences of hardening of land rocks in the adjacent area which is one of remnant products of the accretion tectonics of the Trough system. Similar dewatering and seapages of juvenile water through fault planes in the accretion prism are inferred from Barbados accretion system by Leg109, ODP. It is also interesting to observe if seepages of underground water through presumed fault zones (or layers) can be coseismic (or seismogenic) phenomenon. If this is the case, we will be able to detect it through a temporal change in thermal state of the hole within a certain length of observation time (less than a several months). Figure in the right shows a schematic structure of the long-term downhole thermometer with ten thermistor sensors molded in a line of strengthened insulation cords.



A GEOMAGNETIC FIELD MODEL BASED ON DE-2 MAGNETIC FIELD OBSERVATIONS

M. Sugiura¹, R. A. Langel², J. R. Ridgway³, K. Maezawa⁴, and Y. Sano¹¹Kyoto Univ., ²Goddard Space Flight Center,
³Science Application Research, ⁴Nagoya Univ.

An attempt is made to derive a geomagnetic field model from the magnetic field observations on the Dynamics Explorer (DE)-2 satellite. The spacecraft was launched on August 3, 1981 into an elliptic orbit with the initial orbit parameters of 309 km perigee, 1012 km apogee, 98 minute period, and 89.99° inclination, and was in operation for about 18 months from September 1981 to February 19, 1983 when it re-entered the atmosphere. Magnetic field observations were made with a tri-axial fluxgate magnetometer mounted on a 6 meter boom. The sampling rate was 16 vector samples per second. Although the primary objective of the magnetic field observation was to investigate the magnetic field perturbations of magnetospheric origin such as those from field-aligned currents, the data from this instrument have proved useful in deriving models of the main geomagnetic field. The basic limitation of the data is the accuracy to which the attitude of the magnetometer is known. In addition to the possible error of 0.1° of the boom position is the inaccuracy of knowledge of the spacecraft orientation, which is determined from infrared horizon scanners and from solar aspect sensors. The accuracy in the spacecraft orientation is estimated at 0.7° in roll and yaw and 0.5 in pitch. This compares with the overall attitude accuracy of 20 arc-seconds (0.006°) achieved with Magsat.

Data were selected from magnetically quiet days and such as to provide a global distribution. Poleward of 30° geomagnetic latitude we used scalar magnitude data rather than vector component data. Further, in the polar cap region a set of vertical component data was selected and added to the data base. In addition to the DE-2 data, available observatory data for 1979 through 1984 were included so as to permit a meaningful secular variation solution and proper reduction of the DE-2 data to the epoch of the model. Two minor "corrections" were made to the DE-2 data in the same manner as was done with the Magsat data (Lancaster et al., 1980). This method permits a simultaneous solution for the spherical harmonic description of the earth's field, for any constant or average fields fixed with respect to the spacecraft, and for any small rotational offset of the magnetometer with respect to its initially assumed orientation.

The derived geomagnetic field model, DE(6/87), is compared with the Magsat model. The paper discusses the contribution from the equatorial ring current, which is also included in the present analysis. A study of the secular variation is discussed in the accompanying paper.

DE - 2 磁場観測に基づく永年変化の解析

佐納康治¹, 杉浦正久¹, 前沢洲², R.A.Langel³, J.R.Ridgway⁴
¹京大理, ²名古屋大, ³Goddard Space Flight Center,
⁴Science Application Research

ANALYSIS OF THE SECULAR VARIATION BASED ON DE-2 MAGNETIC FIELD OBSERVATIONS

Y.Sano¹, M.Sugiura¹, K.Maezawa², R.A.Langel³, J.R.Ridgway⁴
¹Kyoto Univ., ²Nagoya Univ., ³Goddard Space Flight Center,
⁴Science Application Research

The secular variation of the geomagnetic field at 1982 is studied by comparing a new geomagnetic field model deduced from the DE-2 magnetic field observations with other models such as MGSI(4/81) and IGRF 1985. The westward drift velocity of the location of the eccentric dipole is found to be approximately $0.13^\circ/\text{year}$. It is shown that this velocity is highly correlated with the change in the rate of rotation of the earth with no time lag. This result differs from that of Kahle et al.(1969) in that they found the correlation with a lag of approximately seven years.

DE-2衛星の観測から、1982年における磁場のモデルが得られた。(杉浦他、今学会講演)このモデルによる磁場の分布図は、Magsatの1980年の結果と極めて近い。しかしながら、2つのモデルの差をとることにより、いくつかの磁気異常が、移動していることが確かめられる。また、偏心双極子の位置は、この2年間に約 $0.13^\circ/\text{年}$ の速さで西方移動したことが分かった。そこで、DE-2により作られた今回のモデルと、MGSI(4/81)、IGRF 1985など他のモデルとを比較することにより、1982年における永年変化の様子について考察を加える。

地球の自転の角速度の変化と、磁場の西方ドリフトの速度の速さの変化との因果関係が示唆されているが、この点についても論じる。例えば、図1はBall et al.による結果で、地球の自転の角速度(破線)と偏心双極子の西方移動速度(実線)に、約7年のおくれをもって、相関が見られる。しかし、図1では、1965年以後の様子が不明である。図2は、最近のモデルを用いて1940-1985年の偏心双極子の西方運動(X)と地球の自転の角速度(実線)とを比較したものであり、やはり良い相関が見られる(相関係数 $=0.85$)。しかし、この相関には、7年の遅れが認められない。

References:

A.B.Kahle et al. Nature, 223, 165, (1969)
 R.H.Ball et al. RM-5717-PR, The Rand Corporation, Santa Monica, California USA(October 1968)

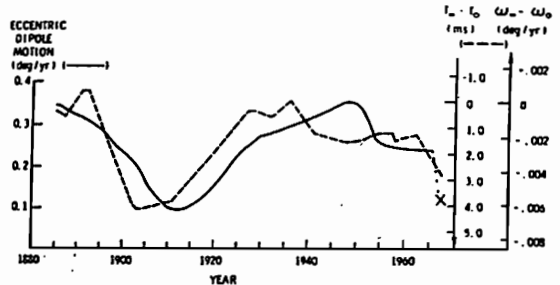


Fig. 1, Eccentric dipole motion and change in the length of a day (after Ball et al.)

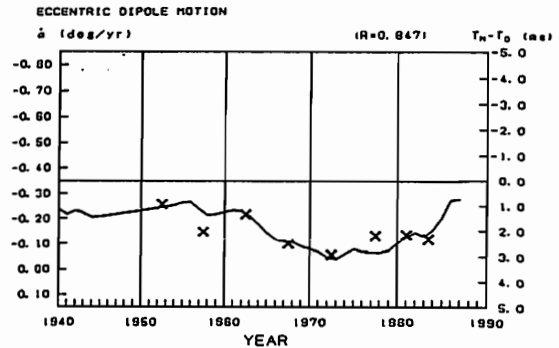


Fig.2 Comparison of the westward drift of the eccentric dipole with the change in the rate of the earth's rotation.

摂動を受けた単円板ダイナモの
統計的性質と摂動の影響

I - 17

松島政貴 本蔵義守
東工大理

STATISTICAL NATURE OF A PERTURBED DISK DYNAMO MODEL
AND THE EFFECT OF PERTURBATION

Masaki Matsushima and Yoshimori Honkura
Department of Applied Physics, Tokyo Institute of Technology

In the Cox model for polarity reversals of the dipole field, it has been assumed that the dipole field varies with a characteristic period of ten thousand years while the non-dipole field varies at random with a shorter time-scale. We examine the statistical nature of the Cox model using a perturbed single disk dynamo model which exhibits a periodic variation without the perturbation. We assumed that the perturbation corresponding to the the non-dipole field has a typical amplitude of 5~10% of that of the dipole field. Using this simplified model, we consider the effect of the non-dipole field on polarity reversals.

地球磁場の逆転を表すモデルの一つに Cox によるモデルがある。Cox model では、次のことが仮定されている。双極子磁場の原因となる双極子が地球中心にあり、10000年程度の周期で正弦変動する。一方、非双極子磁場の原因となる小さい双極子が核表面付近に存在し、中心双極子より短い時間(1000年程度)でランダムに変動する。そして、これらの双極子の軸方向の成分の和が符号を変えると磁場の逆転が起こり、その後は逆転時の極性を保ったまま正弦変動を続ける。

Cox model に基づき、単円板ダイナモモデル(Bullard model)に摂動を与えてその統計的性質を調べる。Bullard modelにおける磁場の変動は周期的変動を示すので双極子磁場として使い、非双極子磁場としては、振幅が双極子磁場の5~10%での大きさをランダムに変動する磁場を与える。摂動を受けた単円板ダイナモモデルは次のように表される。

$$\begin{cases} \dot{x} + \mu x = y(x + \Delta x) \\ \dot{y} = 1 - x(x + \Delta x) \end{cases}$$

ここで、 x 、 y はそれぞれ無次元化された電流(つまり磁場)、および角速度である。また Δx が摂動であり、Cox model でいう非双極子磁場に対応する。

Fig.1 に摂動を受けた Bullard model の磁場変動の例を示す。 $\mu = 3$ 、初期値を平衡点 $(x, y) = (1, 3)$ にとってある。また Δx は、周期 0.5 unit time (双極子の周期の1/10程度)の正弦変動と一様乱数の和で与えてある。

Fig.1 を見るとランダムな変動を示す非双極子磁場の影響を受けて、双極子磁場が不規則な変動を示し、極性の逆転を起こしている。しかしながら、非線形自励ダイナモを考えるにあたり、非双極子磁場にも双極子磁場の影響が及んでいると考えるべきである。ここでは、この単純化されたモデルを使い、磁場逆転に関する非双極子磁場の影響を考察する。

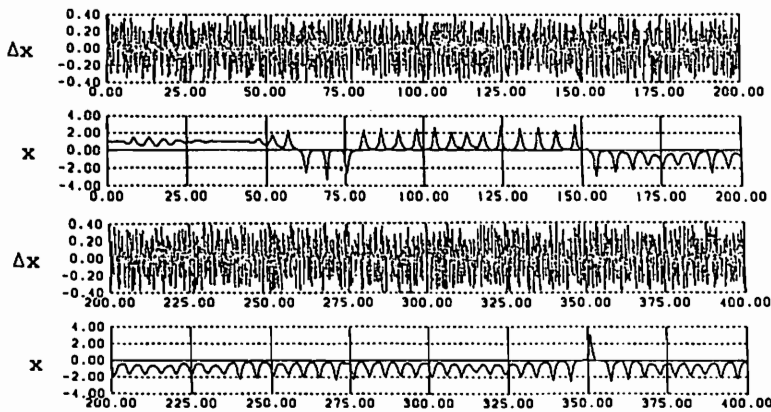


Fig. 1. Δx denotes perturbation, and the magnetic field x is derived from a perturbed Bullard model for $\mu = 3$.

Bullard-Gellman dynamo の 固有値のパラメータ依存性

遠藤 尚彦 ・ 河野 長
(東工大理)

THE DEPENDENCE OF THE EIGENVALUE OF BULLARD-GELLMAN DYNAMO ON THE PARAMETER

Takahiko Endo Masaru Kono
Tokyo Institute of Technology

Only a limited numbers of harmonics and velocity fields have been included so far in the calculation of Bullard-Gellman dynamo model.

We developed a scheme by which we can expand the magnetic fields in spherical harmonics to arbitrary degrees for given velocity fields.

Assuming that the radial dependence of a velocity fields given by $\xi r^l (1-r)^m (1+r)^n$, we investigated the dependence of eigenvalues on the maximum degree of harmonics, the type of velocity fields and the parameters: ξ, l, m, n .

定常な場合の induction equation は、差分化によって固有値問題に置き換わる。このことが、Bullard & Gellman によって示されて以来、多くの人々がその固有値を計算をしてきた。

計算された固有値は、速度場のタイプと半径への依存性 (radial function の形)、spherical harmonics の展開次数、差分の分割数に依存している。それ故、様々な場合についてその振舞を調べてみることに固有値の性質を知る上で大切である。しかし、過去になされた計算例では、速度場として Bullard & Gellman (1954) の計算で取り上げられた T_1^{0c} & S_2^{2c} の組合せ、あるいは、それに準ずるものがほとんどで、又、radial function も $r^3(1-r)^2$ 等、数種類の関数形しか扱っていない。

Radial function が $\xi r^l (1-r)^m (1+r)^n$ の形で与えられると仮定すれば、固有値が $5N+2$ 個のパラメータ (N は速度場のタイプの数) で決まることを利用し、パラメータを指定して実の最小固有値を求めることができる。今回、次の2つの場合について、パラメータを変えた時の固有値の振舞について報告する。

1) ξ 依存性

速度場を T_1^{0c} & S_2^{2c} に定め、その radial function を $T(r) = \xi r^3$ $S(r) = r^3(1-r)^2$ とした時の に対する固有値の変化を展開次数、分割数を変えて計算してみた。その結果、実固有値がある ξ の値を越えると複素数になることによる最小固有値の不連続変化が見つかった。ここでは、固有値の不連続変化の様子、及びそれに伴う induced fields の変化についても報告する。

2) 速度場のタイプへの依存性

速度場として、 S, T がそれぞれ1種類であると仮定し、radial function を (1) と同じ形にして、様々な組合せで固有値を計算してみた。現在まとめ中であるが、その結果について報告する。

星 雅之、河野 長
(東工大)

RIKITAKE DYNAMO AS AN ANALOG MODEL OF THE GEOMAGNETIC FIELD

Masayuki Hoshi, Masaru Kono
Tokyo Institute of Technology

Rikitake's two-disk dynamo provides a good analog of the polarity reversals of the geomagnetic field. For the combination of the two parameters k and μ , where k is determined by initial condition and μ depends on the constants of the circuit, polarity intervals closely follow an exponential distribution for shorter intervals, with numerous longer intervals also present. This is similar to the observed geomagnetic reversal records. We examine characteristics of the polarity reversals of Rikitake dynamo by numerical investigation for various combinations of the parameters.

力武ダイナモは電流の極性の逆転を起こし、更にパラメータ（初期値 k 、回路の電気的定数 μ ）の組合せ方により逆転の統計的性質がカオスになる（Ito 1980）ことから、地球磁場のアナログモデルと呼ばれている。昨年春の学会では、力武ダイナモの強度分布は地球磁場のように正規分布にはならないことを示したが、今回は電流の極性が逆転する様子について調べた。

Fig. 1 に力武ダイナモに流れる電流の時間変化を示す。振動電流は振幅が次第に増大し、その強度が 0 に達した時点で極性逆転が起きている。振動電流の振幅（極値の平衡点からのずれ）の増加の様子を Fig. 2、Fig. 3 に示す。Fig. 2 は逆転した時刻を 0 としそれ以前の振幅の増加を示している。また、Fig. 3 はある周期と次の周期の振幅の比を、 $k=2.0$ $\mu=1.5$ の場合について示した。双方の図とも、極値が平衡点より大きい場合と小さい場合とを分けて示している。Fig. 2 より、逆転近くを除けば、電流振動の振幅は逆転が起こるまでの時間によって一意的に与えられる。しかし、逆転近くになると振幅の僅かな差が次の周期では非常に拡大されてしまう。Fig. 3 を見れば振幅が大きくなるに従って増加率がかなり急激に増えて行くのが分かる。従って逆転直前の振幅は逆転毎に違ってくる。他の (k, μ) についても Fig. 2, 3 共にほぼ同じ結果を与える。

力武ダイナモでは、逆転直前の振幅が大きい程逆転直後の振幅は小さくなり、その後の極性継続時間も長い。また異なった (k, μ) の組合せで比較すると、逆転直前の振幅が同じでも、極性継続時間の長いものが存在する場合の方が逆転直後の振幅が小さくなる。

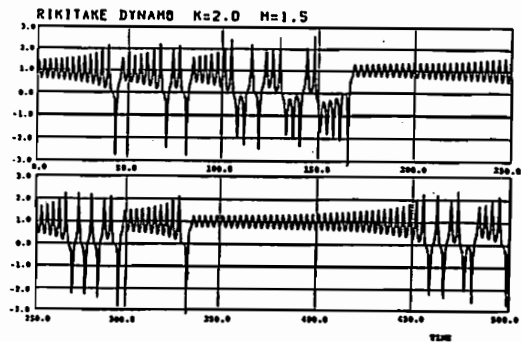


Fig. 1

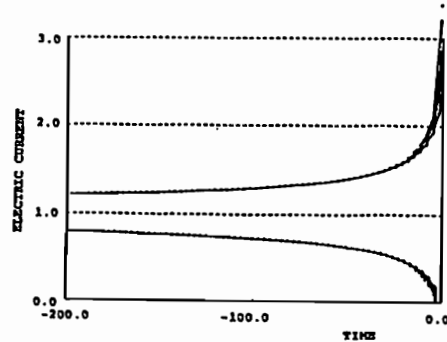


Fig. 2

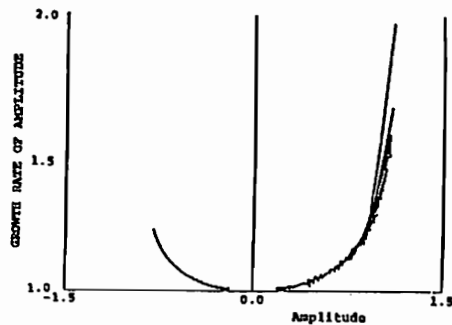


Fig. 3

横田 義夫

RELATION BETWEEN THE PLATE TECTONICS AND THE GEOMAGNETIC FIELD
YOSHIO YOKOTA
MEMBER

The motive force of the Plate Tectonics on the Earth is depend on the reversals of the Geomagnetic Field

私は、かねてより地球上の大陸がその運動と思われろるものを南北に向けていことに関心をもち、検討の結果、磁性体と参する大陸の反転、移動する地球磁場による力を知り、逆磁場の多い古生代には多くの大陸が逆転しを磁極へ向けて回転、移動して、超大陸ゴンドワナ大陸を形成し、正磁場の中生代以降には、これ等の大陸が正磁極へ向けての回転移動によってゴンドワナ大陸は崩壊 分散して、現在はこの分散の過程にあるものと参入するに至る。更にこの経過を北米大陸によって試してみると、逆磁場の多い古生代には、大陸の東方を南へ向けて移動している逆磁中の古地磁気極へ、正磁場の多い中生代以降には、大陸の西方を北へ向けて移動している古地磁気極へ向けて回転、移動している。そしてその結果として、この東方へ向けての回転は、東岸一帯にアパラチア造山帯をつくり、西方へ向けての回転は、西岸一帯にブルグイシラ造山帯をつくり、北方へ移動している地磁気極へ向けての移動による、カナダ北部にも造山帯をつくり、この地球磁場の反転、移動による北米大陸の回転、移動は Spall の示す先カンブリア時代の古地磁気極の軌跡にも見られ、この Spall の地球磁場のサイクルを Gaspar の示す全世界のカマロウ岩や炭成岩の古来年代から推定した造山運動のサイクルと一致していることは、北米大陸に限らず世界

の造山運動が地球磁場の反転によることと示し、世界の大陸プレートが地球磁場の反転による回転、移動によっていことと見られている。又 Oldenburg & Brunne の実験で見られることと、世界の各大陸の回転、移動が新たにその周辺にプレートの生成、崩壊を促し、結局、プレートテクトニクスその原動力は、地球磁場の反転による大陸の回転、移動によるものと参入するに至り、この検討の経過を示して皆様の御批判を頂戴して参入している。

大野正夫 浜野洋三
(東大地震研)

PALAEOMAGNETIC STUDY ON VOLCANIC ROCKS IN
IZU-OHSHIMA ISLAND

Masao Ohno, Yozo Hamano
(Tokyo Univ.)

Palaeomagnetic study on the volcanic lava flows from the Izu-Oshima Island were made. These rocks have stable remanences and their NRM intensities are very high. Stable directions for these rocks were obtained by progressive alternating field and thermal demagnetization. The obtained variations of the palaeomagnetic field covers the past 15 hundred years.

伊豆大島には、年代の比較的正確にわかっている歴史溶岩が多数存在し、過去の地球磁場を詳しく知る上で大変有効な場所である。

今回我々は図1のSiteでサンプリングを行い、段階交流消磁、段階熱消磁によって磁化の方向を求めた。

サンプリングは全てエンジンドリルを用いて行い、サンプルの方向づけには、Sun-compassを用いた。

磁化の測定は、東京大学地震研究所のスピナー磁力計を用いて行なった。自然残留磁化強度は大変強く、概ね、 $1-3 \times 10^{-2}$ emu/cc のものが多かった。

段階交流消磁は、各Site 5-10個のサンプル全てについて行なった。5-10 mT Step, 最高50 mTの段階交流消磁を行い、ほとんどのサンプルについてZijderveld Projection上で原点に向かう安定な成分を得て、そのサンプルの磁化の方向とした。また、個数は少ないが、段階熱消磁においても、ほぼ同様の結果を得ている。

図2は、段階交流消磁によって得られた磁化方向を各年代ユニットごとにまとめて平均をとったものである。



Fig.1 ▲ shows sampling sites.
(after Oki et.al.(1978))

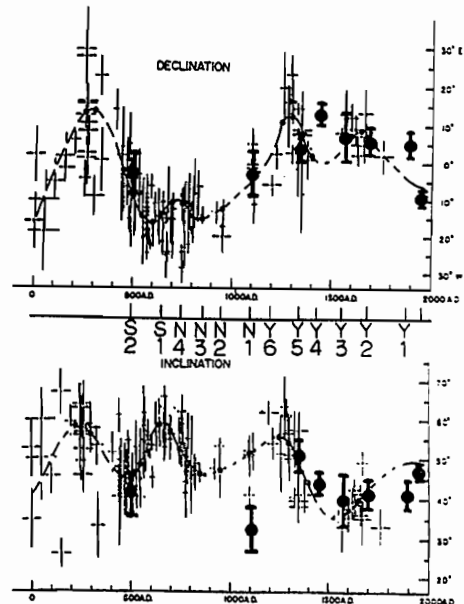


Fig.2 Solid circles are after AF demagnetization. (after Hirooka (1971))

秋元孝敏. 八か岳研究クル-フ*

幕張北高, *東大海洋研, 東大地震研, 千葉大理, 北大教養, 東北大理, 上越教育大

PALEOMAGNETIC STUDY ON YATSUGATAKE VOLCANIC CHAIN

T. AKIMOTO and Yatsugatake Research Group

Makuhari-kita High School, Chiba

Results of paleomagnetic study of Yatsugatake Volcanic Chain indicate the followings: i) Kasuga pyroclastic layer which is a member of basement of Yatsugatake Volcano has a negative polarity and is correlated with the Matuyama Reversed Epoch, ii) almost upper layers from Kasuga pyroclastic layer show positive polarities, iii) two negative layers are recognized in upper layers, one of which may be correlated with the Brake Event. Declinations of upper layers are predominantly the eastward.

八か岳火山列は第四紀全体にわたって火山活動が続いた火山列で、その古地磁気学的特徴を明らかにすることは、日本の第四紀古地磁気編年の研究上、極めて有意義である。この地域の地質および火山層序については河内(1974, 75, 77)によって詳しくまとめられており、最近では兼岡等(1980, 83)によっていくつかの熔岩流の絶対年代が測定されている。古地磁気の測定は、層序および年代の明らか約85の噴出物について行い、結果は各活動期ごとにまとめた。火山層序、絶対年代および測定結果を表に示す。

先ず全体の結果から明らかにしたことは、i)八か岳火山の基岩を構成する春日火山岩類は、逆帯磁を示し松山逆転期に対応している。ii)同層より上位の噴出物は、ほとんどが正帯磁を示すが、一部逆帯磁を示すものも認められ、ステージII-2下部の逆帯磁は、Brake Eventに対比される可能性が大きい。少し詳細に測定結果を検討すると正帯磁のものも逆帯磁のものも、その一部に地球双極子磁場からずれた東偏しているものが認められる。このずれが何を意味するのかは現在明らかではない。この地域の構造的运动、当時の地球磁場等を検討する必要がある。現在、八か岳火山の重力測定と三成分磁カ計による地磁気の測定も行っており、古地磁気の測定結果と合せて、火山全体の構造を明らかにしたい。

Age	Stage	Polarity	Magnetic Chron	
Ma	Younger Stage	II-6	N	.11?
		II-5	N	
		II-4	R	
		II-3	R	
.05	II-2	N	.11?	
.1		R		
2	II-1	N	.73	
.3	I-2	N		
		R		
.4	I-2	N		
		R		
.5	Older Stage		.73	
1.0		R	.92	
1.5		R	.97	
		I-0	N	

Brunhes-Matuyama逆転境界における堆積岩を用いた
地球磁場強度の変化について

岡田 誠・新妻信明
静岡大理

DETAILED PALLOINTENSITY RECORDS IN MARINE SED
DURING BRUNHES-MATUYAMA GEOMAGNETIC REVERSAL.

M.Okada & N.Niitsuma
Inst.Geoscience Shizuoka Univ.

We carried out an extensive paleointensity study of the Brunhes-Matuyama reversed-to-normal polarity transition. It is recorded in marine sediments from Boso Peninsula, central Japan. The paleointensity estimation during the geomagnetic reversal have been made by normalization with anhysterisis remanent magnetization. As the result, we can find cyclic changes in the latitude and longitude of VGP, however, we can find only broad changes in the paleointensity. And the duration of the broad change in the paleointensity is about 4000 years.

・はじめに.

前々回の福岡, 及び前回の千葉において我々は, 地球磁場逆転期間中のVGPが, かなり頻繁にそして瞬間的に動き, 推定される地球磁場強度が一桁近く減少していることと, そのVGPの経度が, ほぼ800年の周期で西に向かって移動し, 非双極子の西方向移動の影響が考えられることを発表した. 今回は, 堆積物のNRHをARMで規格化することによって地球磁場強度を推定し, また測定範囲を広げることによって, 当時の地球磁場強度の変化について新たな知見が得られたので, ここに報告する.

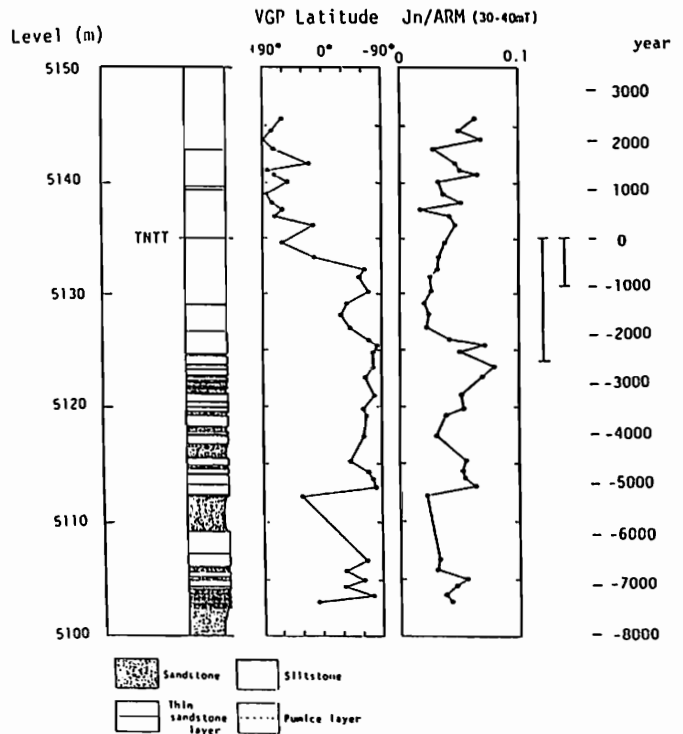
ている. この地球磁場強度の変化に要する期間は3000~4000年程で, これを地球磁場逆転に要する期間と考え, 溶岩流を用いて行われてきた今までの研究(例えば, Prevot, et al. 1985)などの結果と整合的である.

・地球磁場強度の推定方法

まず, NRHを30mTと40mTで消磁し, その間の成分を取出す. つぎに, そのサンプルにARMをつけ, 30mTと40mTで消磁してその間の成分でNRHの30mT-40mT成分を規格化する. こうして得た値を当時の地球磁場の強度と考える.

・考察

右下の図は, Brunhes-Matuyama磁場逆転境界付近の砂質泥岩を1mおきに3つずつ測定し, その平均をプロットしたものである. この図において, VGPの緯度が火山灰鍵層INTIの下2m付近で急激に南極から北極へ移動しているのに対し, 推定される地球磁場強度の方はINTIの下10m付近から比較的急に減少しはじめ, その強度がほぼ4分の1程度になったところで緩やかな増加をみ



伊藤 孝・政枝 宏・大村一夫 (株式会社ダイヤコンサルタント)

Paleomagnetism of the Omma Formation of the early pleistocene age distributed in Kanazawa City, Ishikawa Prefecture, Central Japan.

Takashi Ito, Hiroshi Masaeda and Kazuo Ohmura (Dia Consultants Co. Ltd)

Paleomagnetic measurements have been made on sandstone samples collected from 26 horizons ranging from the lower and middle part of the Omma Formation exposed along the Sai river floor.

The measurements were conducted with the Ring-core-type Flux-gate Spinner Mag. and Cur.-regulated Three Axial A.F.D. (Koyama and Niitsuma, 1983).

A reversal polarity is obtained from most samples, and three normal polarity events are recognised among some samples. According to recent biostratigraphical studies on nanoplankton, (Takayama et al., 1987, in press), the reversal polarity will be correlated with the Matsuyama Reversal Epoch and the latest normal polarity event of the three will be with the Jaramillo Event.

本研究は、石川県金沢市周辺に分布する大桑層の古地磁気編年を行うことを目的として昭和61年から行っているもので、途中段階ではあるがその結果について報告する。

本研究の対象地域は大桑層の模式地と言われる金沢市大桑付近を流れる犀川河床(36° 32'N, 136° 41'E)である。露出部分の層厚は約186mであり、大桑層最下部～中部に相当する。試料採取層準は200分の1地質柱状図で選定し、26層準から採取した。その層位間隔は1.2～29.6mである。試料採取は20×20×10cm(縦×横×深さ)位の方位ブロックサンプルをつるはし等で切り出して行った。これは大桑層が主として半固結状のシルト質砂からなり、現在手持ちのコアドリルではコア採取が不可能であったからである。ブロックサンプルは室内において、一層準につき3個の試料をのこぎり等で適当な大きさに切り出した後、プラスチック製のナイフで整形し、一辺が2.2cmの立方体プラスチックケースに入れて測定用試料とした。

残留磁気測定には静岡大学理学部新妻研究室のリングコア型フラックスゲート回転磁力計と電流制御式3軸交番磁場消磁装置を使用させて頂いた。

26層準の試料のうち15層準の試料については5mTおきに30mT～40mTまでの段階的交番磁場消磁を行った。NRHと30mT～40mT消磁後の強度の比は0.72～18.9である。残りの試料については25mTと30mTの交番磁場消

磁を適用した。消磁後の残留磁気強度は $7.67 \times 10^{-7} \sim 1.80 \times 10^{-4}$ (KA/m)の範囲にありNRHと消磁後の強度の比は0.33～42.89である。

測定結果をFig. 1に示す。多くの層準は逆帯磁を示すが、下位より6～12m, 35～44m, 88～118mの層準は正帯磁を示す。同地点で高山他(1987, 石油技術協会誌印刷中)が行ったナンノプランクトンの研究結果を参考にすれば、測定層準は松山逆帯磁期に対比され、さらに88～118mの正帯磁イベントはハラミロイベントに対比される可能性がある。

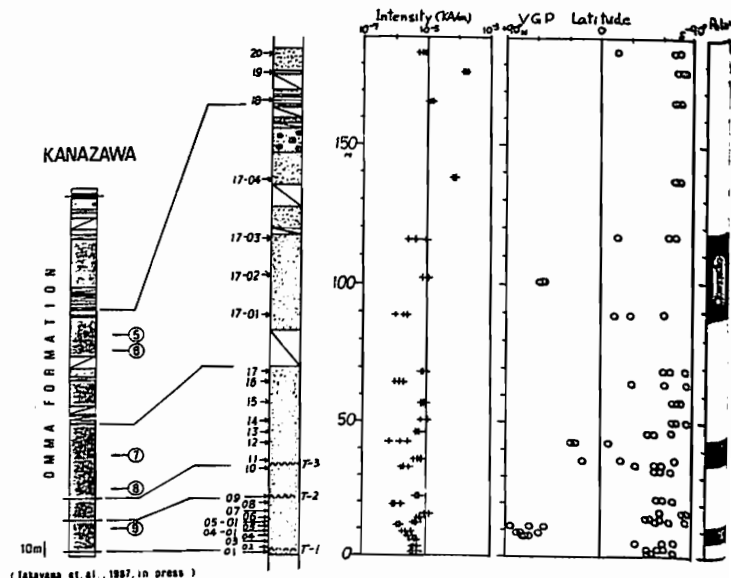


Fig. 1 Results of Paleomagnetic measurements of the Omma formation. The samples were measured 125mT or 30mT (Sample No 12, 16) AF demagnetization.

I-25 古地磁気学的手法による神戸層群の年代決定

糸田千鶴・森永遠男・井口博夫・石田志朗・安川克己
* 神大理 ** 京大理

THE AGE OF THE KOBE GROUP, THE SOUTHWEST JAPAN, FROM PALEOMAGNETIC STUDY

Chizu ITOTA*, Hayao MORINAGA*, Hiroo INOKUCHI*, Shiro ISHIDA**, Katsumi YASKAWA*
* Faculty of Science, Kobe University, ** Faculty of Science, Kyoto University

In order to determine the age of the Kobe Group, one of the Setouchi Miocene Series, paleomagnetic measurements were made on tuff samples from 21 sites. Reliable paleomagnetic directions were obtained from five sites, from the lower to the upper Kobe Group. The declinations of these directions ranged from the northeast to the east ($42^\circ \sim 96^\circ$). These directions are similar to the paleomagnetic directions before 15 Ma obtained from rocks in the southeast Japan. Therefore, we conclude that the rocks of the Kobe Group had been formed before 15 Ma.

六甲山地西縁部と三田盆地に分布する神戸層群は、多数の凝灰岩を含む淡水性堆積岩から成る。形成年代は、層序学的、あるいは、植物化石による推定により、新第三紀中新世（25 Ma - 5 Ma）に形成されたと考えられているが、詳細は明かでない。古地磁気的手法により年代決定を試みた。

西南日本各地の岩石の残留磁化が15Maを境に大きく変化していることが報告されている。それらによると、15Ma以前の偏角値は、約 50° の東偏をしめし、それ以後のものは、ほぼ北を向く。この偏角の急変は、西南日本の時計回りの回転運動によると考えられている。このような偏角の変化の特徴を利用すれば、年代のはっきりしない岩石の形成年代に上限あるいは下限を与えることができる。

磁化測定用の試料としては、神戸層群中に多数含まれる凝灰岩を用いた。

前回は、神戸層群全般に渡る17地点から採取した試料のうち、集中度の良い値の得られた7地点の磁化方向について報告した。3地点からほぼ北向き（ $-8^\circ \sim -15^\circ$ ）の磁化方向が、4地点から東偏した（ $42^\circ \sim 96^\circ$ ）磁化方向が得られた。これより、15 Ma 以前に既に形成されていた部分があることは、明らかになった。

今回、この偏角の東偏がどの層準にまで現れるかを、明らかにするため、上部の凝灰岩から4地点で試料採取を行い、その磁化を測定した。その結果、1地点（サイト20）から集中度の良い磁化方向を得ることができた（ $D=-97^\circ, I=-53^\circ$ ）。伏角が負であるからこの磁化は、逆磁極期に獲得したと考えられる。正帯磁に変換すると、この磁化方向も東偏した値となる。

これら8地点のうち、偏角の東偏を示すサイト20は最上位にあり、同層準のサイト12, 13は磁化方向が北向きである。同じ層準の凝灰岩にみられる二つの磁化方向のうち、偏角が北向きのものは、現在の地球磁場と同じ方向で、二次磁化である可能性が高いと考えられる。また、下位の凝灰岩より得られた北向き磁化方向（サイト6）についても、同様な解釈ができる。

神戸層群の上位から下位までの凝灰岩の特徴的な磁化は、総て東偏した偏角値を示す。この偏角の東偏は、神戸層群が、15Ma以前（西南日本の回転前）に形成されていたことを示唆する。

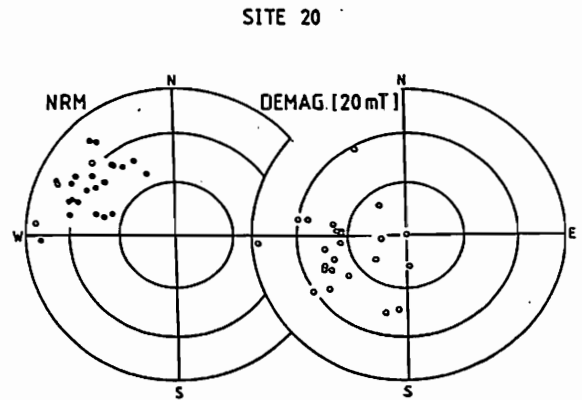


Fig.1 Magnetic directions of the specimens before and after demagnetization are shown by equal area projection.

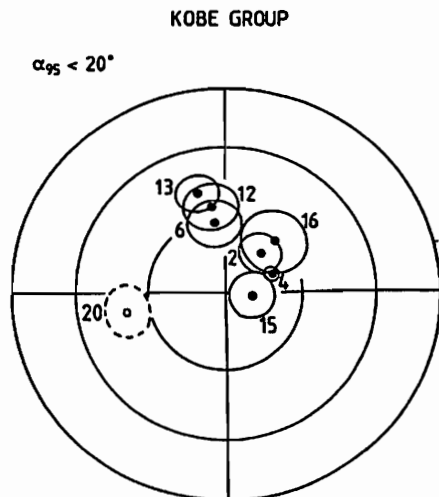


Fig.2 Site - mean directions with 95% confidence circles.

浜野洋三 網川秀夫 斎藤靖二 木川栄一
 (東大地震研) (東海大学) (科学博物館) (東大地震研)

MAGNETOSTRATIGRAPHY OF THE CRETACEOUS-TERTIARY
 BOUNDARY IN EASTERN HOKKAIDO, JAPAN

Yozo Hamano, Hideo Tsunakawa, Yasuji Saito and Eiichi Kikawa
 (Tokyo Univ.) (Tokai Univ.) (Sci. Musium) (Tokyo Univ)

Results of the paleomagnetic study on a continuous marine sedimentary sequence in eastern Hokkaido are reported. The sequence spanning the Cretaceous-Tertiary boundary has been identified on the basis of planktonic foraminifera by Saito et al.(1986). Inclinations and declinations of the obtained stable paleo-field directions are plotted as a function of the thickness in Fig. 1.

北海道東部地域の古地磁気に関しては、昭和61年春の学会で報告した。これは昭和60年の調査で得られた試料についての結果であったが、この段階では試料の数が十分でないために白亜紀—第三紀境界付近の古地磁気層序を決定するには至らなかった。このため昭和61年夏に同じ地域の再調査を行い岩石試料の採集をした。今回はこれらの新たな試料についての古地磁気測定の結果を報告する。今回の試料については主として段階的交流消磁を行い、Orthogonal plotから安定磁化方向を求めた。図1に求められた安定磁化方向の伏角(I)と偏角(D)の層序を示す。白亜紀—第三紀の境界は山形大の斎藤、海保らにより浮遊性有向虫化石にもとずいて決定されている。求められた正逆の層序をCox(1982)のタイムスケールに当てはめると、図の調査地域は約20Maの時代をおおうことになり、平均の堆積速度はおよそ1.2cm/1000年となる。

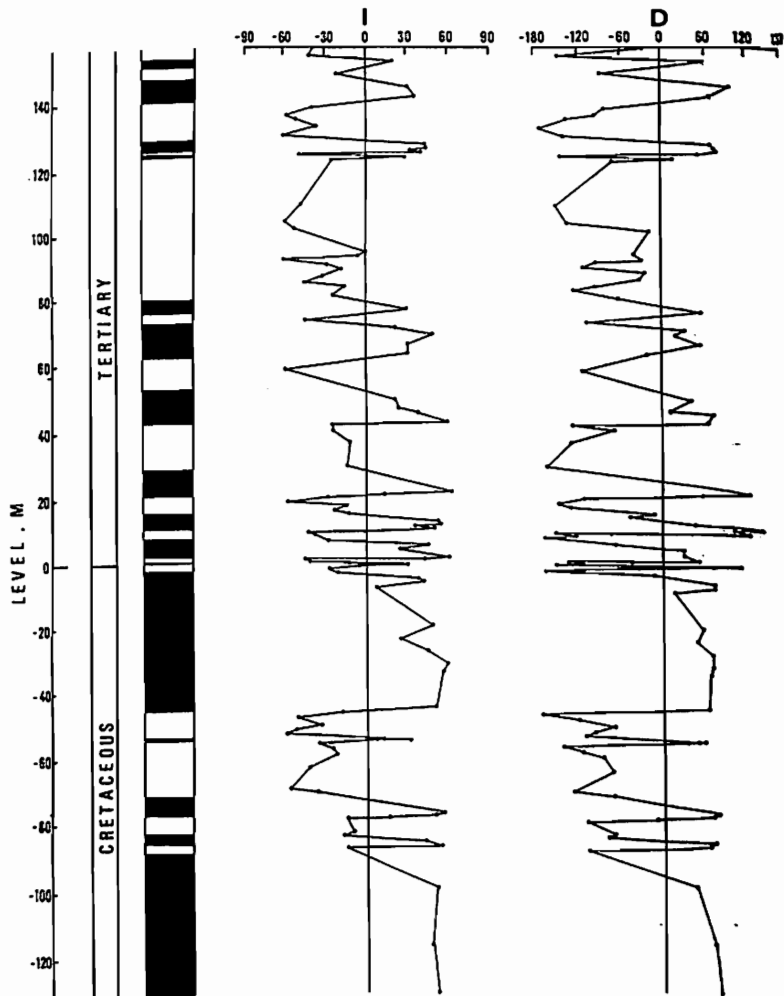


Fig. 1 Magnetostratigraphy of the sedimentary sequence in eastern Hokkaido, Japan. I and D are the inclination and the declination, respectively.

ジュラ紀磁気反転系列の改編

- 白鳳丸KH87-3東マリアナ海盆航海の成果 -

玉木賢策、中西正男、佐柳敬造、小林和男

東大海洋研

REVISION OF JURASSIC GEOMAGNETIC REVERSAL SEQUENCE

- RESULTS OF KH87-3 RESEARCH CRUISE BY HAKUHO-MARU AT THE EAST MARIANA BASIN -

K. Tamaki, M. Nakanishi, K. Sayanagi, and K. Kobayashi

Ocean Research Institute, University of Tokyo

The research cruise KH87-3 by R/V Hakuho-maru was carried out in July, 1987 to improve the mapping of the Jurassic magnetic anomaly lineations of the western Pacific and also to improve Jurassic geomagnetic reversal sequence. Five small events were newly observed between M28 and M29 at the oldest parts of the Japanese lineation set. The revision of this sequence suggests that M30 to M38 anomalies previously observed by Handschumacher and Gettrust (1985) should be reordered as M29 to M37.

1987年7月に白鳳丸KH87-3研究航海によって、西太平洋東マリアナ海盆のジュラ紀磁気精状異常の観測を行なった(第1図太線)。今回の観測の目的は、磁気精状異常のマッピングによるジュラ紀太平洋のテクトニクスの解明と、まだ不十分にしか明らかにされていないジュラ紀磁気反転系列の改編であった。ここでは、このうち、後者の観測目的の結果であるジュラ紀磁気反転系列の改編について主に報告する。

今回の観測のターゲットはJapanese磁気異常群のジュラ紀の部分、とくにM20(149Ma)より古い部分に設定した。Japanese磁気異常群が、現在地球上に残されている海洋の磁気異常群の中で最も良くジュラ紀磁気異常を保存しているからである。また、本航海の観測路線は、米国NOAAの地球物理データセンター(NGDC)のデータベースに取められている過去の東マリアナ海盆における全海上磁気異常データ(第1図細線)を慎重に検討して決定した。その結果、従来のジュラ紀磁気反転系列(M21~M38)を大幅に改良することに成功した。

ジュラ紀磁気反転系列に関する今回の改良点の最も大きな点は以下の2点である。

1. 従来、全くイベントの設定されていなかったM28とM29の間に新たに5つのイベントが存在することが明らかになった。
2. Handschumacher and Gettrust(1985)によって提唱されていたM30~M38の磁気反転系列は、M29~M37に訂正されるべきであることが明らかになった。

本航海では、今回改編したジュラ紀磁気反転系列を使用して、従来同定の困難であったマリアナ海溝東方の磁気精状異常(M21~M37)の同定にも成功した。さらに、同時に実施したエアガンによる地質構造探査結果も合わせてODP(国際深海掘削計画)の掘削サイトを選定し、ジュラ紀磁気反転タイムスケール改編のための掘削プロポーザルを提出する計画である。

REFERENCES

Handschumacher, D. W., and J. F. Gettrust, Mixed polarity model for the Jurassic "Quiet Zones": new oceanic evidence of frequent pre M-25 reversals, *EOS Trans. AGU*, 66, 867, 1985.

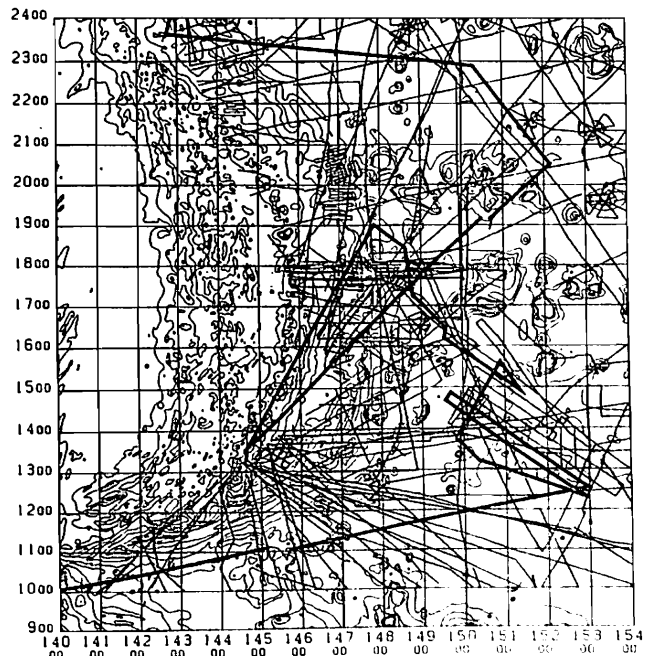


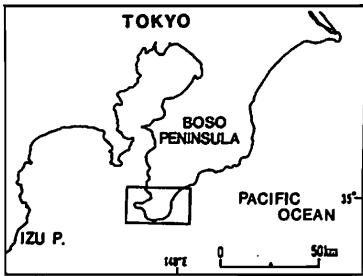
Fig.1 Ship's tracks of KH87-3 research cruise (thick line).

小山真人(東工大理)・小竹信宏(東大理)

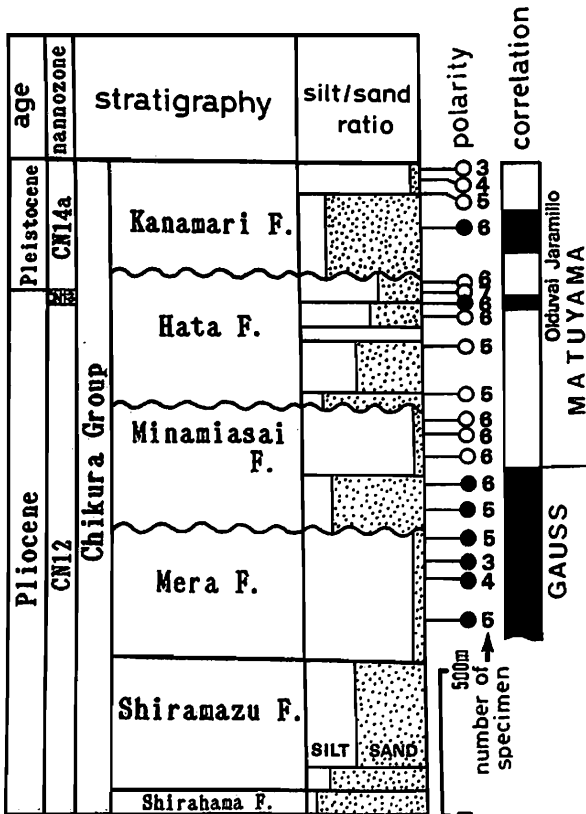
Paleomagnetism of the Chikura Group in the Southern Boso Peninsula

Masato Koyama (Tokyo Institute of Technology)
and Nobuhiro Kotake (The University of Tokyo)

Paleomagnetic survey was made on the Plio-Pleistocene Chikura Group in the Southern Boso Peninsula. Stability of remanent magnetization of about 100 oriented specimens, of which lithology is marine siltstone and fine tuff, was examined by alternating field and thermal demagnetizations. The reliable paleomagnetic direction after demagnetization and tilting correction shows clockwise 12° deviation of declination. This suggests that the study area has clockwise rotated since the early Pleistocene age.



MAGNETOSTRATIGRAPHY OF CHIKURA GROUP



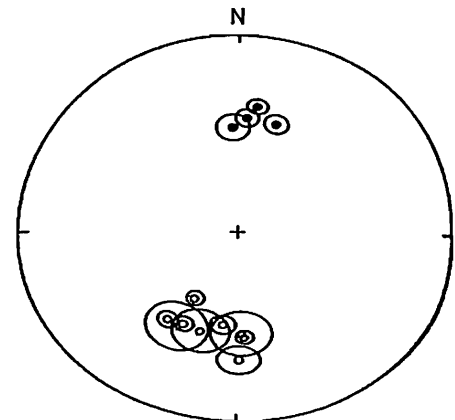
F.: Formation

房総半島南端(図)には千倉層群と呼ばれる2000mを超える厚い海成層が分布しており,層序・化石年代・堆積環境がよく調べられている(小竹,1987,地質雑,投稿中)。伊豆地塊の衝突に関連した本州の変形を明らかにする仕事の環として,千倉層群の古地磁気測定を行なった。

試料のほとんどはbioturbationに富む海成のシルト岩あり,少量の凝灰岩を含む。NRM強度は $10^{-5} \sim 10^{-4}$ kA/m (emu/cc)のオーダーであり,多くの試料のMDFは $10 \sim 20$ mT範囲にある。45mTまでの段階交流消磁および600°Cまでの段階熱消磁結果に基づいて残留磁化の安定成分を抽出し, fold testによってその初生磁化としての信頼性を確かめた。

産出する石灰質ナンノ化石に基づき,得られた古地磁気極性のうち下部の正帯磁層準はGauss正磁極期,上部の二の正帯磁層準はそれぞれOlduvaiおよびJaramillo亜期に比することができる。

中~上部の南朝夷層・畑層・神余層の3層については逆両帯磁の磁化方向がantipodalな分布を示し,かつ時計まわり方向に12°の偏角のずれが認められる。この偏角の異常は,大磯丘陵(小山ほか,1986)や三浦半島(Yoshida et al.,1984),丹沢山地(太田ほか,1986)においてすでに報告されている時計まわりの偏角異常とconsistentであり,伊豆地塊の本州への突入を反映している可能性がある。



(after tilting correction)

伊藤康人・鳥居雅之（京大理）

ROTATION IN THE VICINITY OF THE ITOIGAWA-SHIZUOKA
TECTONIC LINE INFERRED FROM PALEOMAGNETIC STUDY

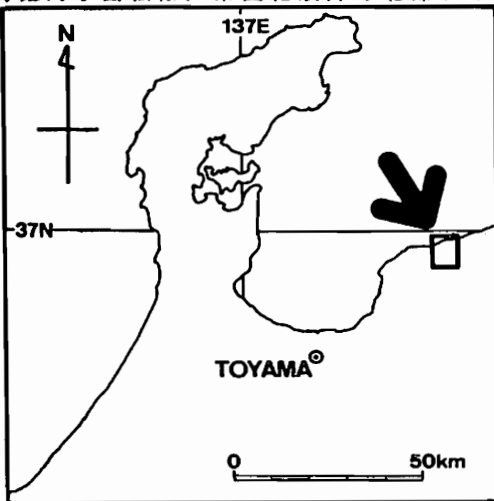
Yasuto ITOH and Masayuki TORII

Department of Geology and Mineralogy, Kyoto University, Kyoto, Japan

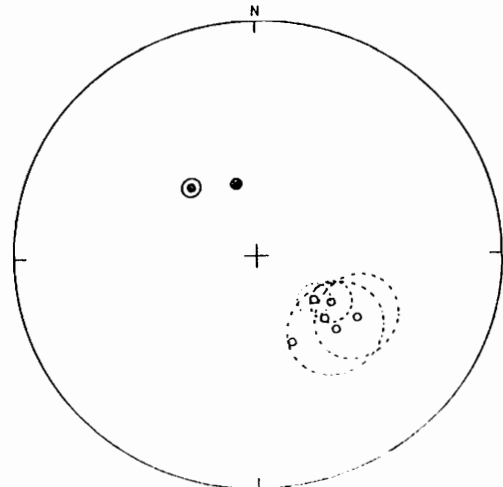
A paleomagnetic study has been carried out on the Cenozoic strata from Tomari area which is situated in the western neighborhood of the Itoigawa-Shizuoka tectonic line. Progressive demagnetization test reveals that the eight sites among eleven have stable primary magnetizations. The eight sites range from Paleocene to Late Pliocene in age. All of the sites show westerly deflected declinations. In comparison with the expected field direction estimated from APWP of Southwest Japan, the present data indicates that the Tomari area rotated counter-clockwise relative to Southwest Japan in Middle Miocene (as much as 50°) and since Late Pliocene (as much as 50°).

古地磁気学的研究の結果、中部地方が西南日本に対して反時計回り回転を行ったことが明らかになってきた (Itoh, 1986; 伊藤・伊藤, 1987)。これまでに得られたデータから見て、石川県西部から富山県東部にわたる広い地域では、反時計回り回転を伴う構造運動は中期中新世の短い期間に生じたと考えられ、それ以後に回転運動は彼っていない。今回は富山県の東端部にあたる泊地域の古地磁気データを報告する。泊地域は糸魚川 - 静岡構造線の西方約25kmに位置し (第1図参照)、古第三紀から鮮新世までの堆積岩・火成岩が分布している。それらは西に傾斜する同斜構造を示し、顕著な褶曲や構造に斜交する断層は発達しない。新第三系については伊藤 (1985) が微化石層序学的研究を行い、中期中新世と鮮新世の間に大きな不整合があることを明らかにしている。

古地磁気試料の採取は11地点で行い、超伝導磁力計を用いて残留磁化を測定した。段階熱消磁・段階交流消磁実験によって磁化の安定性を検討した結果、8地点で初生的と考えられる安定な磁化成分が見いだされた (第2図)。得られた古地磁気方位は暁新世、前期中新世、中期中新世、後期鮮新世の4つの時代に区分される。各々の時代の平均方位を西南日本のAPWP (Otofujii & Matsuda, 1987) から期待される方位と比較した結果、泊地域が西南日本に対して中期中新世と後期鮮新世以降の2回にわたって、各々約 50° の反時計回り回転を行ったことが明らかになった。このうち、中期中新世の回転はこれまでに他の地域で明らかになっている回転運動と時期・回転角が類似しており、飛騨帯周辺での広域的な回転運動を反映していると考えられる。これに対して、後期鮮新世以降の大きな回転を示す古地磁気データは飛騨帯の他の地域からはこれまで報告されていない。泊地域周辺の局地的な回転は、第四紀以降の北部フォッサ・マグナの活動を反映していると考えられる。



第1図 泊地域の位置



第2図 各サイトの平均古地磁気方位
(● = 下半球投影: ○ = 上半球投影)

広岡公夫・山下優
富山大学理学部地球科学教室

TECTONIC DEFORMATION OF THE CENTRAL HONSHU ISLAND INFERRED FROM PALEOMAGNETIC STUDY

Kimio HIROOKA and Masaru YAMASHITA
Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Toyama University

Paleomagnetic studies were carried out at Daisyouji and Kitaimogawa regions to clarify the geotectonic deformation of the central part of the Honshu Island. The ages of sampling horizons determined by planktonic foraminifera are of N 8 zone in both of the regions. Regional mean of paleomagnetic declination and inclination are 220.9° , -46.5° for Daishoji region, and those for Kitaimogawa region are 24.1° , -47.0° .

新第三紀中新世前～中期に起きたとされている日本海の拡大は、日本列島に大きなテクトニックな変形をもたらした。西南日本は時計廻りの、東北日本は反時計廻りの回転をしたことが古地磁気の研究から明かにされている。

この正反対の回転運動をした西南日本と東北日本に挟まれた本州島中央部は、糸魚川-静岡構造線を境にその両側がそれぞれ西南日本や東北日本のブロックに属し、西南日本や東北日本ブロックと行動を共にして回転をしたのではないという古地磁気学的データが出されている。例えば、能登半島 (Hirooka et al., 1986) や八尾層群 (Itoh, 1986) では西南日本で見られる 50° に達するような偏角の大きな東偏は見られず、明かに別の構造運動をしたブロックに属することになる。西南日本のブロックの東限は、現在、福井県丹生山地 (Nakajima and Hirooka, 1986) や愛知県設楽 (Torii, 1983) まで追跡されている。丹生山地と八尾の間にブロックの境界があるはずである。一方、東北日本のブロックの西端は、まだデータが充分でないが、佐渡島や福島県の霊山までは西偏偏角が確かめられている (Hirooka et al., 1986)。越後湯沢では東偏の偏角を示しているので、東北日

本ブロックには入らないと思われる。

今回は、丹生山地の東に位置する加賀大聖寺と新潟県東部北五百川地域の七谷層の古地磁気測定結果を報告する。大聖寺地域では、下位より山中層、河南層、細坪層に分けられ、河南層と細坪層は微化石によって、浮遊性有孔虫の N 8 のゾーンであることが明かにされている。北五百川地域もやはり N 8 に属する。

大聖寺地域では山中層から 2 層準、河南層から 3 層準、細坪層から 1 層準で安定な残留磁化方向を求めることができた。これらは全て逆転磁化を示している。6 層準の平均偏角は 220.9° 、平均伏角は -49.5° 、フィッシャーの信頼角は 6.70° を得た。北五百川地域では 4 層準で古地磁気データが得られたが、全て正常磁化で西偏の偏角を示している (平均偏角: -24.1° 、平均伏角: 47.0° 、フィッシャーの信頼かく: 6.70°)。以上の結果から、大聖寺は西南日本ブロックに属し、能登-八尾のブロックとの境界はこれより東にあることが判明した。また、北五百川地域は西偏偏角から東北日本ブロックの境界はこれより西で、越後湯沢より東に位置することも明かになった。

木川栄一 保柳康一
東大震研 新潟大理

PALEOMAGNETISM OF TENPOKU AREA, CENTRAL HOKKAIDO, JAPAN

Eiichi KIKAWA and Kouichi Hoyanagi
(TOKYO UNIV.) (NIIGATA UNIV.)

Paleomagnetic results of sedimentary rocks in Haboro area, central Hokkaido indicated post 10 Ma counter-clockwise rotation of this area. How this rotation has to be defined (regional or whole area tectonic rotations in central Hokkaido) remains in question. Therefore, paleomagnetic study of Tenpoku area has been carried out. The tentative result showing the counter-clockwise rotation of the area studied is shown in Fig.1.

北海道中央部については、羽幌地域について古地磁気学的研究を行い、白亜紀(80Ma)、中新世(6-20Ma)の岩石試料とも40度程度西偏の偏角が測定されることを示した。この回転運動が北海道中央部北部全域にわたるものなのか、regionalなものなのか、あるいはその両方によるものなのかについては、解釈の難しいところであった。そこで今回は上に述べたモデルのうちどれが妥当か検証する一つの手段として、羽幌北方の天北地域に分布する中新世の年代の堆積岩を採集し、古地磁気学的測定を行った。各試料については段階的交流消磁あるいは熱消磁を行い、orthogonal plotから安定磁化方向を求めた。Fig.1は現在までに得られている2siteの結果を示す。反時計回りの偏角を示すようにみえるが、site数が少ないので今後この傾向が変わる可能性もある。

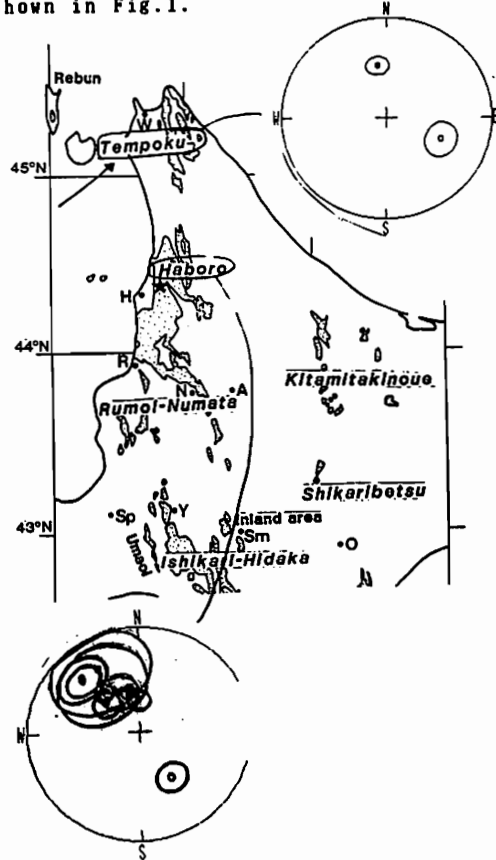


Fig.1 Tentative paleomagnetic result obtained from Tenpoku area(upper Schmidt net)

I-32 西南日本内帯秋吉列石灰岩体の古地磁気

西山慶尚(新居浜南高)・小沢智生(兵教大・自然系)

In the Inner Zone of Southwest Japan, there distribute isolatedly several Upper Paleozoic limestone masses, that is, the Akiyoshi, Taishaku, Atetsu, and Omi limestones. These limestones are best explained by accretion of reef complex originated on an oceanic basaltic seamount (Kanmera and Nishi, 1983; Ozawa et al., 1985). The present authors carried out paleomagnetic study to make clear the paleolatitude of the seamount. The paleolatitudes obtained from inclination are very low of 14°N to 17°S, and these facts indicate that the limestones migrated northward after deposition in the equatorial region and accreted to the land block of Asia.

西南日本内帯の山口帯には、西方から東方にかけて、秋吉・帝釈・阿哲・高山・青海などの古生代後期の石灰岩体が点々と分布している。これらの石灰岩体は、玄武岩質の岩石からなる海底海山上で発達した石灰礁がプレートの運動により移動して、山口帯を構成する陸源性砕屑岩に付加したものだと考えられている(Kanmera & Nishi 1983, 小沢他 1985)。

演者らは、これらの石灰岩体がいかなる古緯度で堆積したかを知る目的で、石灰岩体の基底部を構成する玄武岩質溶岩と玄武岩質凝灰岩の残留磁化を測定した。

試料は、秋吉石灰岩層群の基底部で3サイト(秋芳町大久保付近の石炭紀前期トルネー世〜ビゼー世の岩石; Site 1, 2, 3)、帝釈石灰岩と同時代の玄武岩・塩基性凝灰岩で4サイト(Site 4, 5, 6, 7)、岡山県高山市付近の高山石灰岩と同時代の玄武岩・凝灰岩で4サイト(Site 8, 9, 10, 11)の計11サイトから94個を採集した。

試料の残留磁化は、スピナー型磁力計で測定し、全ての試料について、800(O.)まで段階的交流消磁を施した。その結果、どのサイトの試料とも、ほぼ200(O.)前後でVRMと思われる成分が消磁され、それより高い段階の交流消磁に対しては、磁化方向がほとんど変化しないという共通の傾向が認められた。また、同一サイト内の各試料の磁化方向は良く揃っており、磁化の強さも極めて大きい。

測定結果を下表にまとめた。表に示したように、測定値に Bedding補正を行うと、伏角はいずれも浅くなる。さらに、この伏角から古緯度を求めてみると、古緯度は14°N〜17°Sとなり、赤道地域を指している。

一方、Hirooka et al. (1983)は、飛騨外縁帯・美濃帯・四万十帯における二疊紀から白亜紀にかけての古緯度を11°N〜25°Sと見積もっている。演者らが測定に供した試料は、Hirookaらの試料より年代的に古いにもかかわらず、両者から求めた古緯度は互いに良く一致している。

以上の結果から、秋吉列石灰岩体は、石炭紀前期にパンタラサ洋上低緯度地域の海山上の石灰礁として形成され、その後二疊紀末に古アジア東南縁に付加したものであることが示唆される。

Site	N	D(°E)	I(°)	α_{95} (°)	K	J	F(O.)	Bedding	D _c (°E)	I _c (°)	PL(°N)	Rock type
1	10	52.0	49.3	3.7	188.4	15.7	400	N50E, 80E	93	3	1.5	lava
2	11	79.5	41.5	3.2	190.0	3.68	300	N56E, 53S	99	6	3.0	tuff
3	7	80.8	48.4	4.8	150.7	2.52	300	N74E, 30S	104	32	-17.4	tuff
4	10	31.2	63.9	3.0	283.2	0.37	400	N 5E, 46E	64	27	14.3	tuff
5	7	41.8	61.0	3.5	292.7	4.01	400	N10W, 40E	57	24	12.6	tuff
6	8	16.7	66.8	3.5	257.5	7.42	200	N20W, 50E	46	23	12.0	tuff, lava
7	8	41.5	60.6	8.3	45.9	3.91	200	N15W, 36E	54	26	13.7	tuff, lava
8	9	54.3	55.3	5.1	101.6	1.18	200	N44W, 48N	47	7	3.6	tuff
9	7	55.2	10.0	11.9	26.6	16.5	300	N54W, 42N	58	-28	-14.9	tuff, lava
10	9	58.7	47.5	3.4	231.1	0.61	200	N13W, 64N	61	-15	-7.6	tuff
11	8	241.7	-4.1	7.6	53.7	79.4	600	N60W, 20N	243	12	-6.1	tuff, lava

N; number of samples, D; mean declination, I; mean inclination, α_{95} ; Fisher's circles of 95 percent, K; Fisher's precision parameter, J; intensity of the remanence after optimum a.f. demagnetization (10^{-5} oer), F; optimum demagnetization field, D_c; mean declination after bedding correction, I_c; mean inclination after bedding correction, PL; paleolatitude.

LARGE NORTHWARD TRANSLATION OF EAST ASIA DURING LAST 20 Ma
 INFERRED FROM APPARENT POLAR WANDERING PATH FOR EAST ASIA

Yo-ichiro OTOFUJI

Department of Earth Sciences, Faculty of Science,
 Kobe University, Kobe 657, Japan

The Eurasian continent is a mosaic of continental blocks. They have moved relative to each other. Continental blocks of East Asia have undergone rotation and translation with respect to the main part of Eurasia during the Cenozoic. The East Asian apparent polar wandering (APW) path has been too poorly defined to use as a constraint to establish the timing and degree of block motion of East Asia. Here we construct the East Asian APW path for the period later than 100 Ma on the basis of the paleomagnetic data of Southwest Japan. Reasonably reliable APW path of East Asia is given by the original paleomagnetic poles of Southwest Japan which are calculated from the paleoposition of Southwest Japan prior to the opening of the Japan Sea. Comparison between the APW paths of East Asia and northern Eurasia details the Cenozoic northward motion of East Asia by 1700 Km ($15.1^\circ \pm 6.3^\circ$) accompanying with slight clockwise rotation of 10° . The intracontinental deformation began later than 20 Ma in the eastern part of Asia. The large displacement of more than 1500 Km is not explained solely by the northward indentation of India. It should be ascribed to the Neogene activity of north-south extension within the southern part of Asian continent.

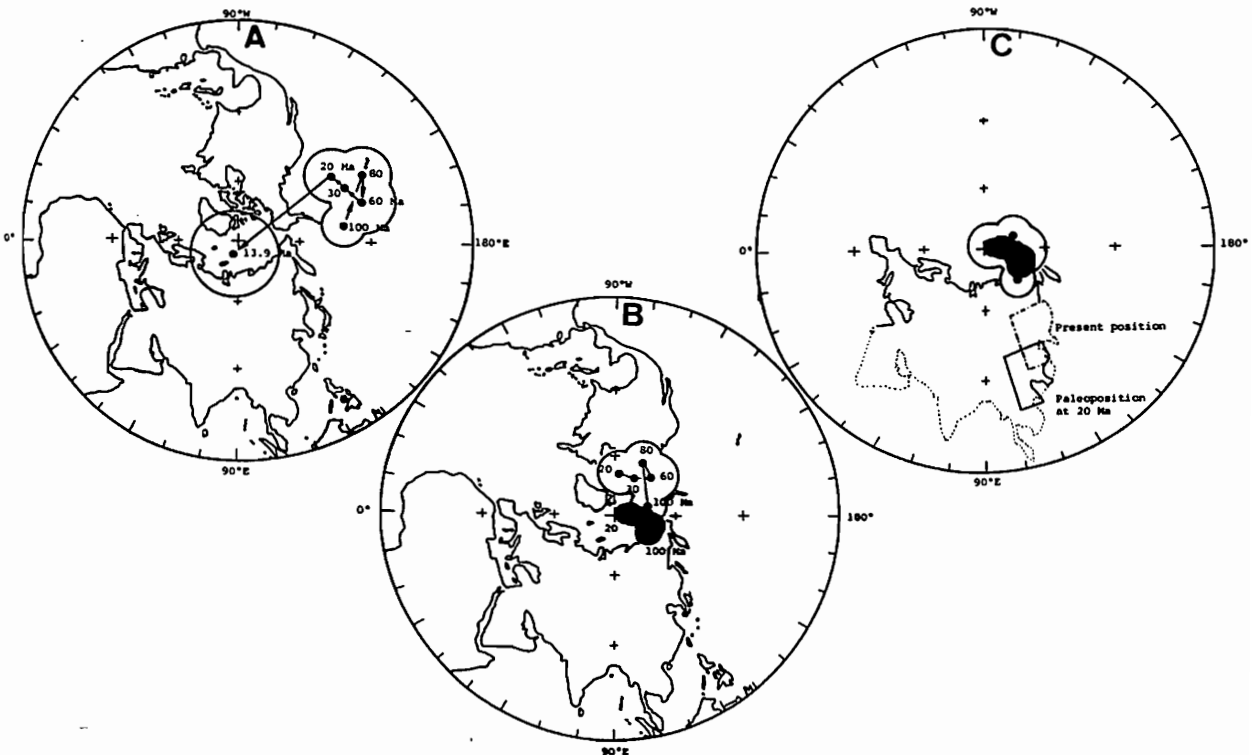


Fig. 1. APW paths for Southwest Japan, East Asia and northern Eurasia (shaded). (a) The APW path is obtained from paleomagnetic data from the central part of Southwest Japan. (b) The APW path for East Asia is transferred from the APW path of Southwest Japan. Southwest Japan is rotated counter-clockwise about the pole of 129°E , 34°N through 42° . (c) The APW path for East Asia is in good agreement with that of northern Eurasia when East Asia is displaced southward by 1700 Km (the characteristic position of 120°E , 40°N of East Asia is shifted to a position at 110°E , 25°N .) and rotated counterclockwise through 10° with respect to the present meridian.

船木 貴 吉田 勝
極地研 大阪市立大学PALEOMAGNETIC RELATIONSHIPS BETWEEN
SRI LANKA AND ANTARCTICAMinoru FUNAKI
National Institute of Polar Researchand Masaru YOSHIDA
Osaka City University

A total of 134 rocks collected from a wide area in southern Sri Lanka have been studied paleomagnetically. The NRM stabilities of every sample were measured by AF demagnetization up to 15mT, then thermal demagnetization properties and Curie points were obtained from the samples having stable NRM components. The result suggests that these rocks from Sri Lanka magnetized to steep and flat NRM directions during different ages. The flat direction indicates that Sri Lanka once connected, ca 450Ma, to Queen Maud Land, Antarctica, having 50 ± 30 clockwise rotation with respect to Queen Maud Land, and that the steep direction attributes some metamorphic events older than ca 450Ma.

1. はじめに

スリランカ島から構造地質学的研究のために集められた、合計134個の先カンブリア時代の定方位試料について古地磁気学的研究を行った。これらの試料は基本的に1地点数試料であり、採集地点はスリランカ島の南半分に広く分布する。これらの定方位試料から、それぞれ1個の測定試料を採集した。

スリランカ島の地質の概要は、先カンブリア時代の角セン岩相の深成変成岩類から成るVijayan Complexの上にグラニュライト相の変成岩類を主とするHighland Groupが衝上断層の関係で分布している。ジュラ紀、第三紀それに第四紀の堆積物はこれらの片麻岩類の周辺に分布する。

ゴンドワナ大陸を組み立てた場合、スリランカ島は南極大陸のクイーンモードランドと接しているが、モデルにより詳細な位置は異なる。しかし1つの有力な可能性として昭和基地のあるリュツォホルム湾との接合が考えられている。

2. 実験方法

測定試料は各地点数試料であるため、次の順で実験を行った。

- 1) 交流消磁を5mTのステップで15mTまで行い、この段階で安定なNRMを持つ試料と不安定な試料に分ける。
- 2) 交流消磁で安定なNRMを持つ試料について熱消磁を行う。代表的な試料については室温から580℃まで50℃おきに、その他の試料については330, 430, 530℃で熱消磁を行い、NRMのブロッキング温度を求める。
- 3) 安定なNRM試料について熱磁化曲線を求める。
- 4) 顕微鏡観察を行う。

3. 測定結果

交流消磁の結果、合計101個の試料から安定なNRM成分を見出した。全体の消磁の様子から10mTで消磁した時のNRMをその試料の代表値とした。Vijayan ComplexのNRMの方向はブロッキング温度に関係なく低角度に分布し、西南西の方向に磁化しているものが多い。それに対しHighland Groupの試料では、ブロッキング温度が300℃以下では半球全体に分布するが、それよりも高温では高角度の磁化を示す試料が卓越する。しかし580℃のキラー一点を持つ試料でも低或いは中角度の伏角を示す試料もある。

これらのNRMの方向のうち、ブロッキング温度が300℃以上の試料について、伏角が30度以上では15.7N, 64.7E, $\alpha_{95}=8.3$ 。また30度以下では21.5N, 0.2E, $\alpha_{95}=20.8$ のVGPが得られた。

4. 考察

現在下位にあるVijayan Complexが水平に帯磁し、上位にあるHighland Groupが水平から高伏角に帯磁していることは次のように考えられる。時代は不明であるが、スリランカ島は全域580℃以上に加熱され垂直方向に磁化した。その後再度加熱されHighland Groupの下層付近が580℃まで焼かれ、Vijayan ComplexのほとんどとHighland Groupの一部がその時の磁場方向に水平に再磁化した。ゴンドワナ大陸の熱史と水平な磁化の関係から、スリランカ島はおそらく450Maに最終熱変成を終え、その時に水平な磁化を獲得した可能性が大きい。Smith and Hallam (1970)のモデルに従い、インド亜大陸を南極大陸に接合した場合、スリランカ島と南極大陸の約450MaのVGPは同時代の南極大陸のVGPに対し西に 50 ± 30 度ずれている。このことはスリランカ島が時計回りに回転したことを推定させる。一方垂直な磁化は450Ma以前に獲得されたと思われるが、現在でははっきり年代を決定するデータはないが、Piper (1982)の先カンブリア時代の極移動からおよその磁化獲得年代を推定できる可能性もある。

降雨粒径分布の推定

道司 博、深尾昌一郎、木村磐根、若杉耕一郎
佐藤 亨、津田敏隆、加藤 進

1 京都大学工学部 2 京都大学超高層電波研究センター
3 京都工芸繊維大学工学部

DEDUCING RAINDROP SIZE DISTRIBUTION WITH THE MU RADAR

Hiroshi DOJI, Shoichiro FUKAO, Iwane KIMURA¹, Koichiro WAKASUGI
Toru SATO, Toshitaka TSUDA², Susumu KATO³

1 Dept. of Electrical Eng. II, Kyoto University
2 Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University
3 Dept. of Electrical Eng., Kyoto Institute of Technology

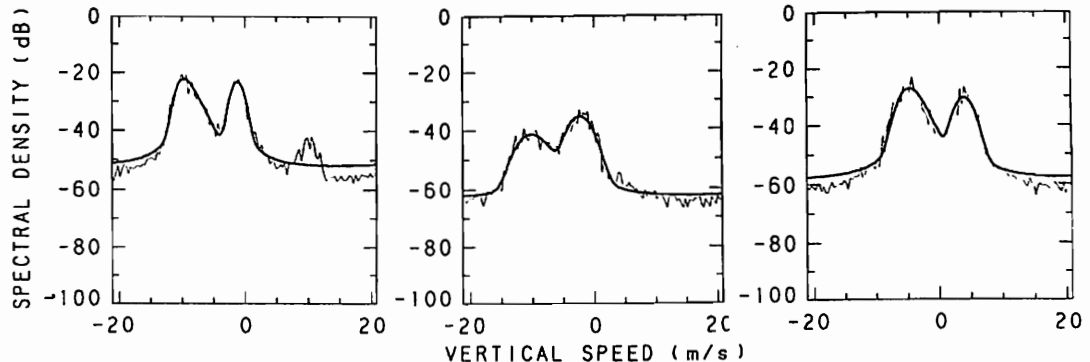
In measuring the raindrop size distribution $N(D)$, microwave Doppler radars are widely used. But they cannot directly determine the air velocity, which is an essential factor for accurately measuring $N(D)$. The MU radar can directly measure $N(D)$ and the air velocity, but in the past it had been difficult to apply this method to many datasets.

We describe the program that we developed to estimate the parameters of $N(D)$ automatically. Then we discuss the results of an observation.

対流圏の降雨現象の観測にはマイクロ波帯のドップラーレーダーが広く利用されており、ドップラースペクトルから降雨の粒径分布関数を推定することが可能である。このためには鉛直風を正確に測定することが必要であるが、マイクロ波帯のレーダーでは背景大気の運動を直接には観測できないので大きな誤差が生じる。また、大気乱流の影響を考慮することも不可能である。

MUレーダーによる対流圏観測では、降雨時に大気からの散乱と雨滴からの散乱を同時に受信できる。そこでの雨滴の粒径が Marshall-Palmer 分布に従うと仮定して、ドップラースペクトルの理論関数を観測データにフィッティングすることにより降雨粒径分布と背景大気の運動を高い時間・高度分解能で観測することが可能である。しかしそのドップラースペクトルの理論関数はかなり複雑な形をしており、従来フィッティングに用いる初期値の計算等に大変な労力が必要であった。

今回、雨滴からの散乱の有無の判断から粒径分布のパラメーターの推定まで、すべて自動的に計算するプログラムを開発したので、それについて報告する。さらに実際の観測データについて、粒径分布と雨量、背景大気の運動等との関係を調べる。下図に実際のドップラースペクトルと、フィッティングされた関数の例を示す。



Examples of Doppler spectra observed with vertically pointing beam (thin curves) and the fitted spectra (thick curves). The spectral density is relative intensity in decibels and positive motions are upward. The spectral component, having a great downward speed, originates from the precipitation particles. Another component corresponds to the echo from turbulent air.

RASS echoからの対流圏・成層圏の気温 と風速の算出

犬木久夫 高橋耕三 増田悦久 津田敏隆 高見友幸 佐藤 亨 深尾昌一郎 加藤 進
(電波研) (京大超高層)

CALCULATION OF TEMPERATURE AND WIND IN THE TROPOSPHERE AND STRATOSPHERE
BY USING ONLY THE RASS ECHOS

H. Inuki K. Takahashi Y. Masuda T. Tsuda T. Takami T. Sato S. Fukao and S. Kato
(RRL) (RASC, Kyoto Univ.)

Our RASS comprises the MU radar and the acoustic transmitter. The temperature and wind could be measured successfully about 3km up to the heights of 22km by the RASS.

The experiment shows that further study is necessary to deduce the wind from the RASS echoes, especially in the stratosphere, where it is difficult to receive the radar echo.

We examined a method that obtains the temperature and wind by using only the RASS echoes.

対流圏・成層圏の気温・風速の高度分布の遠隔測定を目的とするMUレーダー利用RASS実験では、晴天大気からの電波エコー (Radar echo) のドップラ周波数から風速を測定し、音波面からの電波エコー (RASS echo) のドップラ周波数から風速の効果を差し引いて音速を求め、音速から気温を算出している。

1985年8月の実験では高度6kmから21kmまでの、また、1986年7月の実験では高度3kmから22kmまでの対流圏・成層圏からのRASS echoが受信できた(1)。しかしながら、対流圏のOblique radar echoはRASS echoよりも強いが、成層圏のOblique radar echoはRASS echoよりも弱くなり、高度18km以上のOblique radar echoの受信率はあまり大きくない。それ故、成層圏の気温と風速をRASS echoのみから求める必要がある。

その第一段階として、風向は一樣とし、気温と風速の高度分布を折れ線近似した大気における音波面の解析結果と、モノスタティック・レーダと音波発射装置とを同一地点に配置したときの音波面とレーダ・ビームとが直交する点 (反射点) の解析結果から、RASS echoのみから気温と風速を算出する式を求めることができた(2)。

RASS echoから算出した風速の例を図1に示す。1986年12月25日06時30分の観測データを使用した。RASS echoから算出した風速を白丸印で、Radar echoから測定した風速を黒丸印で示す。RASS echoから算出した風速とRadar echoからのドップラ周波数から求めた風速との比較結果、比較的良好一致の結果が得られている。

成層圏の気温と風速の遠隔測定として重要となつて

きているRASS echoのみからの気温と風速の算出法については、今後、算出値と測定値との比較を行うとともに、算出式 (近似式) の誤差を定量的に検討する必要がある。

参考文献

- (1) 犬木、増田、高橋、松浦、佐藤、津田、加藤：日本地球電磁気学会第80回講演予稿集Ⅲ-71。
- (2) Takahashi, K., Masuda, Y., and Inuki, H.: J. Radio Res. Lab. 34, 142, July 1987.

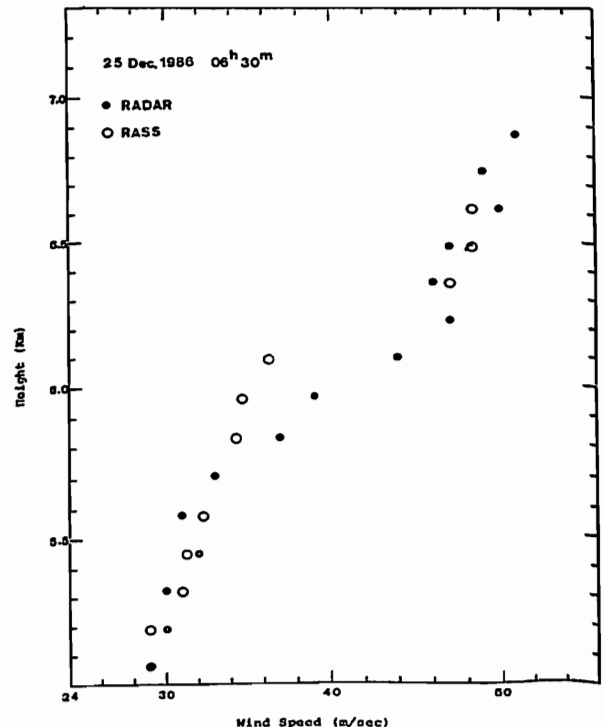


Fig.1 Wind profiles calculated from values of RASS echoes and measured with MU radar.

深尾昌一郎¹・松本浩昌²・木村磐根²・山中大学³・佐藤亨¹・津田敏隆¹・加藤進¹

¹京大超高層, ²京大工, ³山口大教育

OBSERVATION OF A COLD VORTEX-TROPOPAUSE FUNNEL SYSTEM BY THE MU RADAR

S.Fukao¹, H.Matsumoto², I.Kimura², D.M.Yamanaka³, T.Sato¹, T.Tsuda¹, S.Kato¹

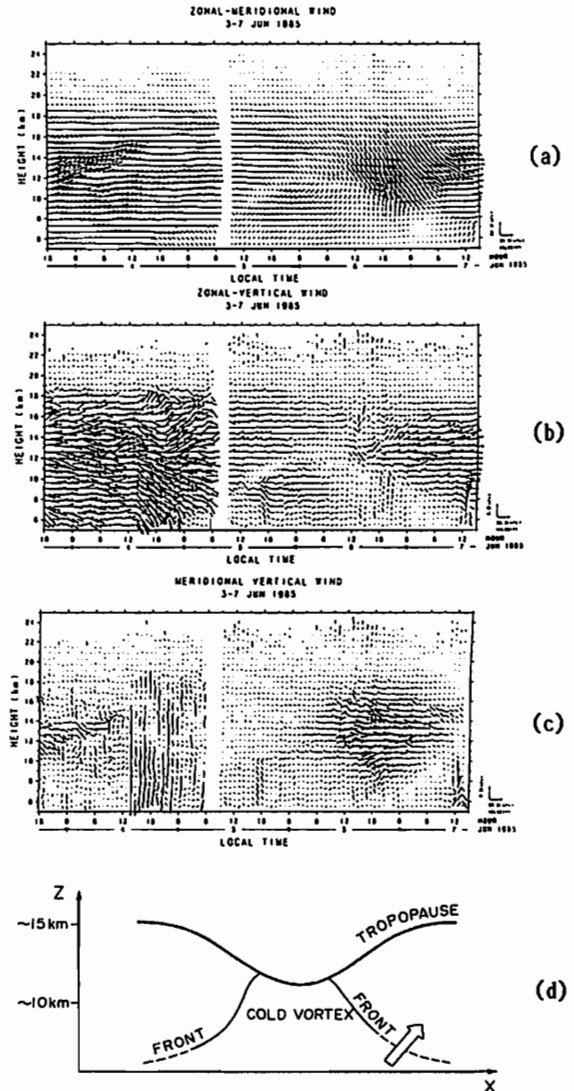
¹RASC, Kyoto Univ., ²Dept. of Electrical Eng., Kyoto Univ., ³Faculty of Education, Yamaguchi Univ.

Vertical and temporal variations of three-dimensional wind velocity associated with a cold vortex-tropopause funnel system were observed by the MU radar. Drastic changes of horizontal wind directions and vertical velocity activities between the inside and outside of the system are shown. In particular an asymmetric structure is found in the vertical velocity activities; they are active and quiet in the sectors in front of and behind the cold vortex, respectively.

中層大気重力波のソースを観測的に見出すことは大変難しいとされてきた。最近では地形起源でない重力波 (non-orographic waves) があるのではないかとされている。その一つの候補として対流圏内擾乱の地衝風調節にともなう運動量の放射がある。寒冷渦は直線状偏西風と対照的な現象であって両者の間には運動量/energyのやりとりがあるはずである。そこでは重力波の放射(生成)があるかもしれない。

MUレーダーは地表近くから風速の三成分を高い時間・高度分解能で観測しうることからこのソースを重力波の伝播の様子と同時に検出しようと期待されている。本報告では寒冷渦-漏斗状圏界面の典型的な例を1987年6月3-7日の観測の際見出したのでその結果を報告する。

Fig.1 (a)-(c) Three-dimensional wind variation observed by the MU radar on 3-7 June 1985, and (d) a tentative model of the observed cold vortex-tropopause funnel system. A reversal of horizontal wind direction is found between the outside and inside of the vortex (lower than the tropopause). The vertical velocity is small and large in front of and behind the vortex, respectively. The front sector of the vortex is similar to a warm front and may be less stable because of warm-air advection from the south.



井上 隆¹⁾、津田 敏隆、D.C.Fritts、加藤 進、深尾昌一郎、佐藤 亨
 1)京大超高層、2)アラスカ大学

MU RADAR OBSERVATION OF GRAVITY WAVE SPECTRA
 IN THE MIDDLE ATMOSPHERE

Takashi Inoue¹⁾, Toshitaka Tsuda¹⁾, D. C. Fritts²⁾
 Susumu Kato¹⁾, Shoichiro Fukao¹⁾ and Toru Sato¹⁾

1) Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University
 2) University of Alaska

We have observed wavenumber spectra of radial wind velocities by the MU radar in the troposphere, lower stratosphere and mesosphere in October 1986. The observed results agree very well with the model of gravity wave saturation theory proposed by both Dewan and Good [1986] and Smith *et al.* [1987].

水平風の鉛直波数スペクトルは、高波数においては、高度範囲に関係なく鉛直波数の ω^{-3} 乗に比例することがこれまでの観測により知られている。これを説明するものとして、Dewan and Good(1986), Smith *et al.*(1987)により saturation theory が提案された。この理論は、3つの仮定により成り立っている。即ち、観測される中規模擾乱は内部重力波であり、対流不安定によって saturation が生じ、そのエネルギー密度は孤立の波ではなく、様々な波の重ね合わせによって決まるというものである。このモデルの検証として、MUレーダーによる1986年10月に行われた対流圏、下部成層圏、及び、中間圏の観測で得られた視線方向風速のデータを用いて、水平風の鉛直波数スペクトルを求め、モデルとの比較を行った。

Fig.1は saturation theory によるスペクトルのモデルである [Smith *et al.*(1987)]。

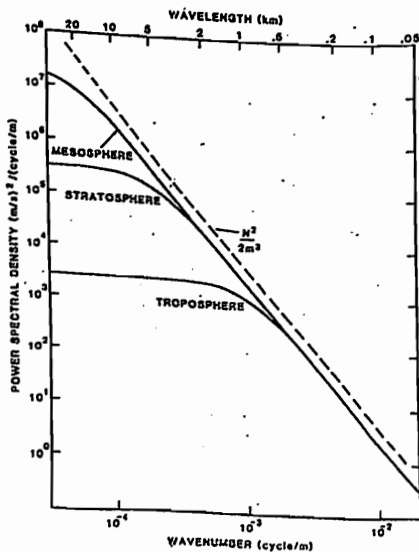


Fig. 1 Model saturated gravity wave spectra scaled to a common Brunt-Väisälä frequency N^2 for three different values of characteristic vertical wavenumber m , appropriate to the troposphere, stratosphere and mesosphere [Smith *et al.*, 1987].

Fig.2は、対流圏、下部成層圏、及び、中間圏の観測データから求めた水平風の鉛直波数スペクトルと、各高度範囲において予想される saturation model である。この図より、各高度範囲におけるモデルは、スケール、勾配ともに、観測より得られたスペクトルとほぼ一致しており、また、特性波数は、高い高度のスペクトルほど低くなっていることが確かめられた。以上の比較を、異なる季節(1987年6月)においても同様に行う予定である。

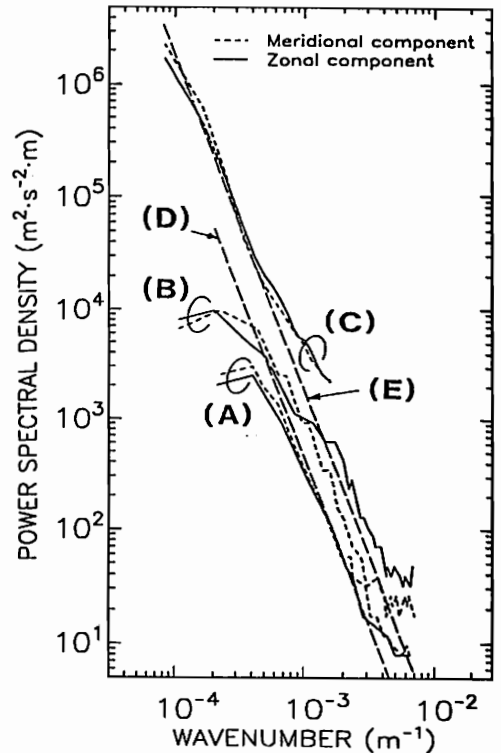


Fig. 2 Wavenumber spectra of horizontal wind velocities (A), (B) and (C) correspond to spectra observed in the troposphere, lower stratosphere and mesosphere, respectively. (D) is the model saturated spectrum preserved in the troposphere. (E) is the model saturated spectrum preserved in the low stratosphere and mesosphere.

STATISTICAL ERRORS IN THE DETERMINATION OF THE DOPPLER SHIFT
OF RADAR SIGNALS

Peter T. May, T. Sato, M. Yamamoto, S. Kato, T. Tsuda and S. Fukao
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University, Uji, Kyoto 611

A simple numerical model is described and used for testing various algorithms for estimating the Doppler shift of a radar signal. A number of algorithms are considered in both the correlation and spectral domain as well as a simplified MEM approach. The relative performance of these estimators is discussed. Some radar data is then analyzed to test the analysis techniques and to illustrate the geophysical limitations on the maximum accuracy of wind estimates.

The use of Doppler radars for wind measurements has become widespread over the last ten years. In order to optimize the performance of these radars it is desirable to find some optimum technique for estimating the Doppler shift of the radar signal. A number of studies have been performed for data characteristics of weather radars. This paper looks at methods for data characteristics typical of MST radars operating around 50MHz, such as the MU radar. Amongst the algorithms considered are the pulse pair and poly-pulse pair algorithms in the auto-correlation domain and least squares fitting of the Doppler spectra in the spectral domain. A simple MEM algorithm described by Mahapatra and Zrnic (1983) is also discussed. The important criterion is that the algorithm produces estimates with a small variance and that the performance should not deteriorate too rapidly with decreasing signal to noise ratio. The ultimate test of the analysis techniques however is with real data. An experiment using 3 coplanar radar beams is described, such that the summation of the three radial velocities (with suitable numerical factors) should be zero, and the variance of the estimators is reflected in the variance of the summation. It will also be shown that the variance observed in the experiment is greater than expected from the model results and this is because there may be significant spatial differences in the wind vector over the distance of the beam spacing.

MUレーダーで観測される 中間圏散乱エコー層の成因

村岡 良和 杉山 卓也 川平 浩
(兵庫医大物理) (京大理) (富山高専)

ON THE FORMATION OF MESOSPHERIC SCATTERING ECHO LAYERS
OBSERVED BY THE MU RADAR

Y. MURAOKA (HYOGO COLLEGE OF MEDICINE), T. SUGIYAMA (KYOTO UNIVERSITY)
AND K. KAWAHIRA (TOYAMA NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY)

In the measurements of mesospheric wind velocity with the MU radar, we observe frequently intense echo from layers in the D region. We can estimate the wind velocity from the Doppler-shifted echo under the assumption that the echoing layers moves together with the background flow. However, we hardly understand the dynamical mechanism producing the echo layers. We discuss here a possible cause of the echo layer formation, considering the motion of partly ionized atmosphere due to inertia-gravity waves in the mesosphere.

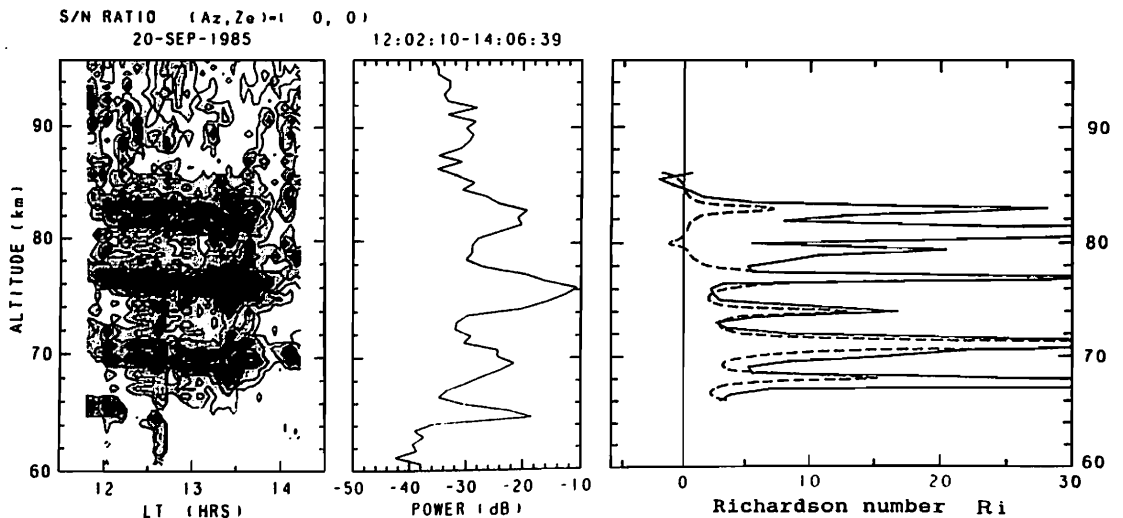
MUレーダーを用いて中間圏の風を測定するためには、その領域でレーダービームが後方に散乱され、十分に強いエコーが受信される事が必要である。これまでの観測では、エコーが強くなる高度は層状に分布し、ある時間継続する例が数多く見受けられた。そのエコー層の出現の様子は多種多様であり、その機構の複雑さを窺わせる。

風速は、ビームの散乱体が背景風と同じ速度で移動しているという仮定の下に、エコーのドップラーシフトから求められている。しかしながら、このようなエコーの散乱体が何であり、また散乱層が中間圏高度でどのようにして形成され、維持されているかという事については、その出現の多様性と相俟って殆ど理解されるに至ってない。

そうした中で、エコー層の出現が慣性重力波の伝播と密接に関連している観測例もある事に注目したい。即ち、重力波によって惹起される中性ばかりでない電離大気の運動や大気の安定性などと散乱エコー層との関係が分かれば、エコー層形成の力学的機構を解明するための手掛かりになる事が期待されるからである。

講演では、MUレーダーで観測された散乱エコー層と慣性重力波に伴う大気の運動との関連について詳細に議論する。

Fig 1. A comparison of mesospheric echo intensity observed by the MU radar with local Richardson number of the atmosphere disturbed by a inertia-gravity wave motion.



山本 衛、津田 敏隆、佐藤 亨、深尾昌一郎、加藤 進、W.K.Hocking*
京大超高層 アデレード大物理

COOPERATIVE OBSERVATIONS ON MESOSPHERIC GRAVITY WAVES
BETWEEN ADELAIDE PARTIAL REFLECTION RADAR AND THE MU RADAR
- A PROMPT REPORT -

Manoru Yamamoto, Toshitaka Tsuda, Toru Sato,
Shoichiro Fukao, Susumu Kato and Wayne K. Hocking*
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto Univ., *Dept. Physics, Univ. Adelaide

In order to investigate difference in behavior of gravity waves in the both northern and southern hemisphere, we have observed the mesospheric wind by using both Adelaide partial reflection radar (35°S, 138°E) and the MU radar (35°N, 136°E) simultaneously in June 1987. These two radars are located in almost perfect conjugate points with respect to the equator. We operated the MU radar toward the zenith, and the north, east, south and west with zenith angle of 10° from 6 to 29 June 1987. With Adelaide partial reflection radar, we steered two narrow beams to the eastward and westward with zenith angle of 11.6° for Doppler measurements, and used three wide beams toward the zenith for spaced antenna drift measurements. In our talk, we will present a prompt report on the outline and recent results of the cooperative observations.

我々はこれまでMUレーダーを用いて中間圏内の重力波の振舞いについて研究を続けてきた。過去の講演では例えば、長周期の重力波（慣性重力波）と乱流散乱層との関係や、1986年10月の中間圏連続観測で得られた慣性重力波の水平伝搬方向が主に南向きであったこと等について報告している。オーストラリアアデレード大学の持つ分反射レーダーは南緯35°東経138°にあって、MUレーダー（北緯35°東経136°）とは赤道に対して共役点に位置しており、様々な大気波動の南北半球間の相違を研究するのに非常に適当である。今回我々は重力波についての南北半球間の比較研究を目的として、アデレード大学分反射レーダーとMUレーダーを用いた協同観測を1987年6月に実施した。

同レーダーの中心周波数は1.98MHz、送信出力は50kw、レンジ分解能は4.5kmである。送信アンテナは4本の折り返しダイポールアンテナで構成されておりビームの半値幅は約60°である。受信アンテナは図1に示すように直径約1kmのほぼ円形の範囲に配列された南北及び東西方向にエレメントを持つ各々89本の半波長ダイポールアンテナで構成されている。分反射レーダーでは通常 Spaced Antenna Drift (SAD)法を用いて風速の推定を行うが、本受信アンテナシステムでは全アレイを用いることによって半値幅約9°のビームを得ることが出来るためドップラー法による観測が可能である。

アデレード分反射レーダーでは表に示すように6月5～14日及び22～30日に中間圏観測を行った。観測方向は全期間について同一である。東西方向にエレメントを持つ4本のダイポールアンテナで1つの幅広いビームを作り、これを3組用いることでSAD法による観測を行うと共に、南北方向エレメントの全アンテナを用いて最も細いビームを作りこの出力を2つに分割して天頂角11.6°で東及び西向きのドップラー法観測を行った。観測高度範囲は初の期間は70～90km（時間分解能2分）であり、後の期間は日中60～90km、夜間70～90km（時間分解能4分）である。またMUレーダーでは、6月6～29日にわたって天頂及び天頂角10°で北、東、南及び西方向の観測を行った。観測高度範囲は60～98kmである。

本講演では協同観測の概要と、現在までに得られた結果についての速報を行う。

謝辞

本研究は海外学術研究「レーダーを用いた中層大気力学の日豪共同研究」の一環として行われている。

Observation period	5-14 June 1987	22-30 June 1987
Observation range	70-90 km	60-100 km (Daytime) 70-100 km (Nighttime)
Receiver channels	1 : } 2 : } SAD measurement 3 : } 4 : Narrow eastward beam with $Z_e = 10^\circ$ 5 : Narrow westward beam with $Z_e = 10^\circ$ (Z_e : Zenith angle)	
Range resolution	4.5 km	4.5 km
Sampling interval between successive heights	2 km	2 km
Time resolution	2 min	4 min

Table. Observation parameters of Adelaide partial reflection radar.

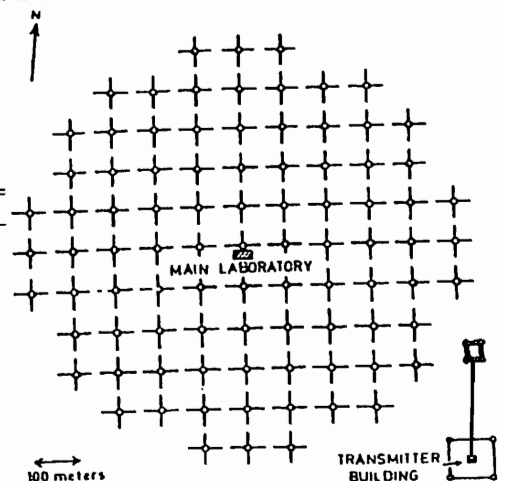


Fig. 1 Schematic diagram of the antenna array of Adelaide partial reflection radar.

I - 4 2 COOPERATIVE OBSERVATIONS OF ATMOSPHERIC TIDES IN THE UPPER
MIDDLE ATMOSPHERE AT KYOTO, SASKATOON AND ADELAIDE

by

T. Tsuda*, S. Kato*, A.H. Manson**, C.E. Meek** and R.A. Vincent***

*RASC, Kyoto Univ., **Univ. Saskatchewan, ***Univ. Adelaide

During the MAP (Middle Atmosphere Program) period, we have continuously monitored wind motions in the upper middle atmosphere by using the Kyoto meteor radar, Saskatoon medium frequency radar and Adelaide partial reflection radar. By using fairly large amount of data, we have studied characteristics of solar atmospheric tides. Seasonal variation of diurnal and semidiurnal atmospheric tides has been investigated from Kyoto and Adelaide observations (Vincent, 1987).

In this paper, we mainly present characteristics of semidiurnal tides observed by the Kyoto meteor radar and the Saskatoon medium frequency (partial reflection) radar in 1983-1985. Amplitudes of semidiurnal tides are generally larger at Saskatoon than at Kyoto. Seasonal variation of phases at 90 km agree fairly well for both zonal and meridional components between Kyoto and Saskatoon. The seasonal variation is mainly composed of two fundamental states appearing in summer-centered (April/May-September/October) and winter-centered months (November-February) which are characterized by long and relatively short vertical wavelengths, respectively. Clear transitions between the two states occur in equinoxes (February-April and October-November). Using determinations at Kyoto and Saskatoon with 4-5 day observations intervals, we have studied behavior of semidiurnal tides during the transitions in October-November in 1983-1985 and February-April in 1985. Precise comparisons have shown that the transitions are slightly delayed at Saskatoon than at Kyoto in both vernal and autumnal equinoxes. Abrupt changes in phases of semidiurnal tides coincide with reduction and pulsating fluctuations of their amplitudes, suggesting existence of interference between fundamental and higher modes which are dominant in summer and winter-like months, respectively.

REFERENCES

- Tsuda, T., S. Kato, A. H. Manson, and C. E. Meek, Characteristics of semidiurnal tides observed by the Kyoto meteor radar and Saskatoon medium frequency radar, submitted to J. Geophys. Res., 1987.
Vincent, R. A., T. Tsuda and S. Kato, A comparative study of mesospheric solar tides observed at Adelaide and Kyoto, submitted to J. Geophys. Res., 1987.

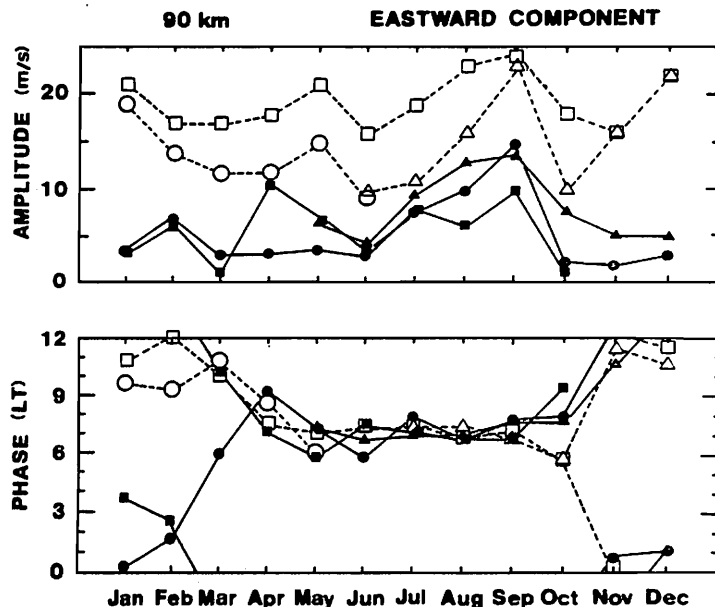


Fig. 1 Monthly mean values of amplitudes and phases of the eastward component at 90 km altitude observed by the Kyoto meteor radar and the Saskatoon M.F. radar. Full triangle, circle and square symbols show results at Kyoto in 1983, 1984 and 1985, respectively. Open triangle and circle symbols correspond to those at Saskatoon in 1983 and 1984, respectively, and open square symbol to averages in 1978-1982. The 1978-1982 values from Saskatoon are arithmetic means of daily tidal fits and are therefore larger, especially in summer.

ファブリーペロー・ドップラー イメージングシステムの開発

岡野章一、中島英彰、福西 浩、平沢威男*、小野高幸*

東北大学理学部超高層物理学研究施設

* 国立極地研究所

DEVELOPMENT OF A FABRY-PEROT DOPPLER IMAGING SYSTEM(FPDIS)

Okano, S., H. Nakajima, H. Fukunishi, T. Hirasawa*, and T. Ono*
Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University
*National Institute of Polar Research

Fabry-Perot Doppler Imaging System is a Fabry-Perot Spectrometer which enables us to measure the two-dimensional distribution of the Doppler width and shift of an auroral and/or airglow emission line, thereby making it possible to determine the spatial distribution of the temperature and the line-of-sight component of wind vector in the thermosphere. The design and results of preliminary evaluation of a proto-model, which uses an etalon with an aperture of 60mm, will be given.

はじめに

ファブリーペロー干渉計を用いた輝線ドップラー幅および変位による超高層大気の温度および風の観測は長い歴史をもち、有効な光学的リモートセンシング手法として確立している。しかし従来のファブリーペロー干渉計は天空の、ほぼ一点といってよい狭い範囲の観測を行うので、ある観測点上空の広い範囲の温度、風の状態を求めるには、装置の視野を次々に変化させる必要がある。オーロラ出現時の熱圏に予想されるように時間的にも空間的にも激しく変動している状況で温度、風の状態を求めるにはドップラー量が天空上で二次元的に測定できるような観測装置が必要である。

我々はそのような装置、ファブリーペロー・ドップラーイメージングシステム、の開発を始めた。本講演では装置の原理、現在進行中のプロトモデルの開発状況について述べる。

装置の原理

魚眼レンズを用いて広い視野で集光したオーロラ単色光をレンズを用いた光学系により平行光束としファブリーペローエタロンを通した後、結像させると多重干渉フリンジ(同心リング)ができる。これらのリングは天空の位置に一対一に対応している。リングの同心円からのずれからドップラーシフトが、リングの幅からドップラー幅が求まるので干渉フリンジを2次元光子計数装置で記録することにより、ドップラー量の空間分布(ドップラーイメージング)を求めることができる。

プロトモデル

魚眼レンズで集光した全視野角 150° の光を半角 0.73° の平行光束とし、口径60mm、スペーシング20mmのエタロンに入射し、633nmで干渉次数6次にわたるフリンジを結像するような光学系を製作した。視野 150° の物体平面と像平面の対応の直線性および光学系の明るさの測定を行い良好な結果を得た。

■ 第Ⅱ会場

(Ⅱ-1 ~ Ⅱ-50)

II-1 MAGSATで観測されたPc1波動の特性

家森俊彦 (京大理) · 林幹治 (東大理)

CHARACTERISTICS OF THE PC1 WAVES OBSERVED BY MAGSAT

T. Iyemori¹ and K. Hayashi²

¹Kyoto Univ., ²Univ. of Tokyo

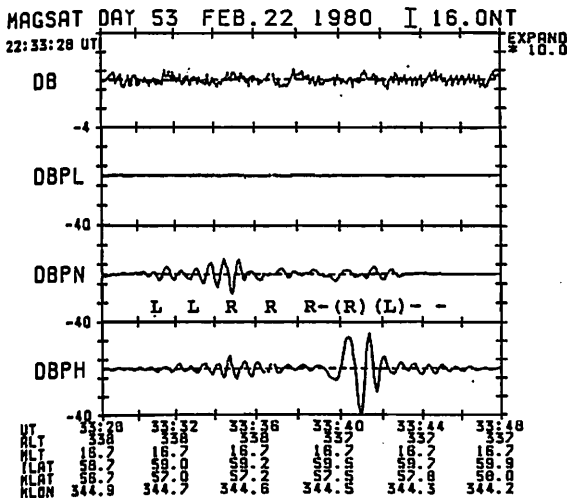
A geomagnetic survey satellite, MAGSAT, observed several, large amplitude Pc1 micropulsations at ionospheric altitude. These waves appeared near the plasmapause on the dusk-side. At the same time, the Pc1 pulsations having nearly same frequencies with those observed by MAGSAT were detected on the ground. The characteristics of those waves are presented and discussed.

MAGSATにより電離層高度で観測されたPc1波動の特性及び地上観測との対応について調べた結果を報告する。約6カ月のMAGSAT期間内に検出された大振幅のPc1とみられる波動は現在のところ5例(但し沿磁力線電流域のものは除く)であるがいくつかの共通な性質が見られる。即ち、

1. 振幅は5-20nTで通常2個ないし3個の波束状をしている。東西方向の振幅が南北方向より大きい場合が多い。
2. 周期は0.5-1.0秒である。波束が異なると、周期の異なる場合とほとんど同じ場合がある。
3. 偏波についてはL-modeとR-modeが混在する。振幅のピーク付近で逆転する傾向がある。
4. 夕方側約58-60度(Inv. Lat.)付近に出現し、約10-20秒間観測される。(空間的距離にして約80-160km)。Kp指数はいずれの場合も約2前後の静穏時であることから、ホイッスラー波から統計的に求められたプラズマポーズの位置とほぼ一致する(Carpenter, 1966)。
5. 5例中、地上観測点と比較的経度差の小さかった2例についてはMAGSATと地上でほぼ同じ周期の波動が観測されている。地上で観測されたものは2例ともPeriodic HM emissionのうち'Drifting'(Kokubun, 1970; Fukunishi et al., 1981)と呼ばれるものに該当する。

MAGSATで観測されたこれらの波動の個々の振動については時間的変動であり、振幅の変化及び偏波の逆転は空間的変化であると解釈される。偏波が振幅最大付近で逆転することについては、L-modeとR-modeのcouplingで説明できると考えられる(e.g. Southwood, 1974)。すなわち、これらの現象に関しては波の入射領域で既にL-modeとR-modeが同程度の振幅で混在している。波の発生領域ではL-modeであるとする、このことは、磁力線に沿って伝播する間にR-modeに変換されたことを示唆している。

振動の方向は、南北成分が卓越する場合もあるが、主として東西成分である。また、5例中4例については振幅のピークが2カ所ないし3カ所見られる。これらの特徴は、プラズマポーズないしは東西方向に延びたプラズマダクトの境界付近に振幅のピークを持つ表面波モードの波が介在しているとして説明できるかもしれない。下に一例を示す。



References

- Carpenter, J. Geophys. Res., **71**, 693, 1966.
 Fukunishi et al., J. Geophys. Res., **86**, 9029, 1981.
 Kokubun, Rep. Ionos. Space Res. Jpn., **24**, 24, 1970.
 Southwood, Planet. Space Sci., **22**, 483, 1974.

高緯度 Pi 2 型脈動の共鳴構造

桜井 亨 佐藤 夏雄
(東海大工) (極地研)

A RESONANCE STRUCTURE OF HIGH LATITUDE Pi 2

Tohru Sakurai,

Natsuo Sato

(Dept. Engineering, Tokai University), (National Institute of Polar Research)

A detailed study on phase relations of Pi 2 magnetic pulsations can provide an important information on resonance structures of the Pi 2 pulsations in the magnetosphere. By using the pulsation data obtained by Syowa-Iceland conjugate observations the following conclusions are obtained; 1) in about 26 % of the Pi 2's the large phase lags in the H component are observed between Husafell and Isafjordur, separating about 200km in the same magnetic meridian, indicating that the resonance occurred with a latitudinal scale length less than 200 km, 2) while the remaining about 56% of the Pi 2's exhibited almost in-phase oscillations between the two stations, showing that the resonance scale length is larger than the former.

Pi 2 型脈動の振動機構を明らかにするに
めに、昭和基地-アイスランド共役観測
で得られた Pi 2 脈動の観測点間の位相関係
を調べた。主として使用したデータはアイ
スランドのフワワエル(Hu), イサフォールド
(Is), チョルネス(Tj)における磁場データであ
る。解析は主に 21h~23h LT の間、main sub-
storm activity に入る前、比較的孤立した
オーロラフレシワフワフワにともなう Pi 2 の
あり、位相解析の結果次の事柄が明らか
となった。

- 1) 全般的に H-comp と D-comp との位相差の少ない
例が多い。
- 2) H-comp は位相差 0° に比較的多くみられる
のに対し、D-comp は広く分布し特徴的傾向
を示さない。
- 3) 同一経度上に位置する Hus と Is の両地点間
で大きな位相差を示す。
- 4) 経度的には離れた Hus と Tj の間で、H-comp
より D-comp に比べて大きな位相差を示す。
これらの位相関係を示す Pi 2 を更に詳しく
調べると、Pi 2 は次の様に分類された。
- 1) H-comp, D-comp 共に、spectral peak が
明瞭で、観測点間で coherent な振動を
示し、両成分共に位相差が小さい例。
- 2) H-comp には spectral peak が明瞭で、
D-comp には spectral peak が見られない。
H-comp の振動は coherent な位相差があ
りない例。

3) H-comp, D-comp 共に spectral peak が明瞭
で、位相差が H-comp で大きくなり、D-comp
で小さい例。同一経度上の Hu-Is 間で大きな
位相差を示す例。

4) H-comp, D-comp 共に spectral peak が明瞭
で、位相差が D-comp で大きくなり、
H-comp で小さい例。この D-comp の位相差は
Hu-Tj 間で大きくなり、Hu-Is 間では小さい。

5) D-comp には spectral peak が無い。
H-comp には見られる例。この場合、D-comp
の coherence は小さくなる。

以上、1), 2), 4), は H-comp がほぼ同一位相、
3) の場合 H-comp に大きな位相差が起った。

Pi 2 型脈動がオーロラフレシワフワフワ
の磁力線の共鳴振動であるとする、同
一経度上の Hu-Is 間での Pi 2 の H-comp に位相差
が現われ、共鳴構造のスケール長が位相
差から決定される。上記の位相解析の
次の事から言える。

- 1) 同一経度上の Hu と Is の間で、その位相差
から共鳴振動である事が明確な例は約 26%
である。
- 2) 大部分の Pi 2 (約 65%) は、上記 1) の例
よりも大きな scale の共鳴構造をもつ
振動であると推測される。

II-3 Pi 2 の磁気圏—地上 3 次元伝搬

北村泰一、坂 翁介、古賀清一、下泉政志： 小口 高 ： 荒木 徹 ： 佐藤夏雄 ： 石塚 睦、オスカー・ベリッツ
 (九大 理学部) (東大理学部) (京大理学部) (極地研) (ワンカヨー観測所)

Propagation of Pi2 Waves in Three-Dimension

T.KITAMURA, O.SAKA, H.TACHIHARA, M.SHIMOIZUMI, T.OGUTI, T.ARAKI, N.SATO, M.ISHITSUKA AND O.VELIZ
 Dept.Phys, Kyushu University U.Tokyo Kyoto U. NIPR. Inst.Geofisico del Peru.

Propagation of Pi2 waves in the magnetosphere is investigated in connection with the global ground observation, using the data from Goes 5,6 in the magnetosphere and those from Husafell,Caroua,Huancayo and Kuju on the ground.

The results are, (1) Peak-to-peak concurrence in H component exists in Pi2's at the equatorial region, while no such relation exists in ones at higher latitude. (2) Pi2's at the location of Goes 5 tend to delay in appearing than those on ground.

GOES 5, GOES 6 による観測など、空間における Pi 2 と、赤道、中緯度、カナダなど地上系のそれとを比較する。従来の結果をも含めてまとめると、

【地上低緯度・赤道域】

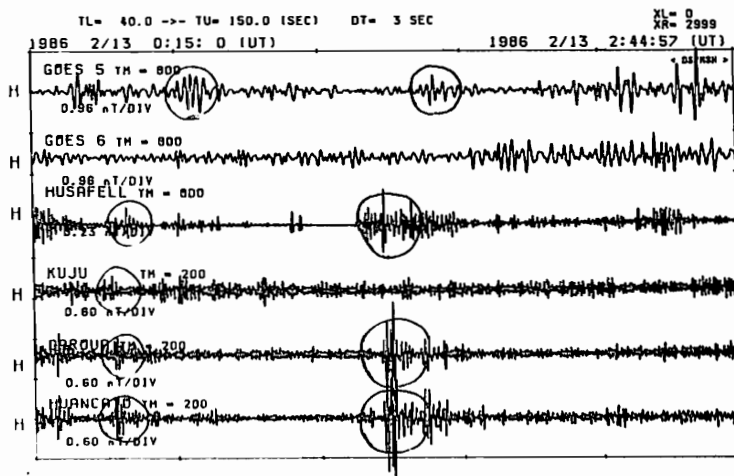
- 地上低緯度・赤道域では、Pi 2 は局在的でなく、全地球規模での『振動モード』、すなはち『m=0モード』である。
- " " " Pi 2 は直線偏波であり子午面内にある。
- 地上中緯度(久住)でも Pi 2 は局在的でなく、ほぼ全地球規模での『振動モード』であるが、その偏波はもはや直線偏波でなく、楕円偏波である。
- 地上中緯度(久住)では、確かに Pi 2 が観測されない時間帯がある(第1図)。

【地上高緯度域】

- 地上高緯度域では、Pi 2 は局在的で、従って『伝搬モード』、すなはち『m<>0モード』である。
- 従って、地上高緯度オーロラ帯では、Pi 2 は、低緯度・赤道のそれよりも早く出現することもあれば、また反対に遅く出現することもある。
- 地上高緯度オーロラ帯では、今まで知られていたよりずっと経度方向に広範囲に出現する。

【磁気圏領域：GOES 5、6】

- ヨーロッパ帯(フッサフェル、ガロワ)で Pi 2 が生起する時間(00 UT 付近)では、GOES 5 の位置では、Pi 2 は地上より遅れて出現する(第1図)。
- その時の偏波は、3次元偏波である(3成分すべてをもつ)。(アメリカ帯(GOES、ホワンカヨー)で Pi 2 が生起する時間(05 UT 付近)の調査は現時点では、まだ進んでいない。)



第1図

CHARACTERISTICS OF Pi 2 MAGNETIC PULSATION IN CONJUGATE AREA
AROUND L = 1.3 - 2.1: A CASE STUDY

Yumoto, K.¹, T. Saito¹, F.W. Menk², B.J. Fraser²,
and K. Takahashi³

1; Onagawa Magnetic Observatory & Geophysical Institute, Tohoku University.

2; Department of Physics, the University of Newcastle, Australia.

3; Applied Physics Laboratory, the Johns Hopkins University, U.S.A.

An isolated substorm which occurred at ~ 1153 UT on August 28, 1986, provides an opportunity to examine how low-latitude Pi 2 magnetic pulsations are related to magnetic variations in the magnetotail near midnight. We analyzed magnetic pulsation data from the Japan-Australia campaign at Asahikawa (ASH, L= 1.55), Onagawa (ONW, 1.30) in Japan, and at Birdsville (BSV, conjugate point of ASH), Dalby (DAL, $\sim 12^\circ$ east of BSV), St. Kilda (SKD, L= 2.11, $\sim 9^\circ$ south of BSV) in Australia, in the night sector (i.e., ~ 21 hr LT). The Active Magnetospheric Particle Tracer Explores/Charge Composition Explorer (AMPTE/CCE) spacecraft was on the midplane of the magnetotail near midnight (~ 23.4 hr LT) at a radial distance of $\sim 8 R_E$, when the substorm onset took place. After the onset the spacecraft detected the unusual variation characterized by a large-amplitude (from less than 10 nT to greater than 40 nT) oscillation of the total field with a period of ~ 13 s and also by southward turning of the field during the oscillation as shown in the top panel of figure [cf. Takahashi et al., *Geophys. Res. Lett.*, 1987]. The bottom panel shows the bandpass-filtered horizontal components of magnetic field observed on the ground in the conjugate area around L = 1.3 - 2.1.

From the correlation and spectrum analysis, we can summarize characteristics of the low-latitude Pi 2 pulsations as follows:

(1) The low-latitude Pi 2's on the ground appeared after ~ 60 sec of the substorm onset which was identified by the AMPTE/CCE spacecraft in the plasmasheet.

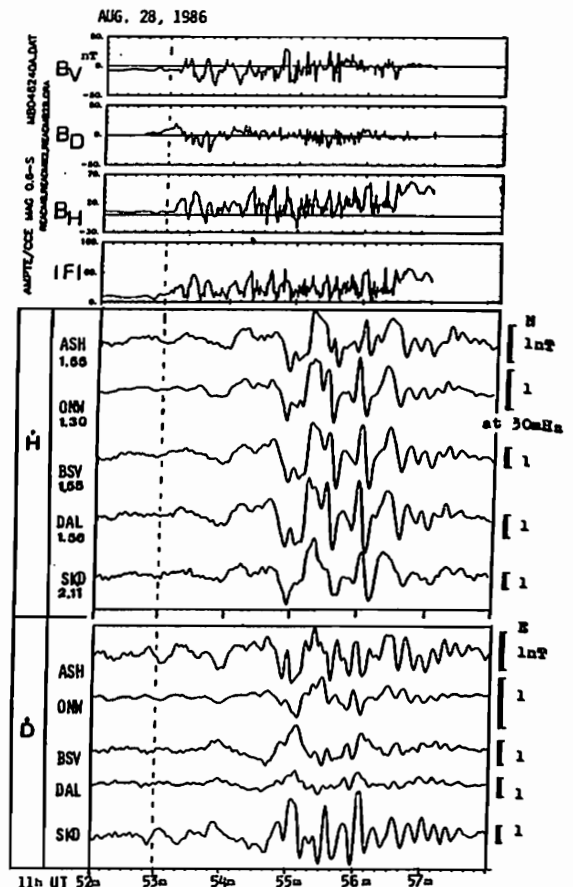
(2) The Pi 2 phase propagation at L = 1.55 is westward during premidnight, and the apparent azimuthal wave number is $|m| \sim 1.7$.

(3) The phase propagation in the meridional plane from L = 1.3 to 2.1 is poleward, and the averaged time lag from BSV to SKD is ~ 3 s.

(4) The H-component Pi 2's show a nearly constant period of ~ 34 s in the whole plasmasphere.

(5) The D-component pulsation having ~ 13 s period was excited within a restricted region around L ~ 2.0 , and show out-of-phase relation between northern and southern stations.

These observational facts suggest a possibility that impulsively-stimulated compressional source waves of the Pi 2 in the plasmasheet ($\sim 8 R_E$) propagate across the ambient field into the inner plasmasphere, and excite both a plasmasphere cavity resonance and a standing field-line oscillation of poloidal mode at L ~ 2 .



T. Araki¹, H. Nagano² and K. Sanoo¹

¹Data Analysis Center for Geomagnetism and Spacemagnetism, Faculty of Science, Kyoto University

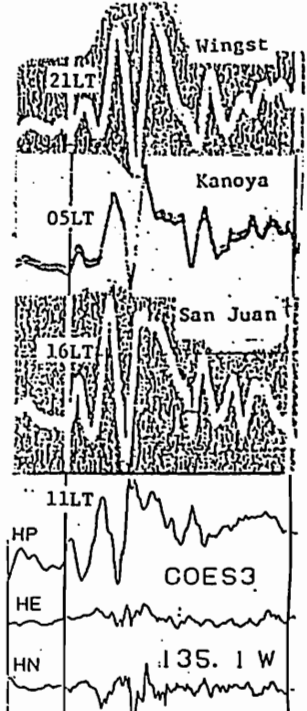
²Department of Physics, School of Liberal Arts, Asahi University

It is well known that effects of compression of the magnetosphere during geomagnetic sudden commencement (SC) are transmitted to the ionosphere by two modes of propagation. One is the fast mode propagation to the low latitude ionosphere and the other is the transverse mode to the polar ionosphere. The disturbance field of SC produced by these two modes are called the DL and DP-field, respectively. The DL-field corresponds to the compression of the whole magnetosphere and the waveform is similar everywhere on the ground. The DP-field is produced by a twin vortices type ionospheric current due to field aligned currents to the polar ionosphere. It decreases with decreasing latitude but is greatly enhanced in the dayside equator. The intensity of the DP-field in low latitudes depends upon the horizontal scale length of the original electric field impressed on the high latitude ionosphere. The complex distribution of the waveform of SC is caused by the superposition of the two fields each of which has different dependence upon latitude and local time.

If a large scale compressional oscillation occurs in the outer magnetosphere, it will be propagated to the ionosphere by the same mechanism as SC described above. Keeping this idea in mind, we checked magnetograms and found one example showing a world-wide coherent oscillation.

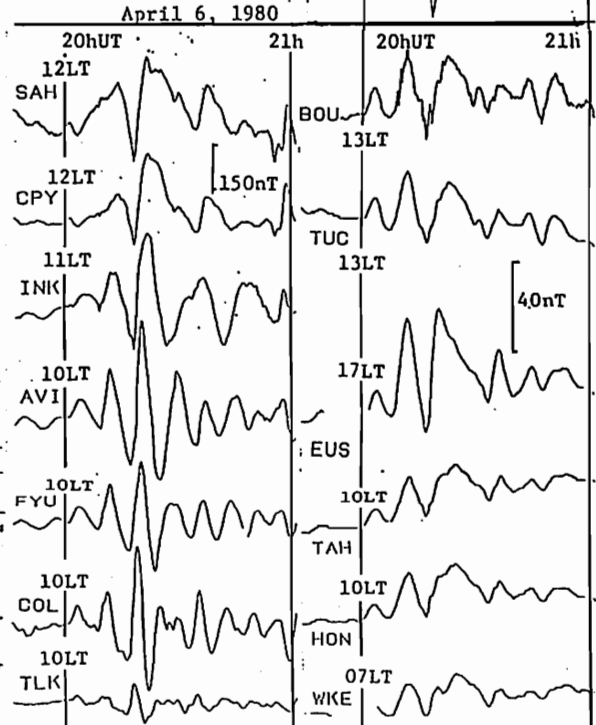
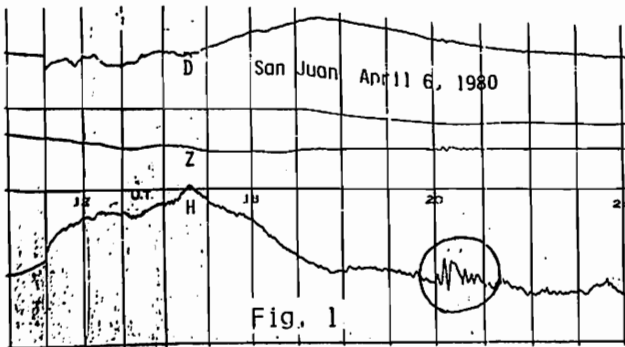
This oscillation occurred during the main phase of a geomagnetic storm as shown in Figure 1. In Figure 2 are shown the H-component magnetic field observed at 3 ground stations (upper 3 panels) and the North American IMS Magnetometer Network stations (lower panel) together with 3 components observed by the GOES-3 geosynchronous satellite near noon (middle panel). The oscillation at GOES-3 is compressional because it appears mainly in the parallel magnetic field component (HP). The maximum peak-to-peak amplitude is 45 nT. The oscillation appears coherently with similar waveform at 3 middle latitude ground stations widely separated in local time (Wingst, Kanoya and San Juan) and at the IMS Mid-latitude Chain stations (Boulder, Tucson, Eusevio, Tahiti, Honolulu and Wake Island). The peak-to-peak amplitude ranges from 18 nT at Wake Island to 55 nT at Eusevio. At the Alaska Chain stations (Talkeetna to Sachs Harbor) the amplitude is much larger than that at the middle latitude (120 nT at Talkeetna and 510 nT at Arctic Village) and the phase delays with increasing latitude.

Fig. 2



We will discuss the following points;

- (1) Similarity and dissimilarity between this phenomenon and SC,
- (2) Relation to recent reports by Kitamura et al. that the azimuthal wave number of geomagnetic pulsations observed at low latitudes should be zero.



S. Kokubun, T. Yamamoto, H. Kawano, K. Hayashi and T. Oguti

Geophysics Research Laboratory, University of Tokyo, Tokyo 113 Japan

ABSTRACT

Irregular natures of magnetic variations at high latitude in the daytime have long been known as "magnetic agitations". However, it is very difficult to examine impulsive features peculiar to such daytime phenomena by using classical magnetograms, because the time resolution is not enough for a detailed analysis. Therefore, characteristics of magnetic fluctuations near the cusp region have not yet been clarified. Finding of flux transfer events(FTE) by ISEE observations (Russell and Elphic, 1978, 1979) has stimulated to study dayside phenomena such as impulsive magnetic variations (Lanzerotti et al., 1986) and dayside auroras near the cusp region (e.g. Sandholt et al., 1986). The possible ground signatures of FTE's have been discussed by Southwood (1985, 1987). He pointed out that the convection of the flux tube in the ionosphere will generate two convection vortices around the flux tube. Another model has been proposed by Lee and Fu (1985).

We have examined impulsive fluctuations and Pc5 pulsations at high latitudes in the morning-noon region, using digital magnetic data from 13 Canadian magnetic observatories and GOES 5 and 6 satellites, in addition to data obtained during our global campaign in December, 1985 - February, 1987. Goes 5 and 6 satellites are located at synchronous altitude in longitudes of 74W and 108W, respectively. The geomagnetically conjugate point of GOES 5 is close to Great Whale River. That of GOES 6 is estimated to be in northern Manitoba. In examining the magnetosphere-ground correlation of daytime phenomena, we note that impulsive variations with time-scale of several minutes observed both at synchronous satellites and at stations near the cusp latitude are often associated with the occurrence of Pc5 pulsations at auroral stations. Preliminary results may be summarized as follows:

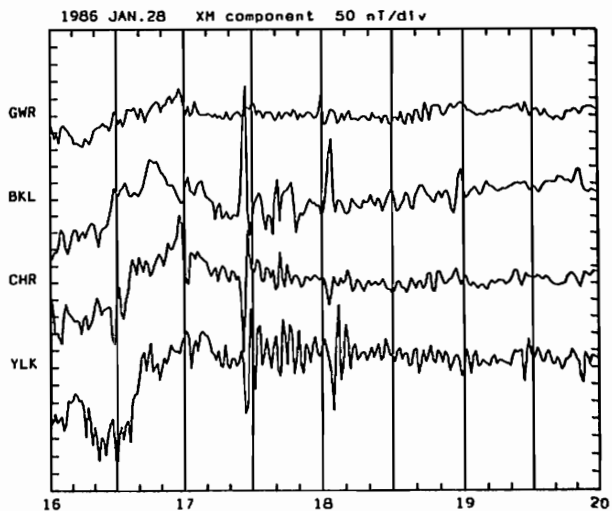
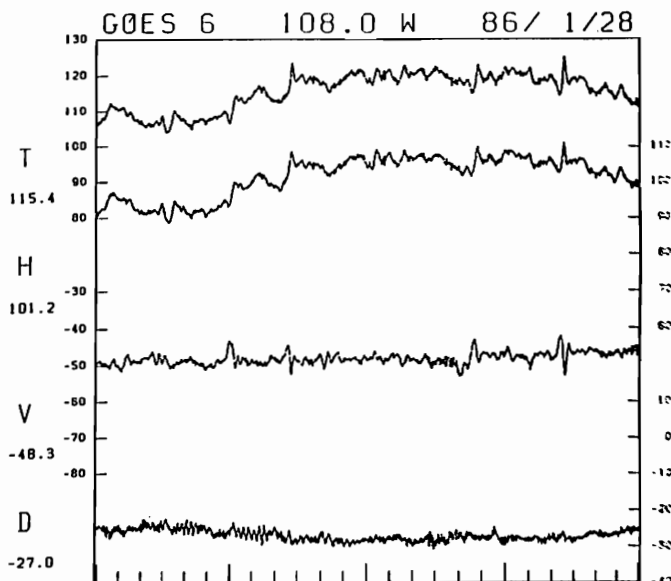
1. Impulsive magnetic variations with time scale of several minutes and amplitude of more than 100 nT are often observed in the region of latitude about 75 degrees. The ground correlated impulsive variation is also observed at synchronous orbit. Forms of variation are similar to those of flux transfer events which are identified near the magnetopause. A bimodal feature is observed in the radial component, while a one-sided pulse is usually seen in the compressional component. Signature in the azimuthal component is not so clear as compared with those in the other components.

2. Impulsive variations at GOES 6 occur with a delays behind those at GOES 5, indicating westward propagation. Magnitudes of impulsive variations are about 10 nT at most.

3. Impulsive variations recorded at higher latitude stations are often associated with Pc5 oscillations at stations of latitudes below 70 degrees.

4. Pc5 pulsations are often observed simultaneously at GOES 5 and 6. The frequency of Pc5 wave is not necessarily the same at both satellites. In such cases the frequency at GOES 5, which is situated at a larger L shell as compared with GOES 6, is generally lower than that at GOES 6.

5. Pc5 waves mostly show the feature of westward propagation in the prenoon sector.



Impulsive variations observed at Great Whale River, Baker Lake, Churchill and Yellow Knife on January 28, 1986. Magnetic data from GOES 6 are also shown.

林 幹治

東京大学・理学部

IPDP AND DYNAMICS IN THE MAGNETOSPHERE

K. HAYASHI

Geophysics Research Laboratory, University of Tokyo

Dynamical state in the magnetosphere inferred from distribution and movement in the source region of IPDP's are discussed. 3 types of movement of the source region are found: fast westward movement due to magnetic drift especially in high latitudes; southward movement or expansion; almost stationary or slowly eastward one comparable with earth's rotation.

磁気圏の動態を研究するには様々な時間・空間スケールでの観測が必要なことは明らかである。人工衛星や地上の孤立点観測による局所場については主に磁気圏の静構造及び局所の変動場の解析という両極限での、時間的変動場と空間構造の相対的動きが独立に扱える範囲について順調に研究が進んで来たと言える。空間構造の時間発展が重要となる磁気圏の動態については、時間・空間構造の分離が可能な地上よりのレーダー等のリモートセンシングや場の多点観測が最も適している。AC磁場の地上観測網では100km以上の様々なスケールでの巨視的構造に到る動構造の観測が可能である。その場合、二次元物理量として場のパワー等のスカラー量を主に扱うのか、ベクトル場そのものをも含めるべきかについては対象とする現象の時間・空間スケールによって決まる。概して情報量の多い短周期現象では第一段階としてはエネルギー分布だけでもかなりの議論を行うことができる。この様な観点から多点観測データについて進めて来た短周期磁場変動、Pc1帯ULF波動現象の二次元パワー分布解析の中からIPDP現象を中心として磁気圏動態について述べる。多点観測データから二次元物理量の分布とその時間変動を表現することについては、観測点の数が多くなるほどそれを効果的に生じた能率的なものであることが必要である。我々は現在のところ、球面上での単純一次補間によって分布の決定を行っている。その処理にはかなりの時間を要しているが、ハードウェアの置き換えによる

能率化は容易である。これら処理・表現を一応“ULF Magnetoscope”と呼ぶことにする。

- 1 IPDPの発生頻度：日単位では6日に1回と多くはない（多点観測の効果によって従来言われているものよりは大幅に増えている）が、ある発生条件が整ったと思われる特定の日については、観測点全体で見て8時間に4回程度と頻度が高くなるのが珍しくなく、静止衛星位置で見られるPlasma injectionの頻度に近くなる。
- 2 IPDP源は夜側で低緯度、昼側では高緯度に分布する顕著な時間帯依存性がある。
- 3 発生する波の周波数の緯度効果は明瞭。
- 4 発生源の分布は不均一で極在化しているのが普通。
- 5 発生源の動きの特徴は
 - 高緯度側の磁気ドリフトに見合う高速西方。
 - 低緯度側での発生の遅れに伴う低緯度側への移動。
 - ほとんど動かないか、共回転速度程度、の東方。
- 6 IPDP発生と静止軌道衛星 GOES 5、6の反磁場的変動の対応は非常に良い。
- 7 高緯度側でのみ見られるPc1帯波動の中心周波数のゆるやかな上昇にも、GOES 5、6で対応する反磁場変動が見つかる。この様なIPDPに準ずる現象は injection event とみるよりは、磁気圏対流場の変動と考える方が無理が無い様に見える。

11-3 ULF-VLF emission と
地球磁気圏の圧縮・膨張

平澤威男
国立極地研究所

SC AND SI EFFECT ON
ULF-VLF EMISSIONS

TAKEO HIRASAWA

National Institute of Polar Research, 9-10 Kaga 1-Chome, Itabashi-ku Tokyo 173, Japan

VLF and ULF emissions are considerably affected by the compression and the expansion of the earth's magnetosphere. Ssc and positive si events cause the sudden enhancements of various types of VLF and ULF emissions simultaneously. When these emissions are observed preceding to the ssc and si's, the mid-frequency and bandwidth of the emissions are suddenly stepped up at the onset times of ssc's and positive si's to be about 1.5-10 times greater than those of preceding emissions. The increase and decrease in the intensity as well as in the frequency of high-latitude VLF and ULF emissions correspond well to the positive and negative geomagnetic variations in the horizontal component at low latitude stations. Occasionally, the sudden decreases or fadeouts in the emissions intensity are observed when the negative si's take place.

ULF波動 (PC1と或種の pi1) と VLF波動 (主として chorus emission) の発生機構は磁気圏内でのプロトン (ULF) および電子 (VLF)・サイクロトロン共鳴であると考えられる。この機構に対して、その場の磁場の強度の変動が果たす役割はきわめて大きい。そこで、Magnetosphere の compression と expansion に伴う ULF・VLF 周波数 range の諸性質を昭和基地で取得した ULF・VLF 波動データと GOES -2, -3 の磁場変動記録を比較することによって調べた。

その結果、ULF・VLF emission のスペクトル構造は磁気圏内の磁場変動に強くコントロールされていることが明らかとなった。

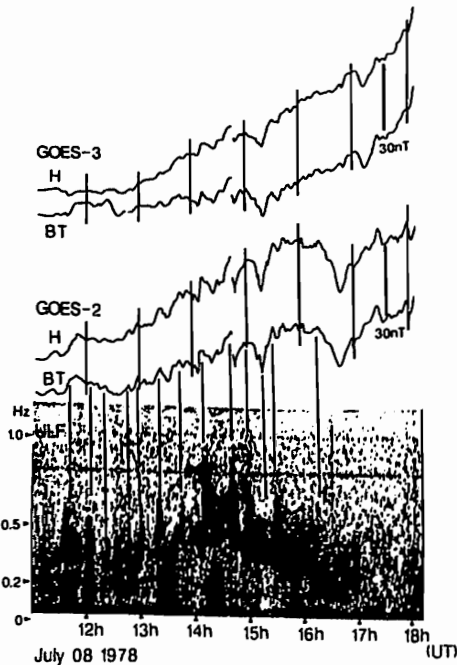


図1. GOES-2, -3 の磁場変動と ULF 波動スペクトラムとの比較。ULF スペクトラムの構造が磁気圏内の磁場変動と良く一致している。(BT; 全磁力, H; 沿直成分)

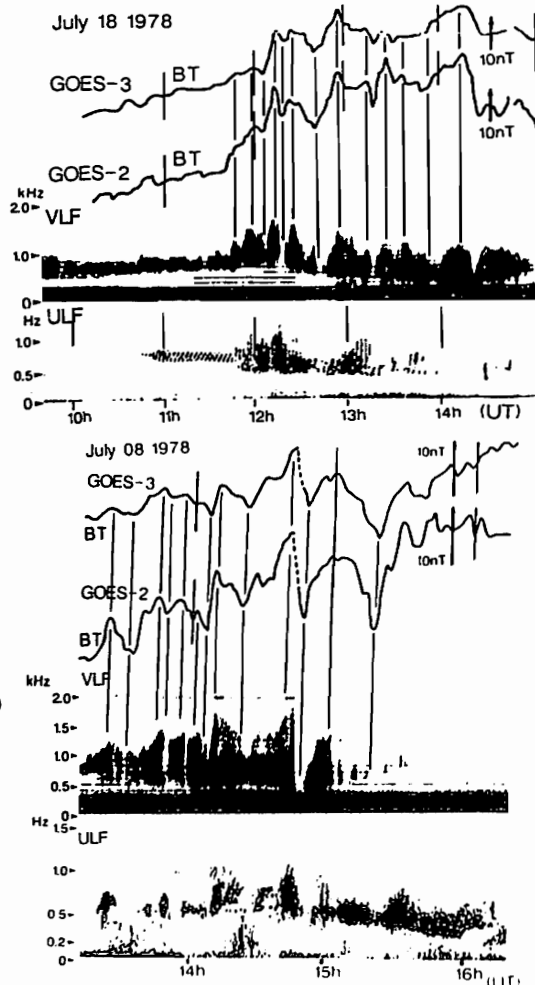


図2. GOES-2, -3の磁場変動とULF・VLF波動スペクトラムとの比較。ULF・VLFのスペクトラムの構造がともに磁気圏内の磁場変動と良く一致している。

図3. 図2と同様の例

AMPTE/CCE の磁場データに基づく
磁気圏電流構造

飯島 健 T.A. POTEMRA. L.J. ZAVETTI
(東大理) (ARL/JHU)

MAGNETOSPHERIC CURRENTS OBSERVED BY
AMPTE/CCE MAGNETIC FIELD EXPERIMENT

Characteristics of magnetospheric equatorial currents have been determined in the inner magnetospheric region of $L=4.0 \sim 8.8$ RE by using the AMPTE/CCE vector magnetic field that were obtained on 180 disturbed days in 1985 and 1986.

AMPTE/CCE の磁場データに基づいて
この磁場を基準として地球磁
気圏赤道面付近に流れる電流の
構造を決定した。

観測値 - IGRF (1980) を用いて
擾乱磁場 ΔB を用いて座標系
(ρ, ϕ, z : ρ は磁気赤道面)
平行方向を z は geomagnetic
dipole axis に平行, solar
magnetic coordinate system)
を用いて解析した。Data の不足のため
時期は 180 days
の擾乱磁場データのみ
を用いて電流を求めた。

特性は以下の通りである。

- (1) 磁気赤道面付近に流れる電流は
 $L=4.0 \sim 8.8$ RE の範囲に
westward flow と radial
flow が共存する。

(2) Westward flow は L
noon - midnight asymmetry を
示し、midnight region は 3~5 倍
の電流を流す。 $L=4.0 \sim 8.8$ RE
width 1 RE 以下に 1 million
ampere に達する。

(3) Radial flow は L 方向に
toward the Earth, 反対方向に away
from the Earth, total current $>$
 ~ 0.6 million amp.

(4) Westward flow, radial flow
は L 方向に電流密度の divergence
を示す。反対方向に away from the
magnetosphere, 反対方向に toward
the magnetosphere とする Region 2
FAC の sense と一致する。

(5) \vec{D}_p とは radial 方向のみならず
azimuthal 方向も重要と
考えられる。 etc.

新田伸也、前沢 洸

(名古屋大学理学部)

Control Factors of Magnetic Field Reconnection

S. Nitta and K. Maezawa

Faculty of Science, Nagoya University, Nagoya, 464 Japan

Evolution of field line reconnection is numerically simulated to determine its control factors. Discussion is focused on whether the dominant control factor is internal (resistivity distribution) or external (injection), and on the necessity for the formation of slow shocks.

Steady な Reconnection に至る過程、及び steady state での reconnection rate について調べる。最終的には磁気圏前面のように非対称で shear のある磁場配位での reconnection rate を調べる事が目的だが、そのまえに、反平行磁場配位での reconnection の発展が、系のどのようなパラメータにもっとも強く左右されるかについて明確にしておきたい、というのが今回の講演の motivation である。この点に関しては、いままで、数値 simulation によるものをを含め、いくつかの対立するモデルが提唱されているが、それぞれ視点や条件が異なるため、必ずしも直接比較できない。そこでここでは抵抗分布、境界条件については一度に変化させるパラメータをなるべく少なくして、各々の変化に対する simulation 結果の依存性を調べる。

初期条件は反平行磁場での平衡解 (Harris 解) とし、neutral sheet は x 軸上にとり X-Y plane での 2次元 MHD simulation をおこなう。次の点に着目して結果を比較する。

抵抗分布:

最大値、広がり、勾配。電流値の関数とするか位置の関数とするか。

injection:

reconnection を起こすような外的要因 (例えば外部からの plasma injection) を境界条件として強制的に与えるかどうか。

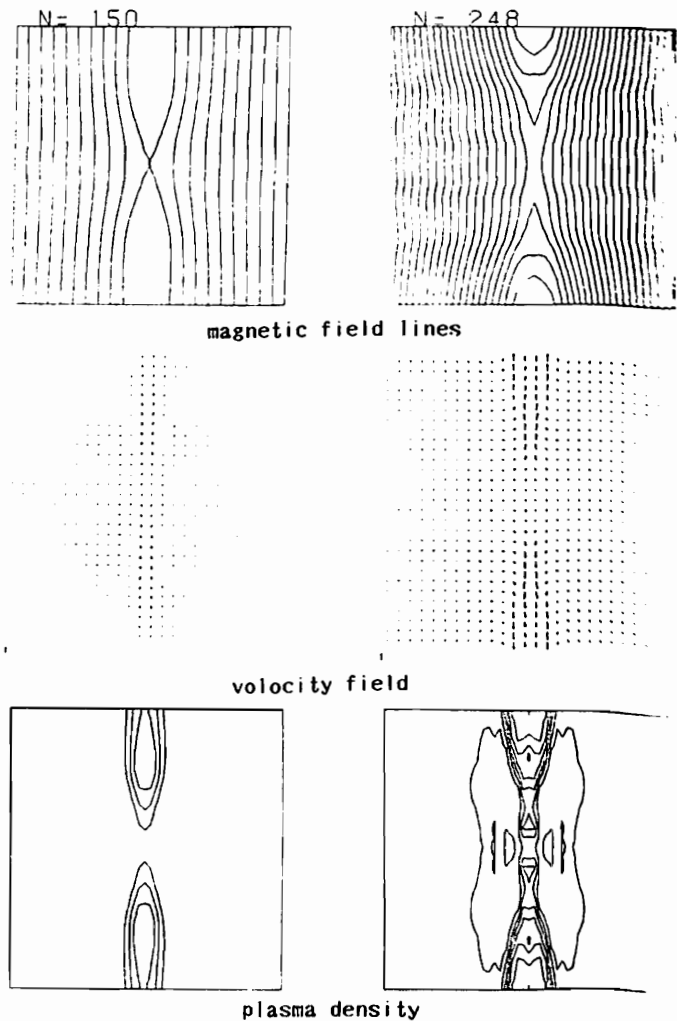
流入側 ($Y=\pm W$) の境界条件:

fix する物理量の選択、与え方。

流出側 ($X=\pm L$) の境界条件:

free にするか periodic にするか。

以上のようにして slow shock の存在、内的要因 (抵抗分布) が支配的か、外的要因 (injection) が支配的か、などについて過去の議論を整理しつつ新たな simulation の結果を交えて報告したい。



An example of the simulation result for locally enhanced resistivity and free (derivativeless) boundary conditions, without externally imposed flow. Time steps for N=150 and N=248 are shown.

IMF B_y に関する夜側NBZ沿磁力線電流系の非対称性

芝地貴夫, 飯島健
東大理

IMF B_y EFFECT ON THE ASYMMETRIC NIGHTSIDE NBZ
FIELD-ALIGNED CURRENTS

TAKAO SHIBAJI, TAKESI IIJIMA
University of Tokyo

Global characteristics of NBZ field-aligned current systems have already been determined for the case of IMF $B_z > 0$, $B_y > 0$ (Iijima and Shibaji, 1987) and, in this paper, are examined for the case of IMF $B_z > 0$, $B_y < 0$ by analyzing magnetic disturbances obtained by the MAGSAT satellite in the southern summer hemisphere. For $B_y > 0$, the nightside downward NBZ currents distribute only along the region of upward currents in lower latitudes. For $B_y < 0$, the nightside NBZ system has two pairs of upward and downward currents. This asymmetric behavior of nightside NBZ currents may be due to the dawn-dusk asymmetric nature of the global plasma convection patterns.

IMFが北向きの時に見られるNBZ沿磁力線電流系は、昼側・夜側で異なった性質を持つ。昼間側のNBZ沿磁力線電流系はIMF B_y の正負に対して朝-夕対称な分布をするが、夜側NBZ沿磁力線電流系は極めて非対称に分布する。

図はMAGSAT衛星による磁場データの大規模 (>226km) 成分から統計的に得られた2次元磁場変動を用いて導出された沿磁力線電流分布を示す。

IMF $B_y > 0$ における夜側NBZ沿磁力線電流系は、下向き電流がその低緯度側にある電流系の周縁付近に分布するという性質を持っている。これに対してIMF $B_y < 0$ における夜側NBZ沿磁力線電流系は上向き・下向き共に2対の電流によって構成されている。

このような、IMF B_y に関する夜側NBZ沿磁力線電流系の非対称的性質は、極域における大規模プラズマ対流の朝-夕非対称な性質に起因するものであると考えられる。

講演では、図の沿磁力線電流分布から求めた大規模プラズマ対流も合わせて、IMF $B_y > 0$, $B_y < 0$ に対する地球磁気圏のレスポンスについて考察を進めてゆく。

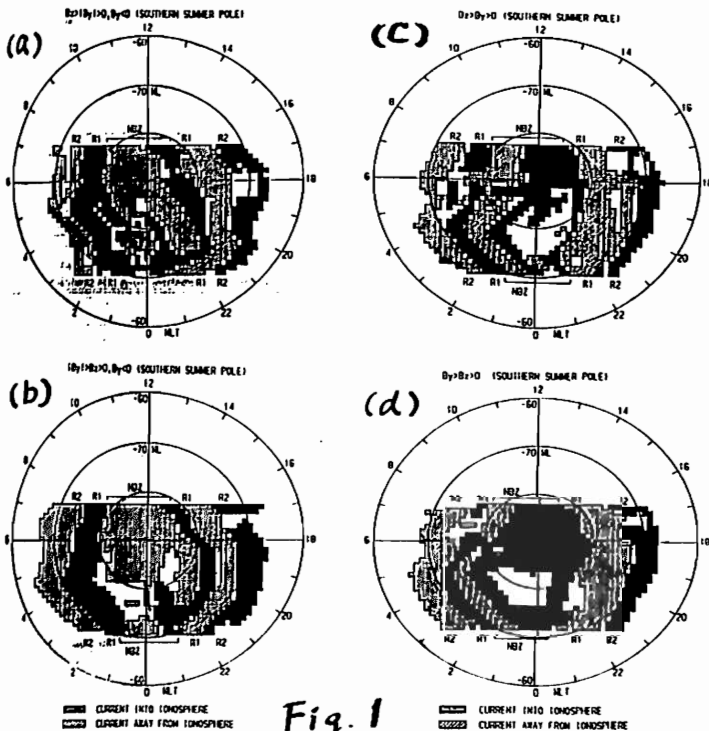


Fig. 1

Fig. 1 The spatial distributions of large-scale field-aligned summer current systems in the southern summer pole during periods of (a) IMF $B_z > |B_y| > 0$, $B_y < 0$, (b) IMF $|B_y| > B_z > 0$, $B_y < 0$, (c) IMF $B_z > B_y > 0$, (d) IMF $B_y > B_z > 0$, which are shown in the MLT-ML dial with a criterion of current density (in absolute value) larger than $0.05 \mu A/m^2$.

II-12 北向きIMF時の
Polar Cap ConvectionのIMF Bx依存性

門倉 昭
極地研

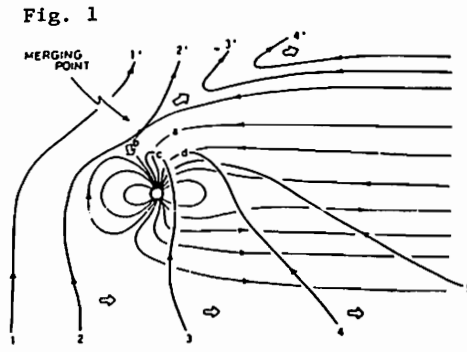
IMF Bx-DEPENDENCY OF POLAR CAP CONVECTION
DURING Bz > 0

AKIRA KADOKURA
National Institute of Polar Research

We examine IMF Bx-dependency of Polar Cap convection while Bz is positive by using magnetogram data of Thule and Vostok stations.

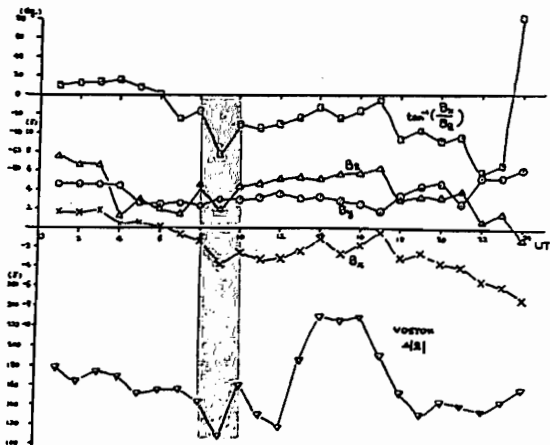
IMF各成分の極性による Polar Cap 内の対流パターンの変化についての研究は既に数多くなされ、Bz, By の正負による変化については、観測、理論の両面から種々の検討が加えられてきている。近年特に Bz > 0 の時の対流についての興味は衛星で観測される θ -aurora との関連の元で喚起されている。(Reiff et al. 1985, Kan et al. 1985) Bz > 0 のとき、IMFは tail lobe の磁力線と再結合すると考えられる。(Fig. 1) Reiff et al. (1985)は Bz, By に加えBxにも言及し、Bx > 0 (< 0) の時はこの再結合が南(北)半球でより起こり易いであろうと予測しているが、まだそれを裏付けるに足る観測はなされていないように思われる。その理由の一つは、おそらく強い By依存性にこの Bx依存性が隠されているためであろう。

今回はこのBy依存性を逆に積極的に用い、予想される By依存性からのズレを Bx (むしろ Bx/Bz) 依存性により説明しようと試みた。用いたデータは、THULE(地理緯度 -77.48°, 経度 290.83° : 磁気緯度 85.73°, 経度 36.18°)と VOSTOK (地理緯度 -78.45°, 経度 106.87° : 磁気緯度 -83.29°, 経度 54.62°)の地磁気3成分とDATA BOOK に取められているIMFのデータである。現在、1978年の各観測点の夏期間について調べ、THULEについて1日、VOSTOKについて2日のBx依存性を示すと思われるデータを抽出した。



(Maezawa K., J.G.R. 81, 2289, 1976)

VOSTOK についての12/23の例を Fig. 2 に示す。



【参考文献】

- Reiff H., et al., J.G.R., 90, 1595, 1985
- Kan J. R., et al., J.G.R., 90, 4171, 1985

Fig. 2

The shaded area cannot be explained by By-dependency.

高エネルギー粒子の放射線帯からの拡散

藤村 正樹、西田 篤弘 (宇宙研)

OUTWARD DIFFUSION OF ENERGETIC PARTICLES
FROM THE RADIATION BELT

M. FUJIMOTO, A. NISHIDA
Institute of Space and Astronautical Science

The diffusion process operating at low altitudes can bring energetic particles outward without serious loss of energy. Based on this idea, we examine the possibility that high energy particles detected in the plasma sheet and in the polar cusp are leaking out from the radiation belt. We estimate the efficiency of this diffusion process, using the low frequency electrostatic wave intensity observed on auroral field lines by Viking.

衛星の観測によれば、プラズマシート中に、起源不明の高エネルギー粒子が存在することが分かっている。また、昼側のカスプでは数十keVの電子が、低緯度側から洩れ出しているかのようなデータが、得られている。これらの粒子は、放射線帯から、エネルギーを殆ど減らすことなく、外側に拡散したものであると考えられる。このような拡散は、粒子が、低高度域に存在する時に可能である。

粒子が、地球磁気圏内側へと輸送される過程を考える。このとき、third invariantのみ残りつつ、他の二つの、断熱不変量は保存されるものとする。内側に進むにつれて、エネルギーは増加し、ピッチ角も増加する。ピッチ角異方性がある程度以上になると、変動が励起され、ピッチ角散乱が起こり、粒子の磁気ミラー反射点の高度は下がる。この磁気ミラー反射点付近の低高度に粒子が滞留する時に、外向きに拡散を起こしてやることを考えるのである。

低高度で外向きに拡散を起こしてやる時、粒子の運動エネルギーの減少は、赤道面で拡散が起きる時よりも、はるかに小さくしてやることができる。いま、ダイポール磁場を仮定して、磁場に垂直方向の運動エネルギー W_{\perp} だけ持っている粒子が、first invariant を保存しながら外向きに拡散する時、 W_{\perp} の変化量 ΔW_{\perp} は、

$$\frac{\Delta W_{\perp}}{W_{\perp}} = \frac{\Delta B}{B} = -3 \left(\frac{r}{r_{eq}} \right) \frac{2 - \frac{r}{r_{eq}}}{\left[4 - 3 \left(\frac{r}{r_{eq}} \right) \right]^2} \frac{\Delta r_{eq}}{r_{eq}}$$

ここに、 $B, \Delta B$; 拡散を起こす位置での磁場の強さ、及びその変化量、

$r_{eq}, \Delta r_{eq}$; 磁力線の赤道距離及び、その変化量、

r ; 拡散を起こす位置の地心距離、である。

従って、例えば、 $r = \frac{1}{4} \cdot r_{eq}$ での変化の割合は

$$\left. \frac{\Delta W_{\perp}}{W_{\perp}} \right|_{r = \frac{1}{4} \cdot r_{eq}} = 0.04 \times \left. \frac{\Delta W_{\perp}}{W_{\perp}} \right|_{r = r_{eq}}$$

以上は、ダイポールについての議論であったが、本質的なのは、磁力線を乗り換えた時の磁場変化が、低高度では小さいことであり、実際の地球磁場においても成り立つ。

このような拡散を起こす原因として、極域低高度に存在する静電波を考えることができる。最近の VIKING の観測によれば、イオンの上向きビームが原因であろうと思われる低周波の静電波があり、強さは、数 mV/m であることが分かっている。この波を、適当に、モデル化し粒子が磁力線に沿って往復運動しながら、低高度にある時はこの波の影響を受ける、として、高エネルギー粒子が外側に拡散する効率を計算する。

西田篤弘
宇宙科学研究所

LOSS OF PARTICLES FROM THE PLASMA SHEET

A. Nishida
Institute of Space and Astronautical Science

In the presence of the earthward convection, the plasma in the plasma sheet is compressed as it is carried earthward, and the resulting increase in pressure is not likely to be containable in the observed magnetic structure of the tail. It seems that copious plasma is lost from the plasma sheet before reaching the Alfvén layer. This paper surveys evidence for the plasma loss and then discusses the escape process such as the escape from the tail surface and the precipitation to the ionosphere. It is noted that the sudden collapse of field lines from the tail at the onset of the substorm expansion phase requires rapid removal of plasma from the near-earth plasma sheet.

プラズマシート中の粒子は、磁気圏内の大規模な対流によって地球向きに運ばれている。プラズマシートの力学的構造、すなわちプラズマシート中での力のバランスを考える際には、この運動の効果を考慮に入れることが必要である。

地球向きに運ばれるプラズマは、容積が減少するから密度が増し、温度も断熱的に高まる。したがって圧力が増す。定常的な尾部構造においてはこの圧力の勾配が磁場のローレンツ力と釣り合っていないとなければならない。しかし、この条件を満たすself-consistentな解によって、観測される磁場構造を説明しようという試みは成功していない。地球に向かって急激に増大するプラズマ圧を押さえこむには、観測されている磁場では弱すぎるのである。

地球向きに流れるプラズマシートの粒子のかなりの部分は、Alfvén layer (プラズマシートの地球側境界面) に到達するかなり前から、プラズマシートから失われているのではないだろうか。損失のメカニズムとして考えられるのは、尾部境界面からの流出、電離層への降下、および原子分子過程による消滅である。

粒子の損失は本当に起きているのだろうか。プラズマシートの速度分布関数の出版された例は非常に少なく、そのなかでも20R以内のケースは特に少ないが、限られた情報は実際に損失が起きていることを

示すように思える。電子については、10ReからAlfvén layerにかけて、1~2keV電子の位相密度がほとんど変化しないか、あるいはやや減少しているという図が報告されている。陽子については、1keVより高いエネルギーの陽子の位相密度が15Rでは20Rよりも低くなっている例が見られる。

粒子を尾部の境界面にむかって動かすのは磁場の不均一によるドリフトであり、その速度は粒子のエネルギーに比例する。運動エネルギーが10keV、磁場が10nTでその変化のスケール長が1Reであると、ドリフト速度は100km/sに達する。地球向きの流れの速度に比べてこれは無視できない。尾部の陽子が流出すると、その電荷を補うように電離層から酸素などの冷たいイオンが上昇する。

尾部からの電子の損失機構としては、電離層への降下がやはり重要であろう。電子の平均エネルギーは陽子よりも一桁位低いので、ドリフトによる流出の効果は弱い。

電荷交換反応による損失は、中性水素の密度が低いためあまり効かないであろう。

サブストームは、尾部に引き伸ばされた磁力線(とそれに伴うプラズマ)が急激に落ち込む時に生ずるものであるが、そのような落ち込みが起きるためには、プラズマを速やかに取り除き、その圧力を十分減らす必要がある。

二重収束型イオンエネルギー 質量分析器の開発

II-15

福井以知郎、賀谷信幸、松本治弥
(神大工) (神大工) (神大工)

DEVELOPMENT OF THE ION MASS SPECTROMETER WITH DOUBLE FOCUSINGS

Ichiro Fukui, Nobuyuki Kaya and Haruya Matsumoto
Dept. of Instrumentation, Kobe University

An objective of the Ion Mass Spectrometer (IMS) is to analyze energy and mass of ions in the magnetosphere. An energy analyzer of the IMS is changed from a spherical electrostatic deflector to a cylindrical one in order to obtain higher mass resolution and wider view-field. Energy and angular focusings of cylindrical deflector make mass resolution higher than a spherical deflector which has only angular focusing. The new IMS can observe ions at wider range of an incident angle by cutting the cylindrical deflector at various deflection angles.

イオンエネルギー質量分析器 (IMS) は、地球磁気圏における高速イオンのエネルギーと質量の分析を目的とする観測装置である。このIMSの試作器は、1986年1月31日宇宙科学研究所のK-9M-79号ロケットにより動作試験が行われ、電離層イオンの観測を行い、その動作が確認された。この飛翔体試験に基づき、EXOS-D搭載用IMSは最終設計に入っている。EXOS-D用IMSはFig.1のようにエネルギー分析器 (静電型分析器)、質量分析器 (永久磁石型分析器)、および検出器 (Micro Channel Plate) より構成されている。このIMSの性能で不十分な点としては二項目揚げられる。一つは高エネルギー測定時における分解能の悪さと、もう一つは質量分析器の磁極間距離やMCPの大きさに限界があるための、入射粒子の測定角度範囲の狭さである。これらの問題を解消するためにFig.2のようなIMSを考案した。これはエネルギー分析器に円筒型電極を用いるもので、電極を階段状に切り、電極の前方に反対方向に偏向する円筒電極を追加して、広い範囲の入射角の測定を行おうとするものである。本来円筒型静電分析器には、偏向角254.6度において入射粒子のエネルギーと角度の二重収束性があり、この二重収束性を利用することができれば質量分解能を格段に上げることが可能である。この二重構造の円筒電極と質量分析器の全軌道で、エネルギーと入射角に関して、二重収束性が得られることが計算より判明した。この収束条件を満たすように設計を行えば、広い角度範囲の入射角で高い分解能を得ることができる。

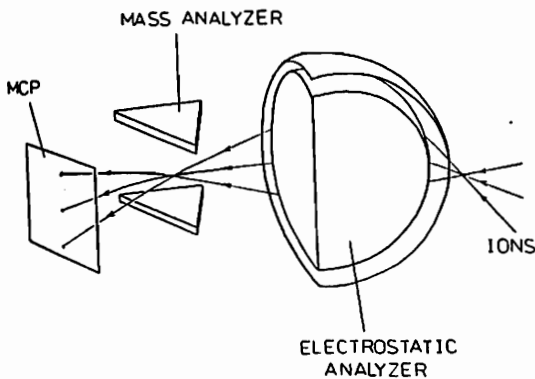


Fig.1 IMS flown on the EXOS-D

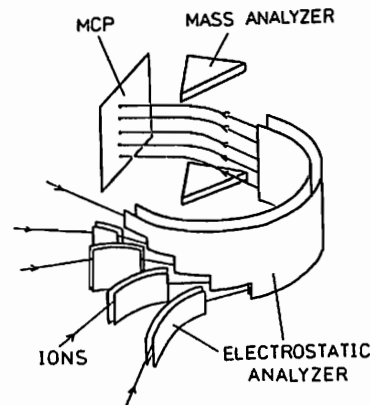


Fig.2 Improved IMS

II-16 Field Emission Ion Source の試作

河野祐一、鶴田浩一郎、早川基、中村正人

宇宙研

DEVELOPMENT OF FIELD EMISSION ION SOURCE

Y. KOHNO, K. TSURUDA, H. HAYAKAWA, M. NAKAMURA
INST. SPACE AND ASTRONAUTICAL SCIENCE

Liquid metal ion source is under development, which will be used for Boomerang method to measure the electric field in space. This type of ion source, which is an application of field emission, is expected to have longer life time and smaller power consumption than the current ion source used in the rocket experiment. In the present paper, the dependence of ion current on the voltage applied to the tip will be presented.

ブーメラン法による電場測定に用いられる荷電粒子としてリチウム (Li) が適当であり、前回のロケット実験では、 β -ユークリプトタイト ($\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) を 1000°C 前後に加熱することによってリチウムイオンを得た。このイオン源の寿命は数日程度であり、ロケット実験の場合には十分であるが、衛星に搭載する場合には、1年以上の寿命が必要となる。現在使用されている加熱型イオン源では不十分である。さらに加熱する際、消費される電力は、衛星で使用できる電力の制限上、最低限に抑える必要があり、加熱型のようないくつかの大電力消費型のイオン源は望ましくない。そこで現在我々は、フィールドエミッション (電界放出現象) の一部である電界蒸発現象を利用した小電力消費型イオン源を開発中である。この電界蒸発とは、金属表面から外側に向かう方向に強い電場が印加されると、表面原子中の電子が内部に移り、残された正イオンが空間中に放出される現象である。実際には、先端の鋭く尖った金属チップを用い、これと引出し電極との間に数 kv の電位差をかけると、チップ先端部に電場が集中して電界蒸発に必要な 10^6V/cm 程度の大きさになり、金属イオンが放出されることになる。ただし、チップとして固体金属を用いると、その表面原子が剥ぎ取られてイオンとして放出する為に、寿命に限界がある。そこで、液体金属を採用することで寿命の問題を解決することができる。液体金属イオン源は図1に示す様に、毛細管及び多孔質性のチップからできており、絶えず液体金属をチップ先端に送り込む仕組みになっている。この場合液体金属を導く毛細管及びチップとの濡れ性、金属の融点における蒸気圧など、液体金属特有の問題も生じるので、これらを十分に検討する必要がある。

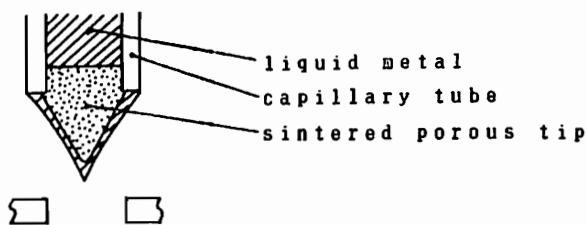


図 1

II-17 TOF 質量分析器の試作

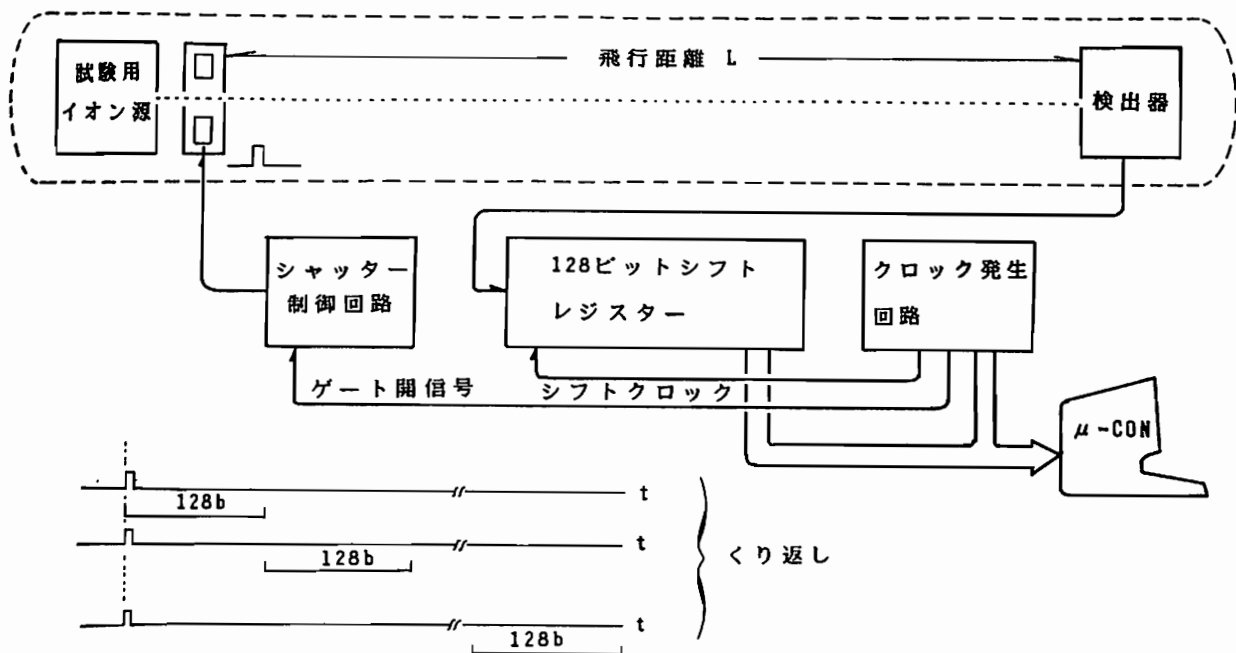
鶴田浩一郎、早川基、中村正人、河野祐一
宇宙科学研究所

DEVELOPMENT OF TOF MASS ANALYZER

K. Tsuruda, H. Hayakawa, M. Nakamura, Y. Kono
Inst. Space and Astronautical Science

A Time of Flight (TOF) Mass analyzer is being developed for the test of ion sources used in the Boomerang experiment. In order to minimize the size of the hardware and maximize the flexibility, a microcomputer is employed to control the hardware.

電場計測のためのイオン源を開発する上で、質量分析を行う必要がたびたび発生するが簡便な方法がなくて困っていた。イオン源の特性を測定するには、装置の設置条件等を考えると四重極イオン分析器等よりも被試験体であるイオン源と実際に使用するイオン検出器を使ったTOF (Time of Flight) 測定による質量分析の方が好都合なことが多い。今回報告する分析器は、マイクロコンピュータとペアで使用することを念頭において設計されたものでハードウェアを出来るだけ簡素化した構成となっている。図にブロックダイアグラムを示すが基本的な構成要素はイオン流を断続させるシャッターと、このシャッター閉閉の時間を起点とした時間軸上のピンに検出されたイオン数をいれていくための回路からなっている。複雑な処理は全てマイクロコンピュータが受け持っているため実際のエレクトロニクスはプリント板一枚程度に収まっている。



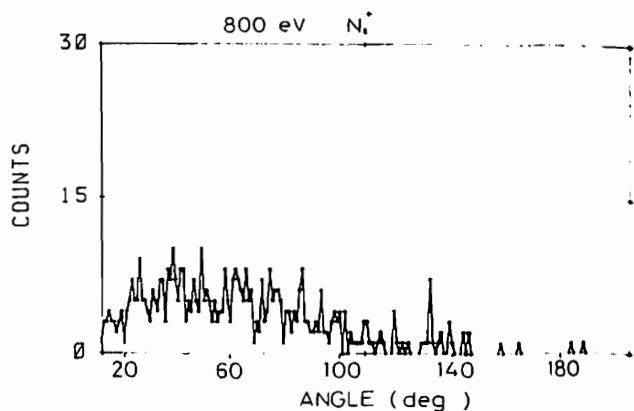
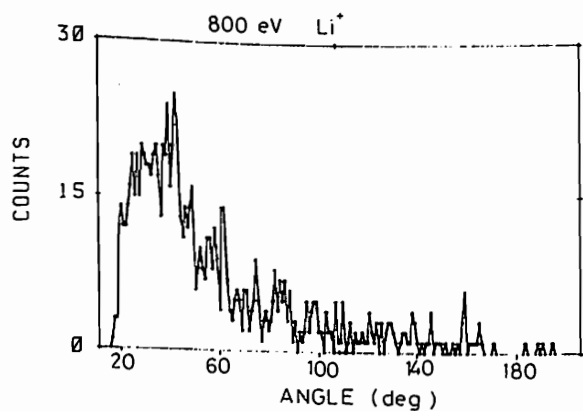
早川基・鶴田浩一郎・中村正人・河野祐一
宇宙研

MEASUREMENT OF ION BEAM REFLECTION COEFFICIENT AT THE METAL SURFACE

H. HAYAKAWA, K. TSURUDA, M. NAKAMURA, Y. KONO
INST. OF SPACE AND ASTRONAUTICAL SCIENCE

To make a electric field measurement using ion beam time-of-flight technique in the auroral ionosphere, the ion detector should be sensitive to the tracer ion (Li^+) since there are many ions which have same energy of tracer ion (several hundred eV). Due to the narrow angle response range, E×B type mass analyzer is not suitable. Ion species, energy, and incident angle dependence of the ion beam reflection coefficient of the metal surface is measured to examine the possibility of the lithium sensitive detector by using the metal mirror.

我々はイオンビームを用いた新しい電場計測法をここ数年来開発してきている。本年一月のロケット実験の成功により、中低緯度の電離層における電場計測については実用の目度がついた。しかし、極域電離層においては我々がトレーサーとして用いているリシウムイオン（数百eV）と同程度のエネルギーを持つプロトン、酸素イオン、窒素イオン等が多数存在する為にエネルギー分析だけではS/N比が悪い。また、検出器には広範な視野角が要求されるので通常のE×B型の質量分析器を用いるわけにはゆかない。そこで我々は金属表面におけるイオンの反射係数がイオンの種類等により異なる事を利用してリシウムイオンを選択的に検出する事を目的として、イオンの反射率の測定を行っている。一例として800eVのリシウムイオンと窒素分子イオンの真鍮板表面における反射の角度分布を図に示す。いずれの場合も真鍮板は入射ビームに対して約20°の角度を持っている。学会講演時にはイオンの反射係数のイオン種、エネルギー、入射角等の依存性について報告する予定である。



Reflection angle distribution for 800 eV Li^+ (Fig.1a) and 800 eV N_2^+ (Fig.1b). Ordinate is the counts per 100mS and abscissa is the angle based on incident beam direction. The angle between incident beam and reflector is about 20 degree.

Inverted-V Event の分裂現象

北山 正信・向井 利典・西田 篤弘 賀谷 信幸
(宇宙科学研究所) (神戸大学)

LATITUDINAL SPLITTING OF INVERTED-V ELECTRON PRECIPITATIONS

M. KITAYAMA, T. MUKAI, A. NISHIDA, and N. KAYA*
Institute of Space and Astronautical Science, *Kobe University

Comparison of the auroral electron precipitation patterns observed on several consecutive orbits of EXOS-C has revealed that an inverted-V event becomes splitted into many fine discrete bands which expand both equatorward (into the diffuse precipitation region) and poleward (into the polar cap). These phenomena are observed mostly during geomagnetically quiet periods just after the recovery phase of substorms.

人工衛星 EXOS-C (おおぞら) に搭載された低エネルギー粒子観測器 (ESP) は、極域における降下粒子の観測において、様々な興味深い現象を捕らえている。ことに、いわゆる電子の加速現象に関しては、従来考えられているようにオーバルの高緯度側に多く存在するといった単純なものだけではなく、空間的に細かい構造を持ったものがいくつも分布し、ときには、ディフューズな領域や極冠域に深く入り込んでいるといった現象が見られる。今学会では、その様な現象の中で、ディスクリートの構造を持った電子の降下が、時間とともに構造が細かく分裂し、緯度方向に拡大していくという現象について報告する。下図が、その典型的な例である。図 (a) は、連続パスの E-t ダイアグラムで、上下

2つの E-t の不変磁気緯度がほぼ一致するように描いており、それに対応する軌道を図 (b) に示した。軌道上の四角及び丸印は、観測されたディスクリートな電子降下の位置を示す。図を見ると、Rev.7421 でオーバルの極側に5つほど存在していたディスクリートな電子降下が約1時間半後の Rev.7422 には細かいいくつもの構造に分裂し、その領域が低緯度側はディフューズな領域へ、高緯度側は極冠域へと両側に広がっている様子がわかる。

このような、ディスクリートな電子降下が細分化しつつその領域が拡大する現象は、この他にもいくつか見られるが、いずれも substorm の recovery phase から後の静かな時に起きている。

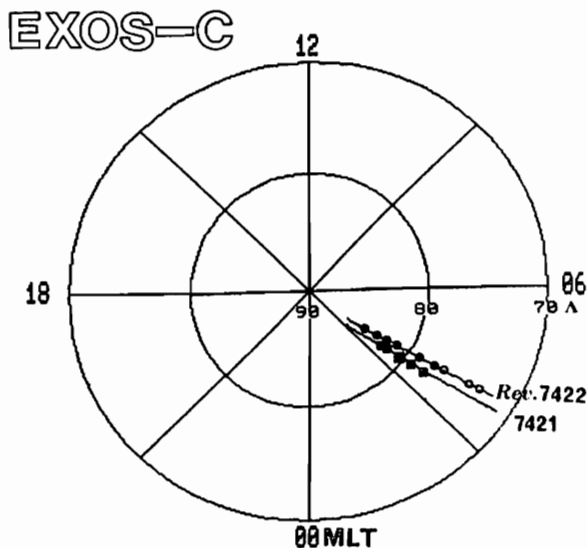
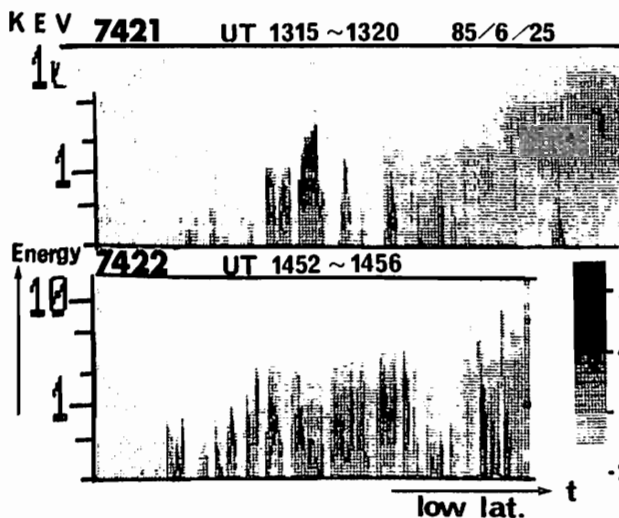


図 連続パスの降下電子の (a) E-t ダイアグラム及び (b) 軌道

11-20 準周期的VLFエミッションと相関する オーロラX線の空間分布

鈴木裕武¹, 山岸久雄², 小島年春³, 平島洋¹, 村上浩之¹, 佐藤夏雄², 山上隆正⁴,
小玉正弘⁵, 福西浩⁶ (¹立教大, ²極地研, ³電通大, ⁴宇宙研, ⁵山梨医大, ⁶東北大)

SPATIAL DISTRIBUTIONS OF AURORAL X-RAYS CORRELATED WITH QUASI-PERIODIC VLF EMISSIONS

H. Suzuki¹, H. Yamagishi², T. Kojima³, Y. Hirasima¹, H. Murakami¹,
N. Sato², T. Yamagami⁴, M. Kodama⁵, and H. Fukunishi⁶

¹Rikkyo Univ., ²NIPR, ³Univ. of Elec.-Com., ⁴ISAS,
⁵Yamanashi Med. Col., ⁶Tohoku Univ.

A balloon observation of auroral X-rays was carried out over Syowa Station in Antarctica on December, 1985. A set of three directional NaI(Tl) counters were used to measure the energy-dependent structures of auroral X-ray images. An X-ray pulsation event which correlated with quasi-periodic VLF emissions was observed at about 0200 UT on December 14. An X-ray source region was located at a low latitude side when this X-ray event started.

第26次南極観測隊による大気球実験では3管式X線検出器を用いたオーロラX線の空間分布の観測が行われた。3管式X線検出器とは指向性を持たせた3本のNaI(Tl)シンチレーションカウンターを異なる視野方向に配置し、装置全体を約80秒の周期で回転させオーロラX線の空間分布を観測するものである。本講演ではB15-3バルーンにより1985年12月14日0200 UT頃に観測されたX線イベントについて報告する。

Fig.1に示したようにこのX線イベントにおいてはX線計数値の時間変化はVLF(大気球による)強度の時間変化と良い相関を示している。VLFのダイナミックスペクトルからこのVLF脈動は準周期的なコーラスエミッションであることが判明している。オーロラX線空間分布観測からこのX線イベントは最初の計数増大のとき(脈動の最初の山)低緯度側にX線発生領域が存在し、次の計数増大のとき(脈動の第2の山)は全視野(検出器の)に広がっていたことが判った。これはX線発生領域が低緯度側から高緯度側に移動した結果と考えられる。このイベント領域の移動については昭和基地におけるscanning-beam-riometerの観測結果と比較したところ矛盾のない結果を得た。

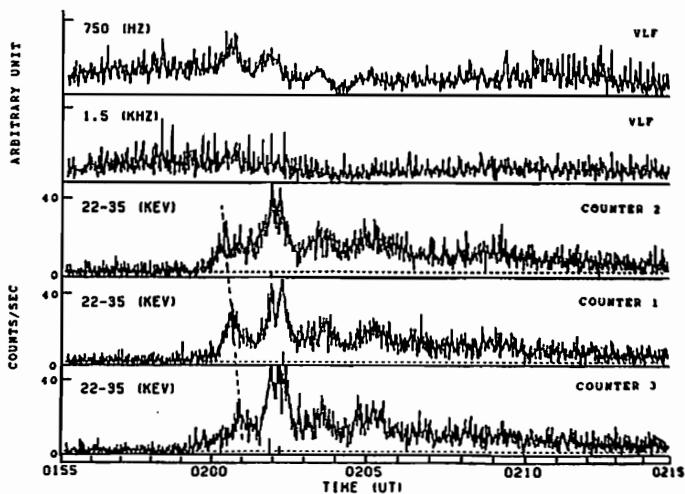


Fig.1 Time profiles of X-ray counting rates and VLF emission intensities.

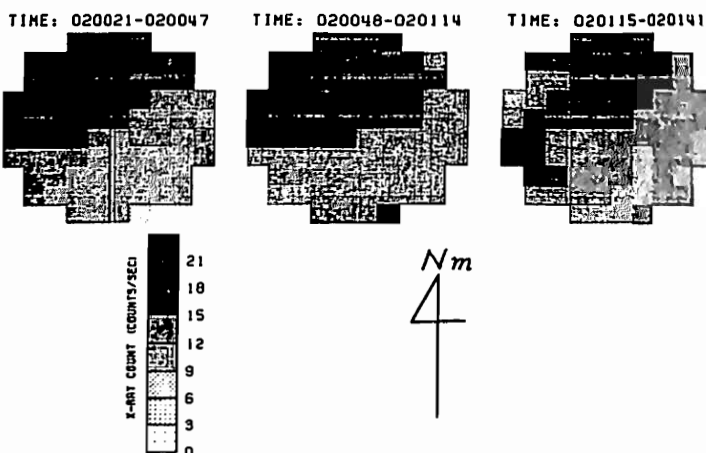


Fig.2 A time sequence of auroral X-ray images composed every 27 sec for 22-35 keV energy channels. These images are viewed from the top side.

小倉 絃一 (日大産工) , 小玉 正弘 (山梨医大) ,

OUT-OF-FOCUS OF AURORAL X-RAY IMAGES AT BALLOON ALTITUDES (II)

K. Ogura** and M. Kodama*

*Dept. of Physics, Yamanashi Medical College **College of Industrial Technology, Nihon Univ.

Diffusion characteristics of auroral X-rays propagating through the atmosphere has been examined by means of a Monte Carlo simulation, for the aim of a reasonable conversion of an apparent auroral X-ray image observed at balloon altitudes into the intrinsic one generated at the top of atmosphere. In case of the omni-directional detector, it is shown that the out-of-focus of an X-ray image in air is enhanced with increasing energy and zenith angle of an incident photon but that it has not so much perturbation against the atmospheric depth and the source spectrum. While, it is obvious that the detector with collimator reduces a degree of the out-of-focus. Outline results of the simulation are discussed as functions of collimation angle, detection energy and atmospheric depth.

オーロラX線の空間分布即ちX線像を気球高度から撮影した場合、大気原子・分子による散乱や吸収によって発生光子は当初の方向を失うため、いわゆる撮像ボケ(out-of-focus)を生ずる。従って気球高度で得られたX線像は発生高度における像を必ずしも正確に反映しないことになる。この様な撮像ボケがどの程度のものかを決めるには、解析的手段によるよりはモンテカルロ法によって1個1個の光子の大気中での伝搬過程を追跡する方が適している。モンテカルロ法自身はこれまでもエネルギースペクトルなどの決定に広く利用されてきたが、このような撮像ボケの推定に適用された例はない。当然ながら、撮像ボケは発生光子のエネルギー、入射方向と大気の深さによって変わる。これらの関係を定量的に決めておけば、気球観測によるX線像を容易に大気頂上での姿に焼きなおすことができる。

モンテカルロ計算の結果、全方向型X線検出器の場合には、... 1)大気が深くなってもそれほどボケは広がらない。深さ10g/cm²でのボケの程度はせいぜい10kmである。2)高エネルギーほど、また斜め入射ほどボケは大きくなる。3)従ってボケが最小になる光子エネルギーは気球高度毎に異なる...となることを前回報告した。これらはX線大気拡散の一般的な性質を明らかにしたものである。実際の撮像観測に当たっては、コリメータによって検出器の視野を絞り散乱光子の影響をなるべく少なくするのが普通である。下図は計算結果の1例で、指数関数型スペクトルをもつ点等方線源が高度100kmの座標原点にある場合、気球高度(10g/cm²)のコリメータ(視野角20°)に入射してくる光子の数をその到達点を関数として示したものである。ただし、コリメーションの軸は図1では天頂を向き、図2では天頂から30°傾いている。ボケはコリメーションにより抑えられるが、コリメータ軸の傾きが大きくなるにつれて視野外からのゴーストが問題となってくる(図2)。光子のエネルギー、大気の深さ、コリメータ軸の傾き等を変化させて計算したボケとゴーストについて報告する。

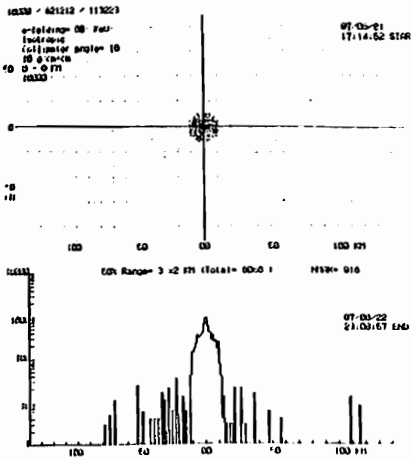


図 1

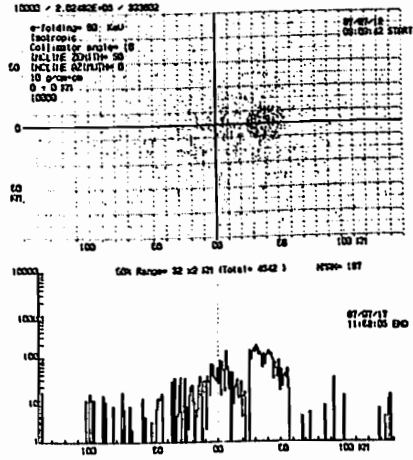


図 2

II-22 電離層電気伝導度と電場の 相対的位置関係

京産大理
上出 洋介

RELATIVE LOCATION OF IONOSPHERIC CONDUCTIVITY AND ELECTRIC FIELD IN THE AURORAL ELECTROJETS

Y. Kamide
Kyoto Sangyo University

The spatial relationship between the convection electric field and auroral precipitation has a strong local time dependence. It is shown that the region of most intense precipitation in the morning sector lies equatorward of the strongest electric field, while the opposite is true in the evening sector. The physical implication of this is that, assuming a high positive correspondence between the electron precipitation and the ionospheric conductance, the poleward half of the morning-side auroral electrojet is dominated by the electric field, while its equatorward portion is dominated by the high conductivities. It is thus apparent that the latitudinal range of the westward electrojet may not accurately represent that of the so-called auroral oval.

オーロラ・オーバル内では、いろいろな物理量（たとえば、電離層電場、電流、電気伝導度、沿磁力線電流、オーロラ強度、降下粒子のエネルギーやフラックス）が中緯度や極冠に比べて大きな値をとる。しかし、これらの量が、個々の例でも統計的にも、同じような“緯度/地方時”分布や時間変化をすることは限らない。むしろ、この相対的な差が、電離層-磁気圏系のダイナミクスを探るのに重要なヒントを与えている、ともいえる。例えば、図1は0400 MLTについて、電離層電場の大きさ、ホール(Hall)電気伝導度、ホール電流の3つの量を緯度の関数としてプロットしたものであり、電場と電気伝導度のピークは緯度で5度もずれていることを示している。したがって、朝方でのオーロラ・ジェット電流の極側半分は南向き電場が卓越しており、赤道側の部分は電気伝導度が支配していることがわかる。ここで電気伝導度は8年間に及ぶNOAA/TIROS衛星の降下粒子のデータから計算したもの(Fuller-Rowell and Evans, 1987)で、電離層電場は同期間のMillstone Hillレーダー観測によるもの(Foster et al., 1986)である。

講演では、電場と電気伝導度のこれらの相対的位置関係が、磁気圏プラズマ対流やサブ

ストーム発達で、どのような物理的意味をもつのか、を議論する。

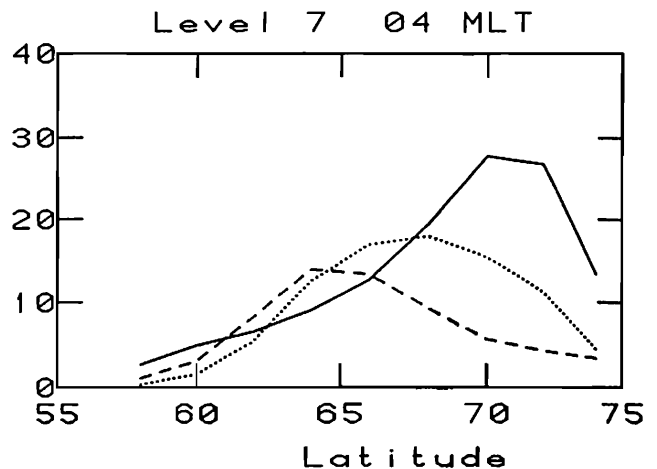


Figure 1. The latitudinal variation of the electric field magnitude (solid curve, mV/m), the Hall conductance (dashed curve, S), and the Hall current (dotted curve, $\times 10^{-2}$ A/m) as functions of magnetic latitude for 0400 MLT.

REFERENCES

- Foster, J. C., J. M. Holt, R. G. Musgrove, and D. S. Evans, Ionospheric convection associated with discrete levels of particle precipitation, *Geophysical Res. Lett.*, **13**, 656-659, 1986.
- Fuller-Rowell, T. J., and D. S. Evans, Height integrated Pedersen and Hall conductivity patterns inferred from the TIROS-NOAA satellite data, *J. Geophys. Res.*, in press, 1987.

AURORAS ASSOCIATED WITH FTE-TYPE EVENTS RECORDED AT
THE SOUTH POLE-FROBISHER BAY CONJUGATE PAIR

H. Fukunishi¹, Y. Tonegawa² and L. J. Lanzerotti³

¹Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University

²Department of Aeronautics and Astronautics, Tokai University

³AT&T Bell Laboratories, Murray Hill, New Jersey 07974

1. Introduction

The possible ground signatures of FTE's have been studied by Goertz et al. (1985), Southwood (1987), and Lanzerotti et al. (1986). The impulsive magnetic variations discussed by Lanzerotti et al. (1986) as candidate events for FTE's have signatures expected of moving circular Hall current in the ionosphere, produced by a field-aligned current. In the present analysis we use the magnetometer data obtained from the South Pole-Frobisher Bay conjugate pair at cusp latitudes which are extremely useful for testing the proposed FTE models. We also use the all-sky camera data recorded at South Pole station for studying the relationship between FTE's and auroras.

2. Conjugacy of FTE-type events

It has been found that FTE-type events occur simultaneously at the conjugate-pair stations with similar wave forms (Fig. 1). The conjugate phase relation is characterized by in-phase variations for the H and Z components and out-of-phase varia-

tions for the D component. Therefore we infer that field-aligned currents associated with FTE's flow on closed field lines. FTE-type events were often accompanied by standing damped oscillations in the Pc 5 range, suggesting that FTE's are one of energy sources of cusp Pc 5 pulsations.

3. Auroras associated with FTE-type events

FTE-type events in the forenoon sector were accompanied by a sudden occurrence of discrete auroras which move poleward and westward. The duration of auroras is typically 5 min. The onset of an impulsive magnetic variation preceded 3-5 min the onset of auroras. Therefore it is suggested that the magnetic impulse of FTE-type event in the forenoon sector is due to the downward field-aligned current.

Reference

Goertz et al., J. Geophys. Res., 90, 4069, 1985.
Lanzerotti et al., Geophys. Res. Lett., 13, 1089, 1986.
Southwood, J. Geophys. Res., 92, 3207, 1987.

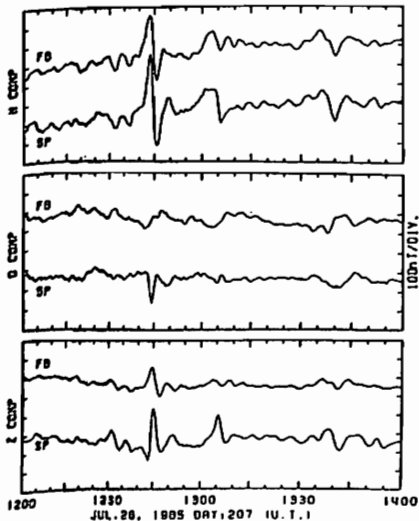


Fig. 1 Example of FTE-type event observed at the South Pole-Frobisher Bay conjugate pair.

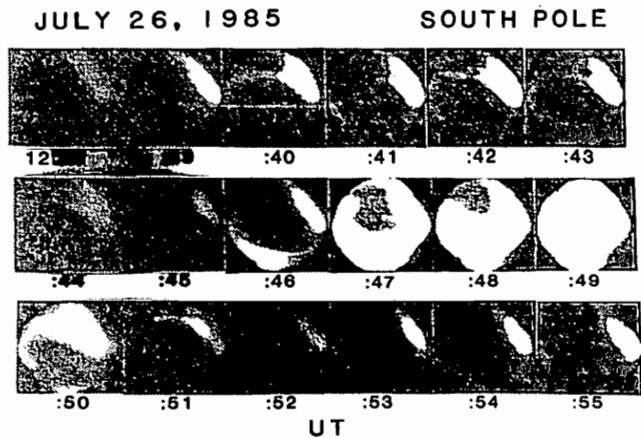


Fig. 2 All-sky photographs taken at South Pole in the time interval 1238-1255UT on July 26, 1985.

昭和基地で観測されたSCに伴うCNAについて

永野 宏、 荒木 徹、 家森俊彦、 佐藤夏雄、 鮎川 勝
 (朝日大) (京大理) (京大理) (極地研) (極地研)

CNA ACCOMPANYING GEOMAGNETIC SUDDEN COMMENCEMENTS AT SYOWA STATION

Hiroshi NAGANO, Tohru ARAKI, Toshihiko IYEMORI, Natsuo SATO, Masaru AYUKAWA
 (Asahi Univ.) (Fac. Science, Kyoto Univ.) (Natl Inst. Polar Res.)

Cosmic noise absorption (CNA) accompanying geomagnetic sudden commencements (SC's) at Syowa Station was investigated using 1-sec data. Local time dependence can be seen on the occurrence rate and intensity of CNA. Strong absorption occurs when SC amplitude of magnetic H-component (ΔH) at Honolulu and pre-SC AE index are large. We report about the relationship between CNA and SC magnetic variation, and further CNA conjugacy at the Syowa-Iceland geomagnetic conjugate stations.

SCに伴うCNA (Cosmic Noise Absorption) は auroral zone, 並びに、その近傍で観測されている現象である。我々は、昭和基地で観測されたSCに伴うCNAについて、出現頻度や吸収の強さの日変化、及び、地磁気の変化やAE indexとの関係等について調べた。図1は、1983年2月から1986年1月迄の61 event について、SCに伴うCNAの出現頻度と吸収の強さの平均値のMLT依存性を調べたものである。日中には出現頻度も高く、かつ、強い吸収を示すが、これはSC時の磁気圏の前部の圧縮のための電子のピッチ角散乱によるD層への降下によると考えられる。また、真夜中の近くにも出現頻度が高く、強い吸収を示すが、これは磁気圏尾部の粒子の降下によると考えられる。図2は、1983年2月から1983年12月迄の20 event についてのCNAの強さのHonoluluでの磁場H成分のSC amplitude (ΔH)とSC前の6時間平均のAE index (pre-SC AE) とに対する関係を示したものである。CNAが強いのは、 ΔH とpre-SC AEとの両方も大きい時に出現しやすい、即ち、磁気圏の中に粒子が沢山ある状態で、強い磁気圏の圧縮が起こると出現しやすいことが分かる。講演時にはもっとevent数を増やした解析結果を報告する予定であり、また、CNAの強さとSCの地磁気の変化のtypeとの関連をも報告する予定である。更に、昭和-アイスランドの地磁気共役点でのCNAの共役性についても言及する予定である。

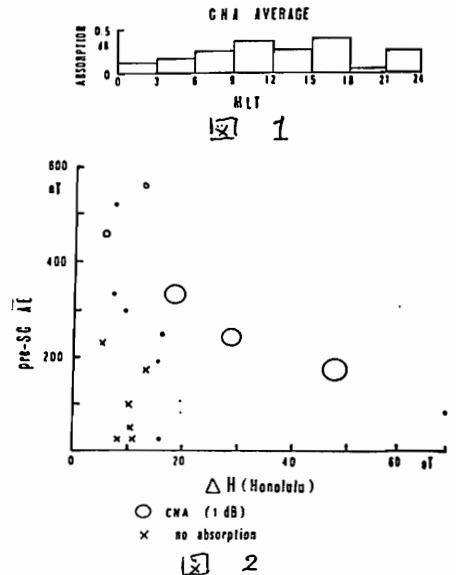
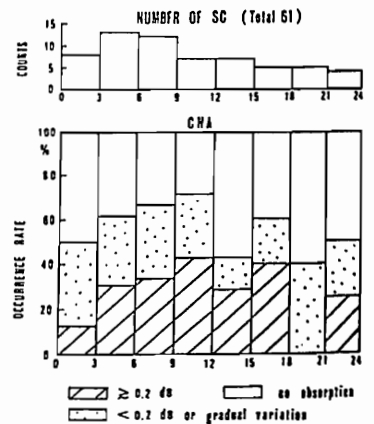


図 2

計算機実験による 大振幅ホイスラー波の非線形発展の研究

岩根 靖¹ 大村 善治² 松本 絃¹
 1. 京大・超高層 2. 京大・工

A STUDY OF NONLINEAR PROCESSES OF LARGE AMPLITUDE WHISTLER WAVES
 VIA COMPUTER EXPERIMENTS

Yasushi IWANE¹ , Yoshiharu OMURA² and Hiroshi MATSUNOTO¹
 1. Radio Atmospheric Science Center, Kyoto Univ.
 2. Dept. of Electrical Engineering, Kyoto Univ.

We have investigated nonlinear evolution of large amplitude whistler waves via computer experiments. One of our results is shown in fig.-1, which contains three nonlinear processes. First, there occurs an energy transfer between the forward and backward travelling waves. The mechanism of this process is well described by a three-mode coupling model. At the second step, side bands in the k-spectrum are excited because of the modulational instability. Then the third process, called inverse cascading, follows, showing a continuous energy flow from high to low frequency waves. We will evaluate amplitude and temperature dependence of these processes via computer experiments.

近年、大振幅波動についての研究が盛んに行われている。我々のグループでも計算機実験によって大振幅ホイスラー波の非線形発展を解析しており、その興味深い結果の一つとして逆カスケード過程が得られている。この逆カスケード過程に関しては前回の学会でも発表した¹⁾が、その後さらに振幅やプラズマ・パラメータに対する依存性などについて詳しく解析した。

大振幅ホイスラー波を設定した計算機実験では、次の3つの非線形過程が順に確認される。

- (1) 初期設定の前進波と同じ波数 k をもつ後進波が励起され、前進波と後進波の間でエネルギーのやりとりが行われる。
- (2) 変調不安定性のため波動の包絡線が振幅変調を受けたように変形し、波数スペクトルが広がる。
- (3) 広がった波数スペクトルのうち、 k の高い成分は減衰し低い成分だけが成長を続け、時間とともに k が低い方へ移行する、いわゆる逆カスケード過程の領域へと進む。

現在は特に(1)に述べた前進波と後進波の相互作用について、Mode方程式で表されるモデルを用いた理論的考察を進めている。Mode方程式は3つの波の振幅 C_1, C_2, C_3 の時間変化を表すもので次式の形をしている。

$$dC_m/dt = j\beta C_1 C_2 \quad (k, l, m) = (1, 2, 3), (2, 3, 1), (3, 1, 2)$$

ここで、 β は結合係数で媒質のみによって決まる値である。Mode方程式の解は楕円関数となり、計算機実験の結果に対応するような振動解が得られる。そしてその周期は、 β と振幅の関数になることがわかっている。講演では、計算機実験の結果得られた振幅依存性・温度依存性とこのモデルとを比較検討して発表する。

また、これまで外部磁場の数%程度のホイスラー波を設定した計算機実験を行ってきたが、磁気圏境界領域などでは、外部磁場と同程度の振幅強度を持つホイスラー波も観測されている。その場合、非常に大きなポンデロ・モーティブ力によって強い粒子の加

速が起こり、これまでとは違った非線形発展を示す可能性がある。講演ではこの様な計算機実験の結果についても発表する予定である。

参考文献

- 1) 大村善治、田中寛、松本絃、1987春の学会。
- 2) 谷内俊弥、西原功修、「非線形波動」。
- 3) R.Z.Sagdeev and A.A.Galeev, 'Nonlinear Plasma Theory'.

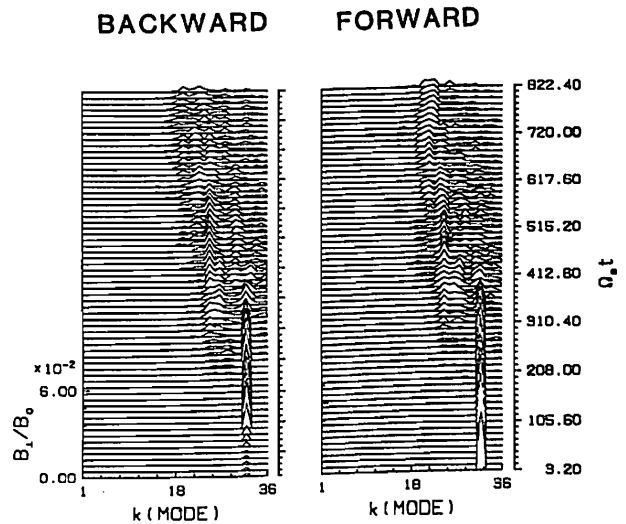


Fig.-1 Nonlinear processes occurring on large amplitude whistler waves (A result of the computer experiment)

電子ビーム不安定性の パラメータ依存性

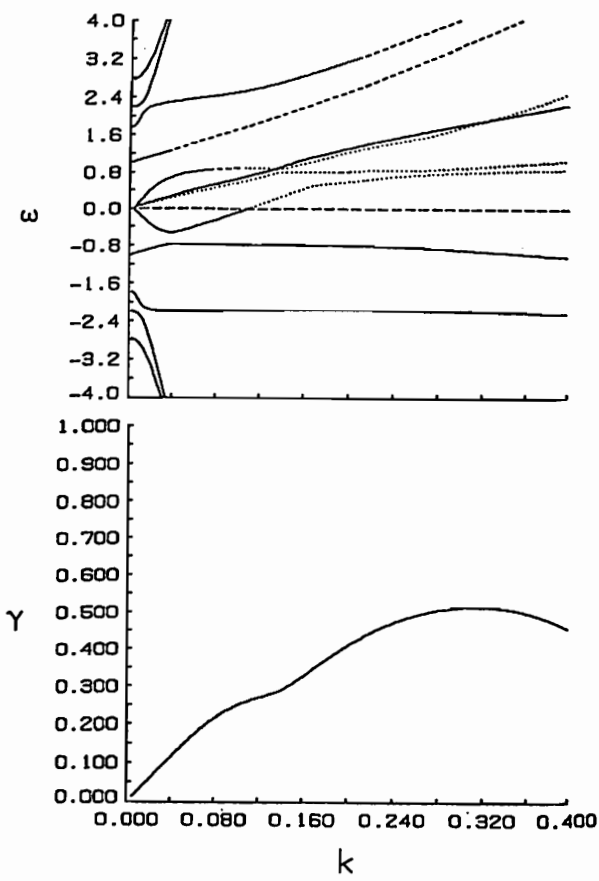
植木 勉¹ 大村 善治² 松本 紘¹
 1.京大超高層 2.京大工

Parameter dependence of electron beam instabilities

Tsutomu Ueki¹, Yoshiharu Omura² and Hiroshi Matsumoto¹
 1. Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University
 2. Dept. of Electrical Engineering, Kyoto University

Parameter dependence of an electron beam instability is thoroughly studied by KUPDAP (Kyoto University Dispersion Analysis Package). We focussed on instability characteristics of obliquely propagating waves driven by an electron beam, i.e., polarization, ray direction, and the poynting vector in addition to the conventional $\omega - k$ and $\gamma - k$ analysis. A wide range of parameters in space plasmas were varied for the study.

は、自明でない。物理・膨張・調求・効率・成長・情報も、
 ての一般性を論ずる。温度・量・保存性・フーリエ・波数・偏角・
 い等比計算をしない。物理・膨張・調求・効率・成長・情報も、
 つ起る計算をしない。物理・膨張・調求・効率・成長・情報も、
 に励みや特異性を左右する。温度・量・保存性・フーリエ・波数・偏角・
 性動機が散乱性を左密度で一依った周囲の波数・偏角・
 定波実験が散乱性を左密度で一依った周囲の波数・偏角・
 不安定な研究分野を左密度で一依った周囲の波数・偏角・
 不よめる動線より不安定な粒子元は逐々見直して、ソフ
 ムに進める。線より不安定な粒子元は逐々見直して、ソフ
 一流を宇宙空間に不安定な粒子元は逐々見直して、ソフ
 ビ子理解の今こまめな検討は必要と見られる。KUPDAP (Kyoto University
 電子の物理等々を今こまめな検討は必要と見られる。KUPDAP (Kyoto University
 電ラの物理等々を今こまめな検討は必要と見られる。KUPDAP (Kyoto University
 口象の物理等々を今こまめな検討は必要と見られる。KUPDAP (Kyoto University
 一現出を物理等々を今こまめな検討は必要と見られる。KUPDAP (Kyoto University
 オ然放線を物理等々を今こまめな検討は必要と見られる。KUPDAP (Kyoto University



Plasma dispersion relation for an oblique propagation ($\theta = 30^\circ$) in the presence of an electron beam.

参考文献
 1) 松本他、本学会別講演

Yoshiharu Omura¹ and Hiroshi Matsumoto²

¹Department of Electrical Engineering, Kyoto University, Kyoto, 606

²Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University, Uji, Kyoto, 611

Simulation studies on active electron beam injection experiments in space plasma fall into two categories. One is to study passage and divergence of an electron beam in space plasma, and the other is to study plasma wave excitation by an electron beam. The former study was performed by Matsumoto and Fukuchi[1985], Matsumoto et al., [1986], and Okuda and Ashour-Abdalla[1986]. The latter study was performed by Omura and Matsumoto [1984], in which they studied electromagnetic and electrostatic radiation at the onset of electron beam injection. In this paper we study the plasma wave excitation from an spatially localized thin beam operated in a steady (DC) mode. We assume an electron beam drifting along the static magnetic field in a two-dimensional simulation system. The electron beam is localized, and the plasma density assumed to form the top hat configuration (see the following figure) to compensate the excess charge induced by the beam injection. The present model is based on the active beam experiment during the Spacelab 2 mission launched on July 29, 1985. A spacecraft called the Plasma Diagnostics Package (PDP) was released from the shuttle to survey the plasma environment around the shuttle. When the electron gun was turned on in the DC mode, the PDP detected a funnel-shaped emission below the electron cyclotron frequency and an intense narrowband emission at the plasma frequency [Gurnett et al., 1986].

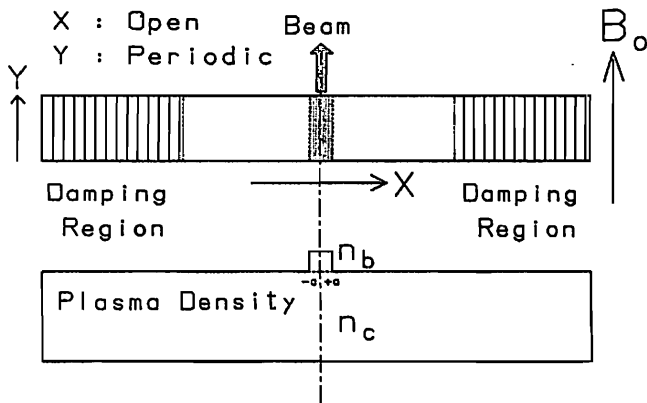
In the simulation we found strong excitation of electrostatic waves and resultant nonlinear trapping and diffusion of beam electrons similar to those found in a typical two-stream instability. The linear phase of the interaction agrees well with the linear analysis by Strangeway[1986]. We also found excitation of whistler mode waves through the Landau resonance. The whistler mode emissions propagate outside the beam and are detectable at a long distance from the beam, while the

electrostatic emissions are confined to the region close to the beam. The Spacelab-2 observation is interpreted in the context of the present simulation results. The present study is also applicable to the VLF hiss excited by the precipitating auroral electrons.

References

Gurnett, D. A., W. S. Kurth, J. T. Steinberg, P. M. Banks, R. I. Bush and W. J. Raitt, Geophys. Res. Lett., **13**, 225, 1986.
 Matsumoto, H., and K. Fukuchi, Geophys. Res. Lett., **12**, 61, 1985.
 Matsumoto, H., K. Inagaki, Y. Omura, Advances in Space Research, 1987, in press.
 Okuda, H., M. Ashour-Abdalla, EOS, **67**, 1164, SM31-05, 1986
 Omura, Y., H. Matsumoto, Radio Sci. **19**, 607, 1983.
 Strangeway, R. J., PPG-921, UCLA, 1986.

2-1/2D EM Code



Simulation Model

彗星起源重イオンによる 波動不安定性

小嶋 浩樹 大村 善治 松本 紘

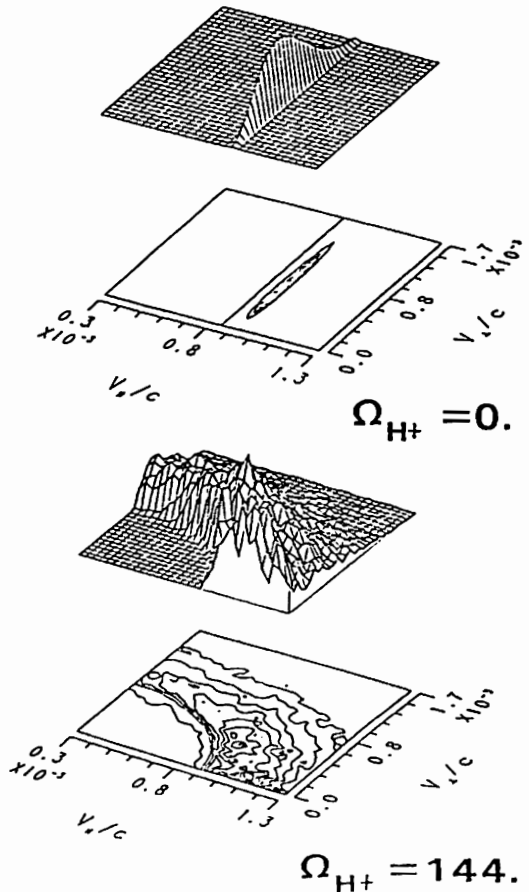
1. 京大・超高層 2. 京大・工

A Study of Wave Instabilities driven by Cometary Heavy Ions

Hirotsugu KOJIMA¹, Yoshiharu OMURA² and Hiroshi MATSUMOTO¹
 1. Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University
 2. Department of Electrical Engineering, Kyoto University

We present results of linear dispersion analysis and of computer experiments of wave instabilities driven by cometary heavy ions. In the linear analysis, we focus on the instability characteristics of obliquely propagating waves. A hybrid-code computer experiment was carried out to study low frequency electromagnetic waves driven by pick-up ions. It showed effective heavy ion diffusion takes place leading to a shell-like velocity distribution in phase space.

非一か発々折率 n の依成結果とかがび波 ω 周 k がに ω なるな一突ド
 たの(との我解長た角の結コ果なよの。低て ω 造るすつレを
 れ場波波動、形成し搬波の下結きおどる。しオ構こ展にユ
 さ磁波周期波が、線の表伝る折ッの鳴一べは、そイルと発性ミ
 測の偏周形、そ発のけ解リンの共その。エで定シ
 観近線短線いとで率お形ブヨとン波ていた。シ在中安の
 で付直の非ていド会長に線イシこ口周いおれH、現ム不間。レ導
 E星の波のれお一学成搬のハ一るト低つにさりれ。テ的時いユC
 C替状偏こたにそのの伝そ、れれ口るにン認よさたス値長なミIあ
 Ierinner。待搬な回そめてに、ユ触クよ展ヨ確に散ッシ数のいシPで
 星Zinner。が伝定前は斜いらミはイに発シが動拡かんがドて間E中
 衛Zinner)た明行安、回、つさシでサド間一起波でわヨ性一き時く討
 の-は波い解平不し今へに。た回常一時レ励波中がシ形コで長べ検
 国動偏ての、に、調衰るい前異モとユの周間と一線めは、るを
 米波円っ構まい、かてを減べ用、鳴起ミ動低空コレ非たん在せ良
 Giacobini)形な機、行明こ性の、をてた、共励シ波の度るユいるヨ現さ改
 線部ら生は、ををそ存長をドしつ非のの波こ速なミ強がシ現の



References

1. B. T. Tsurutani and E. J. Smith, GRL, 13, 263-266, 1986
 2. 小嶋 他、第 8 1 回 S G E P P S、講演予稿集

Distribution function of H_2O^+ ions in $V_{||} - V_{\perp}$ plane, showing a formation of shell-like distribution through diffusion by intense electromagnetic waves

II-29 宇宙プラズマ波計算機実験データの フラクタル解析

高畑 博樹¹ 大村 善治¹ 松本 紘² 木村 磐根¹
1. 京大・工 2. 京大・超高層

A FRACTAL Analysis of Computer Experiments on Space Plasma Waves

Hiroki KOHATA¹, Yoshiharu OMURA¹, Hiroshi MATSUMOTO² and
Iwane KIMURA¹

1. Department of Electrical Engineering, Kyoto University
2. Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

Recently, a new conceptual data analysis, called FRACTAL analysis, of experimental data has been proposed in addition to classical methods such as FFT and statistical analysis. We will attempt to apply the new FRACTAL analysis to data produced by computer experiments of space plasma waves. The FRACTAL analysis will be carried out in both time and space in the hope of shedding some light on the complicated and very subtle microscopic processes which otherwise cannot be revealed.

データ解析の手法としてこれまで FFT や統計的な処理が用いられてきたが、新たにフラクタルを用いたデータ解析が最近行われている^{1)・2)}。このフラクタルを用いたデータ解析は主に実験、観測データに使用されており、例えば前学会においても樋口氏らがこの手法を用いて、新しいデータ解析の提案を行っている³⁾。今回我々は宇宙プラズマ波の計算機実験から得られるデータに対しこの手法の適用を試みる。

計算機実験から得られるデータは電磁界各成分、粒子の位置及び速度などが時系列のみでなく空間的な広がりを持つ。これらのデータがフラクタル的であると仮定し、個々のデータを時間及び空間の両面からフラクタル的に解

析する。そのフラクタル次元などの解析により、波動、粒子各々の時間的、空間的な動きや、波動・粒子間、波動・波動間の相互作用を明らかにする。また波動の不安定性や、非線形性の物理を解明する上でもフラクタル解析を役立てる。例えば、計算機実験によるプラズマ波のデータにおいて、ある空間での波形のフラクタル次元の時間的変化を解析することなどにより、新たな物理的傾向をつかんだりすることができるであろう。

今回の発表では、これまで行われた我々の計算機実験結果のデータをもとに、その解析方法や解釈の仕方をのべる。

参考文献

- 1) 高安秀樹 「フラクタル」 朝倉書店 1986
- 2) ベンワー・マンデルブ著、広中平祐 監訳、
「フラクタル幾何学」 日経サイエンス社 1985
- 3) 樋口知之、國分 征、C.T. Russel
「地球電磁気・地球惑星圏学会講演会講演予稿集 第81回」 1987

II-30 ミラー磁場中のイオンビームによる沿磁カ線ポテンシャル差

常本直貴・山本 隆・玉尾 孜
東大理

NUMERICAL SIMULATION ON THE FIELD-ALIGNED POTENTIAL STRUCTURE CAUSED BY ION-BEAM INJECTION ALONG CONVERGING MAGNETIC FIELD LINES

N. Tsunemoto, T. Yamamoto and T. Tamao

Geophysics Research Laboratory, University of Tokyo

By one-dimensional numerical simulations we study the field-aligned potential structure responsible for high-speed ion injection from the plasmashoot. In our simulations, the spherically symmetric magnetic field is assumed to model the converging magnetic field in the simplest way, which enables one-dimensional treatment. The simulation results show that a potential difference can be generated in response to injection of a sufficiently high-speed ion flow and causes acceleration of the electrons of plasmashoot origin up to several keV.

要: 磁カ線方向のポテンシャル差の生成、及びそれに伴う粒子加速機構は、この迄様々な面から研究されてきた。その内、イオンビームがミラー磁場のあるプラズマ中に進入し、相対的に大きい運動エネルギーをポテンシャル差に変換する過程は重要である。電子ビームで励起されたイオン音波による加速が電子温度 ($T_e \sim 100\text{eV}$: プラズマシート境界近傍) 程度であるのに対し、イオンビームの場合は運動エネルギー ($k_i \sim 10\text{keV}$: 周) の数10%に達する (Washimi & Katsumura '86, Serizawa & Sato '86)。今回は、空間一次元・速度成分三次元の静電粒子ユードを採用し、ミラー磁場 (図1) の束縛条件のもとで計算機実験を行ってこの問題を解析した。

モデル及び境界条件: 実験の環境は以下の通り

- i) シミュレーション領域の右側 (プラズマシート側, $r=r_1$) より $t=t_1$ から平均速 u_b のマックスウエル分布をもつイオンを注入し続ける。
- ii) 他の種の粒子 ($r=r_0, r_1$ の電子及び $r=r_0$ のイオン) は各々マックスウエル分布をもち注入量は電流密度 (\bar{j}_n) によって定める。
- iii) 電流密度は外部パラメータである。
- iv) $r=r_0$ で電場 $E=0$, ポテンシャル ϕ は E を積分して算出。
- v) ii) ~ iv) はイオンビームが $r=r_0$ を通過しても同様に課す。

中間結果: 図2に示す。ポテンシャルは電離層側 ($r=r_0$) で高く電子を下側に加速する向きであり、それが安定して形成されている。講義ではパラメータ比較について行う。

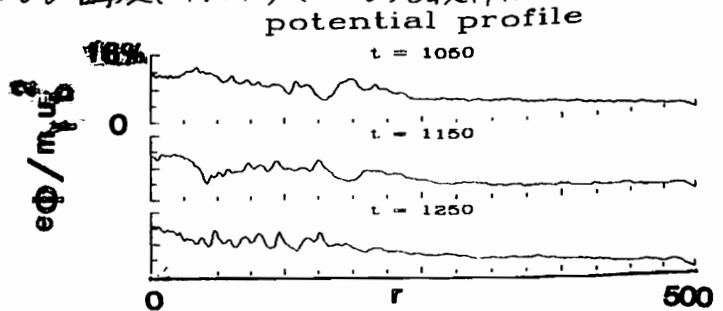
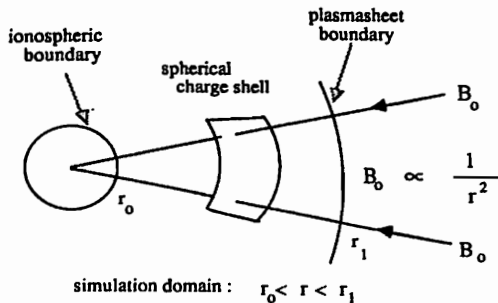


図1. 粒子を球殻で擬した球対称モデル

図2 定常状態における平均されたポテンシャル ϕ / ϕ_0 ($\bar{j}_n = 0, u_b = 0.8 (T_e/m_e)^{1/2}$)

大家 寛、飯島 雅英、森岡 昭 (東北大理)

IDENTIFICATION OF A PULSATING COMPONENT IN A DECA-METRIC FREQUENCY RANGE FROM THE GALACTIC CENTER
---- A ROTATING BLACK HOLE

HIROSHI OYA, MASAhide IIZIMA AND AKIRA MORIOKA

Geophysical Institute Tohoku Univ.

In a decametric frequency range from 25 MHz to 35 MHz, pulsating components with a period of 421.60 ± 0.01 ms have been discovered. The pulses are associated with an interpulse; the first pulse has a time width about 226 ms and the second pulse has a time width about 193 ms. From the observed direction and a large frequency dispersion corresponding to a distance ranging from about 9 kpc to 10 kpc, it is suggested that the decametric radiation with the pulsating component is coming from the center of our Galaxy. The source of the pulsating components which radiates extremely high energy is attributed to a rotating super black hole whose maximum mass is estimated to be about $6.5 \times 10^{-3} M_{\odot}$ where M_{\odot} is solar mass.

— 序 —

1984年銀河中心からの22-30MHz帯までカバーするデカメータ波のパルスの存在を発見、以来数回にわたり報告してきたが、今回、そのパルス波形が正確に観測された。421.602msで繰り返すパルスは、44%、56%に分割可能なサブパルスより成立し、しかも、8-9kpcに一致する分散を示すことが明らかとなり、従来のこの異様とも思われる発見事項が正確に追認された。

— 観測 —

観測は、1983年5月より1987年8月までの約70日間の長期にわたるが、今回特にセシウム標準時間を使って25時間にわたる長時間繰り返し観測が実施された。その結果、平均操作なしにパルス成分が取り出され、銀河のデカメータ電波の示す背景雑音電波の2-3%のレベルで繰り返すパルスが、第1図に示されるように44%及び56%に分割される二つのサブパルスとなって明確に分離された。解析には、98160回の重ね合わせを行って、その標準偏差 σ の3倍を越える明確な波形が得られた。

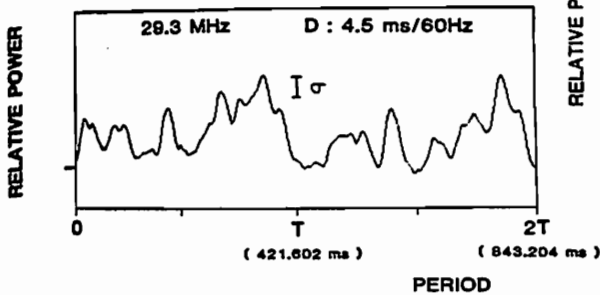


図1
長時間観測によって得られたパルス波形。
1987.5.1-5に29.3MHzで観測された25時間分のデータを重ね合わせている。

— 分散特性 —

第2図に分散補正時間を種々変更したときの結果を示すが、この結果からパルスの源は、銀河中心の位置に相当する8-9kpcの距離にあることを示す。

— 回転するブラックホール —

この電波の強度が 5×10^{34} ergに相当する強力なものであること、銀河中心付近からくること、その周期が長期にわたり正確に繰り返されていることからこの源は回転するブラックホール表面にあることが、最も可能な解釈となる。電波伝播は、濃厚なプラズマ部分はMHD波となって伝播し、ホイッスラーモードを経て自由空間モードに変換されていることになる。

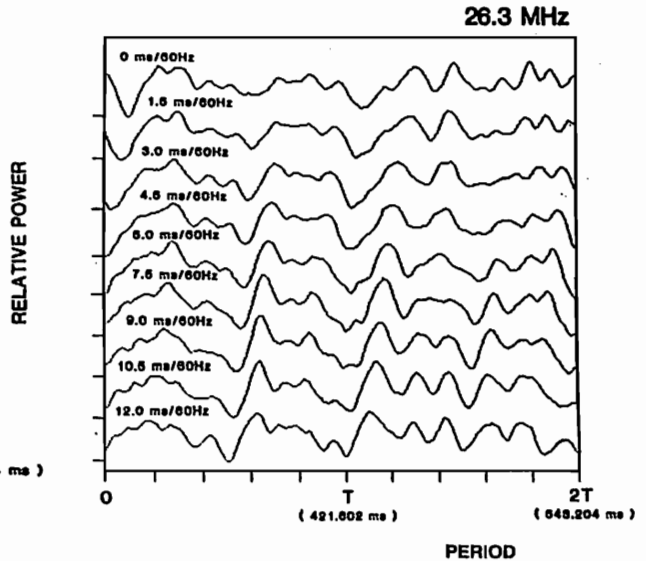


図2
26.3 MHzにおけるパルス波形の分散補正効果。
3h22m分のデータ(1986.7.5)の重ねあわせの結果はパルスが、銀河中心からの到来に相等する周波数分散をもっていることを示す。

PLASMA INTERFACE PHENOMENA

Yuji Inoue

Dept. of Computer Sciences, Kyoto Sangyo Univ.,
Kamigamo-Motoyama, Kita-Ku, Kyoto, Japan, T-603

In the Earth's magnetosphere, plasma interfaces are observed between different plasmas having distinct characteristics. For instance, there are the magnetopause, the boundary of the plasma sheet and discrete auroral arcs. The transition of plasma characteristics takes place within a few Larmor radii of protons there. There are a number of fascinating plasma phenomena, including generation of various plasma waves and acceleration of charged particles. Complexity of the plasma phenomena observed within the plasma interfaces and their neighbourhoods makes it difficult to analyze and understand the phenomena theoretically. Consequently, this obliges one to make a detour into a certain computer simulation, in order to understand the plasma interface phenomena. Since a number of artifices and artificial techniques are involved in any computer code for plasma simulation, there remain apprehensions and unsatisfactory with respect to whether observed phenomena have been understood from the viewpoint of physics or not, even if a computer simulation derived a successful and seemingly reasonable result. See, for a good example, "Plasma Processes Driven by Current Sheets and Their Relevance to the Auroral Plasma", by N. Singh, H. Thiemann, and R. W. Schunk, IEEE Trans. on Plasma Science, vol. PS-14, NO. 6, pp. 805-822, Dec. 1986.

In order to clarify the phenomena observed near a plasma interface, a time-varying and one-dimensional problem is analyzed theoretically. The spatial Cartesian coordinates x, y, z are used. The plasma is assumed to be collision-free. The plasma characteristics depend on x only. The magnetic field is always and everywhere in the yz -plane, and its components B_y and B_z are also dependent on x only; these are assumed to be time-invariant; thus the yz -plane forms a magnetic shell. The electric field is electrostatic, so that it is derivable from a scalar potential, and it has the x -component only. The electric current has all three components and these all depend on x only; thus there exist not only a perpendicular current, but also a field-aligned current.

Since the transition thickness of the plasma interface is of the same order of magnitude as the Larmor radii of typical protons of the plasma, the method of adiabatic approximation cannot be applicable to the proton plasma. However, in many cases, electron Larmor radii are much smaller than the plasma interface thickness, so that the adiabatic approximation is valid for electron plasma. Taking into account the observed fact that typical electrons within a plasma interface and in its vicinity have an energy much less than the magnitude of the electro-scalar potential difference which is developed near the plasma interface, the CGL (Chew, Goldberg, Low)-approximation is appropriate for the electron plasma. When the thickness of a plasma interface becomes close to the Larmor radii of typical protons in it, the Larmor motions of the protons are greatly deformed and distorted by making an abrupt change in their orbits in cooperation with the induced electrostatic oscillation field.

The CGL-adiabatically approximated Vlasov equation is utilized for the description of the electron plasma distribution function. Without any adiabatic approximation, the Vlasov equation in the Chapman-Cowling concrete form is applied to the proton plasma distribution function. From these fundamental equations, the set of moment equations are derived for the electron- and proton-plasmas. Various manifestations of the plasma behaviour near different types of plasma interfaces are discussed in terms of the distinctions between non-adiabatic proton and adiabatic electron behaviours.

磁気擾乱に伴い、pre-midnight に発生する
 中緯度 VLF 放射の周波数ドリフト
 早川 正士 田中 義人 岡田 敏美
 名古屋大学 空電研究所

FREQUENCY DRIFT OF SUBSTORM-ASSOCIATED MID-LATITUDE VLF EMISSIONS
 IN THE PRE-MIDNIGHT

M. HAYAKAWA, Y. TANAKA and T. OKADA

Research Institute of Atmospherics, Nagoya University, Toyokawa

Characteristics of pre-midnight substorm-associated VLF emissions are examined based on the data obtained by our VLF/ELF campaign during Nov 1978 to Feb 1979 at Brorfelde (L 3) and Chambon-la-Forêt (L 2), as well as ISIS satellite measurements. Two remarkable events are analysed and the following main properties have emerged; (1) the emissions are of hiss-type and are excited mainly within the plasmapause, (2) the emission activity is preceded by development of two subsequent substorms, and (3) the sharp increase of emission frequency at the first stage of the events is followed by its subsequent gradual decrease. The theoretical interpretation will be presented.

我々の欧州での VLF/ELF キャンペーンのうち、初三年次のデータ解析の結果、以下の事が明らかになった。(1) 中緯度 VLF 放射の発生は二つの L.T. セクター、即ち $L.T. \approx 6h$ と $L.T. \approx 24h$ に集中する。(2) $L.T. \approx 6h$ のものが特徴として、VLF 放射の周波数が $L.T.$ とともに上昇する。(3) pre-midnight に発生する VLF 放射は周波数ドリフトを示す。

本誌に、(2) に関しは、詳しい実験事実及びそれを説明する機構を発表している (Hayakawa et al., Planet. Space Sci., Vol. 34, p. 225~, 1986) の本論文は (3) のサブストームに伴い、pre-midnight sector に発生する VLF 放射の周波数ドリフトに関する実験事実を紹介するとともに、その発生機構を論ずるものである。図 1 はその例を示す。

これから、VLF 放射の周波数ドリフトはプラズマシートからの荷電粒子のインジェクション・ゲイティングと密接に関係し、極めて興味深いものである。

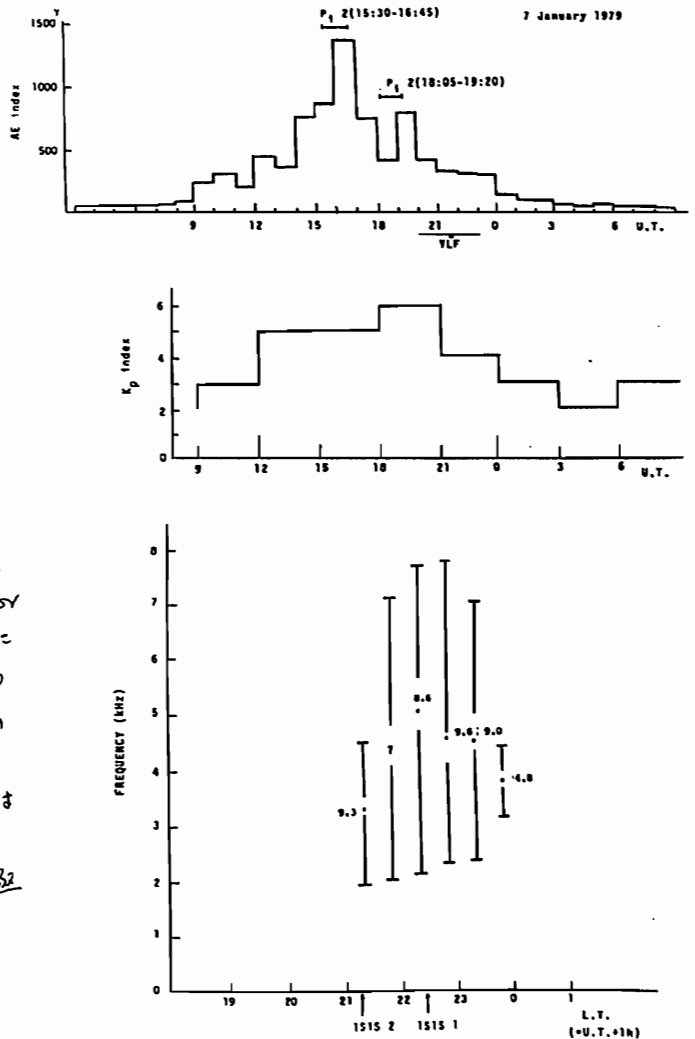


Fig.1 Upper panel: Temporal evolution of geomagnetic activity (AE and Kp index). Lower panel: Frequency drift of VLF emissions.

羽倉幸雄

埼玉大学 工学部

POSSIBILITY OF POWER LINE DAMAGE OCCURRENCE DUE TO GIC IN JAPAN

Yukio HAKURA

Faculty of Engineering, Saitama University

The influences of geomagnetic disturbances on electrical power line have frequently been observed in north America and Europe. The event is called GIC (Geomagnetically Induced Current).

In order to examine the possibility of GIC occurrences in Japan, the observational data in the American GIC-measuring network are applied to the Asian region using the corrected geomagnetic coordinate. The analysis showed that the GIC-suffering southernmost latitude is just north of Japan even in the case of severe disturbance of August 1972. However, a statistical analysis of geomagnetic storms observed at Kakioka in 1924-1986 showed that severer disturbances did occur several times in the past. The possibility still remains.

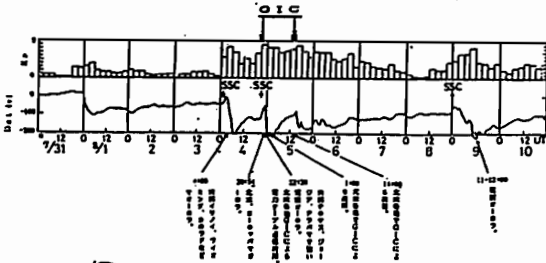


図1

地磁氣的に高緯度に位置する欧米諸国では地磁気嵐に伴い電力線、電話線、石油パイプラインなどに発生する誘起電流(GIC)被害が多発している。GICは地磁気嵐の時間変化に比例し、嵐の規模が大きい程、低緯度に及ぶと考えられる。

米国では1969年以降、64箇所を観測点を設け、GICの測定を行っている(Albertson他, 1974)。1972年8月、巨大な太陽地球系擾乱が発生したが、この時二度に亘りGIC被害が発生した(図1)。

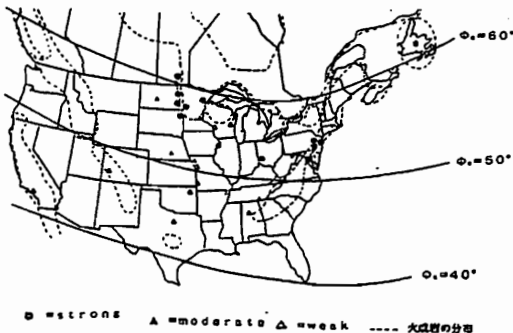


図2 1972年8月4日に発生したGICのアメリカ合衆国及びカナダ国における分布

図2は北米にありGIC発生状況を示し、最南端補正地磁気緯度は $\phi_c = 42^\circ$ である。これは樺太の南端にあたる。

樺岡地磁気観測所では1924年以降の地磁気嵐のリストを発表している。図3は200, 300, 400, 500 nT以上の嵐発生頻度(上)、4Hsc > 70 nTの嵐発生頻度(下)を示す。表は代表的な嵐のリストである。例の場合

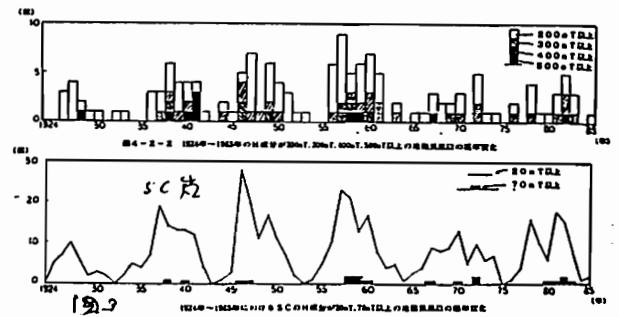


図3

より大規模な地磁気嵐も多数あり、標題の可能性はありと考える。データを提示して下さった樺岡地磁気観測所に感謝します。

表

1924年-1985年に起きた巨大地磁気嵐(続前)

年	開始	最大	終止	ΔH	ΔH_{sc}	タイプ
1928	7月7日 23時14分00秒	7日 23.793	11日 10時	460 nT	60 nT	SC
1938	1 22 02 42	22 06.7	23 24	400	83	SC
	4 16 05 48	10 07.8	18 18	508	117	SC
1940	3 24 13 48	24 16.2	26 06	601	73	SC
1941	3 1 03 57	1 06.5	2 23	500	31	SC
	7 4 20 8	5 05.9	0 18	700	---	G
	9 18 04 11	18 07.2	20 18	804	20	SC
1945	3 28 06 35	28 06.2	---	412	81	SC
	7 20 18 47	20 20	28 07	622	114	SC
1947	7 17 17 49	17 10.5	19 06	200	110	SC
1957	9 13 00 45	13 01.0	14 10	488	25	SC
1958	2 11 01 26	11 03.0	13 06	617	48.75	SC
	7 8 07 48	08 10.0	10 11	472	110	SC
1959	7 11 10 25	---	12 19	188	112	SC
	7 15 06 02	15 06.7	17 02	533	42	SC
	7 17 10 30	17 16.2	19 19	330	100	SC
1960	4 30 12 13	30 12.6	1 20	350	184	SC
	11 12 13 48	12 18.2	14 23	417	41	SC
1967	5 25 12 35	25 20.3	29 20	500	91	SC
1970	3 8 14 18	8 15.3	10 06	323	95	SC
1972	5 15 18 49	15 21.4	18 15	157	70	SC
	8 4 20 54	---	---	---	76	SC
	8 5 14 00	5 19.0	7 18	350	54	SC
1981	7 25 13 23	25 14.6	17 18	260	91.1	SC
1982	7 13 16 17	13 16.0	---	114	114	SC
	0 0 01 05	---	10 05	102	70	SC
1983	2 4 10 15	04 17.1	08 20	335	92	SC

ISIS衛星によって観測された広帯域オーロラヒスの極域分布

恩藤忠典 電波研究所

POLAR DISTRIBUTION OF BROAD-BAND AURORAL HISS OBSERVED BY
ISIS SATELLITES

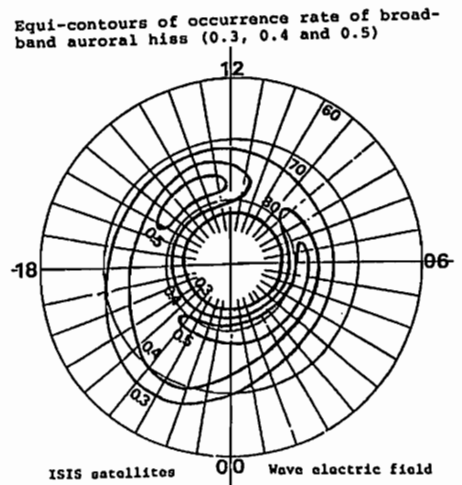
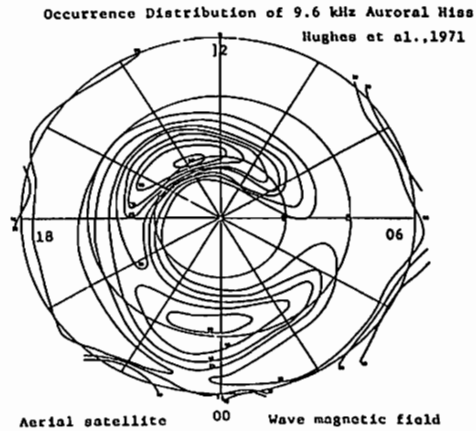
Tadanori ONDOH
Radio Research Laboratory, Tokyo, 184

Narrow-band VLF intensity data at 6 fixed frequencies are processed through narrow-band DC amplifiers from magnetic tapes of ISIS VLF electric field(50 Hz - 30 kHz) data received at Syowa station, Antarctica.

We define broad-band auroral hiss by simultaneous intensity increases of narrow-band VLF data at 5 kHz, 8 kHz, 16 kHz and 20 kHz bands observed at invariant latitudes above 60°. The broad-band auroral hiss were observed clearly between 04 and 09 hours in geomagnetic local time (MLT) at invariant latitudes from 72° to 75° in contrast with the distinct morning minimum of auroral hiss occurrence at 9.6 kHz obtained from Aerial wave-magnetic-field data by Hughes et al.(1971).

The occurrence rate of broad-band auroral hiss in unit area is defined by the ratio of ISIS pass number including broad-band auroral hiss to ISIS pass number received over unit area.

A polar distribution of occurrence rate of the broad-band auroral hiss is made from narrow-band VLF data of 347 ISIS VLF passes received at Syowa station, Antarctica from June 1976 to January 1983. The high-latitude contour of occurrence rate of 0.3 lies approximately along the invariant latitudinal circle of 82°. The low-latitude contour of 0.3 is symmetric with respect to the 10 - 22 MLT meridian. The low-latitude contour of 0.3 lies at 74° around 10 MLT and it extends down to 67° around 22 MLT. Two regions of high occurrence rate above 0.5 lie between 76° and 78° in the afternoon sector and also between 78° and 81° in the late night - morning sector. This result is not consistent with the occurrence map of auroral hiss at 9.6 kHz with a pronounced dawn-dusk asymmetry obtained by Hughes et al.(1971).



DE-1のスピンの効果を利用したVLFヒス解析

渡辺成昭, 恩藤忠典, 中村義勝, 相京和弘
電波研

ANALYSES OF VLF HISS MEASURED BY DE-1 USING SPIN EFFECT

Shigeaki Watanabe, Tadanori Ondoh, Yoshikatu Nakamura and Kazuhiro Aikyo

Radio Research Laboratory

VLF hiss waves between 4kHz and 8kHz measured DE-1 on the 211,223 days, 1986 were analysed by using the spin effect of the satellite in order to study about the mode of waves, the direction of wavenormal k and the plasma density as a prompt report. We estimate the electron density, 1 el/cm^3 , from wave data on the 30th July 1986. This plasma density calculated by the wave coincides with the result of the particle instrument (unverified). VLF hiss waves observed on 11th August seem to be the whistler mode.

DE-1のアナログデータ取得ととのW-MAP等の作成整備により、データ解析が可能となった。本報告はその初期のデータの事例解析である。低い高度衛星(例えばISIS)がプラズマ圏の濃密なプラズマ中を飛行する。プラズマ波動の電場の地球磁力線に対する方向 β は、ほとんど周波数依存性を持たない。しかしDE-1の様にはプラズマ圏の外に出る衛星は、強い周波数依存性を持つ波動を観測するようになる。DE-1は逆カートホイール回転で、ほぼ地球磁気子午面内をアンテナは回転している。この特性を利用して、電場の方向を測定し、波動のモード、波動ベクトル k の方向、プラズマ密度を推察した。

1986年7月30日の事例では(図参照)4~8.5kHzにヒスがある。アンテナの半回転で β は 90° 変化し、4kHzで下限周波数となる。 $\omega/2$ の共振は ω モードであるが、4.25kHzで波動ベクトル k の方向にかかわらず下限周波数となる。 $\omega/2$ は電子密度 1 個/cm^3 として計算してある。それは ω モードの下限周波数が約4kHzとして考えたからである。非公式であるが、この時粒子測定器の方からも同じ値が出ている。

その他、スピン効果を用いて種々の考察を行った。

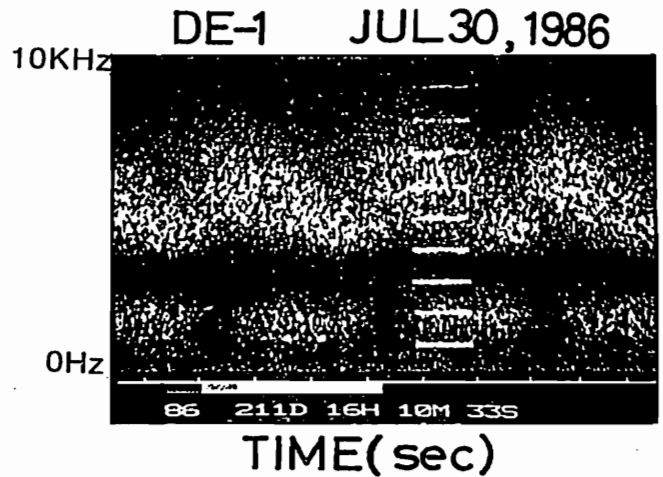


Fig.1 Dynamic spectrum of VLF hiss

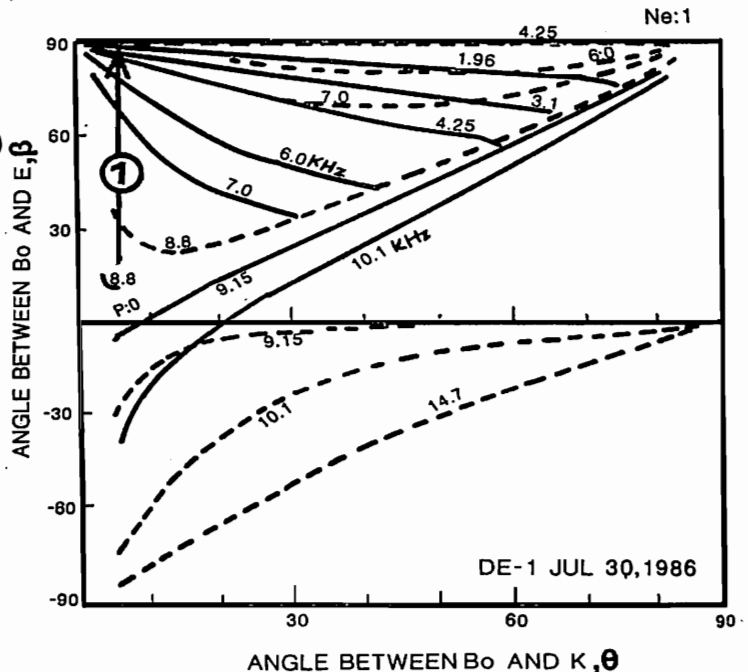


Fig.2 Wavenormal angle θ vs. electric field angle β

中村 義勝, 恩藤 忠典
電波研究所

TIME DISPERSION OF WHISTLER ECHO TRACES OBSERVED BY DE-1 SATELLITE

Yoshikatsu Nakamura and Tadanori Ondoh

Radio Research Laboratory

Whistler echoes observed at high altitudes by DE-1 satellite shows a large time dispersion of traces as shown in Fig.1. These echo traces have a time width of the order of 0.5-1.0 sec at 2 kHz. We examine the possibility that such a large time dispersion can be caused by the difference of the ray paths in the duct (see Fig.2) by the ray-tracing technique.

DE-1衛星により、高々度において第1図に示すように、拡散状のホイストラエコーが観測された。これらのエコーは一見すると先行するホイストラによって誘起されたホイストラ誘起放射と見違えるが、先行のホイストラとの間に時間遅れがあるので先行ホイストラのエコーと考えるのが妥当である。第1図のエコーは2 kHzにおいて0.5-1.0 secの時間拡がりを持つ。このようなエコーのトレースの拡がりか、ダクト中の伝搬路の差異(第2図参照)によって生じうるかについてレイトラッキングにより検討する。

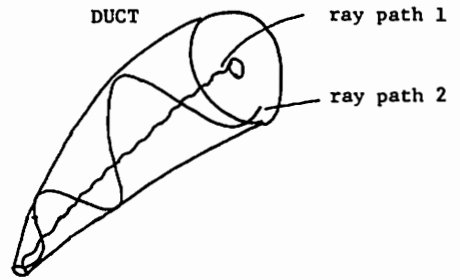
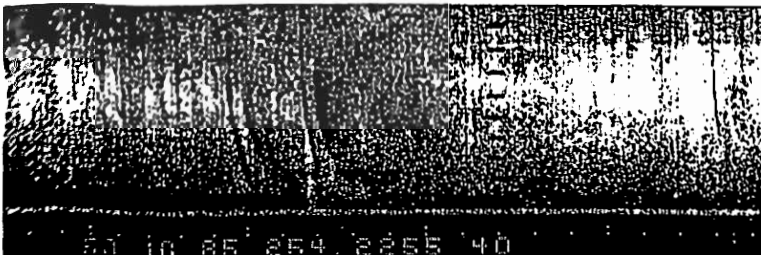


Fig.2 Ray paths in the duct



SEP 11 1985
L=2.85 GMLAT =12.6 N H=10890 km

Fig.1 Diffused whistler echoes observed by DE-1 satellite

下部電離層電子密度の推定方法

満保 正喜 長野 勇 林 克明
(金沢大工)

A METHOD OF ESTIMATING ELECTRON DENSITY OF THE LOWER IONOSPHERE

Masayoshi Mambo, Isamu Nagano and Katsuaki Hayashi

Dept. of Electric. and Comp. Sci., Faculty of Eng., Kanazawa Univ.

In reference (1), a technique for calculating an estimating of the lower ionospheric electron density profile from a knowledge of the VLF radio wave reflection coefficients is studied. Namely, it is without use of the transmission coefficients. In this report, by using the data obtained by the receiving antennas at both the bottom and the top of the layer, the principle of the estimating method of the electron density profile is stated. This method may be carried on the basis of the full wave calculation for solving Fredholm type integral equation.

1. はしがき 筆者等は地上局 VLF 波の下部電離層反射波を用いて、電離層の電子密度推定の計算機シミュレーションを行ってきた(1)。反射波のみならず、透過波の資料も用いることによって、層中の電子密度の推定が可能であることを示す。

2. 電子密度推定法 本文の記号等は図1及び文献(1)と同じものを用いる。層中の電磁界 $e(z)$ は、

$$e = [E_x, -E_y, H_x, H_y]^T$$

$$d e / d z = -j k \tilde{T} e \quad (1)$$

いま、層中の $N(z)$ が $\delta N(z)$ 増加すると、文献(1)により、

$$\delta e(z) = \tilde{P}(z) \{ \delta e(z_n) + \int_{z_0}^{z_n} K'(z) \delta N(z) dz \} \quad (2)$$

文献(1)では $\delta e(z_n) = 0$ と見なしうる場合を取り扱ったがここではこれを評価し、 z_n で境界条件を適用する。

$$e(z_n) = a_1 e_1(z_n) + a_2 e_2(z_n) \quad (3)$$

$$\left. \begin{aligned} V_{H'}^t &= a_1 E_{1H'}^t / Z_{1H'} + a_2 E_{2H'}^t / Z_{2H'} \\ V_{L'}^t &= a_1 E_{1L'}^t \cos \theta_{L'}^t / Z_{1L'} + a_2 E_{2L'}^t \cos \theta_{L'}^t / Z_{2L'} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

図1より $e(z_n)$ を $E_{1,2H'}^t, E_{1,2L'}^t$ で表し、(4)より $\delta a_{1,2}, \delta E_{1,2H'}^t, \delta E_{1,2L'}^t, \delta \theta_{L'}^t$ を求め、(3)へ代入すると

$$\delta e(z_n) = A \delta V_{H'}^t + B \delta V_{L'}^t \quad (5)$$

A、B は z_n における境界条件で与えられる比例ベクトルである。又、 z_0 における境界

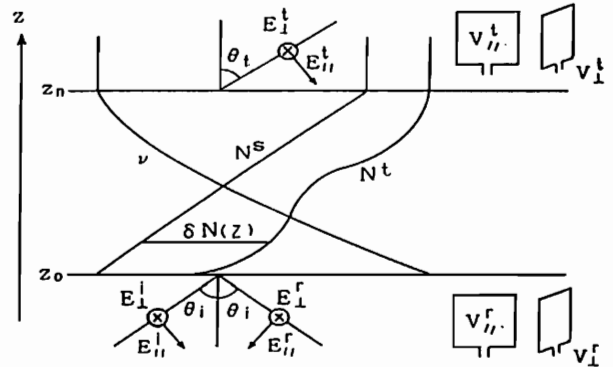


図1

条件より

$$\delta e(z_0) = Z_0 \left(-\cos \theta_i \delta V_{H'}^r, -\frac{1}{\cos \theta_i} \delta V_{L'}^r, \delta V_{L'}^r, \delta V_{H'}^r \right)^T \quad (6)$$

(5)、(6)を(2)へ代入すると

$$\delta V = \int_{z_0}^{z_n} K(z) \delta N(z) dz \quad (7)$$

ただし、

$$\delta V \equiv (\delta V_{H'}^r, \delta V_{L'}^r, \delta V_{H'}^t, \delta V_{L'}^t)^T,$$

$$K(z) \equiv \tilde{G}^{-1} K'(z),$$

$$\tilde{G} \equiv \begin{pmatrix} -Z_0 \cos \theta_i & 0 & & \\ 0 & -\frac{Z_0}{\cos \theta_i} & -\tilde{P}(z_n)A & -\tilde{P}(z_n)B \\ 0 & 1 & & \\ 1 & 0 & & \end{pmatrix}$$

(7)が電子密度推定の基本式で、文献(1)のように繰り返し計算で電子密度を得ることができる。

(1) Mambo M., Nagano I., Nakamura K. and Fukami T., "a method of estimating of the electron density profile of the D layer from a knowledge of the VLF reflection coefficients" Rad. Sci. 18,1, pp.119-127, 1983.

II-39 夜間における中波の電離層吸収

栗城 功[†]、猪木誠二[†]、若井 登^{**}
[†]電波研、^{**}東海大

THE NIGHTTIME IONOSPHERIC ABSORPTION IN MF BAND

I. KURIKI[†], S. IGI[†] and N. WAKAI^{**}
[†] Radio Res. Lab. ^{**} Tokai Univ.

MF nighttime sky-wave field strength measurements have been carried out for more than ten years on board the Japanese ice-breaker Fuji on the way from Japan to Antarctica along a quasi-longitudinal course of about 10,000 km.

Clear dependence is found on the solar activity that the field strength for a sunspot maximum period is higher than that for a minimum period by about 9 dB.

In order to investigate the dependence contradictory what accepted so far, the numerical analysis of the ionospheric absorption by means of three-dimensional ray tracing technique has been applied to a model nighttime ionosphere having typical distributions of electrons and the collision frequency.

Results of the analysis support those of the onboard experiments.

Controversy, however, on the solar activity dependence still remains unsolved.

1. はじめに、夜間に、電離層D領域の電子密度が消滅し、電離層伝搬波は、いわゆる無減衰域となる。このため、電離層伝搬波の強度は、太陽活動度に殆ど影響されないものと見られる。これは、船上天に於ける10年以上の南北航路の測定(根本・他)により、確認されている。すなわち、太陽活動度極大期に、電離層D領域の電子密度と、衝突回数の一般的なモデルを用いて、電波吸収量の数値解析を行った。

2. 数値解析により、電離層(IRI)の与える太陽活動度の影響が、電離層伝搬波の吸収係数の積分量に生じた。これは、従来とは異なるものと思われる。更に、電離層D領域の電子密度と、衝突回数の一般的なモデルを用いて、電波吸収量の数値解析を行った。

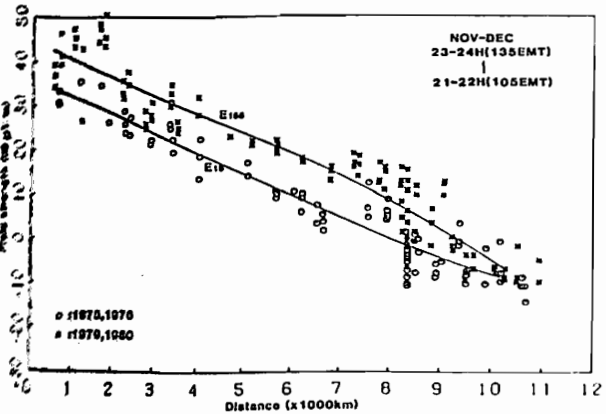


Fig.1 Measurements of field strength.

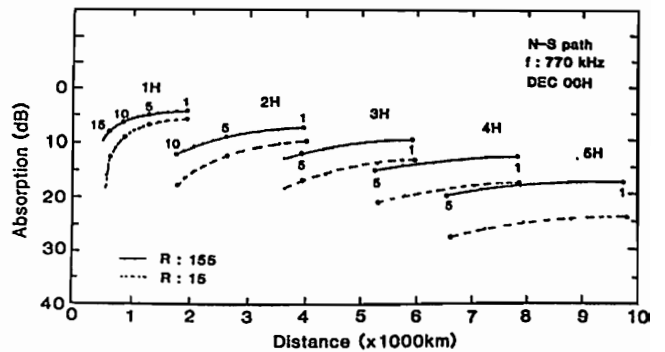


Fig.2 Ionospheric absorption (calculation).

地理緯度 30° 附近の大気潮汐風とダイナモ電流の共鳴現象

前田 憲一

Resonance in Atmospheric Tide and Dynamo Current near the Geographic Latitude 30° (North and South)

Ken-ichi Maeda

It is known the dynamo currents make global loops with their focus at about 11.5 hr LT and near 30° geographic latitude, and near there the velocity vector of atmospheric tide reverses its direction. The existence of resonance in tidal velocity is investigated. It is found that resonance occurs under certain circumstances. It is shown that the dynamo current produced in such conditions can interpret well the observed current, which flows within much limited height range than expected.

前回(第81回, 千葉大)の発表で, 地理緯度 ± 30° 附近で1日周期の風に共鳴に近い状態が起ることを考えるべきであると述べた。この時風速 u (南向) と v (東向) の式を示したが, 風速がダイナモ電流 j の影響を受けること, 風速の垂直分布に基づく粘性の力 ($\partial v/\partial z^2$) が無視できない場合があることについては深く吟味しなかつた。

今回は以上を考慮するほか, 高度の連続方程式に含まれる速度の分散を検討することとした。運動方程式における粘性項 $\mu/\rho \cdot \partial^2 v/\partial z^2$ を ν と置き, 電流 j の影響の導入について村田 (JGG, 1973) の手法を参考にする。次式が得られる。

$$u = \frac{(j + \nu - 2/\omega) A_x + (2 \cos \theta - \nu_2) A_y}{4\omega \{-\sin(\theta' + 60) \sin(\theta - 60) + j(\nu - 2/\omega)/2\}}, \quad (1)$$

$$v = \frac{-2 \cos \theta - \nu_2}{4\omega \{-\sin(\theta' + 60) \sin(\theta - 60) + j(\nu - 2/\omega)/2\}} A_y. \quad (2)$$

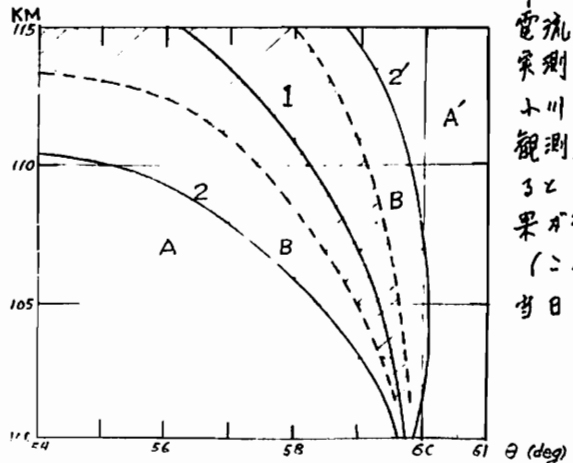
θ は地理的余緯度, θ' は $\cos \theta' = \cos \theta - \nu_2/2$, 電流の初果は $\nu_1 = \sigma B^2/\omega \rho$, $\nu_2 = \sigma_2 B^2/\omega \rho$ にあがられている。 θ が 60° に近い所では u, v が大きくなることを予想される。 A_x, A_y は南北と東西方向における大気圧傾度による加速を示すものであるが, u と v の分散を計算すると A_x, A_y の θ 依存性が出てくる。これを $A(\theta)$ とする。これは加藤 (JGR, 1956; JGR, 1966) による Ψ (auxiliary function) と i (Hough function) に対応するものである。この $A(\theta)$ は $|\sin(\theta - 60)|^n$ ($1 < n < 2$) を含む。このため (1), (2) 式の分母の $\sin(\theta - 60)$ を打ち消す結果となり resonance

は起らない。ただし次のような場合は例外で resonance に近い状態となる。

$$(2/\omega)/\sin(\theta - 60) \sin(\theta + 60) = L \gg 1. \quad (3)$$

上の式が成立する範囲 (θ と高さ) はあまり広くはないが, ここでは $A(\theta)$ は $\sin(\theta - 60)$ を含まなくなり, (1), (2) 式分母の $\sin(\theta - 60)$ のために resonance が起る。

下図は θ -高さ座標で種々の状態を示す。曲線 1 は $\theta' = 60$ とする θ が高い所が高緯度へずれることを示し, 曲線 2, 2' は条件式 (3) の境界を示す。領域 A, A' は粘性が無くなる従来の潮汐論と同じ結果, 曲線 1 の周辺の斜線の領域は resonance を示す。残りの領域 B, B' は resonance に近い現象が起る。ここはどの θ (60° 近辺は別) の高さ範囲が狭く ν が大きい。



この B, B' 領域で ν を計算しダイナモ電流を求めた。実測 (叡峰、小川の四ツツ観測) と比較すると満足な結果が得られた。(これは発表当日に議す)

K. Oyama¹, K. Schlegel² and A. Dumbs³

¹Institute of Space and Astronautical Science
²Max Planck Institut für Aeronomy, Lindau, F.R.G.
³Fraunhofer-Institut für physikalische Meßtechnik,
Freiburg, Lindau

Specially designed Faraday cup was flown on the 16th, November 1980 and in the 9th December 1981 from Esrange Kiruna during energy budget campaign. The faraday cup is a combination of a conventional Faraday cup and electrostatic analyser. The electrostatic analyser was designed to remove high energy component above 2eV which might influence the evaluation of electron temperature. Two planar mesh electrodes are used to analyse energy of thermal electrons.

Result

The first rocket was launched at 03h 12m 16th Nov. 1980. During the rocket flight, a ground based photometer at 5577Å recorded decreasing photo fluxes from 4 to 2 KR of a typical diffuse aurora. During up leg, T_{\perp} is lower than $T_{\perp} \cos^2 \phi + T_{//} \sin^2 \phi$ ($\phi = 75^\circ$), where T_{\perp} is the electron temperature which is measured by means of Faraday cup whose plane normal is perpendicular to geomagnetic line of force. $T_{//D}$ is the temperature of electrons which come down along the magnetic line of force. The departure of the two temperatures increases as the height increases; at 200 sec, the

difference of the two temperature is $\approx 100K$ and at 250 sec, 140K. During down leg, the sensor plane was mechanically moved so that it can measure the temperature of electrons which come upward along the geomagnetic line of force $T_{//U}$ and perpendicular temperature T_{\perp} .

ϕ is the angle between geomagnetic line of force and normal of the planar electrode. The second experiment was carried out at 21h 25m UT on the 9th of December 1981. The rocket flew through the center of a stable arc with photometer intensities at 5577Å decreasing from about 16 to 8KR recorded at ground level. The ionosphere is more disturbed than the previous flight. During the up leg, the difference of T_{\perp} and $T_{\perp} \cos^2 \phi + T_{//D} \sin^2 \phi$ is much bigger than the first flight; the difference reaches 300K and 500k at 150sec and 250sec after the launch, respectively. The remarkable difference is seen in the down leg data, which shows that $T_{//D}$ is different from T_{\perp} .

門倉 真二

地磁気観測所

A new method to derive the Geomagnetic Solar Regular Variations (SR) and its application on K-index (II)

Shinji KADOKURA
Kakioka Magnetic Observatory

The new method to derive Geomagnetic Solar Regular Variations (SR) on each day, which is based on the orthogonization theory, was developed.

The digital-K(Kd) based on this method are in good agreement with hand scaled index(K) ; the disagreement ratio (the case when $|K-Kd| \geq 2$) are within 10%. These are already introduced in the 81th Lecture Meeting of SGEPS.

By changing the diurnal boundary of data into OhJST from OhUT, the disagreement ratio decreases to 4%. We can expect a less ratio by more samples of quiet days.

序 K指数は地磁気擾乱の目安として広く利用されているが、その読取にはSR (Solar Regular Variation) の推定が前提となるために、多くの経験を要し、又コンピュータにより自動的に決める事も困難であった。そこで、地磁気毎分データを用いてコンピュータによりSRを推定するための新しい方法(直交化SR法)を開発しK指数を求めた(Kd)と、極限の決定値(K)と良い一致を得ることができた($|K-Kd| \geq 2$ が10%以下)。以上は第81回のSGEPSS講演会で発表した。

Fig.1,2に直交化SR法の概念図を示す。この方法は2段階のプロセスに分けられる。最初のプロセスでは、静穏日のデータ(ND分)を集め、その日変化を直交変換して直交系を作る(要素はN個)。その際、小さい固有値に対応する固有ベクトル(日変化関数)は静穏日に含まれていた擾乱を集めて拡大

したものと考えられるのである。こうして正規直交系(ONS) $\{b_i\}_{i=1,M}; M \leq N$ を得る。日変化のパターンは季節毎に異なるため、 $\{b_i\}$ は月毎に求める必要がある。しかし、Solar Cycle による変化は、一次的には振幅が変わるのみとしてよいため、重要でない。従って、digital-K実用化に於いては1A~12月用の12セットのONSを用意すればよい。

第2のプロセスでは、与えられた日のデータ $a(t); t=0^h0^m \sim 23^h59^m$ からその日のSRを推定し(\hat{SR})、Kdを求める。図のように、内積積分の形で行なうが、原理的には、ONSの線形結合で表わされる日変化で、 $a(t)$ を近似するのに最小自乗法を使うのと同じことである(直交系の理論)

2 今回、1日ずつのデータの正切りを、OhUTからOhJSTにかえた。OhUTで切ると、日変化の大きな時間帯(09hJST)で別の日になり、fittingの上で不利だからである。この効果は大きく、 $|K-Kd| \geq 2$ は4%に減った。更に、静穏日データの数を増やし、採用直交系の要素数Mを15くらいにすれば、十分に実用化可能である。

Fig1 Process for Preparation

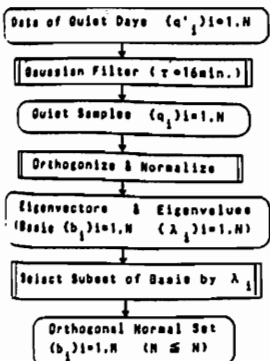
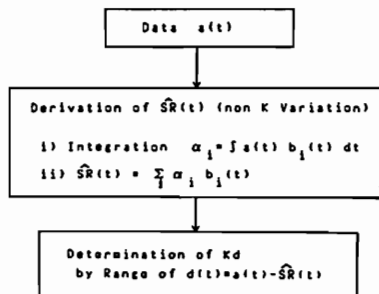


Fig2 Derivation of K-index on Each Day



Statistics of $\Delta K(Kd-Kh)$ (1981, Jan.)

UT	0	3	6	9	12	15	18	21	24	total	%
$\Delta K = 3$									1	1	0.4
2		2	1					1	2	7	2.8
1		12	13	8	5	5	4	6	13	66	26.6
0		15	14	20	15	19	19	14	13	129	52.1
-1		2	3	2	11	6	8	10	1	43	17.3
-2				1		1				2	0.8

THREE DIMENSIONAL SIMULATIONS
OF
EQUATORIAL PLASMA BUBBLES

Shigeto Watanabe and Hiroshi Oya
Institute of Space and Astronautical Science,
Geophysical Institute, Tohoku University

Three dimensional simulations of plasma bubbles in the equatorial F region ionosphere have been carried out based on the generalized Rayleigh-Taylor instability mechanism which include the effects of ionospheric electric field, neutral wind and gravitational force. The simulation results of the three dimensional scheme show that the plasma bubbles are formed along the magnetic field lines during the nighttime periods when the E region conductivities are small; and the plasma bubbles are expanded from the bottomside of F region. The feature coincides with the observations made by satellite and radar experiments.

序、夜間、赤道域で発生するプラズマ・バブルの三次元的構造及び発達過程がレーダー及び衛星等による観測から明らかにされつつある。その結果は電離層電場及び中性風がプラズマ・バブルの構造及び発達過程に大きな影響を与えていることを示している。我々は高度方向に速度勾配をもつプラズマ・ドリフトに対応する電場及び中性風をも取り入れた計算機シミュレーションを三次元で行い、観測結果と比較することによりプラズマ・バブルの構造及び発達過程を詳細に検討した。

基礎方程式、プラズマ・バブルの三次元計算機シミュレーションに用いられた方程式は連続方程式と電荷保存の式である、

$$\partial N / \partial t + \nabla \cdot (N \vec{V}) = Q - L$$

$$\nabla \cdot [\sigma] (\vec{E}_1 - \nabla \phi) = 0$$

ここで N , \vec{V} , Q , L , σ , ϕ はそれぞれ電子密度、速度、生成率、消滅率、電気伝導度およびポテンシャルを示している。また \vec{E}_1 は、

$$\vec{E}_1 = \vec{E}_0 + \vec{U} \times \vec{B} + \vec{g} \times \vec{B} / \nu$$

と与えられる。

シミュレーション結果、プラズマ・バブルはE層の電気伝導度が小さい夜間にF層の下で生成し、F層の上部へと成長する。このプラズマ・バブルは磁力線に沿った構造をとるが、磁力線方向のプラズマ拡散速度が高度により異なるため磁力線に沿って同じ構造をいつも保持しているわけではない。さらにプラズマ・バブル全体の構造は電離層電場及び中性風の存在により大きく変化する。電離層電場を含んだ三次元シミュレーションの結果の一例を図1に示す。高度方向に速度勾配をもつ東向きのプラズマ・ドリフトに対応する電場が与えられている。電離層下部で生成したプラズマ・バブルは、電離層上部に向い成長していくと共に東向きにドリフトを開始する。その結果、東西方向に弓状の構造となる。東西方向の中性風が存在する時にもこの構造は出現し、速度勾配が存在する時

さらに顕著に弓状のプラズマ・バブルが生成される。このような構造はプラズマ・バブルの一般的な構造と考えられる。

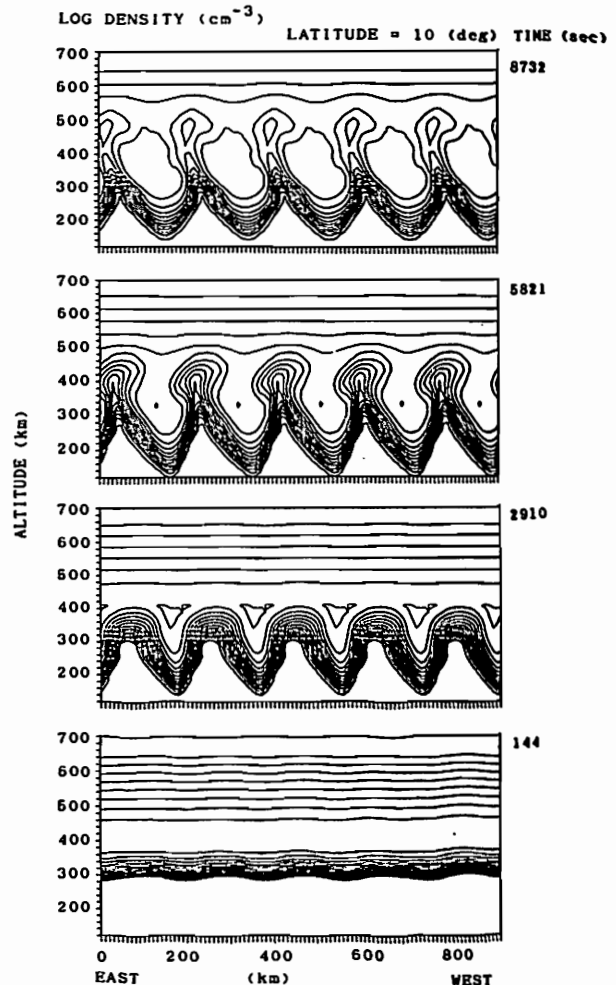


図1 シミュレーション結果の一例

トッブサイド電離層でのISS-bデータと
IRI-86との比較

巖本 巖 佐川 永一 丸山 隆
電波研究所

COMPARISON BETWEEN ISS-B DATA AND IRI-86 MODEL AT THE TOPSIDE
IONOSPHERE

I. IWAMOTO, E. SAGAWA, and T. MARUYAMA
Radio Res. Lab., Ministry of Posts and Telecommunications

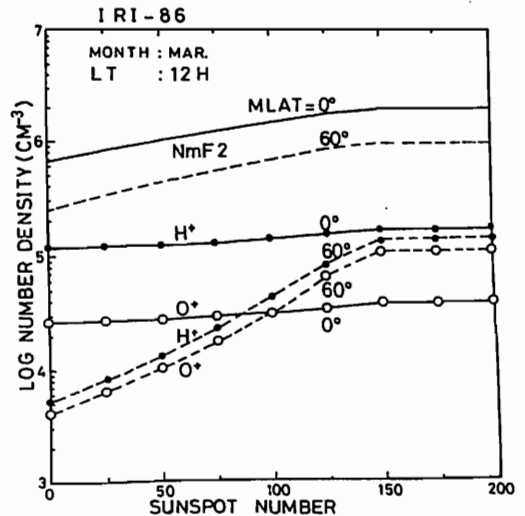
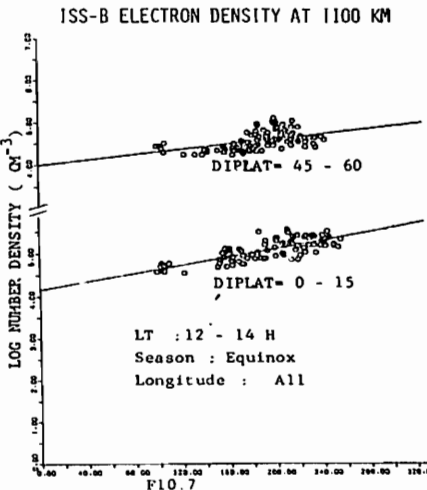
The new version of International Reference Ionosphere, IRI-86, has been available from NSSDC, NASA. We compared the model values calculated by IRI-86 with the data taken from ISS-b satellite at 1100km altitude. Main comments are as follow:

- (1) IRI-86 gives too large densities for higher sunspot numbers and higher latitude. The restriction of sunspot number below 145 is not adequate.
- (2) IRI-86 predicts that the dominant ion is H^+ . ISS-b showed the dominant ion is O^+ at the higher solar activity.
- (3) IRI-86 tentatively assumes constant He^+/H^+ ratio. The results of ISS-b may be incorporated in IRI for this ratio.

International Reference Ionosphere (IRI)はURSI及びCCIRの共同作業で開発が進められ、1978年に発表されて以来世界的にもよく参照されているものと思われる。昨年、この新バージョン、IRI-86がNSSDCから公表された。我々はこのプログラムを入手しISS-bの観測結果と比較してみた。主な結論は次の通りである。

- (1) 太陽活動依存: IRI-86では太陽黒点、Rに対する補正が低緯度では低く過ぎ、高緯度ではきつすぎる。ISS-b観測によればR依存性の緯度変化はそれほど大きくない。下図に一例を示す。またIRI-86ではRが150以上の時飽和させているが、ISS-bではRが少なくとも180程度まで飽和はないのでこれは必要ないと思われる。
- (2) イオン組成:
 - (a) IRI-86では1100KM高度で H^+ が主成分となるが観測では少なくとも太陽活動最大期には O^+ が卓越する。
 - (b) IRI-86では仮に He^+/H^+ を一定としているがこれはもちろん真ではなく、ISS-bの観測値を参照値として用いることが出来よう。
- (3) 季節変化: ISS-b観測では季節変化の周期性がかなりはっきり出ているが、IRI-86ではあまりはっきりしていない。IRI-86の天頂角依存項をもっとはっきりさせると改善されると考えられる。

Comparison between observed (left) and calculated (right) solar activity dependence. This figure shows typical data, but general trends are the same for other region.



野崎 憲朗 菊池 崇
電波研究所電離電波観測所 電波研究所電波部

OBSERVATIONS OF WAVES IN THE POLAR IONOSPHERE BY A SHORT WAVE RADAR

K. Nozaki and T. Kikuchi
Okinawa R.W.O. Radio Research Laboratory Radio Science Divl. Radio Research Laboratory

Bottom-side ionospheric observations were made with a newly designed low power FM/CW short wave radar at Syowa Station, Antarctica. The radar was controlled by a micro-computer which also performed data processing. A continuous observation with a fixed frequency of 2.6 MHz was made during June 1986 to January 1987. The resolutions of time and height were 10 sec. and 1.7 km, respectively. Echo intensity was also recorded. Three types of wavelike motions of the ionosphere were detected in night time; 1 Saw-tooth oscillations of Es layer, 2 Medium scale TIDs in E and F layers and 3 CNA pulsations which were too weak to be detected by riometers.

従来南極での電離層観測はイオノゾンデにより定常観測が行われているが、シングルパルス方式であるため15分間隔の観測が限度であり、電離層波動の観測は出来なかった。出力10WのFM/CW方式短波レーダを新たに開発し、27次南極観測隊により昭和基地で連続観測が行われた。マイクロコンピュータによる制御/データ処理を取り入れ、現象に応じて観測モードを変える事ができる。時間分解能は10秒、高度分解能は1.7kmであり、またエコー強度を測定して粒子降下を敏感に検出できる。

1986年6月~1987年1月の間、2.6MHzで連続観測を行い3種類の特徴的な波動が検出された。

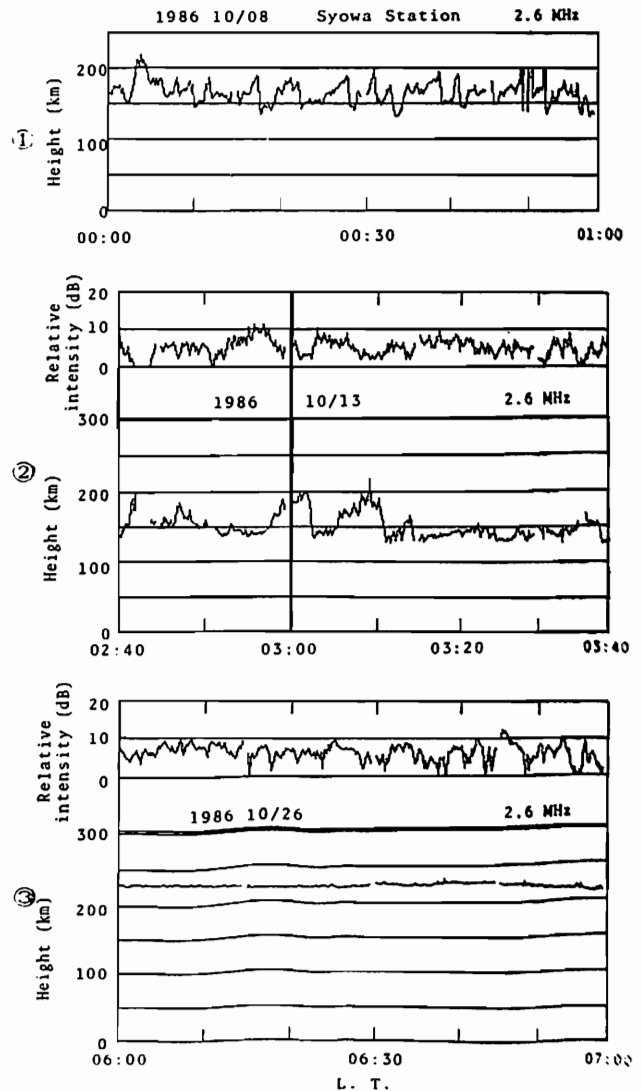
① 鋸歯状波動 : 夜間のEs層に現れ、1分~15分の不規則な周期で上昇を繰り返す。数keVの電子がパルスの下に降下していると思われる。

② TID : 極域は大規模TIDの発生源であるが、大規模な磁嵐の時には電離層吸収が強くて観測できない。しかし、地磁気が静かな時でも数分~数十分周期の波動がE、F層に数多く観測された。エコー強度の変化は電離層高度の変化と逆位相になっており、伝播性の波動とすると波長は数百km以上ある。

③ CNAパルセーション : 短波レーダはリオメータに比べて観測周波数が低く、また観測電波が吸収層を往復するので粒子降下を極めて敏感に検出する。3分~30分周期のエコー強度変動が電離層高度が一定している時に検出されたが、リオメータでは何も検出されなかった。

これらの現象は夜側に発生し、真夜中に①鋸歯状波動の発生する時間帯、その前後に②TID、さらにその昼側に③CNAパルセーションの発生する時間帯がある。

短波レーダは電離層が比較的静かな時だけ観測可能であり、ストームのない時でも電離層が活発に動いているのがわかる。今後観測機の改良と共にVLFやULFとの比較研究を行う。



オーロラ電離層の電子密度分布

— JARE 25次隊ロケット観測と計算との比較

梶田 健*, 高橋忠利*, 江尻全博**, 大冢 寛*

(* 東北大理 ** 極地研)

CALCULATION OF ELECTRON DENSITY DISTRIBUTION OF IONOSPHERE ASSOCIATED WITH AURORA: COMPARISON WITH OBSERVATIONS BY SOUNDING ROCKETS IN JARE-25

Ken KUSIDA*, Tadatoshi TAKAHASHI*, Masaki EJIRI** and Hiroshi OYA*

* Geophysical Institute, Tohoku University

** National Institute of Polar Research

Two-dimensional electron density distribution in the auroral ionosphere is calculated taking account the electron impact ionization, auroral drift motion and time variation of auroral intensity. The data of auroral precipitating electrons measured by sounding rockets launched at Syowa Station, Antarctica, have been used, and the results are compared with the observed electron density profiles. The results show that the dynamical effects such as the E-field in the ionosphere and the time variation of the auroral precipitation bring better agreement with observation than steady state model calculation.

度ロケットにより観測されるオーロラ電離層の電子密度分布は複雑な構造を示すが、これは主に降下粒子の角向・空間的変動に依っていると見られ、定常状態を仮定したモデル計算ではこの構造を十分説明できないことが多い。図1はS-310JA-10号機の観測結果に対するそのような計算の例であるが、①上昇時150~170km②下降時200~180km③同110km付近で観測された特徴を再現できていない。ロケット飛翔時のオーロラ(5577Å)輝度分布を図2に示すが、全体のワタンが北へ約600m/sでドリフトしているのに加えオーロラ強度の時間変動もみられる。本稿ではこのオーロラの運動及び強度変化を考慮して電子密度分布を計算し観測結果と比較した。

結果 上記②は図2中「A」と記した増光部分に対応することから、Flight Time 約200秒以降に観測された降下電子がこの時刻から降下を開始したと仮定し、オーロラドリフトとこれに対応する電場の効果を考慮して電離層の時発展を計算した。刻々のロケット位置での電子密度をプロットしたのが図3(a)である。計算値と観測値はかなり一致してくる。

上記①の飛翔時間帯は図1中「B」の増光部分の直後であることから、「B」に対応する時刻と場所に局所的な強い降り込みがあったと仮定して電離層の時発展し、その結果をロケットの飛跡に沿って斜凡にプロットしたのが図3(b)である。電子の降り込み時間・場所をうまく与えることにより観測された電子密度プロファイルを再現することが示される。

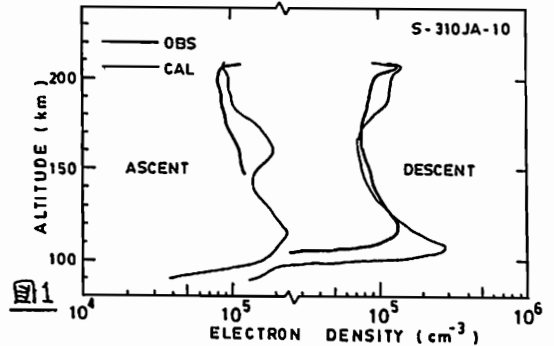


図1

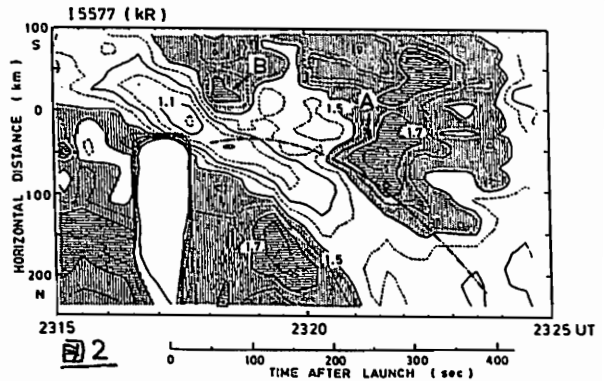


図2

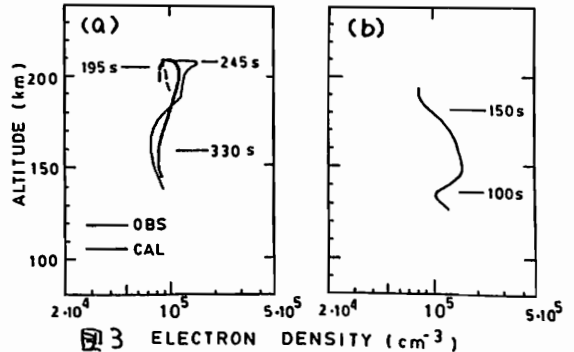


図3

使用したデータはJARE 25次南極観測越冬隊により得られた。実験担当者および25次隊関係者の方々に感謝します。

*モデルについては第79回学会予稿 p30 (1986) および第80回予稿 p126 (1986)。

阿保 真、長沢親生、金木利之
(都立大工)

ANALYSIS OF HF-DOPPLER DATA
USING THE WIGNER DISTRIBUTION

Makoto ABO, Chikao NAGASAWA, Toshiyuki KANEKI

Faculty of Engineering, TOKYO Metropolitan University

The Wigner distribution is a new method for Time-Frequency analysis. We apply this method to the HF-doppler analysis. This method has high time and frequency resolution rather than FFT. But it has some problem.

HFドップラー法では、受信信号と基準信号とのビート信号に対してドップラー成分を検出するため、周波数分析器あるいはFFTなどによりスペクトル解析を行ない、その時間変化を観測している。しかし、これらのスペクトル解析では周波数分解能を上げると時間分解能が低下し、時間分解能を上げると周波数分解能が低下するため、短い時間周期の現象（例えば地震による大気波動あるいはスプラディックE層による拡散状の現象など）の解析が困難であった。これを解決するため、今まではMEM法などが用いられてきたが計算時間、安定性などで問題があった。

近頃、音響信号処理分野などで時間-周波数解析の新しい手法としてWigner分布の研究が行なわれている。時間関数X(t)の auto-Wigner分布は次式で定義される。

$$W_{xx}(t, f) = \int_{-\infty}^{\infty} X(t + \tau/2) X^*(t - \tau/2) e^{-j2\pi f\tau} d\tau$$

fは周波数、*印は共役複素数を示す。Wigner分布は、非定常な信号に対して拡張された、時間と周波数の二つの変数を持つパワースペクトルであると考えられる。

また、Wigner分布に対して、離散時間における時間窓を用いた離散的Wigner分布が定義でき、FFTのアルゴリズムが利用できるため高速演算が可能である。しかし、Wigner分布には、クロス項の発生、負の値の発生という問題もある。

この手法のHFドップラー解析への有用性を調べるために、スプラディックE層発生時の拡散状のドップラーデータについて処理してみた。比較のためFFTによる処理結果も示した。FFTでは時間分解能を上げたために周波数分解能が低下しているが、Wigner分布では周波数分解能は低下していないのがわかる。

参考文献 川浦ほか、日経エレクトロニクス no.423,1987

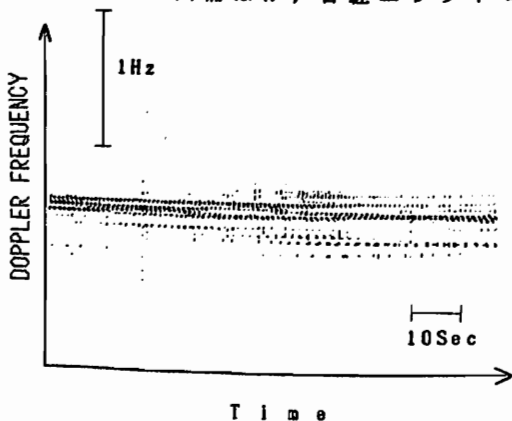


図1 Wigner分布によるHF-Dopplerトレース

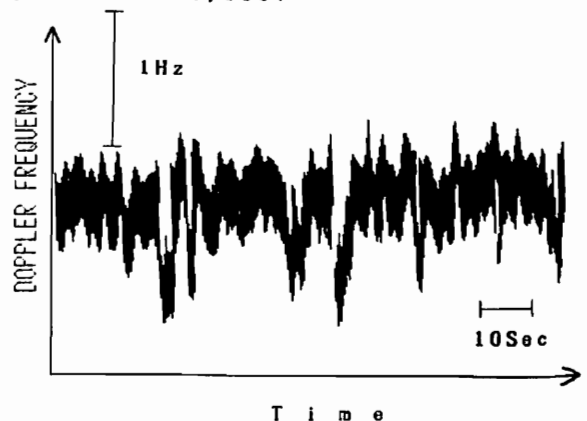


図2 FFTによるHF-Dopplerトレース

新しい電離層観測法の開発

筒井稔、 佐藤亨、 深尾昌一郎、 津田敏隆、 加藤進、 松本執
 (京都大学超高層電波研究センター)

A new method of observing vertical profiles of ionospheric irregularities by using FM-Pulsed sounder.

M. Tsutsui, T. Sato, S. Fukao, T. Tsuda, S. Kato and H. Matsumoto.
 Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

A new ionospheric sounding system is being developed. The basic principle of the system is a combination of FM-pulsed sounder with HF Doppler method. This system makes it possible to detect small fluctuations in the ionospheric electron density by CW Doppler technique and to estimate their altitude from delay time of the wave propagation. Because the wave frequency can be selected arbitrary, vertical profiles of ionospheric irregularities can be obtained.

電離層電子密度の変動は下層大気から地球磁気圏、更には太陽活動に依存している。長電離層の研究の中でいろいろな観測方法が試みられてきたが、その定常観測として $h'(f)$ が残った。この観測法は日変化或は季節変化といった言わば静的或は長周期的変動や大規模電離層擾乱の研究には適しているが、数分或はそれより短い周期的変動の観測には適していない。一方電離層擾乱のモニターとして適して様々な形態の研究がなされてきた。これはその連続観測という性格上擾乱の観測により方位角のモード依存性等が研究されてきた。しかしその波動形態を明確にするために3次元的な波数ベクトルを知る事が不可欠であるにも関わらず現在までのところ垂直伝搬の様子不明のままである。筆者等は電離層擾乱の立体構造を明らかにする事を旨とし、上記二つの観測法を取り入れた新しい観測法を開発中である。本報告ではその原理について説明する。

新観測法の原理

$h'(f)$ プロファイルを求める観測装置には古くから行われてきたパルス法に加えて最近では極めて低電力での観測が可能なるチャープサウンダー方式が採用されるようになってきた。このチャープ方式による観測を送受信同一地点で行う場合は送受の切り替えを行わなければならない。これがいわゆるFM-Pulse法である。この方式では直線送信受信の変化する一周波の電波を用いる事で、電波反射の見かけの高度は波と電離層で反射された電波の周波数を比例してあらわされる。一方HFドップラー法は波と電離層で反射された電波の周波数が電子密度の変動により変化を受ける事を利用して電離層の擾乱を観測する。筆者等はこれらの二つの観測法を共通するビート周波数の検出法を用いて、周波数を掃引を適当に設定することにより、電波の反射高度を加えてその中心周波数を求めるとすることができるのである。電離層観測にはこのFM-Pulse方式の電離層観測装置が超高度波を研究する事ができる。この一歩及ぶ。このハドソフウェアを検討した結果この観測法が実現可能であることこの結論を得た。現在そのためのソフトウェアの開発が行われている。従来からの電離層観測法を発展させることができ、電離層変動の立体構造が明らかとなり、更なる電離層中のアクティブ実験でのリモートセンシングと

II-50 S-520-9号機音載EFDによる電場観測(2)

中村正人、鶴田浩一郎、早川基

宇宙科学研究所

ELECTRIC FIELD MEASUREMENT IN THE IONOSPHERE BY S-520-9 SOUNDING ROCKET USING TIME OF FLIGHT OF LITHIUM ION BEAM(2)

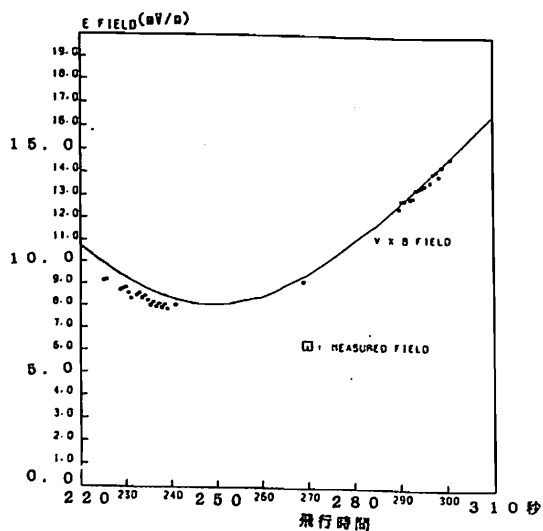
N. NAKAMURA, K. TSURUDA, AND H. HAYAKAWA

INSTITUTE OF SPACE AND ASTRONAUTICAL SCIENCE

The electric field measurement in the ionosphere using time of flight of lithium ion beam was carried out by S-520-9 sounding rocket which was launched from Kagoshima Space Center on January 15, 1987. The electric field was measured successfully. Main component of the measured electric field was $V \times B$ field due to the rocket motion across the magnetic field. Ambient electric field was less than 1 mV/m which is 10 times as small as $V \times B$ field. The direction of the measured electric field was consistent with the direction of $V \times B$ field.

本年1月15日に鹿児島県内之浦から打ち上げられた観測ロケットS-520-9号機に搭載された電場観測器により、イオンビームを用いた新しい電場測定法に基づく電離層中の電場観測実験が行われた。前回の学会に於て、放出されたビームの帰帰、及びリシウムイオンの飛翔時間について報告をした。今回はこれらのデータをより詳細に解析し、電場の大きさ及び方向について報告する。

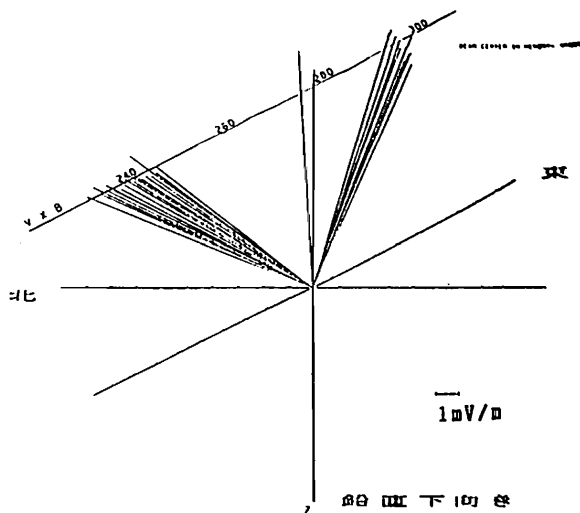
次に示す図は横軸にロケットの飛行時間、縦軸に得られた電場の値をプロットしたものである。また、 $V \times B$ 電場の値も同時に示されている。



電場の決定精度は約 0.3 mV/m である。この図より、観測された電場は、 $V \times B$ 電場を主成分としていることが解る。電離層

中の電場は 1 mV/m 以下である。

次の図は、測られた電場のベクトルと $V \times B$ 電場を空間的に図示したものである。



電場の方向はデータの取得時刻のロケット姿勢とビーム放出方向から求められる。おおよそ測られた電場は $V \times B$ 電場の方向と一致している。解析の詳細は講演に於て述べられる。

今回の電場測定実験は、新たな電場測定法を確立する第1歩として、成功を納めた。今後、ロケット制御を含めてシステムを成熟させることにより、様々な宇宙の領域で真に物理的に意味のある観測を行うことが出来るようになるであろう。

■ 第Ⅲ会場

(Ⅲ-1 ~ Ⅲ-46)

III-1 静止軌道における重粒子観測計画

河野毅 宗像一起 今井喬 松岡勝¹ 長谷部信行² 村上浩之² 中本淳² 柳町朋樹³ 道家忠義⁴ 大内徹也⁴
 森山陸 理研¹ 愛媛大教養² 立大理³ 早大理工研⁴ 宇宙開発事業団

Heavy Ion Observation Program at Synchronous Orbit

T.Kohno, K.Munakata, T.Imai, M.Matsuoka, N.Hasebe, H.Murakami, A.Nakamoto, T.Yanagimachi,
 T.Doke, T.Ouchi, T.Moriyama RIKEN, Ehime Univ., Rikkyo Univ., Waseda Univ., NASDA

We have an observation program of elemental and isotopic abundances of galactic cosmic rays and solar energetic particles at synchronous orbit. The HIT (Heavy Ion Telescope) consists of charge division type two dimensional position sensitive detectors and large (5 inch diameter) Li-drift type detectors having a geometric factor of $30 \text{ cm}^2 \cdot \text{sr}$. The satellite ETS-6 is going to be launched in 1992, near the next solar maximum. Because of the limited available telemeter rate, the elements heavier than Li will be measured by list mode telemetry.

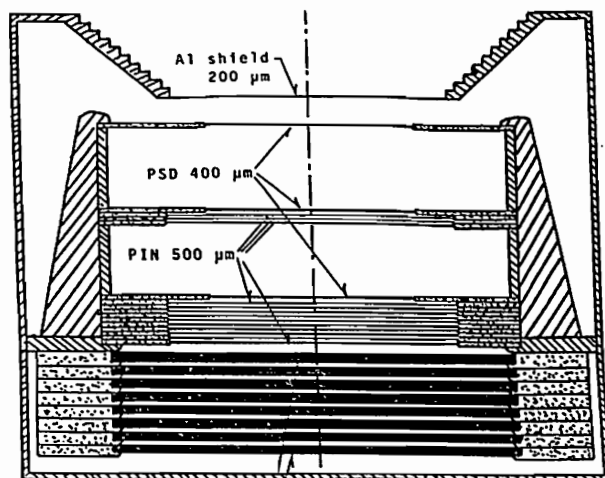
人工衛星などの宇宙飛翔体による銀河宇宙線や太陽フレア粒子の重粒子成分の観測は、IMPをはじめ比較的早くから行われてきた。しかし、測定器の分解能の限界から、元素分布はともかく、同位体の観測については軽い核を除いてほとんど手がつけられていない。PSD (Position Sensitive Detector) を用いて質量分解能を大幅に向上させた観測は、ISEE-3で一応の成功をみたが、面積が小さく、正常に動作した期間も約3カ月と短命であったため、本格的な観測データとはなっていない。

我々は、わが国で独自に開発した大型のシリコン検出器とPSDを用い、大きな面積を持つテレスコープを設計してすでに科学衛星GEOTA ILに搭載する計画が進んでいる。今回その測定技術を利用し、宇宙開発事業団が進めている実用衛星に重イオン環境観測装置を搭載する予定なのでその概要を述べる。

衛星は技術試験衛星6型(ETS-6)と呼ばれ、国産ロケットH2で1992年打ち上げられる予定である。重粒子テレスコープは、この衛星のミッションのひとつであるTEDA(技術データ取得装置)のなかの重イオン環境観測装置(Heavy Ion Telescope HIT)として搭載が予定されている。

衛星環境としての重粒子の持つ意味ははなはだ重要であるがここでは立ち入らず、銀河宇宙線や太陽フレア粒子、またアノマラス component の観測が可能になることに注目したい。

我々が浜松ホトニクスと共同で開発した電荷分割型2次元PSDを用い大型(5インチ)のリチウムドリフト型検出器と組合せ、図1に示すように幾何学的要素にして $30 \text{ cm}^2 \cdot \text{sr}$ と、従来の2桁近い増大となっている。この観測での比較的窮屈な条件はテレメータ情報量が数10bpsと少ないことである。従って、数の多いPやHeはリストモードで電送することができず、表にしめすようにLiより重い元素を対象とする。



PSD 65 mm x 65 mm 400 μm x3
 PIN 95 mm φ 500 μm x13
 Si(Li) 115 mm φ 3 mm x8

Elements	Energy (MeV/nuc)	Geometric Factor
Li, Be, B	15 - 130	$30 \text{ cm}^2 \cdot \text{sr}$
C, N, O	20 - 150	
Si	30 - 280	
Fe	35 - 350	

III-2 宇宙線地下 Muon 中 何子 計 2 観測 2 点 3 恒星 時 日 变化

藤本和彦, * 森下伊三男, 長島一男
石大理, * 朝田大

Modulation of galactic cosmic ray anisotropy in the heliomagnetosphere has been theoretically studied by some of the present authors. Sidereal daily variation obtained by them contains only the influence of the heliospheric modulation and does not contain the influence of the geomagnetic deflection of cosmic rays, the nuclear interaction of cosmic ray with atmospheric and/or underground material of the Earth and also of the geometrical configuration of telescope for cosmic ray observation. Taking into account the latter influence, we present in this paper the so-called coupling coefficients which directly connect the anisotropy with sidereal daily variations observed by specific telescopes at specific stations.

Galactic cosmic ray の 太陽磁圏内 Modulation は 長島, 森下 に 2, 2 Formulation として 計算 実行 された。(1, 2) 今 計算 して 太陽磁圏内 Modulation 加 付 考慮 した。地球磁場, 地球 内部 影響, 及 此 telescope の 形状 等 は 考慮 した こと ない。実際 の telescope の 恒星 時 日 変化 の 観測 結果 と 比較 する の は 不便 である。森下 長島 の 計算 上 見 ても。地球 磁圏 外 の 観測 した 恒星 時 日 変化 は declination δ_e (Equatorial coordinate system) に 大 差 なく depend して いる。これは telescope の 形状 により δ_e と 関係 する こと ない。観測 した 恒星 時 日 変化 の 観測 結果 と 比較 する こと 計算 した。Coupling Coefficient を 計算 した。

Reference

- 1) Nagashima, Morishita and Yasue Planet. Space Sci 30 879 1982
- 2) Nagashima and Morishita, Rep of Cosmic ray Research Lab, Nagoya Univ., No 8 1983

College of Engineering, Chubu University, Kasugai, 487, Japan

*Department of Physics, Shinshu University, Matsumoto, 390, Japan

**Department of Physics, Kunsan National University, Kunsan, Chullapuk, 511, Korea

#Department of Physics, University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada T2N 1N4

It has been well known that during the last declining phase of solar activity (1973-1975) high-speed solar-wind streams (thereafter abbreviated to HSS) from coronal holes showed a remarkable 27-day recurrence. It has also been observed that long lived coronal holes were seated, especially in 1974, at both the northern and southern surfaces of the sun (e.g. Hansen et al. 1976). The modulation of both the intensity distribution and the anisotropic flows of galactic cosmic rays by such long lived HSS's from coronal holes are of great interest. Recently, Iucci et al. (1983) and Dorman et al. (1984, 1985) have analyzed this and revealed an interesting aspect of modulation of solar diurnal variation of cosmic rays. However, cosmic ray data used in their analysis are data from only one-station of neutron monitor (Deep River).

In the present paper, using data from world-wide network of neutron monitors (17 stations) and surface multi-directional muon telescope at Nagoya (17 components), solar diurnal anisotropy (SDA) in free space are examined daily in 1974, and relations SDA and HSS are discussed.

In the present analysis, 34 components data sets are analyzed, including 17 stations world wide network of neutron monitors and 17 components of surface muon telescope at Nagoya. Solar diurnal variations (DV) of those are obtained by harmonic analysis of the hourly data (deviation from 24 hour running average). In addition, for muon telescope, difference is taken between vertical component and other 16 components, to eliminate the atmospheric effects, for example, N-V (DV for north minus DV for V component) and so on, then 33 components DV are obtained totally.

To examine solar diurnal anisotropy (SDA) in free space, we assumed that diurnal anisotropy is uni-directional and its spectrum form is power-law type as

$$A_j(P)/j(P) = \begin{cases} kP^{-\gamma} & \text{for } P < P_u \\ 0 & \text{for } P > P_u \end{cases} \quad (1)$$

where γ denoted the exponent and P_u the upper cut-off rigidity.

γ and P_u in (1) are determined daily, by means of the best-fit method between the observed and the expected variations for the above 33 stations and components. In the best-fitting, the following parameters are examined as;

$$\gamma = +0.5, 0.0, -0.5 \quad \text{and} \quad P_u = 50, 100, 500\text{GV}$$

Coupling coefficients are referred to the table prepared by Fujimoto et al. (1984) for muon telescope and to the table by Yasue et al. (1982) for neutron monitors.

The distribution of γ and P_u obtained are summarized in Table 1, for 1974. It is found that the upper cut-off rigidity (P_u) has peak at 50GV. This result is in good agreement with the recent result reported by Ahluwalia and Riker (1978, reference are there in). Also it is obtained that its spectra distribute rather look at slitly positive (42.3% in occurence frequency).

$\gamma \backslash P_u(\text{GV})$	50	100	500
+0.5	29.1	7.4	5.8
0.0	19.0	6.6	3.8
-0.5	19.0	2.2	7.1

Table 1. Occurence Frequency of Upper Cut-off Rigidity (P_u) and Power (γ) in percent.

References

- Ahluwalia, H.S and J.F.Riker, Planet. Space Sci., Vol.35, No.1, p39, 1987
- Dorman, L.I., N.S.Kaminer, A.E.Kuz'micheva and N.V.Myrina, Geomagnetism and Aeronomy, Vol.24, No.4, p452, 1984
- Dorman, L.I., N.S.Kaminer, A.E.Kuz'micheva and N.V.Myrina, Geomagnetism and Aeronomy, Vol.25, No.4, p554, 1985
- Fujimoto, K., A.Inoue, K.Murakami and K.Nagashima, 'Report of Cosmic Ray Laboratory, Nagoya University' No.9, 1984
- Hansen, E.T., S.F.Hansen and C.Sawyer, Planet. Space Sci., Vol.24, p381, 1976
- Iucci, N., M.Parisi, M.Storini and G.Villoresi, Il Nuovo Ciment, Vol.6C, N.2, p145, 1983
- Yasue, S., S.Mori, S.Sakakibara and K.Nagashima, 'Report of Cosmic Ray Laboratory, Nagoya University' No.7, 1982

Anisotropy of primary cosmic rays around 2×10^{14} eV obtained by air shower observations at 900 m a.s.l.

K. Murakami, T. Yamada, S. Shibata, Z. Fujii and H. Kojima^a

Faculty of Science, Nagoya University
Physics Department, Fujita Gakuen^a

Cosmic ray anisotropy in the vicinity of our solar system is an interesting observable not only for a study of cosmic ray propagation in the interstellar space but also for giving a condition on the heliospheric boundary. For a study of the anisotropy, air shower observations have been carried out at 900 m a.s.l. since spring of 1983. In the observations, detected air showers are considered to be initiated by primary cosmic rays around 2×10^{14} eV which are very little deflected in the magnetic field of the heliosphere.

As well-known, the anisotropy in the region up to several 10^{13} eV is of order of 0.05 %, while the anisotropy beyond 10^{14} eV remains still ambiguous because of lack of reliable air shower observations available to the anisotropy study. According to recent air shower observations carried out for this study, the anisotropy in the region above 10^{15} eV looks quite different from that up to 10^{14} eV in its direction and structure. The observations in the present report were started for the purpose of revealing the anisotropy in the interjacent region between 10^{14} eV and 10^{15} eV.

As explained in last meeting, air showers are, in our arrangement, detected with four-fold coincidence among four proportional counter trays of 1 m^2 deployed at the corners of a quadrangle of 15 m span. As four of this kind of air shower array are arranged last March in addition to 11 arrays in operation, so now 15 arrays are in operation. The event rate is, in total, about 6,000 showers per hour. With this rate a statistical error in amplitude of daily variation is estimated to be 0.02 % for one-year observation. The regression coefficient of barometric effect is -0.790 ± 0.007 % per mb.

The results of preliminary analysis of observed data for two years from August 1984 to July 1986 were reported in last meeting as follows :

- (1) The solar time daily variation is very plausibly interpreted with barometric pressure, outdoor temperature and Compton-Getting effect due to the earth's revolution round the sun.
- (2) The sidereal time variation looks to be smaller than that up to 10^{14} eV, contrary to the expectation from the interpolation between its neighbouring upper and lower energy regions.

In the meeting the results of analyses of the data up to July 1987 will be reported to confirm the above-mentioned results on the daily variations.

SIDEREAL DIURNAL VARIATION OF COSMIC RAYS AT DEEP
UNDERGROUND STATION (MATSUSHIRO, 220 M W.E. IN DEPTH)

S. Mori, S. Sagisaka, S. Yasue, and M. Ichinose(*)
Department of Physics, Faculty of Science and Faculty of Liberal
Arts(*), Shinshu University, Matsumoto 390, Japan

In order to obtain informations about an origin of cosmic rays and its propagation in space, the observations of the sidereal time variations of cosmic rays have been made by many researchers. Recently, from the observation with multi-directional muon telescope at the deep underground station (Matsushiro, 220 m w.e. in depth), a larger sidereal diurnal variation (with an amplitude of 0.16 ± 0.04 %) than those so far measured, have been obtained for a complete two-year period of 1984-1986. From these results, we can summarize briefly the observed facts of the sidereal diurnal variations as;

(1) For vertical telescopes at various sites, the observed amplitudes are as large as $0.02 \sim 0.04$ % (with $1 \sim 6$ hr LST phase), including those of the surface (median rigidity ~ 50 GV) to the deeper underground of Utah (at 1500 GV). The amplitudes of air-shower measurements ($> 10^{13}$ eV) are obtained as ~ 0.06 % in ~ 1 hr LST direction in the solar system (of galactic origin).

(2) The south-pointing telescope, SSS-telescope (at ~ 1250 GV) at Matsushiro, measured a remarkably large amplitude of ~ 0.16 % (in ~ 2 hr LST phase) even with its small counting rates (> 900 counts/hr). This magnitude is more than double of air-showers and several times larger than those of muon telescopes.

(3) Other south-pointing detectors; SS-telescopes at Matsushiro (at ~ 1000 GV) and Sakashita (at ~ 540 GV) or inclined muon array at Ottawa (at ~ 950 GV), show its amplitudes of $0.07 \sim 0.10$ %. Note that similarly to SSS-telescope, these detectors are characterized with the asymptotically equatorial viewing-directions and high median primary rigidity.

A preliminary analysis based on the coupling coefficients shows that the above large sidereal diurnal variations which lies asymptotically near the equatorial plane, may be unexplained by assuming solely the uni-directional anisotropy in space, (Ueno et al., 1985; Bercovitch et al., 1981). Modulation mechanism to attain such a large amplitude of the diurnal anisotropy has not yet been known. It may be proposed that the present sidereal diurnal anisotropy may be something new and would not be of galactic origin but rather of heliospheric origin.

References

- Alexeenko, V.V. et al., (1981). Proc. 17th ICRC (Paris), 2, 146.
Bercovitch, M. et al., (1981). Proc. 17th ICRC (Paris), 10, 246.
Cutler, D.J. et al., (1981). Astrophys. J., 284, 1166.
Fenton, A.G. et al., (1976). Proc. Int. Cosmic Ray Symp. (Tokyo), p. 313
Humble, J. et al., (1984). Proc. Int. Cosmic Ray Symp. (Morioka), p. 372.
Kota, J. (1985). Proc. 19th ICRC (La Jolla), PS9PS, 275.
Mori, S. et al., (1983). Proc. 18th ICRC (Bangalore), 3, 403.
Mori, S. et al., (1985). Proc. 19th ICRC (La Jolla), 5, 403.
Nagashima, K. et al., (1976). Proc. Int. Cosmic Ray Symp. (Tokyo), p. 326.
Sagisaka, S. (1986). Nuovo Cim. PS9cPS, 809
Swinson, D.B., (1969). J.G.R. 74, 5591.
Sakibara, S. et al., (1984). Proc. Int. Cosmic Ray Symp. (Morioka), p. 314.
Ueno, H. et al., (1981). Proc. 17th ICRC (Paris), 10, 254.
Ueno, H. et al., (1984). Proc. Int. Cosmic Ray Symp. (Morioka), p. 376.
Ueno, H. et al., (1985). Proc. 19th ICRC (La Jolla), 5, 35.

鷺坂修二、森覚、安江新一、加治屋力
信州大理

ATMOSPHERIC EFFECT ON COSMIC RAY MUON INTENSITY
AT DEEP UNDERGROUND OBSERVATION AT ZOZAN

S. Sagisaka, S. Iori, S. Yasue, and G. Kajiya
Department of Physics, Faculty of Science, Shinshu University

It is shown that the cosmic ray intensity observed with muon telescope at the deep underground station at "new" Matsushiro is affected by atmospheric effect in the same way as those at "old" Matsushiro.

先に我々は、松代における以下の二つの観測結果が、深い地下宇宙線に対する大気の大気温度効果を考慮することによって、よく説明出来ることを示した(*)。一つは半年周期のミュウオン強度変化であり、これは浅い地下での一年周期と顕著な対比をみせる。もう一つは気圧効果係数が理論的には殆ど無視できる程に小さい筈なのに、大きな値が観測されることである。その後、松代象山で新に地下観測が始められたので、今回は、その垂直方向で広い立体角を持つ成分の1985年のデータを用い、同じ解析を行なった。Fig.1 では強度変化が半年を周期とすることが明らかに見え、Fig.2 では月毎の気圧効果係数がかなり大きな値であることがわかる。また両者ともに、その変動が理論的期待値とよい一致をしめしている。期待値は輪島のゾンデによる気象観測のデータと以前に(*) 計算された気圧効果係数と部分気圧効果係数とから求められた。

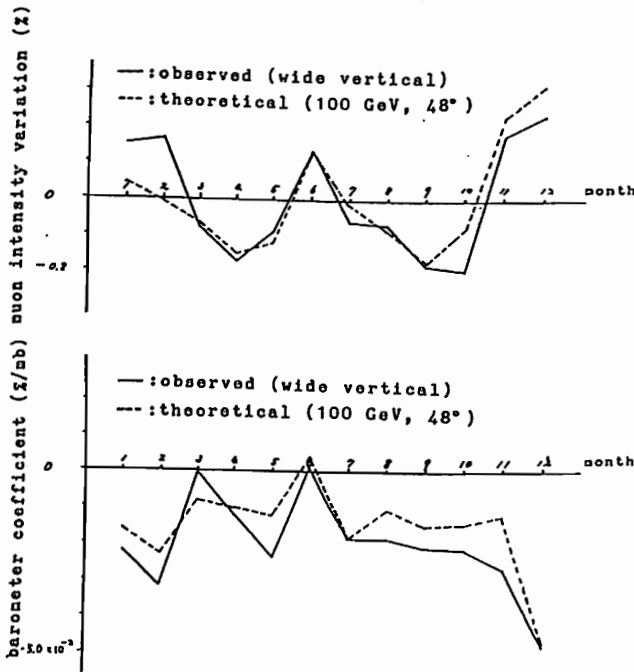


Fig.1.- Intensity variation of muons observed at Zozan ("new" Matsushiro) in 1985, together with that expected by temperature effect, which is calculated by using the meteorological data at Wajima and the partial temperature coefficients (Sagisaka, 1986) for θ of 48° and threshold energy of 100 GeV).

Fig.2.- Variation of the barometer coefficient observed monthly at Zozan ("new" Matsushiro) in 1985, together with that expected from atmospheric effect. The theoretical values are calculated by using the barometer coefficients and the partial temperature coefficients (Sagisaka, 1986) for threshold energy of 100 GeV and θ of 48° , and the meteorological data at Wajima.

(*) S.Sagisaka: "Atmospheric effects on cosmic-ray muon intensities at deep underground depths" Nuovo Cimento 9c N4 809-828 (1986)

宇宙線中性子計により観測された恒星時日変化

奥谷 晶子、森 寛、石田 嘉雄
理研 信大理、福島大教育

COSMIC RAY SIDEREAL VARIATION OBSERVED BY NEUTRON MONITORS

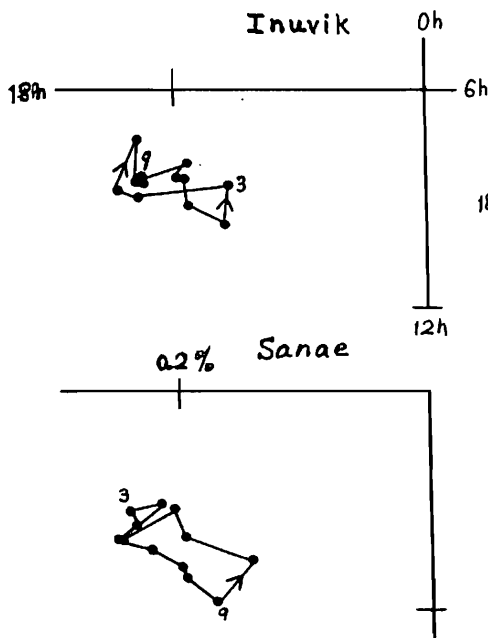
S.Kudo, S.Hori, Y.Ishida
IPCR, Shinshu Univ., Fukushima Univ.

Sidereal diurnal variation of cosmic ray neutron component is examined using the data from worldwide neutron monitors for 19-year period of 1965-1983. The corrected sidereal variations of galactic origin are derived from the observed sidereal variation by eliminating the spurious variation, using Nagashima's method, to examine the space anisotropy by means of the best-fit method.

1965年から1983年までの2 solar cycle にわたって蓄積された、汎世界的な中性子計の観測データを用いて、銀河系起源の恒星時日変化を求める。下図は北半球と南半球の2観測所、InuvikとSanaeの観測である。Fig. 1は19年間にわたり平均された太陽時日変化の年周変化であり、明瞭な反時計廻りがSanaeに見られる。Fig. 2は恒星時日変化と反恒星時の19年間にわたる summation vector である。Inuvikで反恒星時日変化の振幅が大きく、Sanaeで恒星時が大きい。Fig. 3は19年間にわたり平均された、恒星時日変化(●)、反恒星時日変化(○)、及び恒星時日変化を反恒星時日変化により補正して求めた*銀河系起源の恒星時日変化(◎)である。恒星時の振幅は補正後、Inuvikは大きくなり、Sanaeは小さくなる。また位相は両者共第2象限となる様子が見られる。世界約40地点における観測値を解析し、銀河系起源の恒星時日変化の空間における異方性をbest-fit法で求める。

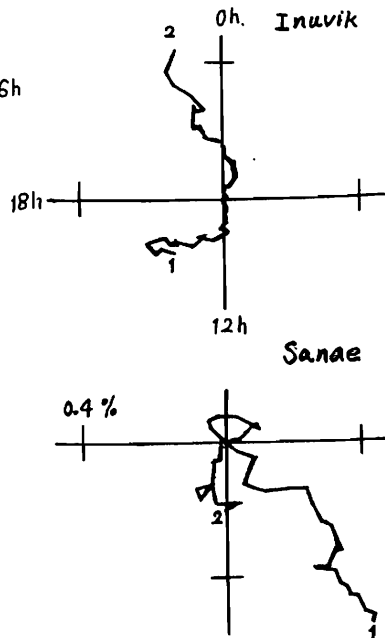
* K.Nagashima et al., Nuovo Cimento, 6c, 550, 1983.

Fig. 1



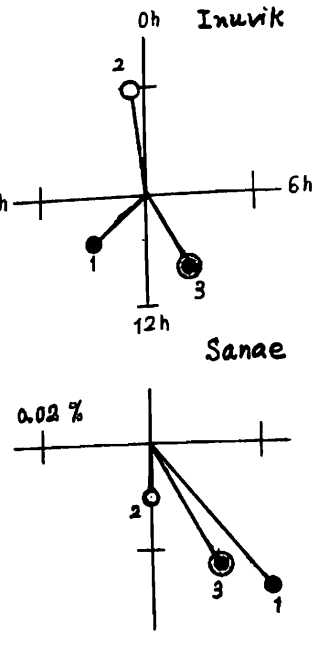
3 : March
9 : September

Fig. 2



1 : Sidereal
2 : Anti-sidereal

Fig. 3



1 : Sidereal
2 : Anti-sidereal
3 : Corrected sidereal

大規模なメートル波帯バーストを伴う太陽フレアの発生率

磯辺武, 磯崎進, 丸橋克英
電波研究所平磯支所

OCCURRENCE RATE OF FLARES ACCOMPANYING STRONG RADIO BURSTS AT METER WAVELENGTHS

T. Isobe, S. Isozaki, and K. Marubashi

Hiraïso Solar Terrestrial Research Center, Radio Research Laboratory

We investigate the occurrence rate of those solar flares which accompany strong radio bursts at meter wavelengths. It is seen that the number of such flares occupies very small part of all flares detected by H α -observations, say, less than 2%.

太陽フレアが地磁気嵐の原因になることは、太陽フレアの発見と同時に示唆された。しかし、太陽フレアの発生数は地磁気嵐の数に比べて非常に多い。その後の研究で明らかにされたように、太陽フレアのうちの数の限られた比較的大規模なものだけが地磁気嵐をひきおこす原因となり得る。地磁気嵐の原因となる太陽フレアの特長として、電波現象、特にメートル波帯のII型、IV型の強いバーストを伴うことが30年以上も前から知られている。

一方このような特性をもつ太陽フレアは全体の太陽フレアのうちの、どんな割合を占め太陽黒点周期によってどんな変化をするかをまとめた結果はほとんど発表されていない。そこでこの問題について Dodson & Hedeman が丹念に編集した Major (大規模な) Flares のリスト (1970-1979年) を用いて統計を行った。

第1表は太陽フレアをメートル波帯の(1)II型バーストを伴ってIV型バーストを伴わないもの、(2)IV型を伴ってII型を伴わないもの、(3)II型、IV型の両方を伴うものに分類して、10年間のそれぞれの発生数をH α 線で観測した太陽フレアの重要度(面積)毎に示している。II型、IV型、II/IV型の順に重要度の大きな太陽フレアの比率が増大していることがわかる。また、IV型バーストが発生する場合はII型を同時に発生する傾向があることも読みとれる。

第2表は同じ分類に対して、メートル波帯放射電波の強度(stu単位の強度の指数部で表す)別に太陽フレアの発生数を示す。II型、IV型、II/IV型の順に電波バーストが強くなっていることがわかる。また、このような電波バーストを伴う太陽フレアの数はいくつとすると、II型が15例、IV型が3例、II/IV型が10例となっており、一方太陽フレアの総数(SGDによる)は1824である。強い電波バーストを伴う太陽フレアは非常に例外的に発生していることが明らかである。

第1表 1970-1979年のII, IV, II/IV型バーストを伴う太陽フレアの重要度別発生数

バーストの型	重要度(Importance)				合計
	0	1	2	3	
II型	200	108	26	3	337
IV型	79	51	14	1	145
II/IV型	39	93	63	10	205
合計	318	252	103	14	687

第2表 1970-1979年のII, IV, II/IV型バーストを伴う太陽フレアの200MHz帯電波放射強度別発生数

バーストの型	電波強度指数						合計
	0	1	2	3	4	5	
II型	156	43	88	43	6	0	336*
IV型	49	16	57	17	5	0	144*
II/IV型	23	39	77	47	18	1	205
合計	228	98	222	107	29	1	685*

* 電波強度が不明の太陽フレアがII, IV型に各1例

III-9 吸収バンドを持つデカメータ帯 Type III バースト

青山 隆司 大家 寛
宮城職訓短大 東北大理

DECAMETRIC TYPE III BURST WITH ABSORPTION BANDS

Takashi Aoyama and Hiroshi Oya

Miyagi Vocational Training College Tohoku Univ.

Though the type III bursts are the most popular type of solar radio bursts, there are sometimes very peculiar phenomena of absorption which take place at banded frequency within the frequency range of 20MHz to 40MHz. The frequency intervals between two neighboring absorption bands are nearly equal for each burst. The averaged frequency interval for 88 cases of type III events with clear absorption bands in the frequency ranging from 20 to 40MHz is about 4.76MHz. Considering possible magnetic field intensity in the outer coronal region, then it can be concluded that these results correspond to the absorption at the harmonics of the local electron cyclotron frequency.

1. 序 デカメータ帯の太陽電波観測を続けているが、その中に、外部コロナでの電波吸収と思われる明確な吸収バンドを持つ Type III バーストが時々観測される。今回は、この吸収バンドの性質について報告する。

2. 観測データおよび解析結果
明確な吸収バンドを持つ Type III バーストの例を1図に示す。(a)と(b)は約30分の時間間隔で発生したバーストであり、矢印は吸収の起きている周波数を示している。(a)(b)両バーストとも、吸収バンドはほぼ等間隔に並んでおり、その間隔はそれぞれ 5.18 MHz (a)と 4.76 MHz (b)である。このことは、外部コロナの特性周波数の高調波における吸収であることを強く示唆している。

吸収バンドを持つ Type III バーストのうちその周波数が明確に読み取れる 88例を取り上げ解析した結果、吸収バンド間の間隔は

3~6MHzの間に集中しており、平均値は 4.76 MHz であった。この周波数は、電子サイクロトロン波の共振吸収と考えると、対応する磁場強度は 1.7 ガウス程度となり、吸収を引き起こす外部コロナの磁場強度として妥当な値である。

周波数帯域 $20 \sim 70 \text{ MHz}$ での観測例を2図に示すが、図から明らかなように、周波数が高くなる程吸収バンドの間隔は開いてゆく。周波数の高いバースト程太陽に近い領域で発生していることを示すが、この場合同時にローカルなサイクロトロン周波数も大きくなる事と対応して、この種の吸収が電子サイクロトロン周波数の高調波で発生することの間接的証拠となっている。

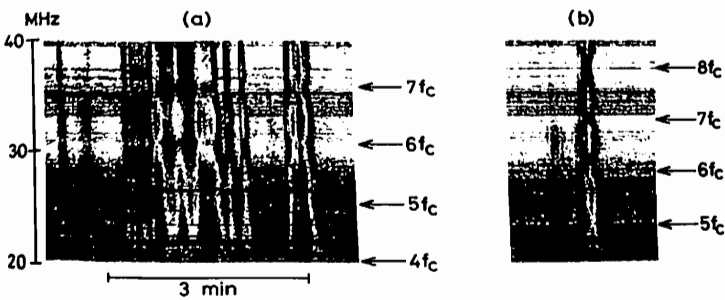


Figure 1. Examples of type III bursts with absorption bands observed on May 17, 1987. Arrows indicate the frequencies where the absorption has taken place; nf_c written near the arrow means n -th harmonics of electron cyclotron frequency.

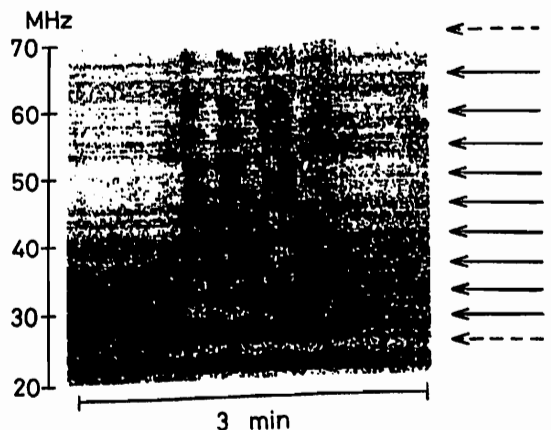


Figure 2. Dynamic spectrum of type III bursts with absorption bands in the frequency range from 20MHz to 70MHz.

III-10 太陽活動の経年変化と太陽ニュートリノ

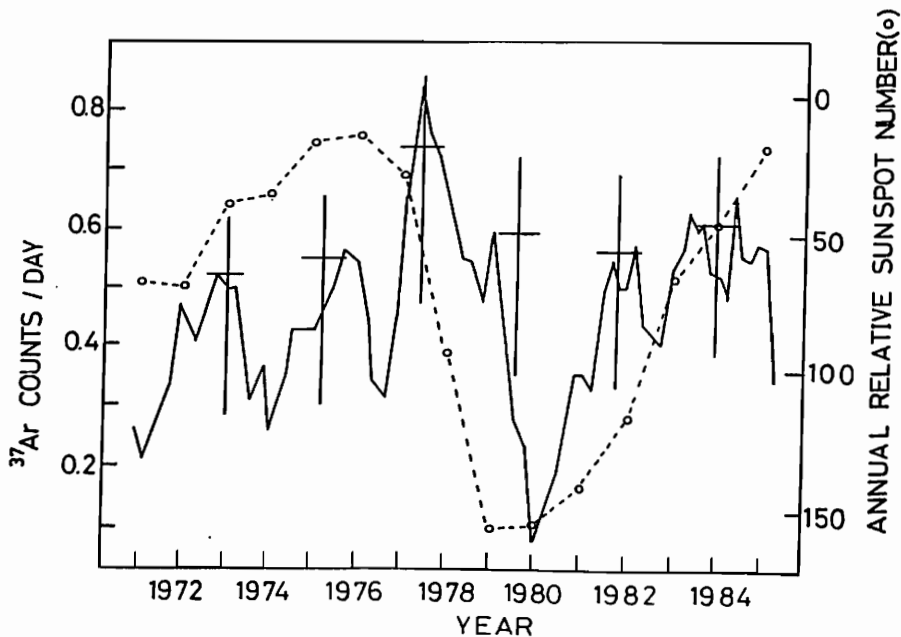
桜井邦朋 (神奈川県大学工学部)

YEARLY VARIATION OF THE SOLAR ACTIVITY AND ITS POSSIBLE RELATION TO THE SOLAR NEUTRINO PRODUCTION

Kunitomo Sakurai
Institute of Physics, Kanagawa University

In order to interpret the eleven-year component found in the observed neutrino flux from the sun, an idea has been proposed based on the assumption that electron neutrino has its proper magnetic moment. It is known, however, the amplitude of this component is much smaller than that of the quasi-biennial component. This may mean that the fundamental mode in the time variation of this flux is causally related to this quasi-biennial periodicity. Although the existence of this periodicity has already been claimed on the solar active phenomena, no clear-cut evidence on it has been found for the thirteen years between 1972 and 1984. Furthermore, there is no quasi-biennial component for the time variation of the solar constant.

These results suggest that any solar active phenomenon has no direct causal connection with the mechanism which produces the observed quasi-biennial variation on the production rate of the ^8B -decay neutrinos in the solar interior. It is, however, noted that the eleven-year variation seen on this production rate is negatively correlated with that of the relative sunspot numbers, though being weakly.



袴田和幸

中部大工

THREE DIMENSIONAL STRUCTURE OF THE CORONAL
MAGNETIC FIELD IN 1984

Kazusuki Hakamada

Chubu University

Since the photospheric magnetic fields observed at National Solar Observatory and the magnetic neutral lines on the source surface based on the observations at Wilcox Solar Observatory were relatively steady between CR1748 and CR1752 in 1984, the average distribution of the line-of-sight component of the photospheric magnetic fields (B1) can be constructed, with fair accuracy, by the superposed epoch analysis. The three dimensional structure of the coronal magnetic fields is then computed from this average map of B1 based on the potential model. The potential was expanded into spherical harmonics from the degree=0 to 90, and more than eight thousand coefficients were computed by the method devised by Riesebieter and Neubauer (1979).

SYNOPTIC CHARTS 上の光球磁場の分布 (KITZ PEAK) や SOURCE SURFACE 上の磁気中性線の形 (STANFORD) は1984年の1748 - 1752 Carrington Rotation (CR)の間比較的安定していた。この期間の光球磁場の視線方向の成分の観測値を重ね合わせ1984年の平均的な光球磁場の分布を求める。ここで、Altshuler and Newkirk (1969) やその外の人達により用いられてきたように、コロナ中には電流が存在せずコロナの磁場はスカラーポテンシャルで表わされる事及びコロナの磁力線はソースサーフェイスと呼ばれる仮想的な球面から外ではすべて動径方向を向いているという二つの仮定をおいたコロナ磁場のポテンシャルモデルを用いる。このスカラーポテンシャルを球面調和関数に展開し、このスカラーポテンシャルから計算される光球磁場の視線方向成分の値が観測値に合うように、各項の係数を決めた。ここでは、Riesebieter and Neubauer (1979) が考案した方法により、正規化されたルジャンドル倍関数 (シュミット関数) の漸化式の性質を用いて、球面調和関数の各項の係数を逐次的に計算した。この方法の特徴は、従来行われてきた連立一次方程式を解く方法とは違い、計算が高速に行われる点にある。こうして求められたスカラーポテンシャルを微分することにより、コロナ中での、磁場の三成分を計算することができる。またこの磁場の三成分を用い、二次のルンゲークッタ法により、磁力線の方程式を数値的に解くことにより、磁力線をトレースする事も出来る。この方法により描いた1984年のコロナ磁場の三次元構造を図1、図2に示す。図1は磁力線のトレースを、光球上から始めたものであり、図2はソースサーフェイスから始めたものである。

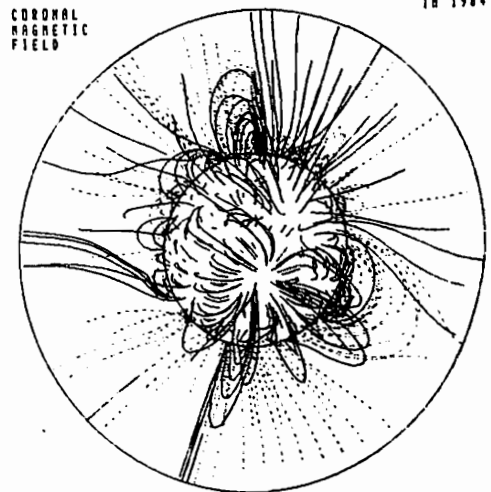


Fig. 1. Magnetic Field Lines starts from the Photosphere.

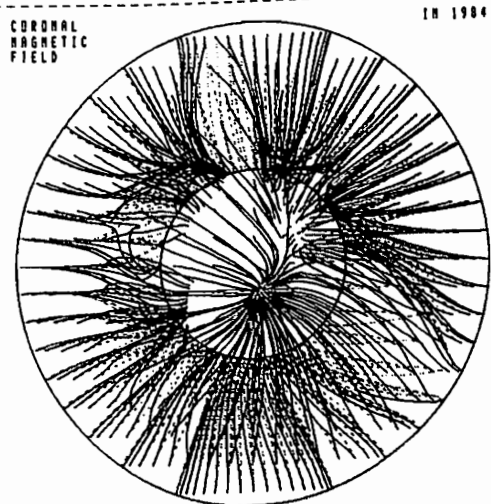


Fig. 2. Magnetic Field Lines starts from the Source Surface.

小島正宜、柿沼隆彦
名大空電研

ACCELERATION OF THE SOLAR WIND OBSERVED BY IPS AT HELIOCENTRIC DISTANCES
FARTHER THAN 0.1 AU

M. Kojima and T. Kakinuma
The Research Institute of Atmospheric, Nagoya University

We compared the solar wind speeds in the inner region of 0.1-0.3 AU with those in the outer region of 0.3-1 AU. At high latitude, the solar wind in the outer region was more than 200 km/s, in average, faster than in the inner region. On the other hand, speed difference was less than 100 km/s at low latitude. These facts mean that the solar wind from a polar coronal hole is still getting acceleration at distances of 0.1-0.3 AU.

惑星間空間飛翔体による 0.3AU 以内での太陽風の直接観測は未だ無く、また空電研究所をはじめ米国UCSD等で従来から行われている VHF 帯でのシンチレーション観測も 0.3AU 以内の領域は観測不可能で、この領域は太陽風観測の空白領域であった。空電研究所の UHF 太陽風観測装置は、この観測の空白領域を含め太陽から 0.1~1AU の距離に於いて太陽風を観測することが出来る。我々は、太陽風の立体構造が太陽からの距離に対してどのように変化するかを、UHF 太陽風観測装置により得られた速度データを用いて解析を行った。データを 0.3AU 以内で観測されたものと 0.3AU 以遠で観測されたものに大分し、太陽風速の緯度・経度分布の大規模構造が 0.3AU の内と外でどのように異なるのかを調べた。太陽風立体構造は、それぞれの領域で得られたデータを、定速かつ radial flow の仮定で太陽風流源面に戻し求めた。図1は 0.3AU 以内のデータから求めたもので、図2は 0.3AU 以遠のデータから求めたものである。図3は、図1と図2の各緯度・経度点における速度差を示したものである。+の領域は太陽風加速が有った領域である。この図は、定速流・構造の時間変化無し、を仮定して求めたために図中の小規模構造については議論出来ない。そこで、図3を経度方向に平均し速度差の緯度依存性を調べてみた(図4)。図4は、以下のことを明確に示している。高緯度においては 0.1AU 以遠においても太陽風加速が続いており、0.3AU 以内と以遠では 200km/s 以上の速度差が存在し、低緯度帯の太陽風は 0.1AU 以内でその加速が終了し 0.1AU 以遠ではほぼ定速流となっている。図4の特徴は1984、1985、1987年のデータにも見られる。

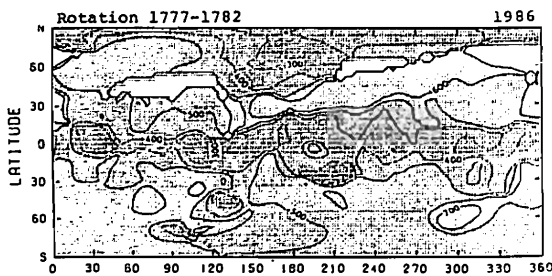


図1

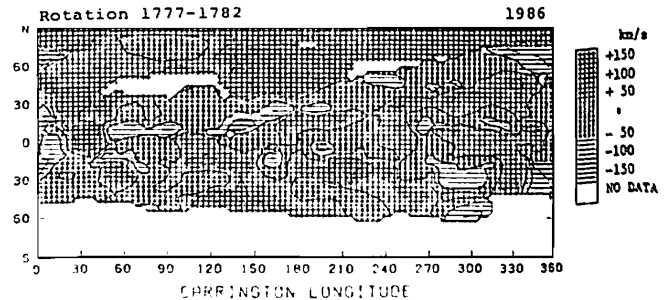


図3

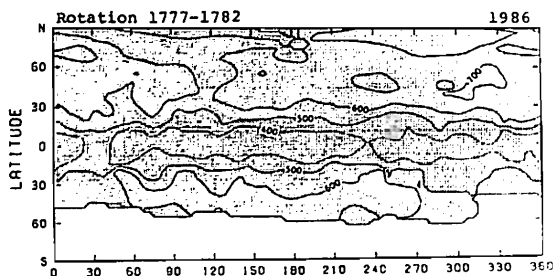


図2

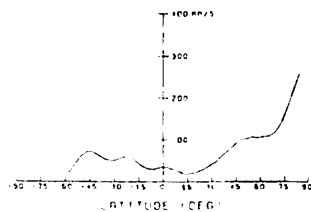


図4

Wataru MIYAKE, Toshifumi MUKAI, Toshio TERASAWA, and Kunio HIRAO

RRL

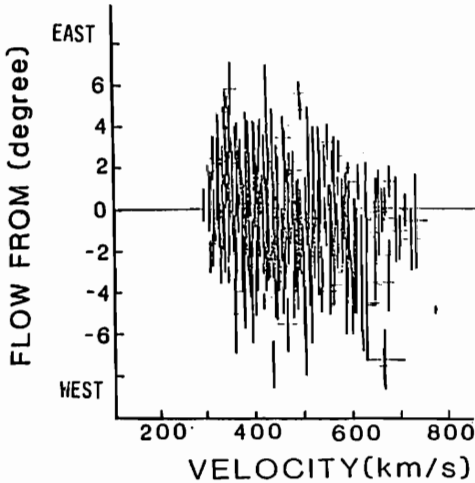
ISAS

Geophys.Inst,Kyoto Univ, Dep,Astron,Aeron, Tokai Univ,

In the previous study, we investigated the effect of velocity inhomogeneity on the radial gradient of proton temperature in the solar wind. It was concluded that the heat generation due to a local velocity increase can be one of the heat sources which has the effect of decreasing the radial gradient of proton temperature in high-speed streams. The "velocity increase" does not only contain the stream interaction in front of a high-speed stream but also the large velocity fluctuations such as Alfvénic fluctuations. In the present study we use the deflection angle of the solar wind flow to identify the stream interaction region and investigate the effect of stream interaction on the radial gradient of proton temperature. We use the solar wind data obtained by Suisei spacecraft during Sept. 1985 to July 1987.

The relation between the solar wind velocity and the flow direction in the ecliptic plane is shown in Fig.1. 0° corresponds to the direction of the sun. The high pressure region is formed in front of a high-speed stream. The pressure gradient leads to the force which accelerates the low speed flow in front of the stream and decelerates the high-speed stream itself. The portion of high pressure ridge is aligned nearly along the Archimedian spiral direction, so that acceleration of the low speed plasma causes deflection to the east (seen from the spacecraft), while the deceleration of the high-speed plasma causes deflection to the west.

The dependences of proton temperature on radial distance from the sun are shown in Fig.2 for three velocity ranges. The lines show the best-fitted power law dependences ($T = aR^{\alpha}$). The values of α are summarized in Table 1. In order to investigate the effect of stream interaction on α , we eliminate the data of large deflection angle and also calculate the power law dependences. In low velocity ranges, the gradient becomes steeper when we eliminate the data of deflection angle from east (below 1.5°). On the other hand, the gradient in high-speed streams becomes steeper when we eliminate the data of deflection angle from west (above -1.5°). These results show that the radial gradient of proton temperature becomes small owing to the heat generation at stream interaction region.



	BELOW 400 km/s	400-500 km/s	500-600 km/s
BELOW 1.5°	-0.96	-0.84	-0.46
ALL DATA	-0.79	-0.78	-0.58
ABOVE -1.5°	-0.81	-0.76	-0.72

Table 1 Power law dependences of proton temperature on radial distance from the sun. In low velocity range the gradient becomes steeper when we eliminate the data of large deflection of the flow from east (below 1.5°). On the other hand, the radial gradient in high-speed streams becomes steeper when we eliminate the data of large deflection from west (above -1.5°).

Fig.1 The relation between the solar wind velocity and the flow angle in the ecliptic plane. 0° corresponds to the direction of the sun. Bars stands for the standard deviations.

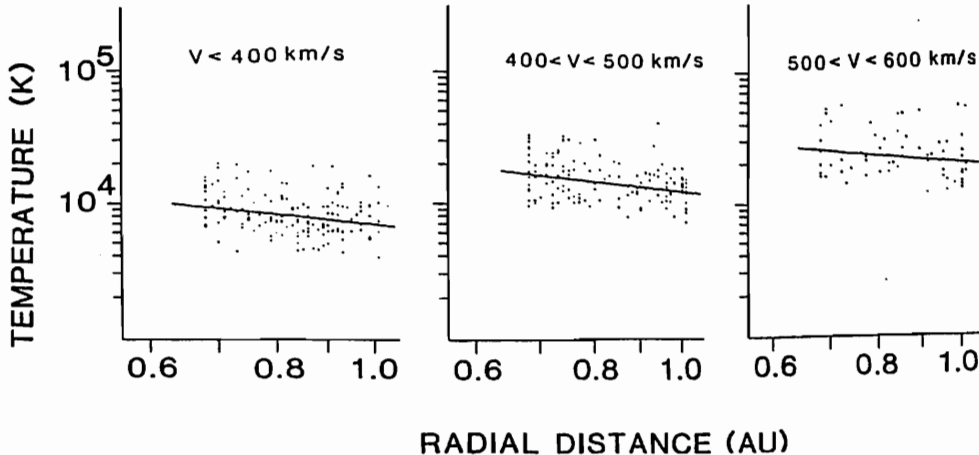


Fig.2 The dependences of proton temperature on radial distance from the sun for three velocity ranges. The lines show the best-fitted power law dependences.

III-14 Bi-Streaming Protonをもつ太陽風プラズマ中の
Alfvén波の特性
中川朋子・西田篤弘
(宇宙科学研究所)

ALFVÉN WAVES IN THE SOLAR WIND PLASMA WITH MULTI-COMPONENT PROTONS

Tomoko NAKAGAWA and A. NISHIDA

Institute of Space and Astronautical Science

Parallel propagation of Alfvén waves in a multi-component plasma is investigated. When the plasma consists of double-peaked protons, heliums and electrons, the phase velocity of Alfvén wave is reduced as $V_{\text{phase}} \sim V_{\text{Alfvén}} (1 - \frac{\sum_i \rho_i \Delta V_i^2}{\sum_i \rho_i V_{\text{Alfvén}}^2})^{1/2}$, where ΔV_i denotes bulk velocity of i -species measured from the center of mass. The decrease of V_{phase} may explain the discrepancy between expected and observed ratios of $[\dot{v}]/[\dot{B}]$ across rotational discontinuities, where $[\]$ denotes a parameter jump across the discontinuity.

太陽風中の H^+ の速度分布がふたつの peak を持つ場合、および太陽風中の He^{2+} を考慮にいれた場合の Alfvén wave の特性を調べ、太陽風中の rotational discontinuity の性質と比較した。

H^+ のふたつの peak の速度差は磁力線に平行であり、太陽風速が速いときには Alfvén speed を超えること (Marsch et al., 1982a)。また、 He^{2+} と primary- H^+ との速度差も Alfvén speed の order であることが太陽風観測により報告されている。

このような観測事実にもとづき、

- primary H^+ (密度 ρ_p , 速度 $V_p = V_0 + \Delta V_p$)
- secondary H^+ (ρ_s , $V_s = V_0 + \Delta V_s$)
- He^{2+} (ρ_α , $V_\alpha = V_0 + \Delta V_\alpha$)
- e^- (ρ_e , $V_e = V_0 + \Delta V_e$)

(但、 $V_0 \equiv \sum_i \rho_i V_i / \sum_i \rho_i$, 重心速度)

の4成分系 plasma 中で磁力線に平行に伝搬する Alfvén wave の位相速度を求めると、

$$V_{\text{phase}} \sim V_{\text{Alfvén}} (1 - \frac{\sum_i \rho_i \Delta V_i^2}{\sum_i \rho_i V_{\text{Alfvén}}^2})^{1/2}$$

となることが示された。Alfvén wave に伴う速度と磁場の変動量 \vec{v}_\perp , \vec{b}_\perp には

$$\vec{v}_\perp = -\frac{V_{\text{phase}}}{B_0} \vec{b}_\perp$$

の関係があることから、double-peaked H^+ や He^{2+} の存在により、 $|\vec{v}_\perp|/|\vec{b}_\perp|$ が小さくなることが同時に示された。

double-peaked H^+ の効果のみを考えると、typical な値として $V_s - V_p \sim 1.4 V_{\text{Alfvén}}$, ρ_s

$\sim 0.2(\rho_p + \rho_s)$ と代入することにより、

$$V_{\text{phase}} \sim 0.8 V_{\text{Alfvén}}$$

と見積もることが出来る。 He^{2+} の効果は、 $V_\alpha - V_p$ の値が $V_s - V_p$ の値を超えると顕著になり、 $N_p = 0.7 N_e$, $N_s = 0.1 N_e$, $N_\alpha = 0.1 N_e$, $V_\alpha - V_p = V_s - V_p = 1.4 V_{\text{Alfvén}}$ の場合 (但、 N_i は i 種粒子の数密度) について試算すると

$$V_{\text{phase}} \sim 0.72 V_{\text{Alfvén}}$$

となる。

以上の結果は、太陽風中で観測される rotational discontinuity の速度変動量 $[\dot{v}] \equiv \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ が、Rankine-Hugoniot 関係式より導出される理論値

$$[\frac{\xi \vec{b}}{\sqrt{\mu \rho}}] \equiv (\frac{\xi \vec{b}}{\sqrt{\mu \rho}})_2 - (\frac{\xi \vec{b}}{\sqrt{\mu \rho}})_1$$

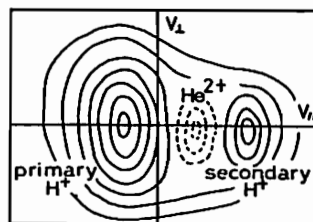
$$(\text{但、}\xi \equiv \sqrt{1 - \frac{\mu}{B^2}(\rho_2 - \rho_1)})$$

よりも小さくなっていることを説明し得ることを示唆する。

<参考文献>

Marsch et al., J. Geophys. Res. 87, 52, 1982a

Marsch et al., J. Geophys. Res. 87, 35, 1982b



[Fig.]

Schematic diagram of velocity distribution

III- 1 5 Plasma Waves in Interplanetary Space in LF Range Observed by "Sakigake"

T.Kobayashi, H.Oya, A.Morioka* and W.Miyake**
* Tohoku Univ. ** Radio Res. Lab.

As the result of the analysis for the plasma wave data obtained by PWP instrument onboard "Sakigake" in the frequency range from 4kHz to 195kHz, the following evidences are disclosed;

i.e.

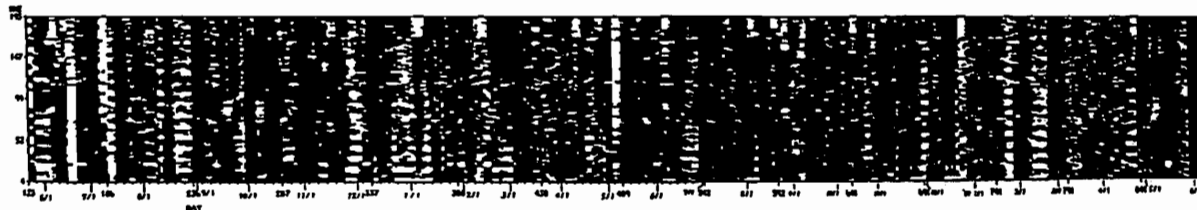
- 1) Broad band emission with 27-day recurrence associated with the plasma sheet in the heliomagnetosphere
- 2) Sporadic emissions in the frequency range higher than 170 kHz
- 3) Sporadic emissions near local plasma frequency
- 4) Long term variation suggesting the correlation with the averaged sun spot activity

The evidences of 1) to 3) are indicated in the upper panel of Figure 1 and the evidence of 4) is indicated in the lower panel of Figure 1, where two components of long term variations exist; the one is attributed to change of the receiver gain associated with spacecraft temperature due to the variation of the distance from the sun and another is constant increase during the entire period.

The evidence 1) is related to the plasma turbulence in the plasma sheet of the heliomagnetosphere where the plasma turbulence consists of electromagnetic and electrostatic components.

The evidence 2) is directly related to the type III burst that is generated by the high energy electrons through the interplanetary space.

MS-TS PWP AVERAGED DYNAMIC SPECTRA



MS-TS PWP POWER : LONG TERM VARIATION

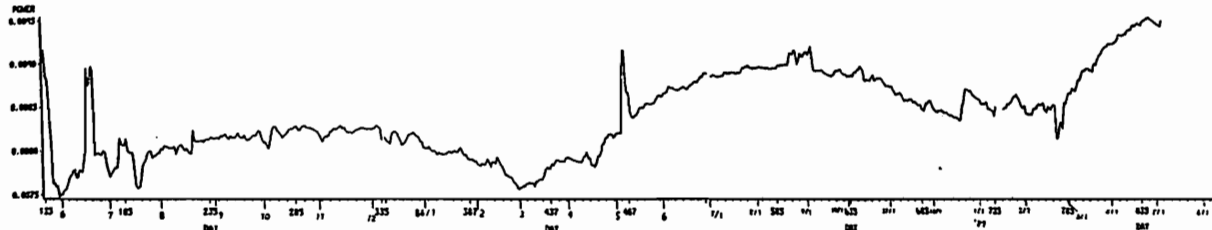


Figure 1. Upper panel: Averaged dynamic spectra. Only data whose levels are greater than averaged levels by 2.5% are plotted. Lower panel: Long term variation of PWP power.

前沢 洌、野坂 徹
名古屋大学理学部

A new parameter controlling the solar-cycle variation of the geomagnetic response to the solar wind

K. Maezawa and T. Nosaka

Faculty of Science, Nagoya University, Nagoya 464, Japan

The regression coefficient between the geomagnetic activity index aa and the solar wind parameter $B_s V^2$ is calculated for each year from 1964 to 1984. It is found that the regression coefficient has a close association with the Alfvén Mach number in the solar wind, which has an inverse relationship with the sunspot number.

サブストーム等の地磁気活動度が1年変化を示すことは昔から知られているが、その理由については必ずしもはっきりと分かっていない。この問題は、原理的には、太陽風と磁気圏の相互作用を司る太陽風物理量の関数形が完全に分かれば、その物理量の solar cycle variation により説明がつくはずである。逆に、地磁気活動度の長期変動をきちんと説明できるような太陽風物理量が、太陽風磁気圏相互作用を司る、真のパラメータであろうとすることができる。

今まで、太陽風データを用いた長期変動の研究はそれほど多くなされていないわけではない。そのなかで、Crooker et al.(1977) は、Solar cycle 20 における地磁気 aa index の経年変化が、IMF 南向き成分 B_s と太陽風速度 V との組合せでできる $B_s V^2$ という関数で非常によく説明できる事を示した。この $B_s V^2$ という関数形は、別の角度から行われた、村山、前沢等の相関解析結果ともよく一致するものである。

我々は、 $B_s V^2$ が、太陽風磁気圏相互作用をコントロールする物理量の第0近似として Best のものであるとの立場に立ち、それを基に、更に高次の解析ができないかと考えた。そこで、 $B_s V^2$ と地磁気 aa index との regression 係数を 1964-1984年の各年に対して計算し、その経年変化を調べてみた。結果は、Regression 係数が、sunspot とほぼ逆相関の、50%に近い振幅の変動を持つことを示し、 $B_s V^2$ 以外の factor の存在を示唆するものとなった。

そこで、この regression 係数の変動と相似の変動を示すものが太陽風中に見つか survey したところ、Alfvén Mach number $M_a (= V/V_a)$ が同様の Solar cycle variation をする事を見いだした。(定量的に云うと、 $M_a^{1/2}$ を $B_s V^2$ に乗じた量が aa index と最も相関がよい。)

この解析は、少なくとも2つの重要な意味合いをもっている。1つは、明確な Solar cycle variation (ただし Sunspot と逆相関) をもつ物理量が太陽風中に見つかった点である。(今までは見つかっていなかった。ただひとつの例外は、我々とほぼ同時期に籠岡、長島等に依って見いだされた太陽風プラズマの β 値の Solar cycle variation である。) 第2は、ここに決定された関数形 $B_s V^2 \cdot M_a^{1/2}$ が Vasyliunas の予想と合わない点である。もともと Vasyliunas の予想は、次元解析によるものであり、次元解析は、考慮する物理パラメータの数を換えれば変わるから、絶対的なものではない。

(例えば、太陽風-地球相互作用を論ずるのに地球側のパラメータが入っていないのはおかしい。我々の解析は太陽風側

の物理量の組合せを決めるだけで、地球側のパラメータについては何もいえない。が、次元解析には考慮すべきである。

最後に、0次近似として、 $B_s V^2$ 以外の関数を選んだ時の結果についても同様の解析を行ったので、それについても報告する。

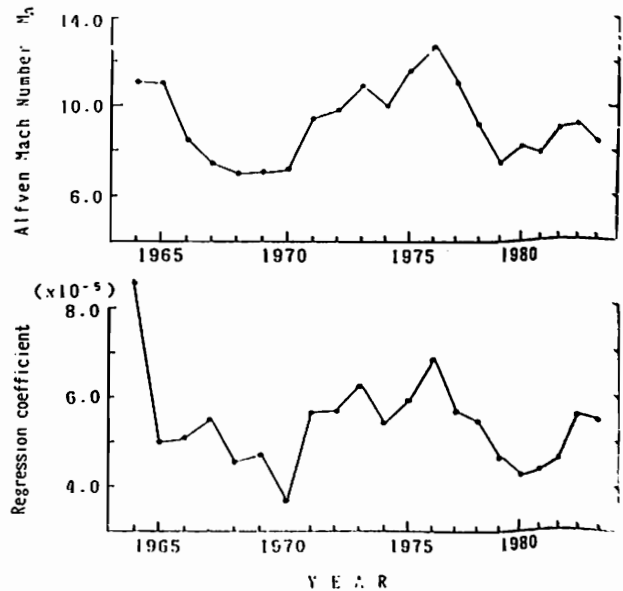


Fig. 1. Solar cycle variation of the Alfvén Mach number in the solar wind (a), and the regression coefficient between the geomagnetic index aa and the solar wind parameter $B_s V^2$ (b), where B_s is the southward component of the IMF and V the solar wind speed.

III-17 惑星間プラズマパラメータの太陽活動と
関係した長期変動について

龍岡 亮二、長島 一男、宗像 一和、藤本 和彦
名大理

SOLAR-CYCLE VARIATION OF MAGNETIC- TO THERMAL-ENERGY RATIO
IN INTERPLANETARY PLASMA

K. Nagashima, R. Tatsuoka*, K. Munakata* and K. Fujimoto

Cosmic-Ray Research Laboratory, Nagoya University/*Department of Physics, Nagoya University

By using interplanetary-plasma parameters compiled by King in a period of 1963-1982, it is demonstrated that ratio (E_B/E_G) of magnetic energy to ion thermal energy of the plasma shows a clear solar-cycle variation. The ratio can be expressed by the sunspot number (R_Z) as $\ln(E_B/E_G) = -0.08 + 8.5 \times 10^{-3} R_Z$ and the correlation coefficient is as large as 0.87. If we use, instead of R_Z , the solar radio flux (S_a) at 2800MHz, the ratio can be best expressed by $E_B/E_G = 2.5 \times 10^{-3} (S_a)^{1.39}$ in which S_a is measured in units of $10^{-22} \text{W/m}^2/\text{Hz}$, and the correlation coefficient increases to 0.90.

長期間にわたる惑星間プラズマパラメータのデータ⁽¹⁾の内、プラズマのイオン数密度 (N)、温度 (T) 及び惑星間空間磁場 (B) から構成される次の磁場エネルギー密度とプラズマのガスエネルギー密度との比

$$E_B/E_G = (B^2/2\mu) / NkT$$

は、太陽活動周期に関連した明瞭な変動を示すことがわかった。なお、 k は Boltzman 定数、 μ はプラズマの透磁率で $\mu = \mu_0$ は真空の値を仮定した。2度の太陽活動極大期を含む期間 (1965~1983) における、この比 (E_B/E_G) の変動の様子は月平均値を用いて Fig. 1 に示してあり、併せて、太陽黒点数 (R_Z)、太陽電波 (2800 MHz) の強度 (S_a)⁽²⁾ 及び E_B/E_G の標準誤差 (σ) も示してある。

解析の結果、比 (E_B/E_G) と太陽黒点数 (R_Z) の関係として、

$$\ln(E_B/E_G) = (-0.08 \pm 0.04) + (9.5 \pm 0.4) \times 10^{-3} R_Z$$

が得られ、この相関係数は 0.87 を示す。さらに、 R_Z に代えて太陽電波強度 (S_a) を用いて相関を調べた結果、相関係数が 0.90 と定まる次の関係、

$$E_B/E_G = (2.5 \pm 0.6) \times 10^{-3} \times (S_a)^{1.39 \pm 0.05}$$

を得た。ここで、 S_a の単位は $10^{-22} \text{W/m}^2/\text{Hz}$ である。ところで、 E_B/E_G を構成する要素 (B, N, T) 自身では上に記したような互いの相関を示すものごとを付け加えておく。また、議論では time-lag を考慮して相関

を調べた結果についても報告する予定である。

- (1) King, J.H., Interplanetary medium book (NASA-NSSDC/WDC-A-R&S)
- (2) Algonquin Radio Observatory, Ottawa (Solar-Geophysical Data, 245, Part B, 1965 - 461, Part I, 1983)

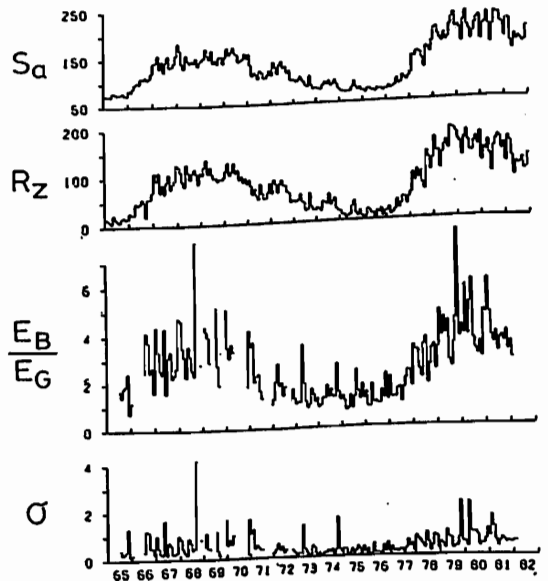


Fig. 1. Time variation of magnetic- to thermal-energy ratio (E_B/E_G) in interplanetary plasma in a period of July, 1965-February, 1982.

S_a : Solar radio flux at 2800MHz in units of $10^{-22} \text{W/m}^2/\text{Hz}$.
 R_Z : Sunspot number.
 σ : Standard error of E_B/E_G .

寺沢敏夫

京都大学理学部地球物理学教室

PARTICLE ACCELERATION AROUND COMETS

T. Terasawa, Geophysical Institute, Kyoto University

Efficient particle acceleration is believed to occur in the region around comets. Among several possibilities, the second order Fermi acceleration process has been regarded as the most promising candidate process. We shall investigate this acceleration process and re-evaluate its efficiency.

太陽風プラズマと彗星起源のイオンとの相互作用の過程の研究を通じて、プラズマと電離されつつある中性ガスとの間に生起する様々な物理現象の理解を深めることができる。この意味で、この過程の研究は彗星の物理学にとってばかりではなく、天体プラズマ物理学上も重要な意味を持つと考えられる。これまで、イオンの生成直後に起きるピックアップ過程については多くの研究がなされてきた。今回とりあげるのは、ピックアップの後、彗星起源のイオンに働くと考えられる加速過程である。

ピックアップ過程そのものの中では、彗星起源イオンの加速は $2 \text{ mV} \cdot \omega^2$ (水素イオンで数十 keV) までしか期待されない。これに対し、ICE, Vega, Giotto の高エネルギー粒子観測グループはジャコビニ・ジンナー、ハレー彗星の周りで $100 \sim 300 \text{ keV}$ にも達するイオンの存在を報告しており、何等かの加速過程の存在を示唆するものと考えられている。彗星の周りで期待される加速過程については Ip and Axford (1986) がまとめているように、

- [1] Adiabatic Heating
- [2] First-order Fermi Process
(Diffusive Shock Acceleration)
- [3] Second-order Fermi Process

の3種類が考えられてきた。(これ以外にLHR波などの静電波による加速がButiらによって提唱されているが今回はこの過程には深くは立ち入らない。)

[1]の過程は太陽風プラズマの減速・圧縮に伴い必ず期待されるものだがよほど彗星近傍でないと十分な圧縮が期待できずあまり有望ではな

い (Isenberg, 1987)。[2]の過程は彗星のBow Shockがあまり強力でないと考えられることから、これも有力候補にはなりそうもない。実際、「すいせい」のプラズマ計測器ではそれらしい証拠は検出されていない。もしこの過程が強力なものなら、「すいせい」がハレー彗星のbow shockの上流域にあったとき shock から上流へ向かってさかのぼるイオンを検出した筈であるが、実際にはこの向きに進むイオンのフラックスはバックグラウンド・レベルにあった。

こうして、候補として残るのが[3]の2次のFermi加速過程である。この過程が有効であるためには、まず、高いレベルの乱流的磁場が存在することが必要であるが、ハレーとジャコビニ・ジンナー彗星の近傍では、この条件は満たされていると思われる。もう一つの条件は、正負両方向に伝搬する波動(MHD波)が存在することである。一方方向に伝搬するMHD波の中では粒子のエネルギーは保存し、ピッチ角散乱が起こるだけで加速に結び付かない。波の伝搬方向は直接には観測されていないので、間接的な結論だが、この条件は満たされているようである。観測された乱流のスペクトルの形から非線型のカスケード過程の存在が示唆されているが、この過程の中でははじめの波と反対方向に進む波動が励起されている筈だからである。

しかしながら、これまでの2次のFermi加速過程の理論的扱いは準線形理論によるものだけであり、大振幅の乱流に対しどこまで適用できるか明かではなく、非線型効果を取り入れた取扱が必要である。講演では、この問題点も含め、2次Fermi過程について定量的評価を試み粒子の観測との比較を行う。

河島信樹、小山孝一郎、佐々木進、水野英一、清水幹夫、伊藤富造、高野忠、山本善一、
 広沢春任、西村敏充、林友直、平尾邦雄^(a)、渡辺堯^(b)、小島正宣^(b)
 宇宙研、東海大^(a)、空電研^(b)

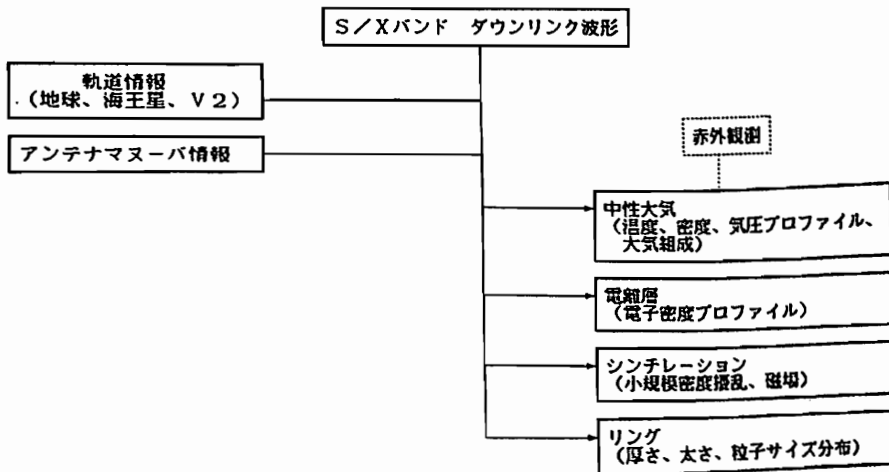
A PLAN FOR VOYAGER2 NEPTUNE OCCULTATION OBSERVATION

N.Kawashima, K.Oyama, S.Sasaki, E.Mizuno, M.Shimizu, T.Ito, T.Takano, Z.Yamamoto,
 H.Hirosawa, T.Nishimura, T.Hayashi, K.Hirao^(a), T.Watanabe^(b), M.Kojima^(b)
 ISAS, Tokai Univ.^(a), RIA^(b)

Voyager2 will encounter Neptune and Triton in August 1989, and this is the first spacecraft to approach the Neptunian system. In this opportunity, Voyager2 will be geometrically occulted by Neptune and Triton, so this is a rare chance for radio science investigation. Recently, JPL and ISAS have agreed to conduct a joint observation program using 64 mφ parabola antenna at Usuda and Canberra. This paper presents the detail of this radio science observation and plan.

アメリカの惑星探査機ボイジャー2が1989年8月に海王星及びその衛星トリトンに掩蔽を受けるが、それを利用したオカルテーション観測が計画されている。そしてちょうどオカルテーション時に同探査機が経度的にアメリカから見えず日本から見えるために、宇宙研も白田64mφアンテナを使って共同観測することになった。この観測ではボイジャー2から送り出され、海王星付近を通り大気などの影響を受けた無変調のキャリア(S/X2バンド)を地上で受信、数十キロヘルツに周波数変換した後A/D変換してキャリア波形をデジタルで記録し大型計算機でデータ処理を行う。図に示す様にキャリア波形を解析することにより、

- ①得られたキャリア周波数の変化とボイジャー2の軌道情報からは屈折率の高度依存性がわかり、IR観測などによる大気組成情報などと組み合わせれば温度、密度、気圧の高度プロファイルが求められる。
- ②同様に電離層についても屈折率から電子密度プロファイルが求められる。
- ③キャリア・インテンシティ(コヒーレント成分)の変化からはオパシティのプロファイルが求まるのでリングの動径方向分布が、またキャリアの周波数スペクトルからは、太さ、構成粒子サイズなどに関する情報が得られる。
- ④シンチレーションを観測することにより大気中の小規模擾乱に関する情報が得られ、これからさらに大気中の磁場に関する情報が得られる。



この様にダウンリンクのキャリアを解析することのみによって様々な情報が得られるわけであるが、この様な観測、データ処理はすでに天王星までの惑星については過去15年余りの間かなり行われており、比較的一般的な手法となっている。ボイジャー2受信に向けて今後受信機の改造、データ取得システムの作成などが必要となるが、それとともに『すいせい』(1987年7月、既にデータ取得済み)、『さきがけ』(1988年2月)太陽オカルテーション観測、バイオンア・ビーナス金星オカルテーション観測(1987年10月)、ボイジャー2太陽オカルテーション観測などを行ってこの種の観測の経験を積み本番に備える予定である。

水野英一、佐々木進、小山孝一郎、河島信樹、高野忠、山本善一、広沢春任、西村敏充、林友直、平尾邦雄^(a)、渡辺堯^(b)、小島正宣^(b) 宇宙研、東海大^(a)、空電研^(b)

SOLAR OCCULTATION OBSERVATION USING "SUISEI" IN JULY 1987

E. Mizuno, S. Sasaki, K. Oyama, N. Kawashima, T. Takano, Z. Yamamoto, H. Hirose, T. Nishimura, T. Hayashi, K. Hirao^(a), T. Watanabe^(b), M. Kojima^(b) ISAS, Tokai Univ.^(a), RIA^(b)

Solar occultation observation of Japanese spacecraft "Suisei" was carried out from July 1 to August 12. It was the first chance of spacecraft solar occultation observation in Japan. Suisei was geometrically occulted by the sun from June 17 13:00 to June 18 12:00 (UT), and we could recognize its carrier as close as solar offset was 2.5 Solar Radii (at ingress), and 1.77 Solar Radii (at egress). Received and down-converted downlink carrier (S-band, unmodulated) was recorded by a PCM recorder, and this data will be A/D converted and analyzed in big computer. This paper presents the data taken by "Quick Look System" which was used for the purpose of real time monitor.

ハレー探査機『すいせい』が今年7月17~18日に我が国の探査機としては初めて太陽オカルテーションを起こした(Fig.1)のを受けて、その前後で太陽オカルテーション観測が行われた。これはこの種の観測としては我が国初であるとともに、1989年に計画されているボイジャー2海王星/トリトン・オカルテーション観測(JPLとの共同観測)のための練習という意味合いも持っている。観測は『すいせい』が送信したOne-Way, S-Bandの無変調キャリアを白田で受信し、Open-Loop Receiverで約5 kHzに周波数変換してPCMレコーダに記録するという方法がとられた。同時に、リアルタイム・モニタとしてはFFTアナライザが用いられた。PCMレコーダに記録されたキャリアは後でA/D変換した後、大型計算機で解析されるが、ここではリアルタイム・モニタで得られたデータを示す。Fig.2は掩蔽前のキャリアの周波数スペクトラムが、Solar Offsetに伴って変化していく様子を示した図であるが、本来δ関数的であるはずのスペクトラムがSolar Offsetが小さくなる程プラズマの影響によりスペクトラル・ブロードニングを起こしてひろがっていくのがわかる。それと同時に太陽に近い所では熱雑音が増大するためにさらにキャリアを確認することが困難になった。FFTアナライザで確認できたのは掩蔽前で2.5太陽半径まで、掩蔽後で1.77太陽半径からであった。最も近くで見えた1.77太陽半径のときのスペクトラムは半値幅(3 dB down)約350 Hzにもものぼった。またスペクトラムの半値幅の日変化を調べると、7月9日と21日に小さなピークが見られたが、太陽活動との関係を示唆するものと思われる。今後はPCMレコーダで取得したデータを大型計算機で処理していくことになるが、それとともにRRLやRIAなどで行われている太陽観測データなどともつきあわせながらデータの解析を行っていく予定である。

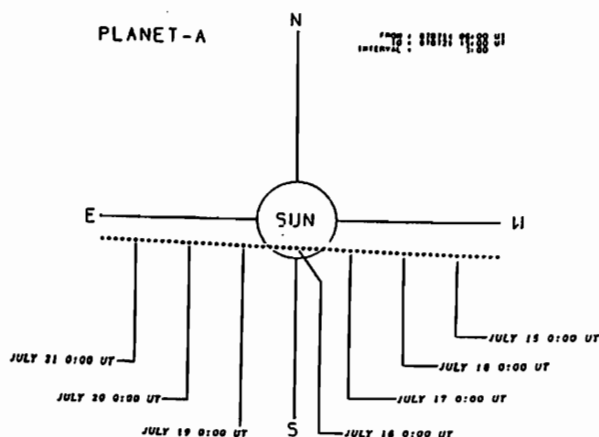


Fig.1 "Suisei" trajectory seen from the earth

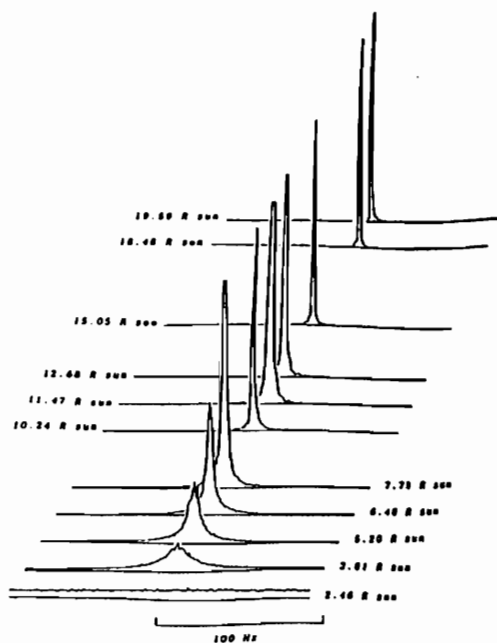


Fig.2 Power spectrum of "Suisei" S-Band, one-way unmodulated carrier (ingress)

III-21 レーザーヘテロダイン分光計による 炭酸ガス吸収線プロファイルの測定

田口 真、岡野章一、福西 浩
東北大学理学部超高層物理学研究施設

MEASUREMENTS OF CO₂ ABSORPTION LINE PROFILE
WITH A LASER HETERODYNE SPECTROMETER

Taguchi, M., S. Okano, and H. Fukunishi
Upper Atmosphere and Space Research Laboratory
Tohoku University

Absorption profiles of the CO₂ 10P(20) line were measured with frequency resolution of 3MHz using a Laser Heterodyne Spectrometer, whose local oscillator is a line selectable CO₂ laser. Both the absorption profiles of CO₂ in an absorption cell and atmospheric CO₂ agreed well with the theoretical profile.

はじめに

我々は大气吸収線の超高分解能観測を目標にレーザーヘテロダイン分光計の研究開発を進めてきた。本講演では、炭酸ガスレーザーを局発として行った炭酸ガス吸収セルの測定と大气観測についてその結果を報告する。

1. 炭酸ガス吸収セル測定

実験室内で熱源を信号として光路中に炭酸ガスを封入した吸収セル(吸収長2.4m)をおき炭酸ガス吸収線プロファイルの測定を行った。局発は封じ切り炭酸ガスレーザー(ヒエソ素子への印加電圧によりライン選択可能)の10.4μm帯P(20)ラインである。光ミキサー(HgCdTe光起電力型)からの高周波信号は70dB増幅された後スペクトラムアナライザに入り、スペクトラムアナライザの第3IF(30MHz)の出力(バンド幅3MHz)を自乗検波し、さらに信号光路中の光チョッパーからの信号を参照して、ロックインアンプによる同期検波を行うという方法をとった。即ちスペクトラムアナライザを周波数掃引型バンドパスフィルターとして使用した。記録されるヘテロダイン信号強度は信号ショット雑音を含んでいる。また透過率較正のためにセルを真空にしたときのデータを透過率100%とし吸収線プロファイルの透過率 $\tau(\nu)$ を次のように求めた。

$$\tau(\nu) = \frac{\text{セル内に炭酸ガスを入れたときの(ヘテロダイン信号 - 信号ショット雑音)}}{\text{セル内を真空にしたときの(ヘテロダイン信号 - 信号ショット雑音)}}$$

測定結果の一例を図1中に点で示す。図1中の実線は測定条件から予想されるVoigtプロファイルであり、測定値とのよい一致がみられる。

2. 大气観測

太陽を光源とし、観測装置は前項と全く同じ条件で、大气中の炭酸ガスによる吸収線(10P(20))プロファイルを観測した。 $\tau(\nu)$ は次のように求めた。

$$\tau(\nu) = \left\{ \frac{\text{太陽を光源とした(ヘテロダイン信号 - 信号ショット雑音)}}{\text{室内熱源を光源とした(ヘテロダイン信号 - 信号ショット雑音)}} \right\} \cdot \alpha$$

α は大气吸収観測の場合の透過率較正のための係数で、大气モデルから計算される吸収プロファイルと観測から得られる吸収プロファイルの残差二乗和が最小になるように決める。観測結果の一例を図2中の点で示す。図2中の実線は大气モデルから予想される吸収プロファイルであり、観測値とのよい一致がみられる。

3. まとめ

- 1) 実験室内で、吸収セルを用い、炭酸ガスの吸収線プロファイルを3MHz(0.0001cm⁻¹)の分解能で測定できた。
- 2) 太陽を光源として、大气中の炭酸ガスによる吸収線を同様の分解能で検出できた。

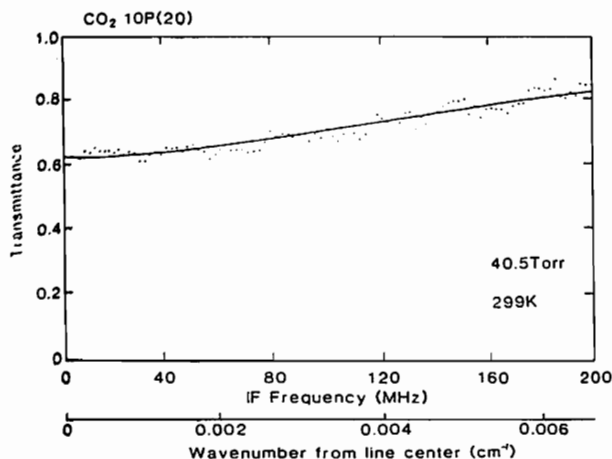


Fig.1 Absorption profile of CO₂ in a cell (40.5Torr)

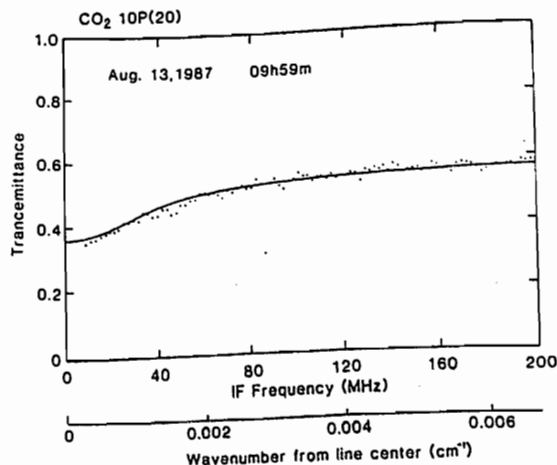


Fig.2 Absorption profile of atmospheric CO₂

SURFACE OZONE CONCENTRATION IN EAST JAVA

NINONG KOMALA and T. OGAWA
 Geophysics Research Laboratory, University of Tokyo

Since December 1986, surface ozone concentration has been observed in the village region of East Java at Watukosek (7°35'S 112°40'E, 50 m high above sea level) with a Dasibi Ozone Monitor.

From the six months resulted data show a regular diurnal variation. The feature of the diurnal variation is different from those in the middle latitudes. Ozone concentration begins to increase just after sunrise and attains its maximum before noon, implying a strong photochemical production and generally show gradual decrease in the afternoon probably due to a development of sea breeze. This decrease remains constant during the night until sunrise. The diurnal maximum and minimum are ~ 30-50 ppbv and ~ 7-10 ppbv respectively.

The diurnal maximum and diurnal minimum value of each month is different, this variability probably due to several factors such as seasonal variation and meteorological parameters.

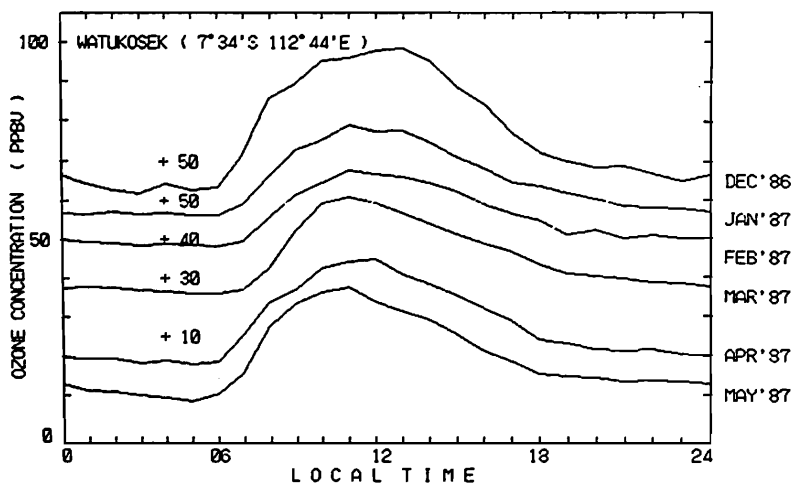


Fig. 1. Diurnal variation of the surface ozone concentration at Watukosek.

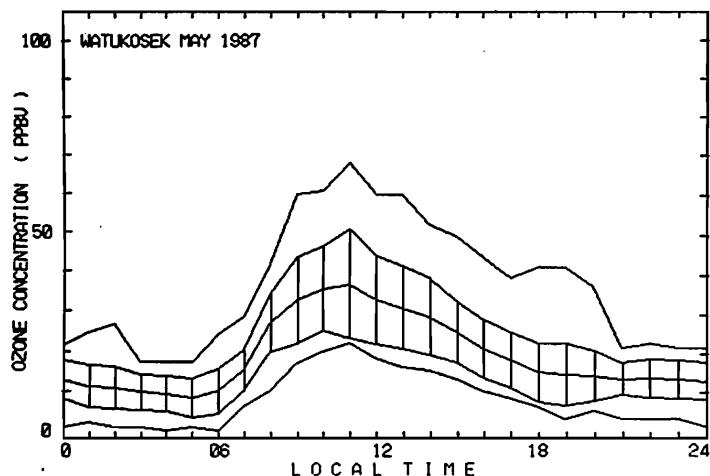


Fig. 2. Maximum, average and minimum diurnal variation of the surface ozone concentration at Watukosek (May 1987).

南 昌利、竹内 利雄、仲野 苗
(名古屋大学空電研究所)

NO₂ PRODUCTION BY SPARK DISCHARGES

Masatosi MINAMI, Tosio TAKEUTI, Minoru NAKANO
Res. Inst. of Atmospheric, Nagoya Univ.

A lightning discharge is one of the important sources of NO₂ production in the atmosphere. Laboratory experiments are made to investigate NO₂ production by electrical discharges. A spark discharge is used for NO₂ production which is measured by the absorption spectra associated with NO₂. The rate of NO₂ production by a discharge is estimated to be about 8×10^{15} molecules/h under the condition in which a discharge frequency is 40 Hz. Equipments are designed to measure the electrical energy of a spark discharge. Further experiments will give the relationship between the electrical energy dissipated by a spark discharge and NO₂ production rate.

1. まえがき 放電エネルギーとNO₂発生量との関係を、室内実験によって調べ、それをもとにNO₂発生源としての雷について検討するという目的で研究を進めている。雷によって発生するNO₂は、オゾン層のバランスに直接影響を及ぼす可能性もあるという点で重要であると考えられる。今回は、NO₂発生量の測定方法、解析結果について報告する。

2. 測定装置、及び測定方法 誘導コイルを用いた高電圧電源により、気体内で放電を発生させ、分光吸光法によりNO₂を測定する。図1に測定装置を示す。放電開始直後から光源からの光スペクトルを測定し、放電停止後もしばらく継続して測定を行う。放電管内部は1気圧の密閉状態である。極板は針状平板でギャップ長35mm、周波数10Hzでパルス電圧を加え、火花放電を発生させる。測定波長は430-450nmの範囲で、サンプリング0.4nmとし、光源としてはXランプを用いている。また光遮断板は光スペクトル測定時のみ開く。

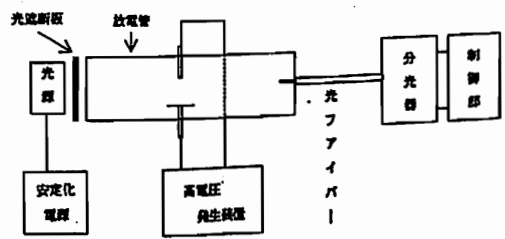


図1 測定装置

3. NO₂発生量の解析方法、及び解析結果 測定波長範囲のNO₂の吸収断面積を図2に示す。Lambert-Beerの法則を変形して $\ln(I_0/I) = \sigma m d$ (I_0 : 入射光の強度、 I : 透過光の強度、 d : 光路長 (cm)、 σ : 吸収断面積 (cm²/molecule)、 m : 分子密度 (molecules/cm³)) となる。ここで測定値を $\ln(I_0/I)(\lambda)$ とし、そして、測定範囲内ではオゾン等比較的ブロードな吸収であり、NO₂の様な振動型の吸収を示すものはないので、近似式をNO₂による吸収と定数の和、つまり $m_{NO_2} d \sigma_{NO_2}(\lambda) + a$ において、最小二乗法により、係数 m_{NO_2} (NO₂の分子密度)、 a (定数) を決める。放電開始90分後の最小二乗近似の結果を図3に示す。以上のようにして、各時間ごとの m_{NO_2} を求める。その結果を図4に示す。

4. まとめ 放電によって発生するNO₂密度は、放電時間(放電エネルギー)に比例して、 8×10^{16} (molecules/cm³) の割合で増加し、放電停止後は指数関数的に減少する傾向がみられた。

参考文献 A.W.HARRISON: CAN. J. PHYS. VOL. 57, 1979, 鈴木 伸編: 大気環境の科学1 大気的光化学 1979

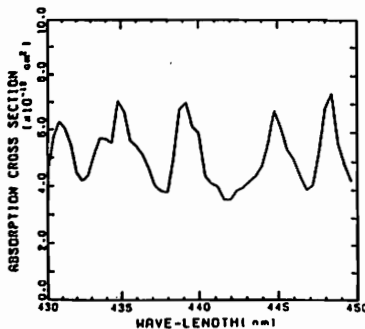


図2 NO₂の吸収断面積

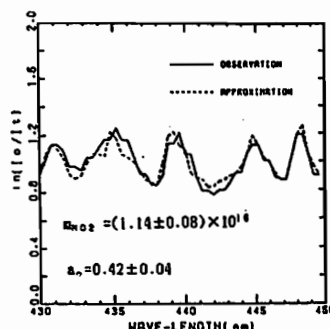


図3 最小二乗近似

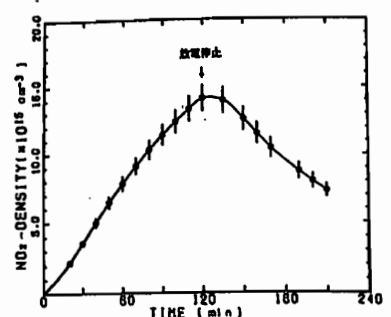


図4 NO₂の時間変化

BALLOON BORNE MEASUREMENT OF NITRIC OXIDE IN THE STRATOSPHERE

Y. Kondo, M. Takagi, A. Iwata, and N. Toriyama

Res. Inst. Atmos., Nagoya Univ.

A balloon gondola for the measurements of nitric oxide, ozone, and solar radiation in the visible region was launched from KSC at Uchinoura, Japan on July 29, 1987. The measurements at float altitude of about 26 km were performed from 0200 to 1700 JST during the balloon flight from Japan to China mostly over the East China Sea. The outline and some preliminary results of the experiment will be presented.

1. 序

成層圏のNOは夜間NO₂, N₂O₅, ClONO₂等の形でより高次の酸化物に変換されている。日出と共にこれらの成分の光解離により、NOが生成され日変化が始まる。NO₂の光解離の時定数はN₂O₅よりも短いため、日変化は2段階の過程として起こるはずである。これらの過程を定量的に研究することは、窒素酸化物の光化学理論の検証にとって重要と考えられる。現在まで数多くのNO_xの日変化のシミュレーション計算が成されているが、それと比べるべき観測データは極めて少ない。しかもその限られたデータと理論は必ずしも良い一致をみえていない。

NOの日変化を気球上で精度良く測定するための困難さはいくつかある。

- 1) 長時間のフライトが必要になる。
- 2) 日変化の幅に比べて良い観測精度(特に長時間安定性)が必要である。
- 3) 気球高度が一定であることなどである。

宇宙科学研究所の日中共同気球実験の1つの観測項目として我々のNOゾンデによる長時間のNO連続観測が計画され87年7月に鹿児島で実施された。

2. 測定器

a) NO

オゾンとNOの反応により生じるケミルミネッセンスを利用したNOゾンデ。

今回はフライト中のゼロレベルをより正確にチェックするのに“純空気”を利用した。またサンプル流量を精度良く推定するための排気温度のモニターも行った。

b) O₃

KI法によるオゾンゾンデ。

またEXOS-C衛星によるBUV観測(東大理、横浜国大)も行われた。

c) 日射計

420nm付近の波長における上向き及び下向きの放射強度をモニターした。またすべてのデータは気球に搭載したデータレコーダーに記録されるようになっている。

3. 気球観測

上記の測定器をつり下げたB15気球は1987年7月29日、0030に内の浦のKSCより放球された。気球は約26km高度でレベルフライトに入り、0530頃上空で日出を迎えた。気球は時速60~70kmで西に進み、KSCから600km西まで日本側でデータが受信された。ゴンドラは1730頃、南京の東南東80km地点の上空で切り離され、測定器は直ちに回収された。NOを含むすべての測定器はこの間正常に動作し、日出から昼間に到るNOの増加が測定された。

小池 真、 小川 利紘 鈴木 勝久
(東大理) (横国大教育)

The Data Analysis Procedure and Its Validity of EXOS-C BUV

M.Koiike, T.Ogawa, K.Suzuki
(Tokyo Univ.) (Yokohama National Univ.)

The ultraviolet spectrometer BUV aboard satellite EXOS-C (renamed OHZORA) has measured the solar ultraviolet radiation backscattered by the Earth's atmosphere for two and half years. The final version of data analysis procedure to get a vertical profile of ozone from a measured intensity spectrum will be reported. The results of intercomparison of retrieved ozone profiles with other techniques shows good agreement within the uncertainties and the validity of this data analysis procedure is confirmed.

人工衛星”おおぞら”に搭載された、太陽紫外の地球大気による散乱放射を測定する分光計 BUV は、1984年2月の”おおぞら”打ち上げ以降2年半に渡り順調にデータをとり続けている。測定された紫外放射はオゾンの吸収を受け主として各波長毎に特定の高度から散乱されてくる為、いわゆる反転解析によりその強度スペクトルから成層圏高度のオゾン分布を得ることができる。既にこのようにして得られたオゾンの緯度-高度分布あるいはその季節変動などは前学会等で報告しているとうりである。この間この反転解析法についても何度か改良を加え、他の観測法との比較においてより良好な結果を得ている。今回の発表はこの最終的なスペクトル・データの反転解析法と今までの他の観測との比較の結果を報告することを目的としている。

”おおぞら” BUV では 2550-3200 Å の紫外放射を測定している。このうち 2550-2600 Å は NO₂ の寄与の可能性もあるため、オゾン高度分布を求めるのには使用していない。また 3050 Å より長い波長では強度が測定機の飽和量になってしまう場合があるため、各データ毎に飽和量になるまでの強度を使用することにした。

”おおぞら” BUV の測定放射強度のノイズ・レベルはやや高く、直接このデータからオゾン高度分布を求めるやり方では Chahine 法を基礎にしたような解の安定性の高い解法を採用する必要がある。しかし逆にこの様な解法その高度分解能があまり良くない。そこで下式の様な β 値を定義し、

$$g(\lambda) = \frac{I_{\text{obs}}(\lambda)}{\Phi_s(\lambda) \cdot \sigma_R(\lambda)}$$

I_{obs} : 測定放射強度
 Φ_s : 太陽放射強度
 σ_R : Rayleigh 散乱断面積

これが本来スムーズであることに着目して、第1ステップで β 値のスムージングを行い次の第

2ステップでオゾンの高度分布を求めるようにした。この様にノイズ成分を差し引いた β 値に対しては Phillips-Twomey 法等のより高度分解能の高い解法により解を得ることができた。但しこの2つのステップにおけるスムージング・パラメーターの決定に当たっては Akaike の Bayes 法を採用し客観性を得ている。また β 値からオゾン分布を得る第2ステップでは、基礎となる方程式が非線形であるため逐次解を修正することによって最終的な解を求めるようにした。

一方 100 mb (約 16km) 以下からの散乱放射は大気中で多重散乱したり、地表面での反射を受けている可能性がある。このため低高度まで進入してくる長波長側では、前もって各太陽天頂角についてこれらの寄与を評価し解を求めるときに補正を行うようにしている。しかし実際には雲の反射の影響等の不確定要素が大きいため全放射強度に対する 100 mb 以下からの寄与が 20% を越える波長については解析に使用しないようにした。但し多重散乱については Meier (1982) の方法を採用した。

他の観測との比較については Bordeaux のマイクロ・ウェーブ、Haute Provence の B-M ソンデ、Umkehr、気象庁ゾンデ、また 1985年9月 MAP/GLOBUS NO_x比較観測キャンペーンでの比較を行っている。これらの結果からマイクロ・ウェーブとは 1-4mb で ±4% の相対差で一致し、また MAP/GLOBUS での大気球での観測 (NASA JSC, CNRS) とは 10mb で +5%、16mb で +12% 程度の差で一致し良好な結果が得られている。またゾンデについては、B-M ソンデ (Haute Provence) とはやはり 10mb で ±5%、16mb で ±10% と良好な結果が得られたが気象庁のゾンデとは系統的な差があった。

岩坂泰信

名古屋大学・水圏研

Chemical composition of Antarctic stratospheric aerosol

Y. Iwasaka

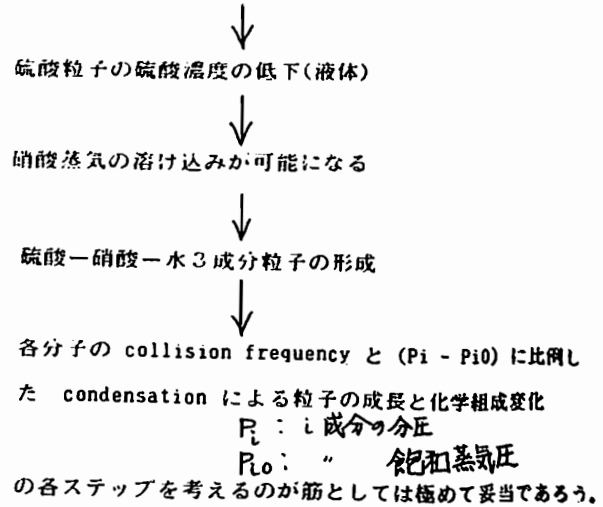
Water Research Institute, Nagoya University

It is impossible to give reasonable interpretation on the chemical composition of particles by previous chemical models. Here we try 3 components model of $H_2SO_4 - HNO_3 - H_2O$ for the winter enhancement of Ant stratospheric aerosols (formation of Polar Stratospheric Clouds).

南極成層圏エアロゾルの冬期増大について幾つかの考え方が、提案されて来ている。が、いずれもが観測結果のすべてをうまく説明していない。現在、観測結果のうちで最も注目されているパラメーターは、エアロゾル量と大気温度である。気温の低温化とエアロゾル量の増大が、良く対応することから、増大機構が「水蒸気のcondensationから水粒子成長」あるいは、「硝酸蒸気と水蒸気のcondensationからそれらの氷(結晶)粒子」が提案されている。前者においては、水飽和温度以上の高温でも増大現象が始まっている点が見られるが、後者にはその点の矛盾は、一見なくなる。しかし、後者においては、condensationを始めるときに足場になる粒子が何であるかが、問われないでいる(前者の場合は、硫酸粒子でごく普通に存在していると考えられる)。硝酸-水蒸気モデルでは、硝酸溶液上の HNO_3 と H_2O 飽和蒸気圧によって議論されているので、初めから粒子は硝酸粒子が考えられているとも言える。これは、かなりきつい(無理のある)仮定である。

これらを、なるべく無理のない理屈の組み立てをしようとする、硝酸-硫酸-水の3成分系を考え、夏の状態はこの3成分系の一つの極端(硝酸がほとんど気相へ移っている)ケースが成立していると考えて、

気温の低下に伴う硫酸粒子への水蒸気の condensation



3成分系の化学組成からなる粒子を考えることで、エアロゾル増大の開始時間とそのときの大気温度との関係や、夏季の硫酸粒子の存在が統一的に説明しやすくなることをしめす。

なを、これらの化学組成面からの説明がうまく目立ったとしてもなを、粒径分布について大きな問題が残されている。

III-27 夜間大気光酸素原子禁制線発光層の水平構造

金田栄祐*・田鍋浩義*・宮下曉彦*
 * 東大理・地物研施設。 # 東京天文台

HORIZONTAL 2-DIMENSIONAL FEATURES IN NIGHT AIRGLOW
 EMISSION LAYERS OF ATOMIC OXYGEN FORBIDDEN LINES

Eisuke KANEDA*, Hiroyoshi TANABE# and Akihiko MIYASHITA#

* GRL Univ. of Tokyo, # Tokyo Astronomical Observatory

Horizontal 2-dimensional features in emission layers of night airglow atomic oxygen forbidden lines ([OI] 5577A and 6300A) are studied with digital images obtained by a monochromatic imaging system in test campaign at Kiso Observatory. These images are integrated ones on the associated frame memory with the video rate accumulation. Light levels of every image can be calibrated by the simultaneous absolute photometry in the zenith. One of merits of the present imaging system exists in the unrestricted data acquisition with required time interval. This is attained through the reproduction of VTR raw data and concurrent integration on frame memory. This function guarantees detailed analysis of interesting phenomena.

単色撮像の手法による、夜間大気光の水平2次元構造の研究結果の報告は、この数年、散見される様になった。それ等の結果は、亜熱帯地方での[OI] 6300Aの明暗構造と、同時恒星観測によるO⁺の密度との関連、中低緯度地域での[OI] 5577A及びOHマイネル帯等の渦状構造と、その励起源としての重力波との関連に就いての議論等に大別される。

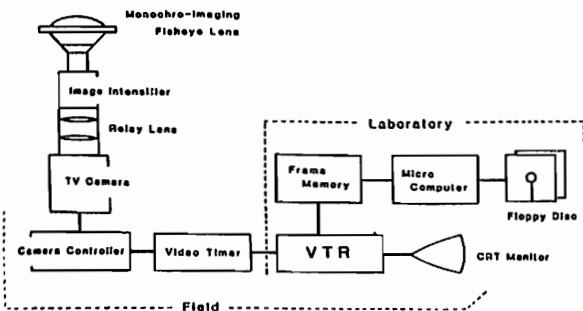
一方、国内で行われて居る夜間大気光の大頂測光の記録に認められる興味ある変化の出現する頻度は、報告された中低緯度での、重力波と関連づけられた、渦状構造の観測頻度より、遙かに高い。従って、これ等の変動を与える発光層の変化を解明する事は、誠に重要である。これを可能とする為には、従来より検出感度を、約1桁拡げると共に、撮像視野範囲を拡げる事が、必要となる。この方針に従って、下図に示す構成の単色

撮像装置を開発し、1986年8月以降、東京天文台本館観測所に於いて、実験観測を随時、行って来た。

この単色撮像装置で特徴的は事は、VTRに生データを記録して置く為、必要に応じて、VTR再生により、任意の時刻で、所要の時間とフレーム・メモリーを使用し積分する事が可能である。この機能によって、真に興味のある現象を詳細に解析する事が可能である。

今回は、この再生機能によって、昨年オ80回講演会に於いて、速報として発表した、[OI] 5577A単色増加例(最大値~420R)、[OI] 6300A単色周期的変動例を中心に、夜間大気光発光層の2次元パターン、及び同パターンの移動方向、移動速度等に就き、デジタル画像解析を行った結果に就いて発表を行う。

観測面で、今後に残された課題としては、使用して居る単色撮像用魚眼レンズの、干渉フィルター自動切換機構の装着、画像積分用フレーム・メモリーの装備等がある。STEP毎に、これ等の手当てを完了させ、観測装置として完成させたいと、切に希望して居る。



III-28 インドネシアにおける夜間大気光観測

柴崎和夫 · 小川利紘
(国学院大) (東京大理)

NIGHTGLOW OBSERVATION AT WATUKOSEK, INDONESIA

SHIBASAKI Kazuo and OGAWA Toshihiro
Kokugakuin Univ. Univ. of Tokyo

We present preliminary results of nightglow observation during December 1 to December 4, 1986 at Watukosek, Indonesia. This observation site is located under subtropical glow region. OI 630nm, 636.4nm, and OH (9,3) band emissions were measured simultaneously using scanning photometer with multi interference filters. The sky was sorted from east to west along zenith and then along 30° off zenith toward south from west to east. About 20 minutes were needed to complete one sequence. A field of view of the photometer is about 3°. We expect to detect a fine structure of airglow intensity distribution. The characteristic of our instrument and preliminary results are described and discussed in the paper.

6300 Å 亜熱帯グロー (Subtropical glow) 領域に位置するインドネシアのジャワ島に設置した多色掃天測光器観測の初期結果を報告する。

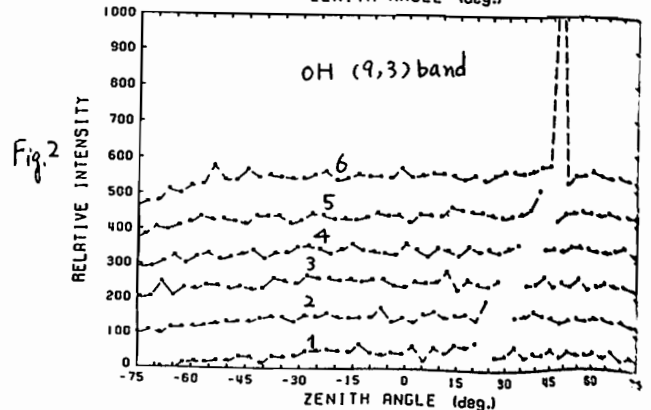
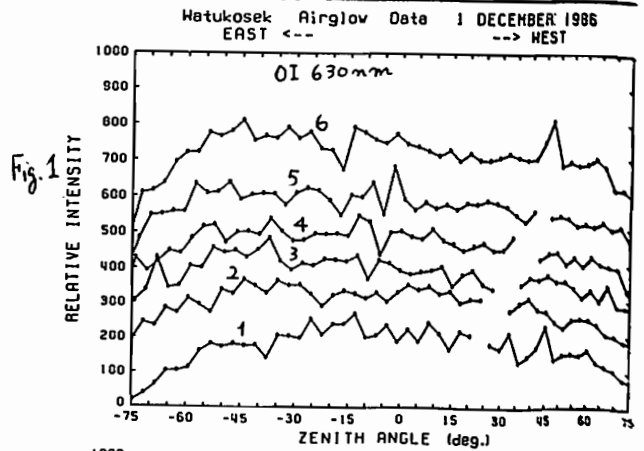
今回設置した測光器では東西方向の掃天を行い、光学効果に由来するであろう夜間大気光分布の微細構造を調べるのが目的。また OI 6300 Å, OH (9,3) 帯と発光層高度 (前者約 300 km, 後者約 85 km) の異なる大気光を同時に観測し、光学効果の高度方向の違いも調べたいと意図している。

表 1 に測光器概要を示す。1つのフィルター種別測光時間約 2 秒, 4 色 + 暗電流の一連の観測に約 10 秒かかり, この間に天頂角は約 3 度変化する。掃天は天頂子午面内を東 → 西, 次に天頂離角南 30 度子午面を西 → 東と行い, 初期位置へ戻るのに約 20 分経過する。(天頂角 90° 掃天の場合)

図 1, 2 にそれぞれ OI 6300 Å, OH (9,3) band 観測例を示す。いずれも天頂子午面掃天で発光強度は相対値。なお Van Rhijn 効果は除去してある (6300 Å は 300 km, OH は 85 km と発光層高度仮定)。図中 1~6 の番号は掃天順序で, 強度を 100 ずつずらして見やすくしてある。

表 1 多色掃天測光器の概要

フィルター口径	50mmφ
視野角	3°
フィルター中心波長	
1 6083 Å	背景連続光
2 6243 Å	OH (9,3) R,Q 枝
3 6286 Å	OI 6300, OH (9,3)
4 6367 Å	OI 6364, OH (9,3)



OI green line · O₂ Herzberg I 帯の
ロケット観測

北 和之・小川 利敏・岩上 直幹
(東大 理)

ROCKET OBSERVATION OF OI GREEN LINE AND O₂ HERZBERG I SYSTEM
IN THE NIGHT AIRGLOW

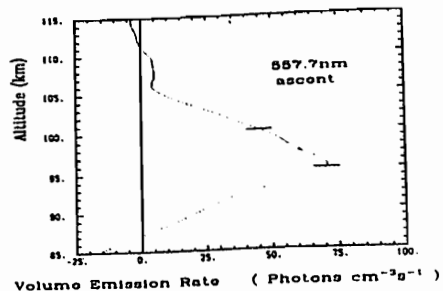
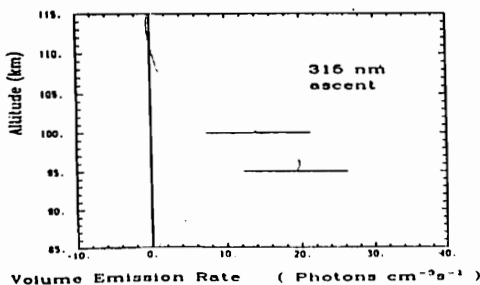
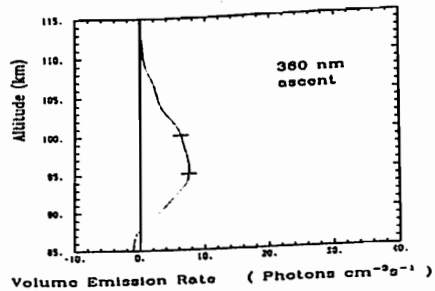
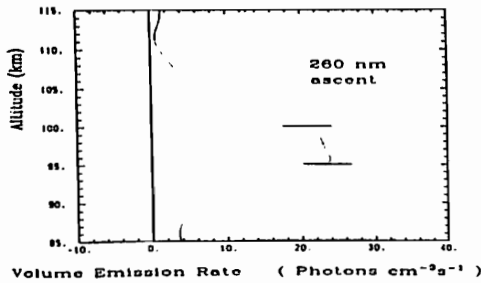
K.Kita, T.Ogawa and N.Iwagami

Geophysics Research Laboratory, University of Tokyo

Altitude profiles of the emission intensity of the OI 557.7nm line and Herzberg I system in the night airglow were observed simultaneously with photometers on board the rocket S31Q-17 flown from Uchinoura(31°N) on Sep.6,1986. Emission rates of Herzberg bands were measured at three wavelengths of 260,315 and 360nm to investigate altitude dependence of the O₂(A³Σ_u⁺) vibrational population. Observed profiles show peaks at about 96km, being in agreement with other observations. The data are now being analyzed in detail. Some implication to the excitation mechanism will be discussed according to this result.

高度 100 km 付近に発光層をもつ夜間大気光 酸素原子 557.7nm 緑線及び 酸素分子 ハルツベルグ I 帯については、早くよりその存在が知られ、それらが、酸素原子の再結合にエネルギーの起源をもつことも認められてきたが、一方、その詳細な励起過程については、直接励起であるのか、中間励起体を経る二段階励起であるのか、未だ定着のつかぬ問題が残っている。この解決のためには、これらの大気光及び酸素原子の同時観測、また、実験室内での反応系、反応係数のデータが不可欠であるが、その数は、不十分である。

今回、我々は、1986年、9月6日に内之浦にて打上げられたロケット、S31Q-17号機により、この両者の高度分布の同時観測を行った。緑線については、557.7nmと背景連続大気光を除去するため530nmの2波長を、ハルツベルグ帯に対しては、それぞれ異なる振動状態を含む260、315、360nmの3波長を観測した。これは、ハルツベルグ I 帯について、A³Σ_u⁺状態の振動分布、つまり各バンドの高度分布が異なるという説を検証するためである。下図に今回観測された各波長の放射率の高度分布を示した。これまでの観測と同様、95km 付近にピークを示す。ハルツベルグ帯の各波長の比較では315nmのデータは、他二者に比べ高度で弱いように見える。現在、データのより詳細な検討を行っており、結果は、学会時に発表する。



小川 利紘 • G.G.シェフタード

東大理 • コーク大学 CRESS

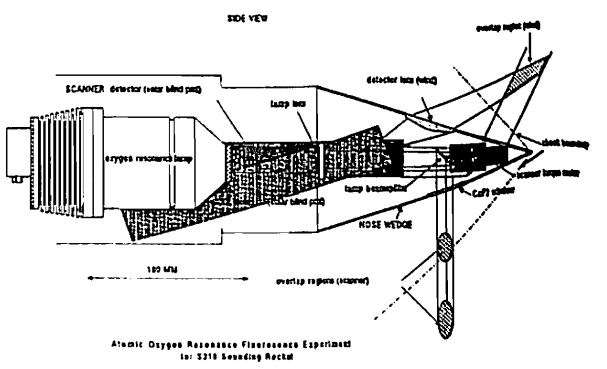
1. 序

その基礎的・根本的・重要な問題がある。酸素原子の観測は、物理的・化学的・生物学的に重要な研究手段である。...

酸素原子の観測は、物理的・化学的・生物学的に重要な研究手段である。...

(2) ラン域の運動強度、乱れ、散乱、及びその影響を考慮する必要がある。...

3. ロケット搭載の観測装置の設計と、観測データの解析方法について述べる。...



Atomic Oxygen Resonance Fluorescence Experiment in 3216 sounding rocket

III-3 1 数値モデルによる熱圏微量成分・温度の
日変化と太陽による変化の計算

久世 暁彦・小川 利紘
東大理

THE CALCULATED DIURNAL AND SOLAR CYCLE VARIATIONS
OF THERMOSPHERIC COMPOSITION AND TEMPERATURE

AKIHIKO KUZE and TOSHIHIRO OGAWA

Geophysics Research Laboratory, The University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan

Thermospheric nitric oxide (NO) vertical density profile data were obtained with the rocket observations at Uchinoura (31°N) in various solar conditions. The one-dimensional numerical model can reproduce diurnal and solar cycle 21 variations of NO and other neutral and ion components. NO is considered to play an important role in the thermospheric thermal structure. So the model calculates the NO (5.3 μm) infrared radiative cooling and diurnal and solar cycle 21 variations of the thermospheric temperature. To simulate NO diurnal variation precisely, the NO density transport effect by the zonal wind (the wind from day to night) is estimated with the two-dimensional model.

熱圏大気の理解には光化学・エネルギー収支・運動の効果・電磁気的效果を取り入れた数値モデルによる考察が必要である。我々のグループでは、太陽活動極大期・極小期に得られた熱圏一酸化窒素のロケット観測による鉛直分布データをもとに、数値モデルにより様々な熱圏物理量の解析を行った。まず一次元時間発展モデルを用い、各微量成分の密度分布・温度分布の日変化を計算し、NOの密度に関しては観測値と比較した (Fig.1, Fig.2)。以上の結果は、第一次近似的には観測値を説明している。次に日変化をより正確に見積るため、経度方向の昼夜半球間の輸送の効果を取り入れた2次元モデルに拡張し、NOの分布に与える効果を調べた (Fig.3)。

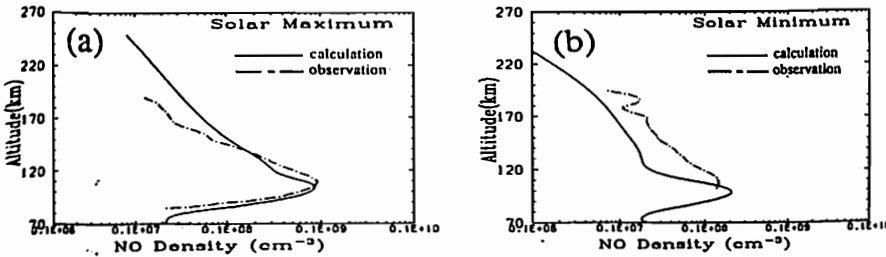


Fig.1. Comparison of the calculated and observed NO density profiles at 6 p.m..
(a)solar maximum
(b)solar minimum

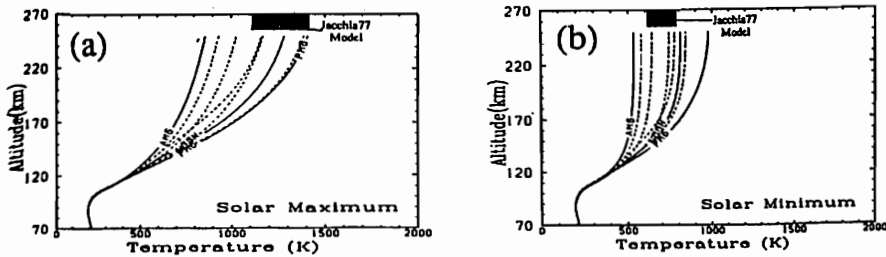


Fig.2. Calculated diurnal variations of the thermospheric temperature.
(a)solar maximum
(b)solar minimum

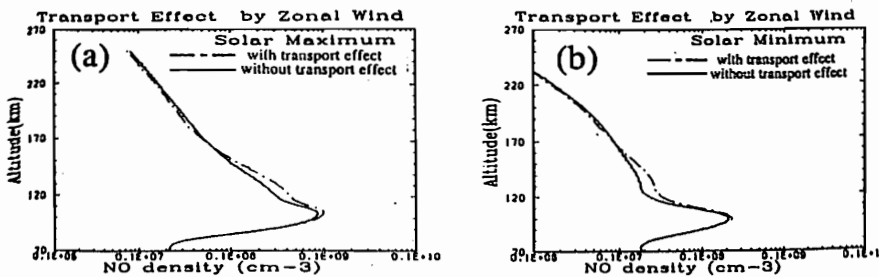


Fig.3. NO density profiles at 6 p.m. with and without zonal transport effect.
(a)solar maximum
(b)solar minimum

内藤 一郎、山本博聖、牧野忠男、関口宏之
(立教大理)

Development of the Rocketborne Cryogenic Radiometer in Middle Infrared Region

I. Naito, H. Yamamoto, T. Makino, and H. Sekiguchi
Department of Physics, Rikkyo University

We have been developing the rocketborne cryogenic infrared filter radiometer for measuring the upper atmospheric emissions. The subjects are NO (1.0) $5.3\mu\text{m}$ radiation in the thermosphere and OH (1.0) $2.8\mu\text{m}$ in the mesosphere. To attain sufficient sensitivity, all of the optical components in the field of view of the detector are cooled under 100 k by liquid nitrogen. The instrument can keep the components below 100 k about 6 hours.

1. はじめに

地球上層大気放射する波長 $2\sim 5\mu\text{m}$ の赤外光のうちで、NO $5.3\mu\text{m}$ OH $2.8\mu\text{m}$ を観測の対象とするロケット搭載用冷却型放射計の開発を進めている。

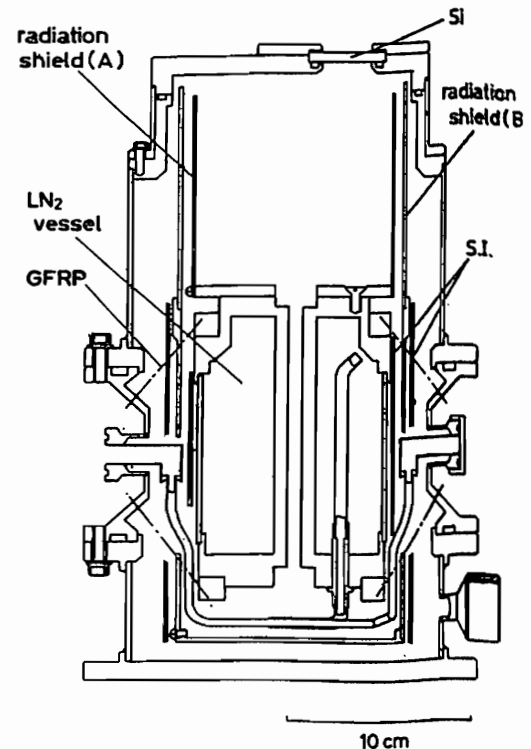
特にNO $5.3\mu\text{m}$ 放射は、熱圏下部 ($100\sim 200\text{km}$) での熱収支に重要な役割を果たしていると考えられる。また、OH $2.8\mu\text{m}$ 放射は、(1.0) 帯にあたり、その励起機構とOH放射の高度分布とに興味の対象がある。

2. 装置概要

中間赤外域の大気光観測では、観測装置自身による熱放射が観測の妨げになるために、測定素子 (InSb) の視野にかかる全ての部分を冷却する必要がある。また、ロケットの打ち上げ準備を考慮して約5時間程度の持続時間が必要とされる。しかし、一方ではロケット搭載用であるため、小型・軽量かつ十分な強度・剛性が必要とされる。その両方を満足させるため、本装置はテンション・サポートを採用した。これは内側の液体窒素容器ならびに光学系をGFRPで外側の真空断熱容器に吊って支えるもので、図中の一点鎖線の部分にGFRPがくる。光学系はラディエーション・シールド (A) の内側に取り付ける。

3. 試験結果

放射計各部に温度センサーを取り付けて、装置の冷却性能を試験した結果、光学系各部は100 k以下に保たれ、約6時間の持続時間を得た。この時、真空断熱容器には温度変動は見られなかった。



ナトリウム層と夜間大気光における重力波変動

内海通弘 藤原玄夫
九大理

GRAVITY WAVE ACTIVITY IN THE SODIUM LAYER AND THE NIGHT AIRGLOW

Michihiro Uchiumi and Motowo Fujiwara
Department of Physics, Kyushu University

The photochemical time constant of the mesospheric sodium is found to be short. It is shorter than 20 s at height range of 70 to 90 km. The wavelike structures in the sodium layer has been considered as a response to atmospheric gravity waves by some authors. We suggested that the coupling between gravity waves and the chemical reactions must be taken into account. Moreover, we also suggested a new reasonable mechanism; the observed wavelike structure of sodium layer moving vertically will be explained by a density dependent termolecular reaction, i.e. $Na + O_2 + N_2 \rightarrow NaO_2 + N_2$.

良く知られているように、OH(700~900nm)、OI(557.7nm)、Na(589.2nm)などの大気光の中に内部重力波と考えられる波動が観測されている(Ref.1)。レーザー・レーザーによっても、Na層に重力波が検出されていることは、すでに本学会で報告した。

ここでは、Na層(75~105km)に、どのようなメカニズムで、大気重力波が発現するかを議論する。

Hatfield et al.(1981)^{*2}は、H、O₃、OHが化学的に安定であると仮定し、大気波動が、それらの微量成分に与える影響を見積もっている。仮定する重力波の形は異なるが、Chiu & Ching^{*3}(1978)と似たような結果を得ている。

ところが、Na層の場合、化学的な寿命が非常に短く、1秒(at 70km)から数十秒(at 90km)程度である。大気波動の時間スケールに比べ、化学的に保存量と仮定できないのである。従って、70~90kmでは、観測されている波動はどのようにして、説明すれば良いのかが、問題である。ここでは、反応

$Na + O_2 + N_2 \rightarrow NaO_2 + N_2$
を通して、大気波動(O₂とN₂の変動)が主に、Na層に影響していることを示す。最近、Na層の化学反応のうち、

$NaO + H_2O \rightarrow NaOH + OH$
の反応定数が測定され、 $2 \times 10^{-10} \text{ cm}^3/\text{s}$ である

ことがわかった(Ref.4)。これは、従来考えられていたものよりも速い。

ここでは、これらの新しい反応を使って化学反応を通じて、大気波動がNa層へ影響するみをシミュレートする(Fig.1)。

Myrabø et al.^{*5}(1987)によると、OHとNaの夜光の中の重力波の位相がそろっているのが観測されている。彼らは、OH(6-2)により温度も算出してあり、温度よりもNaは10~30分ほど位相が遅れている。この遅れは、変動が化学反応を通じて起るための応答の遅れと考えられる。(Ref.6)

References

1. Taylor et al. (1987) P.S.S. 35, 413-427.
2. Hatfield et al. (1981) J.G.R. 86, 2429-2437.
3. Chiu & Ching (1978) G.R.L. 5, 539-542.
4. Ager & Howard (1987) J. Chem. Phys. 87, 921-925.
5. Myrabø et al. (1987). J.G.R. 92, 2527-2534.
6. Uchiumi & Fujiwara (1987). Natl. Inst. Biol. Res. 67-77.

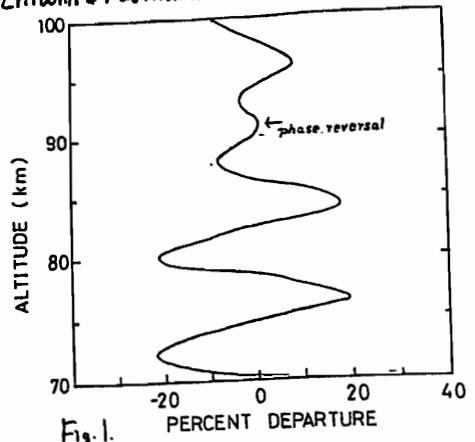


Fig. 1.

Shigeru IDA, Kiyoshi NAKAZAWA*, and Yoshitsugu NAKAGAWA

Geophysical Institute, University of Tokyo, Bunkyo-ku Tokyo 113, Japan
 *) Department of Applied Physics, Tokyo Inst. Tech., Meguro-ku Tokyo 152, Japan

We investigate the collisional rate of two Keplerian particles (i.e., particles in the solar gravitational field). The planets formed through collisions between the proto-planets and planetesimals, so the collisional rate is important for the study of the planetary growth; in the previous works, the collisional rate has been estimated by the free space approximation, i.e., the approximation neglecting the solar gravity and assuming the isotropy of incident planetesimals, which was first used by Safronov (1969). But the proto-planets and planetesimals are all Keplerian particles: The relative motion between the proto-planet and a planetesimal is very complicated due to the Coriolis force and the tidal force, and incident planetesimals are anisotropic. As will be shown below, the free space approximation is invalid for the study of the planetary growth.

Our present study is as follows:

- 1) If a planetesimal sufficiently approach the proto-planet, the solar gravity can be neglected. We investigate this quantitatively.
 - 2) In the following way i), ii), and iii), we calculate the collisional rate in the solar gravity in wide range of the eccentricity e and the inclination i (whereas Nishida(1983) studied the cases of only two sets of e and i):
 - i) We reduce the number of parameters by using Hill equations.
 - ii) Making use of the results of 1), we artificially enlarge the target.
 - iii) In view of calculating the collisional rate, we neglect chaotic fine structure (the measure of the chaotic band can be neglected).
- As the first step, we here present the results of plane - $i = 0$ - case (but in wide range of e).

- 1) We have obtained the region where the solar gravity can be neglected, in the condition that the minimum distance between the proto-planet and a planetesimal with the solar gravity does not deviate so much from that without the solar gravity (the deviation is smaller than ϵ):

$$r \leq h_* \equiv 0.095 \times (\epsilon/0.1)^{1/2} (a/1AU)^{-1/4} h,$$

where r is the distance between the proto-planet and a planetesimal, a the one between the proto-planet and the sun, and h the Hill radius.

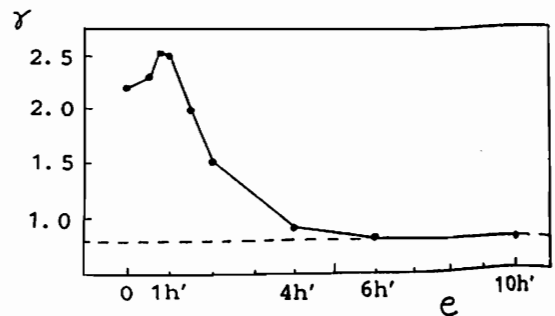
	$h_*(\epsilon \sim 1)$	$h_*(\epsilon \sim 0.1)$	R
Earth zone (1AU)	0.30h	0.095h	0.005h
Jupiter zone (5AU)	0.20h	0.063h	0.001h

(R: the radius of the proto-planet)

Even if $\epsilon \sim 1$, h_* is small. Therefore the free space approximation is invalid. If we take $\epsilon \sim 0.1$, the solar gravity can be neglected in the region of $r \leq h_* = 0.1h$ ($\approx 20 R$) at Earth zone, $r \leq h_* = 0.06h$ ($\approx 60 R$) at Jupiter zone. Therefore, if we know the impact parameter and the velocity of the incident planetesimal at $r = h_*$, we can know whether collision occurs or not: we can artificially enlarge the target radius from R to h_* (the cross section is enlarged by 400-3600 times).

2) By the help of above results, we have calculated the collisional rate γ (in unit of that in the free space approximation) as a function of eccentricity e as shown in Fig. 1, which shows that (1) γ becomes maximum (≈ 2.5) at $e \approx h'$ (where $h' \equiv h/a$), and (2) γ settles down to high speed limit ($\approx 0.77h'$) for $e \gtrsim 6h'$.

In the late stage of the planetary growth, e can have the value near h' . Since we can expect that the inclination have the same effect of enhancement, it is possible for the collisional rate to be enhanced by factor 2.5^2 (~ 6) compared to that in the free space approximation.



*) Safronov, V. S. (1969): Evolution of the protoplanetary cloud and formation of the earth and planets. Nauka, Moscow.
 Nishida, S. (1983): Collisional process of planetesimals with a protoplanet under the gravity of the proto-sun. Prog. Theor. Phys., 70, 93-105.

大槻圭史、中川義次、中澤清
(東大理) (東大理) (東工大理)

ACCUMULATION OF PLANETESIMALS IN NEBULAR GAS

Keiji OHTSUKI, Yoshitsugu NAKAGAWA, and Kiyoshi NAKAZAWA*

* Geophysical Institute, The University of Tokyo, Tokyo 113, and
Department of Applied Physics, Tokyo Institute of Technology, Tokyo 152, Japan

Taking into account newly-found gas drag effect on a gravitating body, we simulated complete growth of the Earth in a gaseous solar nebula — from planetesimals to the full-size Earth — by numerically solving coupled growth equations for the largest body and smaller planetesimals. Numerical results show that planetesimals in the Earth zone with initial masses of 10^{18} g grow to the body with the present Earth mass, 6×10^{27} g, within such short timescale as $1-2 \times 10^7$ years, which is reduced by a factor of about 2.0 compared with the results obtained by using the drag law for gravitation-free bodies.

原始太陽系星雲中での微惑星集積過程においてはガス抵抗が重要な物理量となる。微惑星のランダム速度(円軌道Kepler運動からのずれ)は、相互重力散乱による励起とガス抵抗による散逸とのつりあいである。さらに、ガス抵抗を受けることによって、微惑星の軌道は太陽方向に徐々に減衰する。我々は最近調べられた重力の効く天体に対するガス抵抗則(Takeda et al., Prog.Theor.Phys., 74, 1985)を用い、微惑星と原始惑星の成長過程を連立して解いた。今回は、新たに原始惑星による重力散乱の効果についても調べた。

数値計算の結果、まず原始惑星による散乱の効果を見捨ると、地球領域で、 10^{18} gの微惑星が約 1×10^7 年で現在の地球質量 6×10^{27} gにまで成長し(Fig.1(a))、従来のように重力の効かない通常の物体に対する抵抗則を用いた場合(Fig.1(b))に比べて、成長時間は約2.0倍短くなること解った。この場合、集積の最終段階において原始惑星の衝突断面積が大きくなっても、成長は材料物質である微惑星の供給によって律速される(Fig.2)。次に、原始惑星による重力散乱の効果を見捨ると、原始惑星近傍の微惑星のランダム速度が大きくなるため衝突断面積は、(a)の場合のようには大きくなれず、成長時間は約1.6倍長くなること解った(Fig.1(c))。以上の計算では、太陽重力の効果を見捨てた衝突断面積の表式を用いているが、Kepler運動する物体の衝突確率は自由空間での値に比べて約2倍、あるいはそれ以上、大きくなると考えられるので、その効果と上の計算結果より原始太陽系星雲中の地球形成時間は $1-2 \times 10^7$ 年の間であると考えられる。

ただし、ここでは抵抗則として軸対称流中での抵抗に関する数値計算結果を外挿して用いているので、Coriolis力や差分回転の効果によって複雑な流れを示す星雲中をKepler運動する原始惑星に対するガス抵抗を過剰に見積っている可能性がある。従って、そのような流れの中での抵抗についてさらに調べる必要がある。

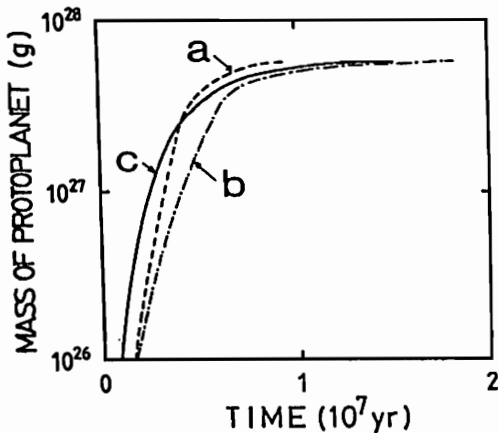


Fig. 1. The growth curves of the protoplanet: (a) with gravity effect and (b) without gravity effect, the scattering by the protoplanet being ignored in each case, and (c) with gravity effect and with the effect of scattering by the protoplanet.

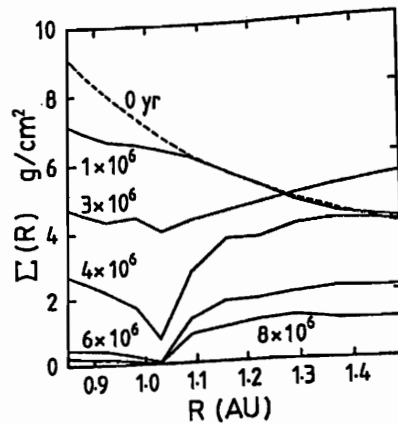


Fig. 2. Surface mass density, $\Sigma(R)$, of planetesimals as a function of the heliocentric distance, R , at several stages for case (a). A trough appears at the place where the protoplanet is located.

集積段階の地球における
原始水素ヘリウム大気存在条件

佐々木 晶 ・ 中澤 清
(東大理) (東工大理)

EXISTENCE OF THE PRIMORDIAL HYDROGEN-HELIUM ATMOSPHERE
SURROUNDING THE ACCRETING EARTH

Sho SASAKI

Kiyoshi NAKAZAWA

University of Tokyo, JAPAN

Tokyo Institute of Technology, JAPAN

According to the gaseous accretion theory of planetary formation (Kyoto model), the primordial H_2 -He atmospheres were formed around protoplanets and the surface of the protoearth would be molten owing to the blanketing effect of the atmosphere. Dissolved amounts of Ne is restricted by its present amounts. Since dust abundance determining the surface pressure is limited by dust supply, the largest planetary mass that could wear the atmosphere is given. Obtained result requires that the primordial atmosphere should have started escaping during accretion of the earth.

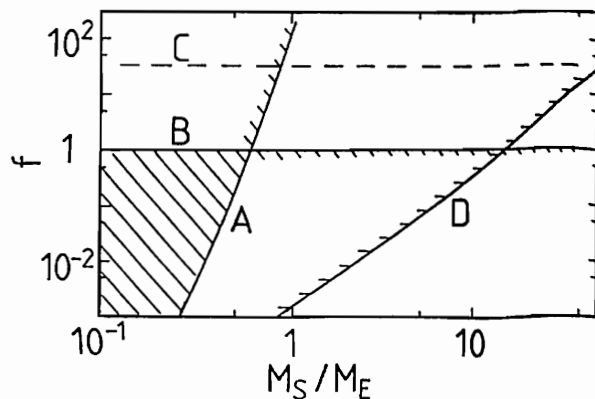
原始惑星が原始太陽系星雲のガスの中で成長するとき、自己重力で周囲にガスを引き付けるため、太陽ガス組成の原始大気が形成される。この原始大気は木星型惑星ではそのまま惑星の構成成分となる。地球型惑星では、大気の保温効果が集積エネルギーの自由な散逸を妨げ、地表温度を上昇させ (Hayashi et al., 79)、内部の分化を引き起こす。これまでの研究で我々は新たに、(i) 微惑星からの供給では、対流安定大気中のダスト量は高々 3×10^{-3} [kg/kg] である。(ii) 地表物質の H_2 による還元で生じた H_2O のため、大気下部は対流状態になり地表温度は非常に高く (> 3000 [K]) になりうる。ことを示した。

原始大気は、最終的に T タウリ段階の強い太陽紫外線で散逸する。しかし、大気散逸が、集積後に始まるのか、集積中に始まるのかは明らかにされていない。

地表が融解していると、原始大気中の希ガスはその分圧に応じて、原始地球にとけ込む。溶解した Ne 量は現在の Ne 量より少ないという条件 (Mizuno and Wetherill, 84) を課すと、大気地表圧力及び存在に対して、制約を与えることができる。大気圧は大気中のダストによる opacity に強く依存するため、ダスト量を仮定すれば、Ne の分圧の変化が決まり、Ne がとけ込める最大地球質量を与える (図の A)。これは、木星型惑星にならないための条件 (D) より厳しい制約を、大気存在に課す。ダスト供給から (i) の制限 (B) を考えると、原始大気存在できる領域は図の斜線部である。原

始大気の散逸は地球の集積段階 ($M_s < 1M_E$) で始まる。

また地表で蒸発した物質が大気下部の対流 (ii) で運び上げられ、ダスト量を増やす可能性がある。ダストが非常に多くなり、大気全体が対流状態になったときを表すが、図の C である。B の代わりに C を使用しても、集積段階での大気散逸が望ましいという Ne 溶解からの制約は変わらない。



Constraints on f (normalized by 3×10^{-3} [kg/kg]) and planetary mass M_s which can wear the atmosphere. Typical accretion rate is $1M_E/10^7$ [yr]. A: maximum M_s from dissolved mass of Ne. B: maximum f by dust supply from incoming planetesimals. C: f for wholly convective atmosphere. D: maximum M_s whose atmosphere is gravitationally stable. Hatched area is the possible region for M_s and f defined by A and B.

References

- Hayashi, C. et al. (1979) *EPSL*, 43, 22-28.
Mizuno, H. and Wetherill, G. W. (1984) *Icarus*, 59, 74-86.

小嶋 稔 ・ 五十嵐 丈二

東大・理・地球物理

ORIGIN OF TERRESTRIAL ATMOSPHERE :

NOBLE GAS ISOTOPIC CONSTRAINTS

M. OZIMA and George IGARASHI

Geophysical Institute, University of Tokyo

Various terrestrial atmospheric evolution models are examined in the light of noble gas isotopic data. Impact degassing origin seems to be least incompatible with the data.

地球大気の起源を議論する上で、最も重要な制約条件のひとつに、希ガス同位体組成がある。地球の希ガス（大気および地球内部）は次のような特徴を持っている。

- (1) 地球内部に存在する He, Ne は、太陽型（太陽風中に観測される）にきわめてよく似ているが、隕石型（炭素質隕石中に広く観測される）とは明らかに異なる。
- (2) 地球内部に存在する Ne ($^{20}\text{Ne}/^{22}\text{Ne} = 11 \sim 13$) は、大気中の Ne ($^{20}\text{Ne}/^{22}\text{Ne} = 9.80$) と異なった同位体比を持つ。
- (3) Ar, Kr, Xe は、大気中および地球内部成分ともほぼ同一の同位体組成を示す。
- (4) 太陽系内に存在する主な希ガス相（地球型および隕石型）と太陽型希ガスを比べると、前者は後者とほぼ同一か又は重い同位体比をより濃縮した質量分別を示す、かのいずれかである。

以上の事実から、われわれは、

- (a) 地球の始源的希ガスは太陽型であり、隕石型ではない。
 - (b) Ne 同位体比の質量分別は、大気形成期間または形成終了後に大気の中で起こった。
 - (c) Xe 同位体比の質量分別は、地球形成以前、たぶん微惑星の段階で起こった。
- と結論する。(b)の具体的メカニズムとしては、原始大気散失の際のひきずり効果 (Hunten et al., Sasaki and Nakazawa)、

また (c) のメカニズムとしては、微惑星による重力選別効果 (Ozima-Nakazawa) が考えられよう。以上の希ガス同位体組成という制約条件の下で、これまで提案されたいろいろな地球大気形成論（例えば、連続脱ガス説、カタストロフィック脱ガス説、一次大気残留説、インパクト脱ガス説）を考え、微惑星が地球にふりつる時のインパクト脱ガス説が最も妥当なように思われる。

参考文献

- Hunten, D.M., Pepin, R.O. and Walker, J.C.B. (1987) *Icarus*, **89**, 592-9
 Ozima, M. and Nakazawa, K. (1980) *Nature*, **284**, 313-6
 Sasaki, S. and Nakazawa, K. (1987) *Icarus* (submitted)

※) 本講演の全文は、" Planetary and Satellite Atmospheres: Origin and Evolution " の一章として Arizona University Press から近く出版される予定である。

Magnetic Properties and Remanent Magnetizations of Mixtures of Fe-Ni Alloys Simulated to Y-74354(L6), Y-74362(L6) and Y-74190(L6) Chondrites

Kan-ichi Momose* and Hiroyuki Nagai**

(*)Department of Geology and (**)Department of Physics, Faculty of Science, Shinshu University, Matsumoto 390, Japan

The magnetic properties of mixtures of Fe-Ni alloys simulated to Y-74354(L6), Y-74362(L6) and Y-74190(L6) chondrites have been investigated by remanent magnetization and Mössbauer effect. After cooling at 77K in zero magnetic field, the RMs are associated with about 20% decrease in intensity, while their directions are unchanged. Above mentioned results are explained by the fcc - bcc phase transition observed in Mössbauer patterns.

前回はY-74646(L6) chondrite にsimulateしたNi-Fe合金の磁気的性質について報告した(Nagai, Momose and Funaki:1987)。今回も前回と同様にNagahara(1979)の分析に基づいてY-74354(L6), Y-74362(L6)およびY-74190(L6)の夫々の主成分に相当するNi-Fe合金を作成し, その混合物にTRMを付加し, 地球磁場中と無磁場中において, 77Kで冷却した場合のTRMの熱安定性とメスバウアー効果によるfcc相の変化を調べた。

RMの測定結果を第1表に示してある。何れの場合においても, 無磁場中冷却後のRM強度は20%ほど減少するが, 磁化方向はほとんど変化しない。Y-74354(L6)やY-74362(L6)にsimulateした混合物の場合はfcc-bcc変態による効果が考えられる(Fig. 1を参照)。Y-74190(L6)においてはキュリー点が室温以上のfcc相を多く含むため前者と同様の議論はできない。

Table 1. Remanent magnetizations of alloy mixtures simulated to 74354(L6), 74362(L6) and 74190(L6) chondrites.

	Original TRM	Cooling at 77K in geomag. field	2nd TRM	Cooling at 77K in zero field
D	350.85°	354.5°	352.62°	345°
I	46.93°	53°	57°	50.8°
J x 10 ⁻³	8.547	8.667	8.18	6.169
J/J ₀	(=J ₀)	1.013	(=J ₀)	0.754

[74362(L6)]

	Original TRM	Cooling at 77K in geomag. field	2nd TRM	Cooling at 77K in zero field
D	335.54°	338.64°	332.2°	324.14°
I	49.53°	53.32°	50.71°	51.44°
J x 10 ⁻³	8.162	11.794	8.130	6.802
J/J ₀	(=J ₀)	1.44	(=J ₀)	0.837

[74190(L6)]

	Original TRM	Cooling at 77K in zero field	2nd TRM	Cooling at 77K in geomag. field
D	23.16°	24.69°	17.23°	21.40°
I	56.63°	56.21°	54.94°	56.78°
J x 10 ⁻³	20.04	16.209	18.768	18.471
J/J ₀	(=J ₀)	0.809	(=J ₀)	0.984

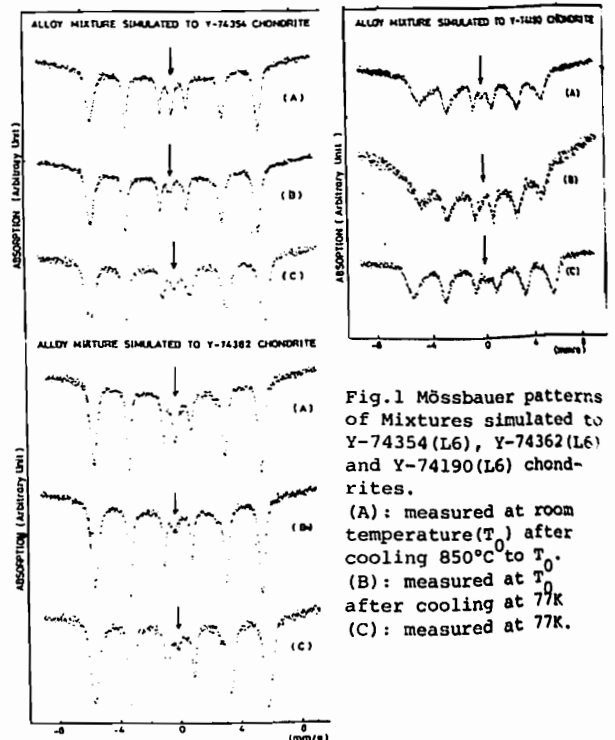


Fig.1 Mössbauer patterns of Mixtures simulated to Y-74354(L6), Y-74362(L6) and Y-74190(L6) chondrites. (A): measured at room temperature(T₀) after cooling 850°C to T₀. (B): measured at T₀ after cooling at 77K. (C): measured at 77K.

成層圏集塵試料の分析 (I) - (ブラウンリー
 粒子のテータ解析) -
 野上謙一, 大森理恵, 山越和雄, 大橋英雄
 (独協医大物理) (東大宇宙線研究所)

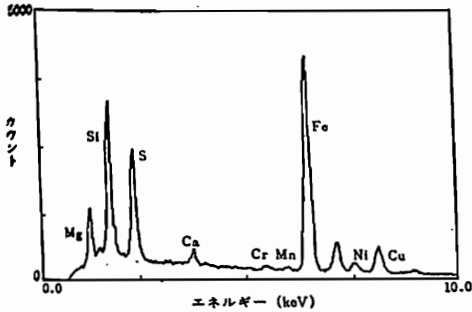
ANALYSES OF THE STRATOSPHERIC DUST (I), DATA ANALYSES OF
 BROWNLEE'S PARTICLES

Ken'ichi Nogami, Rie Ohmori and Kazuo Yamakoshi, Hideo Ohashi
 Dokkyo Univ. School of Medicine, Institute for Cosmic Ray Res. Univ. Tokyo

We have analyzed cosmic dust of the stratosphere sampled with a balloon-borne dust-sampler. A series of the work will be presented in SGPSS for a long time. In this presentation the published, preliminary data from NASA are analyzed in various ways so that we want to search some clues for further studies of these "Brownlee's particles"

NASAのJohnson Space Centerを中心に
 1982年より、成層圏集塵試料を分類し、
 初期解析を行って、Cosmic Dust Catalogue
 として全世界に配布を開始した。
 サイズ数ミクロンのダストを分類し、分類
 作業は困難を極めるが、我々も、宇宙研
 (ISAS)の大型対を用いて、上空20kmの
 高度で集塵を行なった。現在も分類、分析中
 である。我々の研究を進める際に、予めNASA
 のダストカタログに記載されているテータ、
 パラメータを分類し、宇宙起源コードC
 とされる試料の研究の方向を探るべく、
 統計的処理を試みた。

NASAのダストカタログには、試料
 を四種に分類してある(1)「C」=宇宙



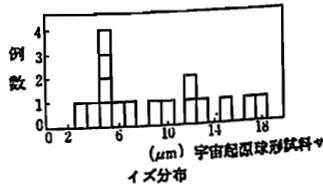
C粒子の一例 (NASAのダストカタログから)

起源 上図より、定性的な化学組成分析の
 一例を示す (2)「AOS」= Al_2O_3 の
 粒子という意味で、固形燃料の爆発力
 を高める目的で混入させられる 金属シリ
 二ム粉末の酸化粒子である

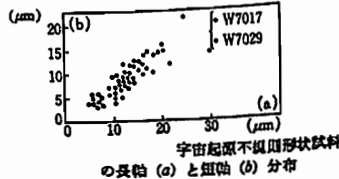
W7017, W7029 担載試料の起源および形状による分布

起 原	総数(内訳)	球形	不規則形状	等辺的
AOS	46	40	2	4
C	74	16	52	6
TCA	25	5	16	4
TCN	10	0	8	2
?	28	10	16	2
TCA または TCN	2	0	2	0
合 計	185	71	69	18

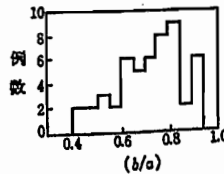
(3)「TCA」=人工物の汚染物で、ロケットの破片
 などの残骸が、微細粒となって残ったもの (4)
 「TCN」=天然物の汚染物で、主として
 火山灰と考えられる。(1)~(4)までの、ダストが
 火山灰と考えられる。(1)~(4)までの、ダストが
 記載の割合は、上表の通りである。セトヘルス、
 スルチオン、三宅島などの噴火により、「TCN」の割合
 として増加していることは、当然予想される。



(μm) 宇宙起源球形試料の
 サイズ分布



宇宙起源不規則形状試料
 の長軸 (a) と短軸 (b) の分布



宇宙起源不規則形状試料の
 (短軸/長軸) 比の分布、平均値は
 0.72

形状的な分離では、
 サイズ分布、長軸と
 短軸の比の分布は、
 室内実験で得られる
 衝突 破砕の際の
 ejecta の分布と
 驚くほど似ており、
 成因の一つを暗示
 している。
 ・化学組成、同位
 体比などの測定も
 次の段階として予定
 している。太陽系の
 捨棄ダストが入手
 できる可能性も
 0ではない。

III-10 イオン・ビームを用いた惑星表面遠隔探査方法の基礎研究

矢守章, 佐口不造, 三浦保範, 谷脇学, 河島信樹
宇宙研, 宇宙研, 山口大理, 東農工大, 宇宙研

LABORATORY STUDY OF REMOTE SENSING FOR "PLANET'S SURFACE WITH ION BEAM.

Akira Yamori, Susumu Sasaki, Yasunori Miura, Manabu Taniwaki, Nobuki Kawashima
ISAS, ISAS, Yamaguchi University, T. U. A. T., ISAS

A mission is planned to survey the moon in 1990's. For soil analysis of the moon, we plan to use SIMS (Secondary-Ion-Mass-Spectrometry) which is composed of ion source and mass spectrometer. Ion beam is ejected from the space probe on the ground or flying around the moon and hit the surface to sputter the secondary ions. A part of sputtered ions are detected by mass spectrometer. By doing laboratory experiment, we study many problems occurring in SIMS analysis of the moon and develop it.

月面及び小惑星表面における固体探査方法として赤外線, 磁性X線等による方法の他に, イオン・ビームを固体表面に照射し, 表面より飛び出してくる二次イオンを観測するSIMS (Secondary-Ion-Mass-Spectrometry) と呼ばれる分析手法も, 有力なる観測手段の一つとして考えられています。SIMSの特徴として

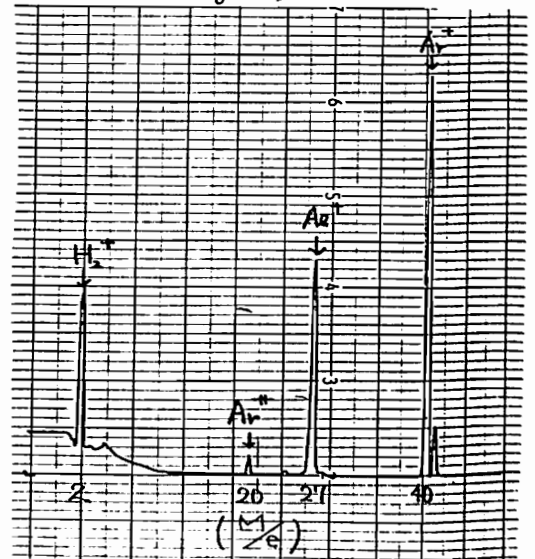
- ① 同位体の分析が可能
- ② 感度が高いので, 微量元素の分析が可能
- ③ 深さ方向の分析が可能
- ④ 微小部分の分析が可能

等が挙げられます。これらの特徴を生かしながら, 宇宙探査各に搭載可能なシステムとして, 設計・製作が可能となる場合は, 将来の惑星探査手段として, その有効性が大いに期待出来るものと思われ小ますが, 現時点でのSIMSはイオンソース-試料-分析部の間がcmオーダーのシステムとなっている為, 惑星表面の塵り部分を遠方より観測・分析する機器として, そのまますぐ使用するには色んな問題があるものと思われ小ます。先ず, 室内でメートルオーダーのSIMS実験を行ひ, 惑星探査手段として使用した場合の問題点を抽出し, SIMSの有効性の確認及び最適デザイン設計の為の基礎データの取得を行ひたいと考えています。

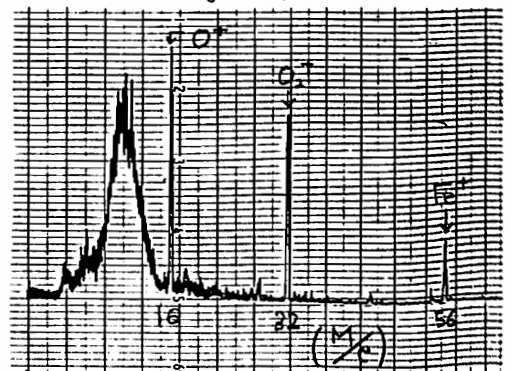
[Fig-1] にアルゴンイオンをAu板に照射した時の二次イオンのスペクトルを, [Fig-2]

に酸素イオンをFe板に照射した時の二次イオンのスペクトルを示します。

[Fig-1]



[Fig-2]



EXOS-C衛星による、 Θ オーロラの観測 - 粒子起源の同定と南北共存性の確認 -

小原 隆博, 西田 篤弘, 北山 正信, 向井 利典, 賀谷 信幸
(宇宙研) (神戸大・工)

OBSERVATION OF Θ AURORA PARTICLES FROM EXOS-C SATELLITE

T. OBARA*, A. NISHIDA*, M. KITAYAMA*, T. MUKAI*, N. KAYA**

* Institute of Space and Astronautical Science ** Kobe University

The Θ aurora particle observation in the polar cap region has been successfully made by the ESP instrumentation on board the EXOS-C. New evidences relating to the Θ aurora particles have been found;
(1) Evidence of the electron acceleration which reaches up to 2 keV has been found.
(2) Density and temperature of these precipitating particles are 0.1/cc and

250 eV, respectively, which are almost same with those of the plasma sheet electrons.

The Swedish scientific satellite Viking has successfully caught the Θ aurora image data simultaneously with the EXOS-C. In that occasion, the EXOS-C and Viking are in opposite hemispheres. Conjugacy of Θ aurora has been first identified by these observations.

◆はじめに

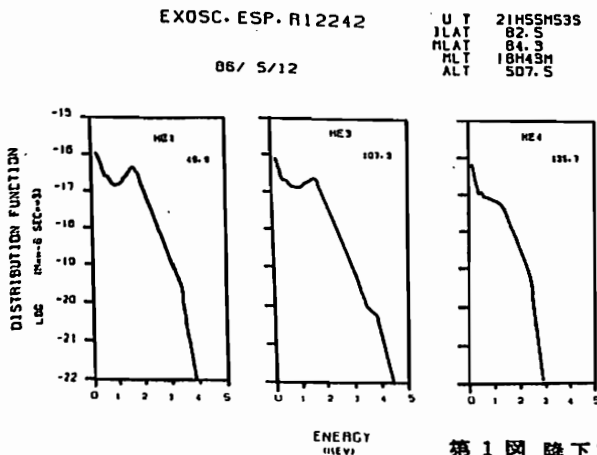
DE衛星による Θ オーロラの発見は、従来の極冠域のオーロラ現象の研究に一層の飛躍を与え、より詳細な研究が最近のViking衛星により展開されている。Vikingの成果の一つは、 Θ オーロラの上空、高度7~8000kmに於て、up-wardのエネルギーイオン(~1keV)の存在を発見し、その下に加速域が存在することを示したことである。

これに対してEXOS-C(おおぞら)衛星は、高度数百kmにて~1keVのエネルギーを持って降下する電子を極冠域に於て観測した。観測データの解析及び比較から、以下の2点が明らかになって来たので報告する。

- (1) 極冠域オーロラを作るこれらの降下電子は、プラズマシート起源であると同定される。
- (2) VikingとEXOS-Cはそれぞれ北半球、南半球で Θ オーロラを観測し南北同時性を見いだした。

◆降下電子の分布関数

第1図に、極冠域オーロラ領域で観測された電子の分布関数を示すが、ピーク的位置から、約1.5kVの加速があった事が判明すると共に、各

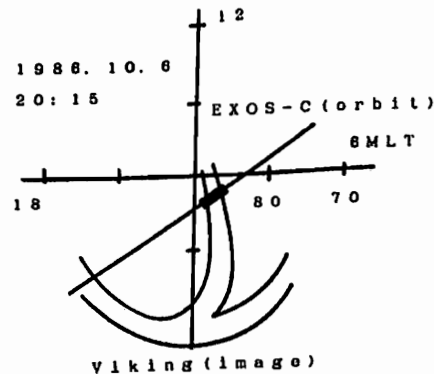


ビッチ角のデータの比較から、下向きブラックス(precipitation)が卓越することが明らかになった。さらに、これらの電子の温度は約250eV密度は0.1/ccである事が明らかになったが、この事は極冠域オーロラの降下電子は、プラズマシート起源である事を示すものである。

◆Viking衛星との比較

EXOS-C(おおぞら)観測データの中の2例についてVikingのimageとの比較が出来たが、その結果を第2図に示す。Vikingはmidnightからnoonに伸びる Θ オーロラを北半球で観測している。一方、同じ時EXOS-Cは南半球の極冠域の中央付近でオーロラ粒子を観測した(図中、太線)。注目したいことは、この領域が一致している事である。つまり南北両半球に同時にしかもほとんど同じ地方時に、 Θ オーロラが生成されている事を強く示唆する観測結果が得られた事になる。

今回の南北同時性の発見は、 Θ オーロラを生むようなプラズマシートの構造変化を考えるにあたり、一つの重要なhintを与えることになる。



第2図 Viking衛星との比較

江尻全機 岡村 宏 小口 高 平澤威男 芳野超夫
 極地研 電通大 東大理 極地研 電通大

AURORAL PARTICLES AND LIGHT EMISSIONS
 OBSERVED BY SOUNDING ROCKETS

M. Ejiri H. Okamura T. Oguti T. Hirasawa T. Yoshino
 NIPR U. Electro-Comm. U. Tokyo NIPR U. Electro-Comm.

The sounding rockets S-310JA-8, 9 and 10 were launched at 19840404 192701, 19840503 221410, and 19840528 231713 (UT) from Syowa Station in Antarctica in order to investigate auroral particles and their emissions. Detailed relations between energy spectrum of precipitating electrons, their energy flux variations and integrated auroral emissions along the geomagnetic field line are obtained. Comparisons of auroral images taken by the visible auroral TV camera on board the rocket with all-sky images by the ground-based camera give their differences due to the emission height.

第25次南極地域観測隊で行なったオーロラの観測ロケット実験は、オーロラ光の二次元像をロケット高度より高い時間分解能で捉え、同時に測定するオーロラ粒子束との対応を調べる目的で、オーロラ・テレビカメラ、フォトメータ、電子エネルギー分析器を搭載した。光と粒子の対応は、粒子を測定している同一磁力線上の発光強度を求めなければならず、光の測定が全て視野方向の積分量である事を考えると、地上からの測定では、磁気天頂1点のみが意味のある量で、ロケットからは常時測定出来ると当初考えた。しかし、実際はロケットの姿勢がプリセッションをする為、磁力線の方向がカメラ視野内に入る事は稀であった。

図1は、AURORA I (S-310JA-8 : Substorm expansion 時の active arc) で得られた粒子のエネルギー束と、対応がとれた同一磁力線に沿った発光強度である。粒子の変動にある時間遅れをもって発光強度が変化している結果を得た。これら定量的な測定量を既存の理論でどこ迄説明出来るかは、これからの問題である。

オーロラの発光は、ある高度分布を持っている。即ち、地上からとロケットからの異なった視野方向では異なった映像が得られる。逆に、その映像の違いから発光層の高度を議論する目的で、地上の全天カメラによる像と、ロケット・テレビカメラで見た像を地上110kmに投影した像との比較を行なった。図2は全天カメラ、図3は同時刻のロケットTVカメラを同一座標系で表わしたものの1例である。オーロラ形態による違い等について議論する。

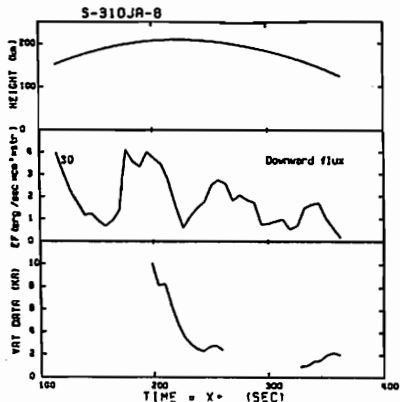


図1 : Auroral particle energy flux and emission intensity

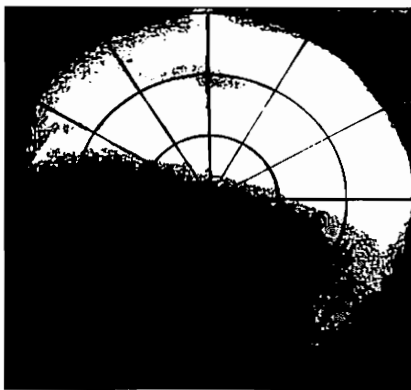


図2 : All-sky view from the ground (19840404 192940)

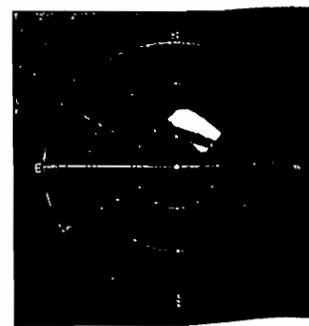


図3 : TV camera view from the rocket (19840404 192945)

by
 T. Oguti, T. Yamamoto, N. Nishitani, S. Kokubun, K. Hayashi, and GADC Research Group
 U. Tokyo, Kyushu U., Kyoto U., Takushoku U., U. British Columbia,
 U. Victoria, and State U. NY, Albany

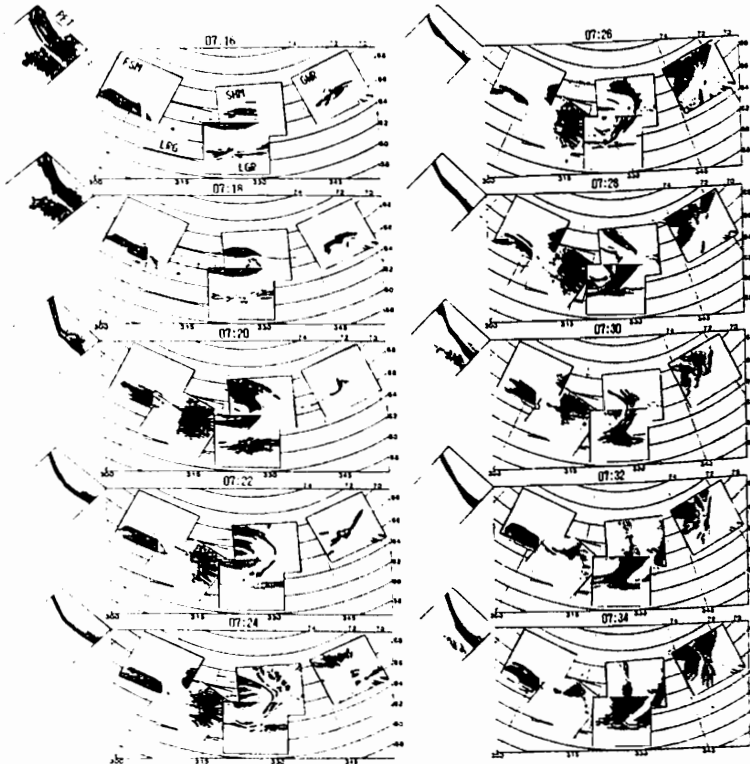
Large scale evolution of auroral expansions and related electromagnetic phenomena are examined on the basis of all-sky TV records of aurora obtained during the period of the Global Aurora Dynamics Campaign in the northern auroral zone, from 20 December, 1985 to 3 February, 1986.

Confirmed is the similarity between large scale dynamics of curtain-like (discrete) auroras and small scale one, which was so far suggested from observations at a single station. The formation of N-S aligned auroral arc, exemplified in the figure, must reflect the mechanism of the "corpuscular injection".

The evolution of pulsating aurora is

related to the N-S aligned arc formation. The N-S arc shows curtain-like (vortex-chain) nature, with internal activities propagating equatorward for some time after the formation, then, gradually tends to be pulsating patches.

The temporal-spatial relation between large scale evolution of the expansion aurora and equivalent electric current, as well as magnetic field perturbations at the conjugate synchronous satellite, are also examined. Formation of north-westward auroral protrusions (westward traveling surge) in the vicinity of the auroral conjugate point is related to the concurrent magnetic field changes at the satellite.



An example of large scale deformation of the expansion aurora. The figure consists of all-sky images from 6 stations, converted to the ionospheric frame. From 07:16 to 07:34 UT, 7 January, 1986. PFT, Poker Flat; FSM, Fort Smith; LRG, La Ronge; SHM, Shamattawa; LGR, Little Grand Rapid; GWR, Great Whale River.

中村 るみ、山本 達人、小口 高、D. N. Baker
(東大理) (NASA/GSFC)

LARGE SCALE EVOLUTION OF THE SUBSTORM ACTIVITY DURING THE EXPANSION PHASE

Rumi Nakamura, Tatsundo Yamamoto, Takasi Oguti and D.N. Baker
(GRL, University of Tokyo) (NASA / GSFC)

Dynamic evolution of the auroral activity during the expansion phase of several substorms is studied, by means of all sky TV, ground based magnetometers during the '80, '86 campaign periods in Canada, together with magnetic field and high energy particle data from geosynchronous satellites. Some activities clearly propagate from the midnight region to duskside and dawnside. We will further discuss the time scale of the global auroral expansion in terms of injected particle drift time and the evolution of the current system.

磁気嵐のonset に伴う諸現象 (tail currentの disruption, break up, 粒子の注入、降下電子、西向きjet 電流) の発達、伝搬過程は、場の変動及び、粒子のドリフト等、幾つかの時間スケールで起きていると考えられる。例えば、前回報告した1980年 2月17日の孤立した極磁気嵐時に観測された夕方の電場変動(non-pulsating patch のドリフト) は、onset 時に真夜中付近に注入された高エネルギー粒子の形成する二次的な電場変動を高緯度領域で測定したとして定性的には理解できる。しかし時間遅れから見積った注入された粒子のエネルギーは100keVで、従来のAlfvén layerの考え方に従えば、観測を行った緯度より内側には入れないエネルギーである。この場合、真夜中で発達したjet 及び沿磁力線電流の拡がり(オーロラとしてはexpansion front の伝搬) も無視できないと思われるが、その時間、空間的な変動を求める為には、二次元同時観測が必要である。

そこで今回は、GADC期間中の全天TVカメラによるオーロラ、地磁気観測、及び静止軌道衛星の磁場、粒子データをを用いて磁気嵐のonset に伴う擾乱の発達、伝搬過程を伝達時間に注目して解析した。図1はキャンペーン期間中の全天カメラ、磁力計を設置した観測点、及び静止軌道衛星のfoot pointを示している。擾乱の伝達の例として図2に、1986年 1月 7日世界標準時 7時19分にSHMの経度付近から始まった磁気嵐の発達に伴う朝方方向に分布する各観測点での変動の様子を示した。詳細については、図の説明に記した。この様な磁気嵐の例幾つかについて解析することにより、expansion phase における大規模な擾乱の伝搬を、従来のjet 電流、沿磁力線電流系の伝搬、或は、高エネルギー粒子のドリフトとして磁気圏赤道面の磁場、粒子、及びオーロラの活動度を矛盾なく解釈できるかを検討する。

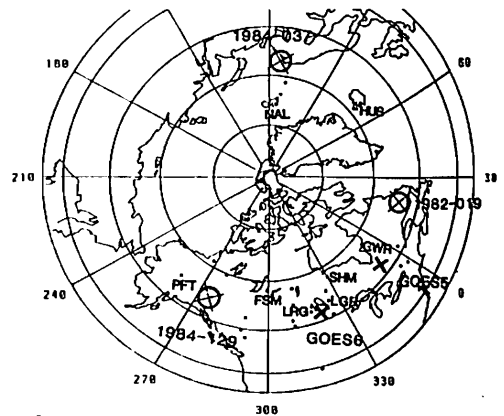


Figure 1 Location sites of the auroral stations and estimated foot points of the geostationary satellites GOES 5, 6 and 1982-019, 1984-037 and -129. Other dots are the magnetic stations.

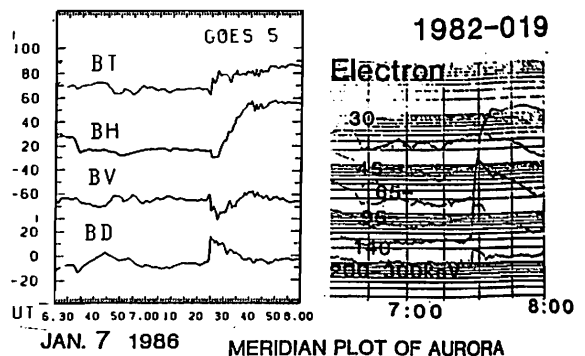
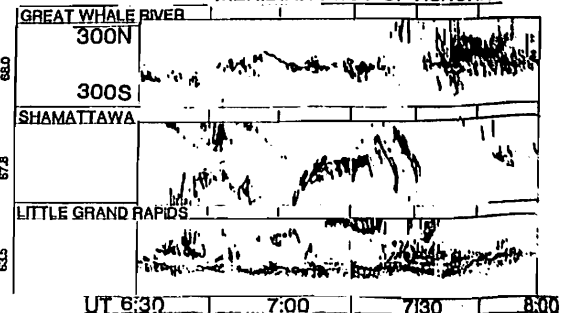


Figure 2

An example of a substorm sequence on January 7, 1986, 6:30-8:00 UT: meridian plot of aurora, magnetic field from GOES-5 and high energy (30-300 keV) electron differential flux from 1982-019. After several expansions from 6:00 UT, strong negative bay and PiB starts at 7:19 centered near SHM. Intensification of discrete auroras over LGR enhances. At 7:24, change from tail like to dipole like configuration occurs at GOES 5. The perturbations in D component can be interpreted as downward field aligned current into south of GWR, moving eastward. Enhancement of electron flux with energy dispersion is seen from 7:27, indicating an injection event 15° westward about 1 min before.



by

T.Yamamoto, N.Nishitani, T.Oguti, S.Kokubun, K.Hayashi, and GADC Research Group

U.Tokyo, Kyushu U., Kyoto U., Takushoku U., N.I.P.R.,
U.British Columbia, U.Victoria, and State U. NY., Albany

During the period of Global Aurora Dynamics Campaign (Dec.'85 - Feb.'86), it is found that active region of pulsating auroras in the morning hours sometimes show recurrent poleward propagations with period of 2 - 5 minutes in association of geomagnetic pulsations in Pc 4-5 ranges. Some preliminary results are presented and discussed.

An example is shown in Figure. In the meridian plot of aurora from Shamattawa (top), periodic propagations (period is about 5 min.) of active pulsating auroral region are evidently seen as dark streaks going up, especially from 10:00 to 10:30 UT and from 11:30 to 12:00 UT. They relate likely to geomagnetic pulsations on the ground (middle) and at the synchronous orbit satellite GOES 5 (bottom). Note that these propagations are different from auroral patch drifts. In the aurora exemplified, each of patches drifts slowly southeastward, while the activity propagates poleward much faster. The poleward propagation velocities range in 500 m/s - 1 km/s, which agree well with those of Pc 5 pulsations obtained from radar measurements

[Walker et al., 1978].

A possibility is that Pc 4-5 magnetic pulsations in the magnetosphere could govern the pulsating auroral activities there. If this is the case, we can obtain the temporal and spatial structures of Pc 4-5 pulsations by means of TV observations of auroras. Detailed relationships between them are now under study, and will be reported.

Another point, which we must claim here, is that these propagations of auroral activities will bring forth the ionospheric conductivity enhancements which also moves poleward. The recurrent propagations of higher conductivity region will be detected as magnetic pulsations on the ground. Therefore, ground magnetic signatures of Pc 4-5 pulsations will be a combination of results from fluctuations in the ionospheric conductivity and from those in electric fields induced by Alfvén waves in the magnetosphere, suggesting that the ground magnetic signatures do not always reflect the wave fields in the magnetosphere. These points will be also discussed.

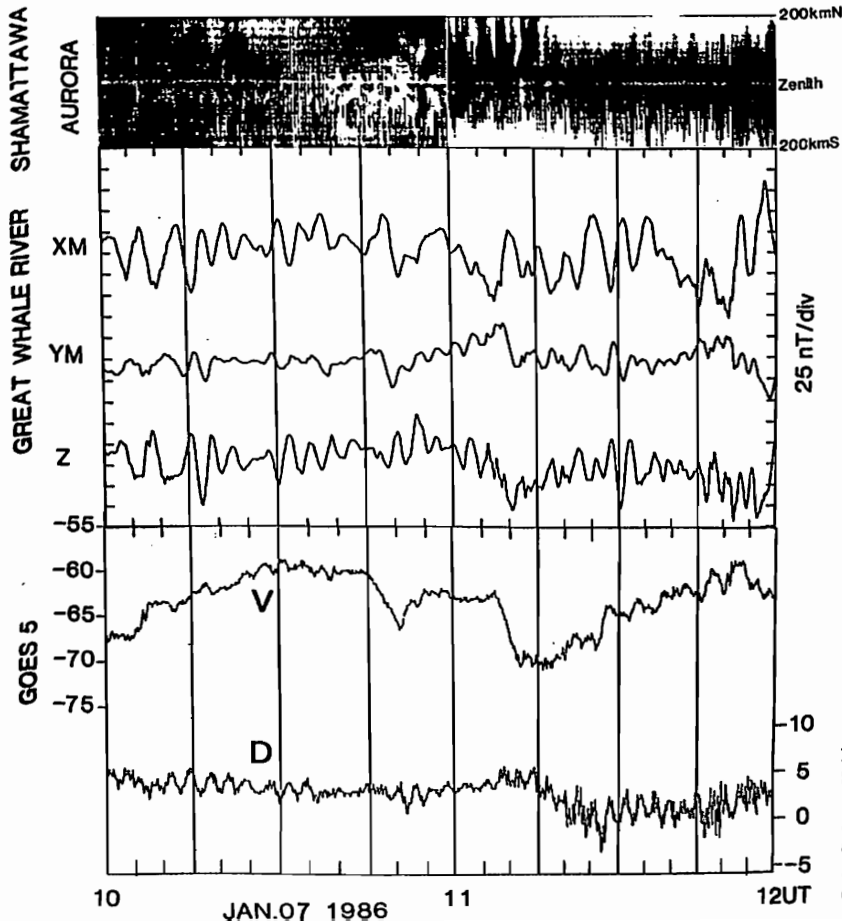


Figure. Meridian plot of aurora from Shamattawa (geomag. lat. 67.8, long. 330.1), magnetic pulsations observed at Great Whale River (geomag. lat. 68.0, long. 353.7) and those observed at the synchronous orbit satellite GOES 5 (74.6 W).

WESTWARD CROSS-FIELD MOTION OF NEGATIVE CHARGE FILAMENT ACTIVATED BY GRADIENT-CURVATURE PROTON DRIFT: A CAUSE OF THE WESTWARD TRAVELING SURGE

Takashi YAMAMOTO

Geophysics Research Laboratory, University of Tokyo

The cross-field interactive dynamics of two azimuthally-elongated filaments of negative and positive charge excess which are close to each other is numerically studied (see Fig.1(a)). The negative charge filament is assumed to exist in the premidnight sector of the plasmasheet, causing a discrete aurora at high latitude in the ionosphere. The positive charge filament responsible for a diffuse aurora is assumed to be caused by injection of the ring current energetic protons and located equatorward of the negative charge filament. In our simulation model using two-fluid approximation, the energetic protons execute the gradient and curvature (westward) drifts in addition to the $\underline{E} \times \underline{B}$ drift and the electron motion is approximated by the $\underline{E} \times \underline{B}$ drift. The spatial and temporal development of the charge filaments is numerically followed in a perpendicular plane to the magnetic field (see Fig.2). The simulation results show that the gradient and curvature drift of the positive charge carriers (energetic protons) can significantly increase the westward front-velocity of the negative charge filament and also lead it poleward as seen on the ionosphere (see Figs.1(b) and 2). The front-speed of the negative charge filament is found to be on the order of kilometer per second as geomagnetically projected on the ionosphere. It is then suggested that this physical process can be a cause of the westward traveling surge.

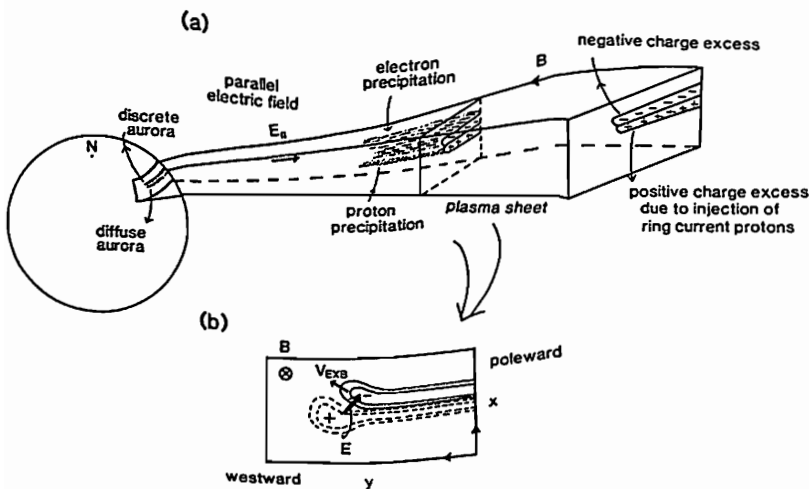


Fig. 1.(a): Schematic illustration showing the model of cross-field dynamics of the charge filaments in the pre-midnight sector of the plasmasheet. Electron and proton precipitation will be enhanced along the field-lines originating from the negative and positive charge filaments in the plasmasheet, respectively. Correspondingly, a discrete aurora at high latitude and a diffuse aurora at lower latitude will be produced on the ionosphere.

Fig. 1.(b): Diagram demonstrating temporal development of the negative charge filament like a surge in the perpendicular plane to the magnetic field. Negative and positive charge filaments are represented by solid and dashed equicontours of the charge densities. Close contact between negative and positive charge filaments yields the greater $\underline{E} \times \underline{B}$ drift speed between them. Positive charges carried by the gradient and curvature drift to the west of the negative charge filament leads to activation of westward and poleward motion of the negative charge filament.

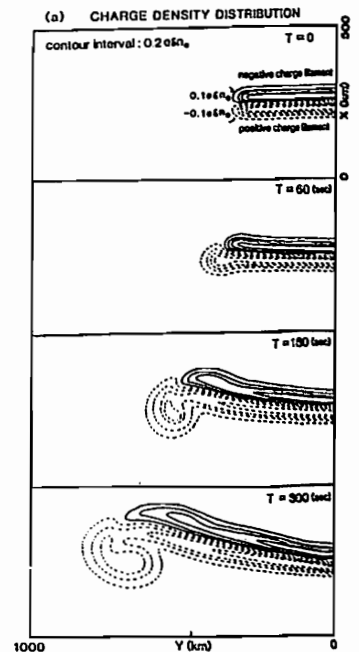


Fig. 2. Temporal variation of equicontours of the charge density on the ionospheric plane (x, y) in the case when the gradient plus curvature proton drift speed V_{g+c} is fixed at 1.33 km/sec as projected on the ionosphere.

ポスターセッション

(P-1 ~ P-46)

COSMIC RAY RADIOGRAPHY

Masahiro Kodama¹ and Susumu Minato²

1. Department of Physics, Yamanashi Medical College, Tamaho,
Yamanashi 409-38.
2. Government Industrial Research Institute of Nagoya,
Hirate-machi, Kita-ku, Nagoya, 462.

On the analogy of X-ray or gamma-ray radiography, it is demonstrated that cosmic radiations arriving in the earth's surface are applicable to non-destructive estimation of various environment materials closely concerned with human life. Two ways of approach are introduced with respect to spatial and temporal characteristics of materials. One is based on measurements of cosmic ray muon perturbations depending on the mass distribution of normal concrete building. The muon perturbations measured by using a 3-inch spherical NaI(Tl) scintillation counter (threshold energy: 3 MeV) provide a bulk density distribution of such rigid construction.

Another one is a continuous monitoring of cosmic-ray-produced environment neutrons using a moderated BF_3 counter above and below the ground level, which can give day-to-day variations of water equivalent depth of snow cover or soil moisture content.

A few practical examples of the so-called cosmic ray radiography are presented. Importance of some fundamental knowledge of transport procedures of cosmic rays through various materials is emphasized in connection with development of the applied cosmic ray physics.

鈴木裕見子、斎藤尚生、湯元清文（東北大理）、小山孝一郎、中川朋子（宇宙研）

Structure of the Heliosphere in Minimum Phase
Inferred from Sakigake / IMF Observation

Y. Suzuki, T. Saito, K. Yumoto, K. Oyama, T. Nakagawa^{**}
*Tohoku Univ. †ISAS

The IMF polarity observed by the spacecraft Sakigake is compared with the neutral line on the solar source surface obtained from the photospheric magnetic field observation. The comparison suggests the bending effect that the interplanetary neutral sheet tends to be bent towards the ecliptic plane with increasing of the heliocentric distance. This effect is considered to be caused by a non-uniform structure of the solar wind velocity.

序 太陽活動極小期における太陽磁気圏構造を明らかにするために、人工惑星「さきがけ」のIMF dataを用いて解析を行った。

解析 「さきがけ」IMF dataに基づいて推定される磁気中性面の傾き角を、scanning methodによって見積った。

図1のAは、Hoeksema等が太陽磁場から計算して得たsource surface上の磁気中性線に、「さきがけ」の軌道を重ね合わせたものである。図1のBは、Aから「さきがけ」が観測すると予想されるIMF polarityを表した。図1のCは、実際に「さきがけ」が観測したIMF polarityを表した。以上の三者を比較した。

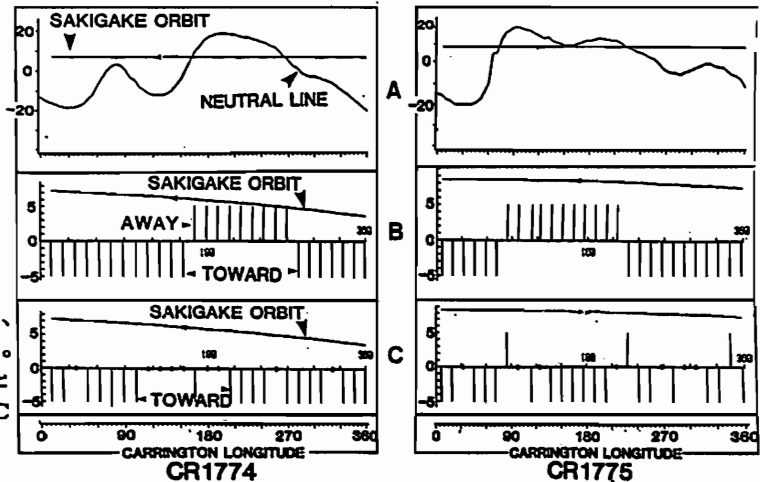


図1 source surface 上の中性線と「さきがけ」で観測された IMF polarity との関連 (CR1774 と CR1775 の場合)

(注) 縦軸はいずれも日面緯度。横軸は、日面経度を示す。尚、「さきがけ」の太陽からの平均距離として0.9AU、平均太陽風速度として450 km/secを与えて補正を行った。

結果と考察 上の解析の結果、source surface 上の中性線と「さきがけ」の観測から得られた中性面の間には、少なからずの不一致が存在することが示された。このことは、source surface 上の中性線を起源とする interplanetary neutral sheet が、太陽から離れるに従って、黄道面方向に押し込まれていることを示していると考えられる。さらに、このような効果は、太陽風速度の非一様構造によるものと考えられる。概念図を図2に示した。

この解釈に沿って、数値計算により検証を行う。

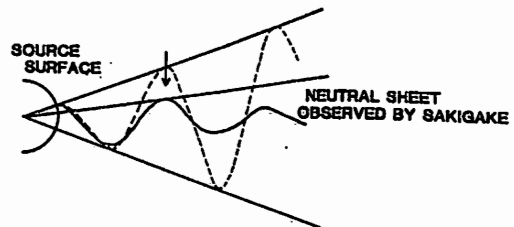


図2 太陽風による interplanetary neutral sheet の変形の概念図(子午面図)。破線は、太陽風が source surface 上の中性線を radial に輸送した場合の中性線。実線は、「さきがけ」が観測したと考えられる中性面。

中村 匡 (東大理)

PROBABILITY MAXIMIZATION THEORY FOR TURBULENCE IN COLLISIONLESS PLASMAS

T. Nakamura

(Tokyo Univ.)

Further development on the new statistical theory for turbulent plasmas will be reported. This theory is based upon the concept of the probability maximization, which is equivalent to maximize the entropy defined as $\sum \phi \log(\phi/P)$. In this expression, P is the single particle probability distribution and we try to determine this probability. As an example of application to space plasmas, effect of turbulence at the magnetosheath will be investigated using this theory.

昨年の秋の学会で最大確率原理から乱流状態にある無衝突プラズマの粒子分布を求める新しいアプローチについて発表したが、これに関するその後の発展を報告する。

前回の発表では理論のきっちりとした定式化は成されていなかったもので、以下にこれを簡単に述べる。まず系内のランダムな電磁場の力を受けて運動をするが電磁場や他の粒子には影響を及ぼさないような粒子群を仮想的に考える。これらの粒子の運動は他とは独立に一粒子の酔歩の問題として扱えるので電磁場の統計的性質がわかればその一粒子確率分布 (Pとあらわす) が求められる。この P をもとにこれら仮想粒子の多体分布 Φ が得られる確率 (以下、Prob(Φ)) と書く) が計算できるがこれは互いに相関の無い仮想粒子のものであるため、エネルギーや運動量の保存等の物理的要請を満たしていない。そこでこれらの物理的要請を束縛条件としてそのもとで Prob(Φ) を最大にする Φ を計算し、これによって実際の粒子の分布を求めるというのがこの理論の主旨である。前回の発表ではこれを反平行な二つのビームからなる一次元電子プラズマ系に応用したが、このときは P を簡単に速度空間内でのガウス分布で近似していた。この近似は粒子が系の境界を離れてしばらくの間は良い結果を与えるが、時間がたつにつれて誤差が増えるので系全体を決定するには十分でない。そこで今回はラ

ンダムな電場の統計的性質から一粒子確率分布を決定する方法について述べる。またこの理論の宇宙空間物理への応用として太陽風から地球磁気圏への運動量流入のメカニズムに磁気圏界付近の乱流が及ぼす影響の見積もりについても簡単に報告する。

参考文献

Nakamura, T. and T. Yamamoto,
Probability maximization theory for
a highly turbulent beam-plasma system
Journal of Plasma Physics 1987
in press.

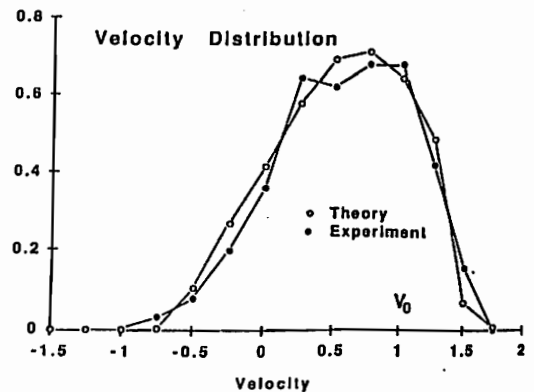


Figure Retardation of the electron beam obtained from the theory (hollow circle) and the Numerical experiment (solid circle). Beam particles were injected from the boundary with the initial velocity V_0 .

A THREE DIMENSIONAL MHD SIMULATION OF THE INTERACTION
BETWEEN THE SOLAR WIND AND COMET HALLEY

P - 5

Tatsuki Ogino

Research Institute of Atmospheric, Nagoya University

Interaction between the solar wind and cometary plasmas has been modeled by using a three-dimensional time-dependent magnetohydrodynamic (MHD) simulation with the cometary mass loading. The model reproduced several features observed by the recent missions to comet Halley. A weak bow shock was located at 3.4×10^5 km in front of the comet. The magnetic field increased by a factor of 3.7 across this weak bow shock and continued to increase up to the contact surface ($B_{\text{max}}/B_{\text{IMF}}=6.8$). The plasma temperature increased across the bow shock and decreased nearer to the comet. IMF lines were hung up on the comet and formed a long plasma tail in which the lobe field was quite strong and $B_{\text{lobe}}/B_{\text{IMF}}=5$. A cold dense plasma sheet formed in the tail and this thin plasma sheet was oriented normal to the IMF direction. MHD fluctuations were enhanced in the neighbourhood of the weak bow shock due to the plasma production process.

The plasma production rate is added to the MHD equations as $A = n_c Q_c / (4\pi \lambda_c r^2) \exp(-r/\lambda_c)$ and small diffusion terms are also added in order to suppress numerical MHD fluctuations. The magnetic Reynold's number, which is the magnetic diffusion time divided by the Alfvén transit time, S is larger than 400. The typical parameters of the solar wind are $v_{\text{sw}}=500$ km/s, $n_{\text{sw}}=12$ /cc, $T_{\text{sw}}=2 \times 10^5$ K and $B_{\text{IMF}}=B_z=6$ nT for a closest approach of the Suisei probe to comet Halley [Itoh and Hirao, 1986; Mukai et al., 1986]. Moreover, the parameters of the plasma production for comet Halley are as follows: the plasma production rate, $Q_c=1.0 \times 10^{30}$ s $^{-1}$, the ionization rate $\sigma=3.3 \times 10^{-6}$ s $^{-1}$, the radial flow velocity, $v_r=1$ km/s, the ionisation distance, $\lambda_c=v_r/\sigma=3.03 \times 10^5$ km and the effective cometary mass ratio of the water group to the proton, $m_c=16$. The MHD equations are solved by the two step Lax-Wendroff method as an initial value problem on the grid points of $(N_x, N_y, N_z)=(150, 50, 50)$ or $(120, 60, 60)$ except for the boundary. The mesh size is $\Delta x=\Delta y=\Delta z=3\text{Re}$ or 2Re and the time step, Δt is selected as $8\Delta x$ ($=22s$ for $\Delta x=3\text{Re}$) in order to assure the numerical stability.

In Figure 1 is shown a quasi-steady state configuration of the interaction between the solar wind and comet Halley in the x - z and x - y planes for $B_{\text{IMF}}=B_z=6$ nT, $v_{\text{sw}}=500$ km/s and $n_{\text{sw}}=12$ /cc. The plasma density, ρ , the plasma pressure, p , magnetic field, B and the mass flow, ρv are depicted by the contours and the flow velocity, the magnetic field and the mass flow by the arrows. A bow shock is formed at 3.4×10^5 km as is shown in the plasma pressure and the velocity flow pattern, and a cometary dense plasma extends toward the downstream. The plasma flow changes its direction toward the outside across the bow shock, however it is rather parallel to the sun-comet line in the further tail. The plasma density and pressure are thinner in the z direction parallel to the uniform IMF, which comes from the draping effect of hanged IMF lines. The magnetic field has a strongly disturbed feature in the neighbourhood of the bow shock and is again well ordered in the tail region. The field magnitude is quite large even in the tail lobe ($B=30$ nT). It should be noted that a high density lump appears at $x=10.3 \times 10^5$ km in the tail and propagates tailward. The tailward velocity is about 50 km/s which is comparable with a local Alfvén velocity, $v_A=40$ km/s.

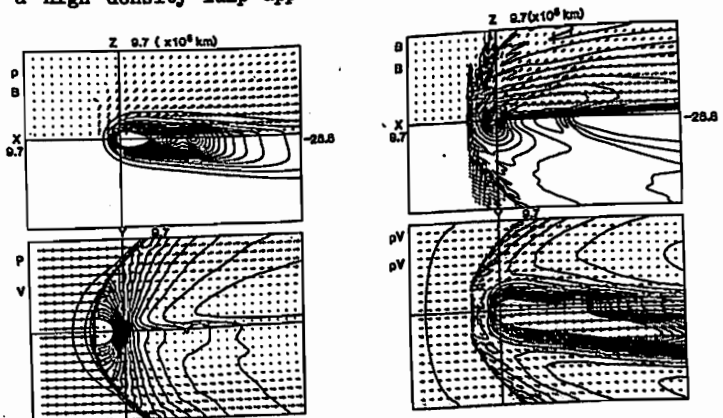


Figure 1. Configurations of the solar wind and comet Halley interaction in the x - z and x - y planes where $B_{\text{IMF}}=6$ nT, $v_{\text{sw}}=500$ km/s and $n_{\text{sw}}=12$ /cc.

大谷 晋一, 岡分 征, C.T. Russell
(東大理) (UCLA)OBSERVATION OF FIELD-ALIGNED CURRENTS
IN THE NEAR TAIL REGIONS. Ohtani, S. Kokubun, and C. T. Russell
(Univ. of Tokyo) (UCLA)

Azimuthal (D) magnetic perturbations in the synchronous orbit region have been interpreted to be due to Region 1 system poleward of the orbit (current wedge model). However, Region 2 system also plays an important role in magnetic signatures. Characteristics of the D perturbations (e.g., local time dependence; seasonal change) which have been ascribed to Region 1 system can be also explained in terms of time development and spatial structure of Region 2 system. In some cases time sequence of D perturbations would result from inward motion of Region 2 system in association with substorm development.

従来、静止軌道付近での経度方向の磁場変動 (D成分) は Current Wedge モデルによって理解されてきた (例えば, McPherron et al., 1973)。このモデルでは、朝方側で地球向き、夕方側で地球から出る向きの、Region 1 と同じ特性を持った沿磁力線電流を考えている。この電流を静止軌道衛星より高緯度側に想定して D 成分の変動は解釈されてきた。一方、Region 1 システムと逆の方向性を持つ Region 2 システムはほとんど考慮されていなかった。しかし、擾乱時には Region 1 システムと同様、Region 2 システムも発達し、両者の電流量も同程度になることが知られている (Iijima and Potemra, 1978)。したがって、静止軌道付近の磁場変動に対して、Region 2 システムは、少なくとも Region 1 システムと同程度に影響を及ぼすと考えられる。実際、Current Wedge モデルを支持すると考えられている解析結果 (例えば, McPherron and Barfield, 1980; Nagai, 1982) を、静止軌道付近に Region 2 システムのみを想定することによって解釈することも可能である。観測されている現象は、上に述べた両極端な可能性を組み合わせることによって理解されるべきであると考えられる。

下に示したのは 1979 年 3 月 28 日の例である。LT ~ 00 で地球から 20 Re ほど離れたところにある ISEE 2 の磁場データを図 1 に表している。Z 軸は地球双極子の方向、X 軸は平均的な磁場の方向にとっており、Y 成分は

沿磁力線電流による磁場の方向の変化を表す。1031UT に尾部磁場が引き延ばされた状態から双極子磁場的に変化したのがわかる。その様子は、ほぼ同じ LT にある静止軌道衛星 GOES 3 の磁場データでも確認される (図 2)。尾部での沿磁力線電流は、それより時間的に前の 0911UT と 1011UT での ISEE 2 によるプラズマシート境界面の通過の際に Y 成分の変動として認められる。これは地球向きの電流に対応する。GOES 3 では D 成分の変動は 0950UT 頃から始まり、正に振れた後、Onset とほぼ同時に不規則な変動を伴いながら負へと変化している。Current Wedge モデルでは、正の変動は地球向き、負の変動は地球から出る向きの電流として解釈される。しかし、先に述べた ISEE 2 での観測を考慮すると、正の変動は衛星の高緯度側での地球から出る向きの Region 2 電流の発達によるものとして解釈し、負の変動はその電流が衛星より内側へ移動した効果と、衛星の高緯度側を地球に向かって Region 1 電流が流れていた効果との両方によるものとして解釈の方が適切である。以上のように、この例では Region 2 システムが静止軌道での D 成分変動に本質的な役割を果たしていると考えられる。

講演では他の観測例とともに統計的に解析した結果を用いて静止軌道領域における Region 2 システムの重要性を議論してみたい。

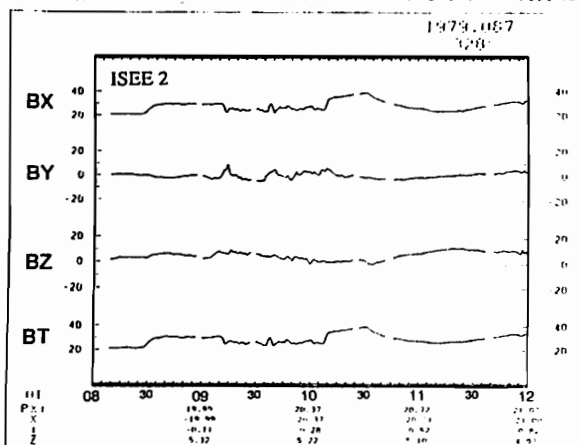


Fig. 1 ISEE 2 magnetic field data.

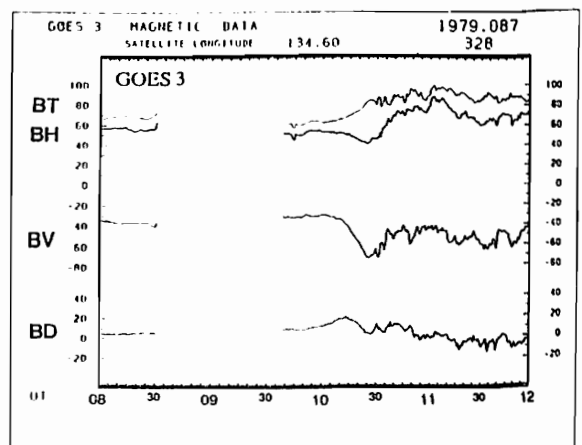


Fig. 2 GOES 3 magnetic field data.

電離圏シンチレーションから推測した E_s層の水平スケール

小川 忠彦
電波研究所

HORIZONTAL SCALE LENGTHS OF THE E_s-LAYER INFERRED FROM
IONOSPHERIC SCINTILLATIONS

Tadahiko OGAWA
Radio Research Laboratory

Daytime ionospheric scintillations due to the E_s-layer were observed on May 27 - July 27, 1986, at Kokubunji (35.7°N, 139.5°E) by means of 150 and 400 MHz radio waves from the NNSS satellites orbiting at an altitude of about 1000 km. Statistical analysis of the durations of 257 scintillation events of the 150 MHz wave indicates that the horizontal scale lengths of electron density irregularity region causing scintillations, which are equivalent to the scale lengths of the density enhancement region (E_s-layer), range from a few km to about 200 km with the maximum occurrence around 30-40 km. These scale lengths are within those that have been obtained by other techniques.

E_s層は、100km 高度での電子密度の突発的な急増により形成され、日本では4~7月の昼間に最も頻繁に出現することが知られている。E_s層の水平構造は様々に変化するらしい。今までに、いろいろな観測手段(イオノゾンデ、レーダなど)で測定された電子密度増加域の水平スケールは数100mから1000kmに及んでいる。

電子密度増加は必然的に密度の空間勾配を伴う。これと電離圏電場の作用により、gradient-drift(cross-field)型のプラズマ不安定が発生し、数mから数100mスケールのirregularitiesが形成される。このirregularitiesにより、人工衛星のVHF/UHF帯電波はシンチレーションを被ることになる。逆に、シンチレーション測定から、電子密度勾配域、すなわち、電子密度増加域(E_s層)の様相が判明することになる。

1986年5月27日から7月27日まで、東京国分寺でNNSS衛星(高度約1000kmの極軌道衛星)の150/400MHz波のシンチレーション観測を実施した。150MHz受信強度のチャート記録から、昼間のE_s層によるものと思われるシンチレーションを選び出し、その継続時間を読み取ることにより、電子密度増加域の南北方向に沿った水平スケールを決定した。E_s層によるシンチレーションの発生数(総数257)のLT分布をFig. 1に示す。これにより、夜間に卓越するスプレッドF層のシンチレーションは除外されていることが分る。Fig. 2に継続時間の分布を示す。衛星の飛行速度を考慮すると、継続時間は100km 高度のirregularity発生域の水平スケールに換算できる。Fig. 2からE_s層のスケールは数kmから200kmに及んでいるが、30~40kmが最も卓越しているこ

とが分る。これらのスケールは、今までに知られているスケールの範囲内に入る。

謝辞: データ解析の一部を助けて頂いた電波研の岡田和則氏に感謝する。

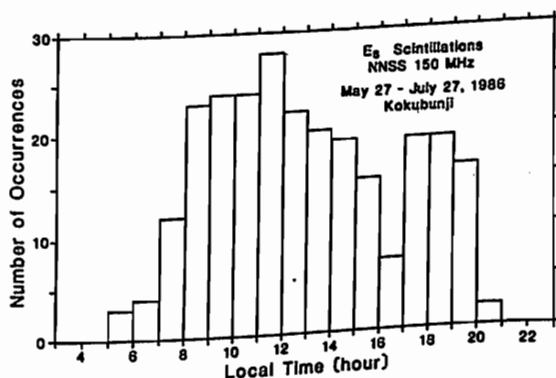


Fig. 1. Hourly distribution of the number of scintillation occurrences due to the E_s-layer.

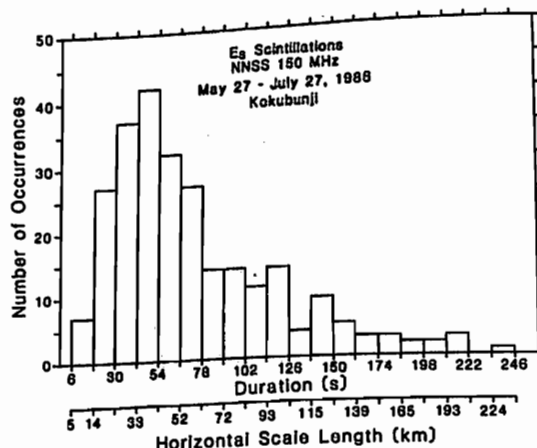


Fig. 2. Number of scintillation occurrences versus scintillation duration. Horizontal scale length at 100-km altitude is also indicated.

ISS-b観測による 赤道電離圏構造の経度変化

丸山 隆、松浦延夫
(電波研)

LONGITUDINAL DEPENDENCE OF EQUATORIAL IONOSPHERE
AS OBSERVED BY ISS-b

T. Maruyama and N. Matuura
Radio Res. Lab.

A topside ionospheric scale factor, $S = fNS/foF2$, is derived from ISS-b topside sounding data, where fNS is a plasma frequency at the satellite height (~ 1100 km) and $foF2$ is an ionospheric critical frequency below the satellite. At the magnetic equator S reflects dynamo electric field strength since $foF2$ decreases and fNS increases owing to the ExB drift and field aligned diffusion of plasma during daytime. A longitudinal variation of S at the magnetic equator for each UT is shown in Figs. 1 and 2. In the equinoctial season (Fig. 1), an evening enhancement of the eastward electric field is seen at each UT (or longitude), while in the northern winter season (Fig. 2), the evening enhancement is quite strong at the longitudes around $60^\circ W$ in comparison with the other longitudes. These results are consistent with the observation of equatorial spread F caused by the ExB drift instability in the evening hours.

電離圏の構造(電子密度分布)がダイナモ電場により大きく影響されることは良く知られている。特に、低緯度地域では磁力線が水平に近いため電場によるEXBドリフトの効果が顕著である。いわゆる $foF2$ の赤道異常は昼間ないし夕方方の東向き電場による電離大気の上方向ドリフトと磁力線に沿う拡散が作り出すもので、その発達の数値は電場の目安となる。赤道異常は磁気赤道上のF層高度では、noon bite outとして知られる電子密度の減少であるが1000km程度の高々度では密度の増加となる。したがって、高々度でのプラズマ周波数(fN)と直下の $foF2$ の比もまた、電場の指標となりうる。

我々はISS-bのイオノグラム・データを用いて衛星高度(約1100km)のプラズマ周波数(fNS)と $foF2$ の比(scale factor; $S = fNS/foF2$)の汎世界分布を解析した。第1図はUTの各時間毎に求めた世界分布

図(球関数展開)から磁気赤道上の値をプロットしたものである。影をつけたのは $S > 0.2$ の領域で、東向き電場の強さを現している。すなわち、東西方向の二つの山は昼間の電場といわゆる evening enhancementである。第2図に示したのは第1図と同様なデータであるが観測期間が異なる。二つの図を比較すると、春分時(第1図)には電場の様相が軽度大きく依らないのに対して、北半球の冬(第2図)には西経60度付近で evening enhancementが顕著であることが分かる。又、全軽度的には春分時の方が電場が強い。

これらの結果はダイナモ電場、特に evening enhancementの機構を考える上で重要であるばかりでなく、赤道スプレッドF発生(EXB不安定)における電場の効果を説明する上でも重要である。

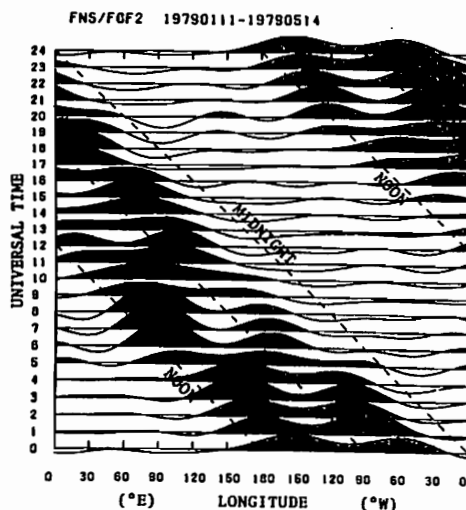


Fig.1 Longitudinal variation of S for each UT for the period from Jan. 11, 1979 to May 14, 1979. Shaded portions are for $S > 0.2$. Broken lines indicate $LT=12, 18$ and 24 .

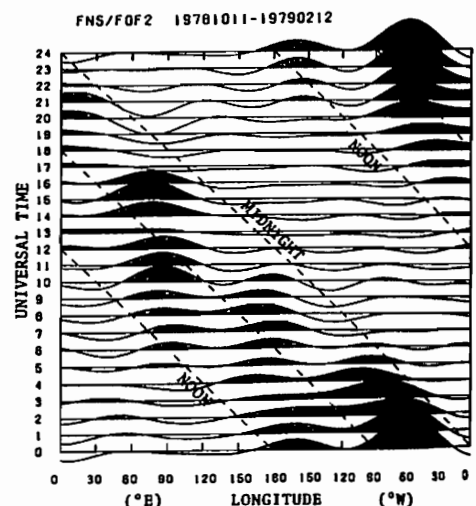


Fig.2 Same as Fig. 1 except for the period from Dec. 11, 1978 to Feb. 12, 1979.

秋田におけるfoF2と太陽活動度依存性について

西崎 良, 松浦延夫*, 鎌田満博
電波研究所秋田電波観測所 * 電波研究所

SEASONAL AND DIURNAL VARIABILITY IN SOLAR ACTIVITY DEPENDENCE OF foF2 AT AKITA

Ryo NISHIZAKI, Nobuo MATUURA and Mitsuhiro KAMATA
Radio Research Laboratory, Koganei-shi, Tokyo 184, Japan

The relations between monthly median values of foF2 at Akita (f) from 1970 to 1980 and smoothed relative sunspot number (R) were derived in the quadratic form as $f = AR^2 + BR + C$ by least square method, for each hour of local time and for each month. The coefficient C indicates equinoctial peaks during daytime and winter minimum during nighttime. The coefficient A indicates an asymmetry between the vernal equinox and the autumnal equinox such as a deep negative around April while a large positive around November.

秋田で観測した1970年から1980年までのfoF2の月中央値foF2を用いて、太陽活動度依存性について調べた。foF2は平滑化(12か月移動平均)太陽黒点数Rの二次式で良く近似されるが、特にR²の係数は季節、地方時によって変化するなど興味深い結果が得られたので報告する。

foF2と各月、毎時の値と太陽黒点相対数Rとの関係を最小自乗法により、二次式

$$foF2 = AR^2 + BR + C \text{ で近似した。}$$

図1に典型例を示す。また、月別、毎時の各係数A, B及びCの変化を図2に示す。

係数Cの値は黒点数0の場合の日変化、季節変化特性に相当し、春秋に日変化が大きく、夏期には小さい。

係数Bの値は、3~4月の日中に大きく、5~8月は変動幅は小さいものの変化が激しい。

係数Aの値は3~4月の日中には負の大きな値となり、飽和特性が現われるのに対して、10~11月にはAの値が小さく飽和特性は現われない。また、C:Bの関係は、他の月では正相関であるが、5~7月では負相関となっている。

秋田におけるfoF2は春秋期の日中に同程度のピークを示すが、3~4月にはBの項が顕著であり、係数Aも負の大きな値を示すが、9~11月についてはB, Aともそれぞれ大きな値とはなっていない。

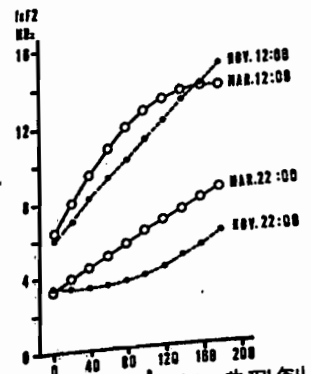


図1. 二次式近似の典型例

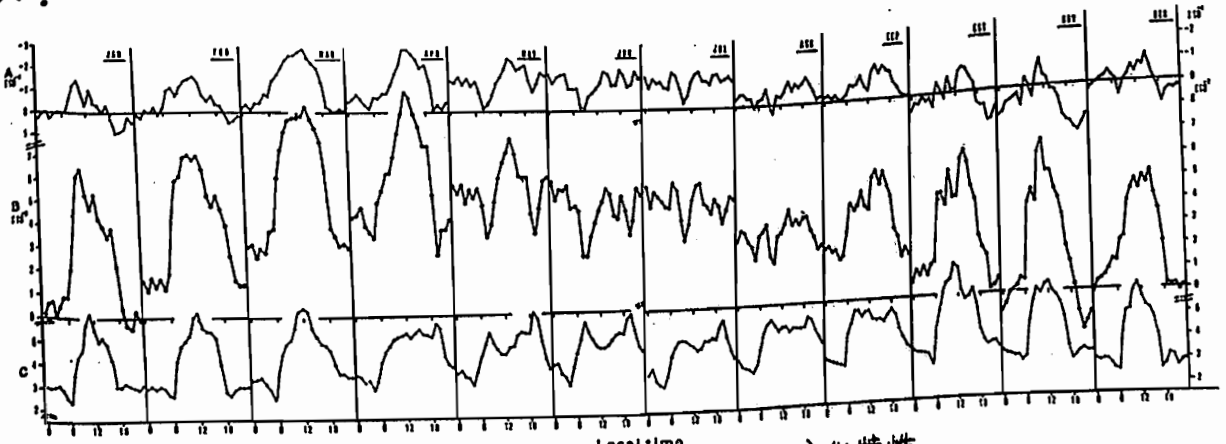


図2. 二次式の係数A, B及びCの月別、日変化特性

P-11 オーロラ電子フラックス変動成分の
ロケット観測

佐川永一、山岸久雄、宮岡宏、賀谷信幸、向井利典
電波研 極地研 神戸大工 宇宙研

ROCKET OBSERVATIONS OF MODULATIONS OF AURORAL ELECTRON FLUX
IN THE POLAR IONOSPHERE

E. Sagawa, H. Yamagishi, H. Miyaoka, N. Kaya, T. Mukai.
RRL NIPR KOBE U ISAS

An instrument has been developed for observing the high frequency modulations or fluctuations of the auroral electron flux. The instrument utilizes an on-board processing hardware for calculating auto-correlation functions of particle flux. The instrument is capable to measure flux modulations in three frequency ranges, i.e. 1.5-100 Hz, 0.1-8 kHz and 0.1-4 MHz, respectively. Two rocket observations were carried out in Antarctica. Results from one rocket experiment launched under relatively quiet conditions (S-310JA-11) indicate that the auroral electrons were almost uniform in high frequency ranges. Results from another rocket experiment (JA-12) conducted under highly active auroral conditions show low frequency modulations of electron flux associated with the strong electron precipitation.

はじめに

オーロラを発生させる強い降下電子は又プラズマ中で波動粒子相互作用を引き起こす。波動にともなう強い電場は逆に降下電子のフラックスに影響を与えることが予想される。このことを観測的に確かめるためにinsituでフラックス変動をMHz帯の周波数まで観測することがGough and Urban (1981)によって試みられた。彼らの手法を拡大して広い周波数帯(1.5 Hz - 4 MHz)でのオーロラ電子のフラックス変動を南極ロケットによって観測した。この報告では機器の概要とその観測結果について述べる。

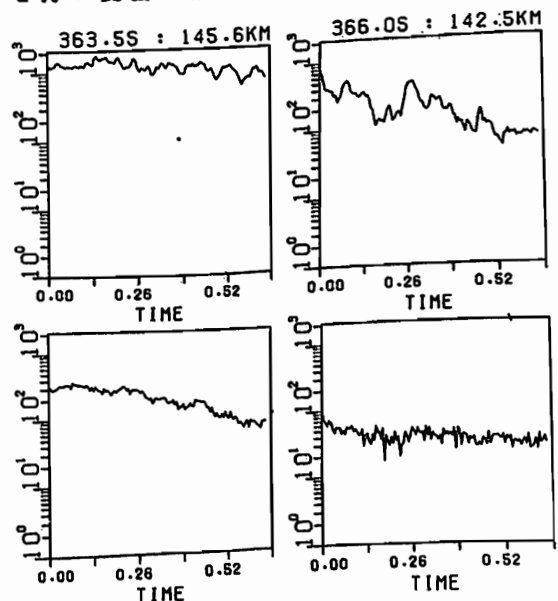
搭載機器

粒子フラックス変動の測定は低エネルギー電子測定の一部として行なわれた。1/4球型静電エネルギー分析器の3個のCEMのうちロケットスピン軸に直角の方向を見るものの出力が3つの周波数帯(1.5-100 Hz, 0.1-8 kHz, 0.1-4 MHz)で変動成分を検出する電子回路(PFMD)に接続されている。上の二つの周波数帯の測定では粒子フラックスの自己相関関数をロケット機上で計算しており、又、低い周波数ではフラックスの値を5 msのサンプリングで伝送し地上で周波数分析を行なっている。エネルギー分析器は0.6秒間で掃引をした後0.6秒間エネルギーを固定するモードを3回繰り返す(0.53, 2.3, 8 keV)。この時間がフラックス変動の観測に当てられる。

観測結果

PFMDは二機のロケット(S-310JA-11, JA-12)に搭載されて観測を行なった。JA-11は比較的静かなオーロラの中で観測を行なった。PFMDからのデータは全飛翔期間を通じて得られた。MHz帯を測定するチャンネル

ではロケットからのアウトガスに起因する雑音がみられたが、これまでの解析の範囲ではすべての周波数帯で有意なフラックスの変動は検出されていない。一方JA-12号の変動は活発なオーロラを通過したが、残念ながら発射後約140秒でPFMDに接続されるCEMが破損し0.1-100 Hzのチャンネルのみのデータが得られた。図は発射後約360秒に観測されたフラックスのゆらぎを示している。観測エネルギーは8keV、上側のパネルはほぼDownwardの電子に、下側のパネルはUpwardの電子に対応しておりDownwardフラックスにのみ振幅の大きい変動がみられる。しかも0.53, 2.3 keVではこのような変動は観測されていない。このほかにも強い降下電子にともなって10Hz前後の周波数にピークを持つ変動も観測されている。



Low frequency modulation in 8 keV electron flux observed by S-310JA-12.

Structure of Substorm-Associated Field-Aligned Currents
Inferred From SCATHA Plasma and Magnetospheric Field Observations

T. Nagai Meteorological Research Institute

Substorm dynamics in the near-earth magnetotail has been delineated mainly on the basis of synchronous spacecraft observations. Synchronous spacecraft are located at 6.6 Re and their nominal geomagnetic latitudes are less than 11 degrees. The main features in the field during substorms are a more taillike field configuration prior to a substorm expansion phase onset and a dipolarization in association with the onset. The field becomes more taillike in a wide longitudinal region concurrently. The dipolarization starts initially in the longitudinally limited region and the field becomes further taillike outside this region. Then, the dipolarization region expands longitudinally both westward and eastward. Effects of substorm-associated field-aligned currents are seen as the deflection in the azimuthal component D. The D variation starts normally in a wide local time region at the onset. The maximum of the D variation at each local time position generally coincides with the start of the dipolarization at that position. This means that the D deflection is spike-like near the center and that it is more gradual off the center. In comparison with ground magnetic observations (the ground D variation generally has the same sign as the D variation at synchronous orbit in the same local time meridian), the field-aligned currents are supposed to be located outside the synchronous orbit.

The eccentric orbiting SCATHA, making field measurements out to 7.7 Re and approximately 15 degrees above the magnetic equatorial plane, provides some new insights into the properties of the field-aligned currents in the vicinity of synchronous orbit. The plasma measurements clearly demonstrate the plasma regime in which the spacecraft is located. Although the synchronous spacecraft exclusively stay inside the plasma sheet, SCATHA sometimes exits from the plasma sheet during the pre-substorm taillike field period. When SCATHA enters the plasma sheet boundary, SCATHA observes a slight D deflection, indicating an existence of the field-aligned currents. In the tail lobe or the plasma sheet boundary, the field shows the dipolarization in association with substorm onsets, however, no change is observed in the azimuthal component D. The D deflection is observed when the spacecraft is engulfed in the expanding plasma sheet. In other words, the field-aligned current effects are observed only inside the plasma sheet. The observed D deflection is generally short-lived. The magnetic and plasma signatures based on the SCATHA observations suggest that the observed characteristics of the field-aligned currents are strongly coupled with the field dynamics and that the field-aligned currents are confined near the plasma sheet boundary.

P-13 DMS P衛星と昭和基地モノクロ TVカメラとのオーロラ同時観測

中島英彰、 福西 浩、 小野高幸*
東北大学理学部超高層物理学研究施設
* 国立極地研究所

SIMULTANEOUS OBSERVATIONS OF AURORAL PARTICLES ON THE DMS P
SATELLITE AND MONOCHROMATIC AURORAL IMAGES AT SYOWA STATION

H. Nakajima, H. Fukunishi, and T. Ono*
Upper Atmosphere and Space Research Laboratory,
Tohoku University
* National Institute of Polar Research

The DMS P particle data and simultaneous monochromatic auroral images taken at Syowa station by the 25th and 26th wintering parties of the Japanese Antarctic Research Expedition have been compared. The high time and space resolution of the imaging system enables us to study one-to-one correspondence between precipitating particles and auroras. The typical energy spectra of precipitating electrons and ions associated with auroral arcs, diffuse auroras and pulsating auroras are presented.

1. 序文

第25次、及び第26次南極観測隊によって、モノクロTVカメラ(5577A, 6300A, etc.)によるオーロラ観測が行われた(Ono T., et al. J. Geomag. Geoelectr., 39, 65-95, 1987)。

一方、アメリカの人工衛星DMS P-F6, F7は、これらの期間連続して、オーロラを起こすもととなる、降下イオンと降下電子の観測を行っている。

そこで我々は、モノクロTVカメラの、高時間・高空間分解能を利用し、オーロラ粒子と、各種オーロラとの一対一の対応付けを行うことを試みた。

2. DMS P粒子データサマリーの作成

DMS P衛星には、地球周辺の宇宙環境を調べるために、S SJ/4という静電分析器が搭載されており、この観測装置によって、30 eV-30 keVの降下イオンと電子のフラックスを、それぞれ各20chで計測している。

そこで我々は、Fig. 1のようなサマリープロットを作成し、降下イオンと電子の様子を見やすいものにした。図中には、いくつかの逆V構造がみられる。

3. DMS P粒子データと、昭和基地オーロラTVイメージとの比較

DMS P衛星の軌道情報と、オーロラ観測記録とを見比べることにより、衛星の位置(衛星の高度から、磁力線トレーシングにより、高度約110kmまで下ろした点の地理的座標)と昭和基地、あるいはその共役点との距離が1000km以内になる場合で、しかもその時TVカメラが観測中であるというケースを選び出した。その結果、第25次隊(1984年)で52例、第26次隊(1985年)で136例が見つかった。その中の典型的な例として、25次隊4例、26次隊12例について、比較検討を行った。その結果、逆V型電子降下領域とオーロラアークとの対応、降下電子のピークエネルギーとオーロラアーク構造の関係、ディフューズオーロラやバルセイティングオーロラを起こす降下電子のエネルギースペクトルの構造、プロトン降下領域とオーロラの位置関係等が明らかになった。

4. 謝辞

DMS P粒子データは、C. -I. Meng博士から極地研のWDC-C2 for Auroraへと渡され、共同利用となったものである。このデータを使わせて頂いたMeng博士と極地研オーロラデータセンターに感謝する。

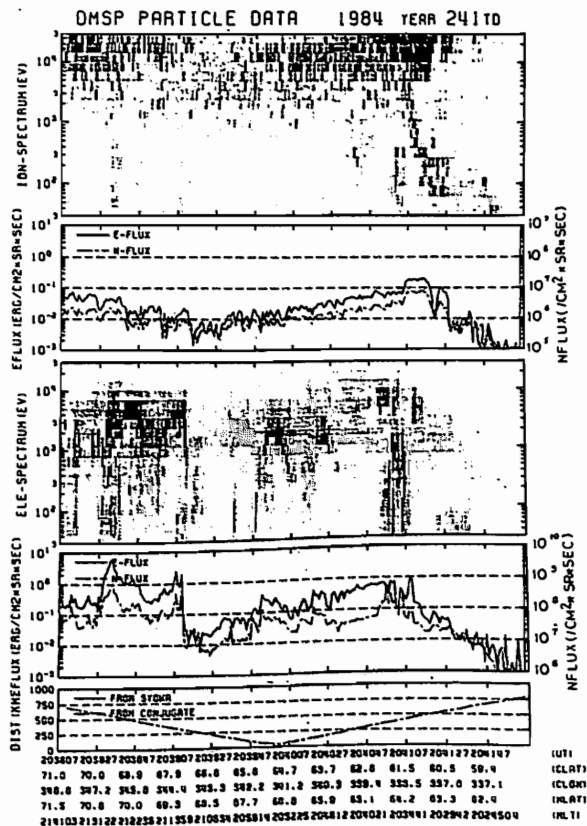


Fig. 1 Example of the summary plot of DMS P particle data.

南極観測ロケット S-310JA-12 による電子密度
及び電場のゆらぎ観測結果の比較解析

森 弘隆*, 佐川 永一**, 小川 忠彦**, 小川 俊雄†
*電波研平磯, **電波研, †高知大理

COMPARATIVE ANALYSIS OF ELECTRON DENSITY AND ELECTRIC FIELD FLUCTUATIONS

OBSERVED BY A SOUNDING ROCKET S-310JA-12

*Hiroataka Mori, **Eiichi Sagawa, **Tadahiko Ogawa, and †Toshio Ogawa
*Hiraiso RRL, **RRL, †Dep. Phys. Kochi Univ.

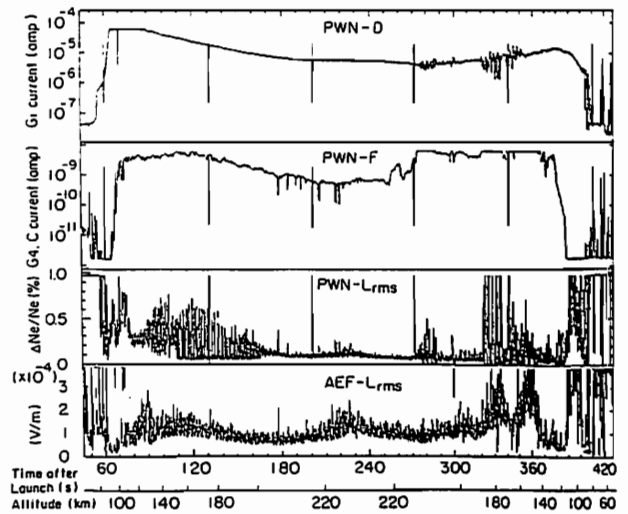
The S-310JA-12 rocket was launched into highly active aurora during a strong substorm period. Both a Faraday cup and a pair of double probes onboard the rocket observed the following four kinds of characteristic fluctuations, (1) strong and continuous ELF-VLF fluctuations in the E region, (2) burst-like VLF fluctuations from the altitude of 140km to 200km in the ascent, (3) quasi-sinusoidal waves with the frequency of about 150Hz around the height of 220km, (4) strong ELF fluctuations in strong auroral precipitation regions in the descent. We will discuss the causal mechanism of these fluctuations by the results of comparative analysis of both measurements.

南極観測ロケット S-310JA-12 はサブス
トーム期間中に発生した強烈なオーロラア
ーフに向けて発射され、ほとんど全期間オ
ーロラ降下粒子流中を飛翔したが、特に下
降時には激しく変動するオーロラに遭遇した。

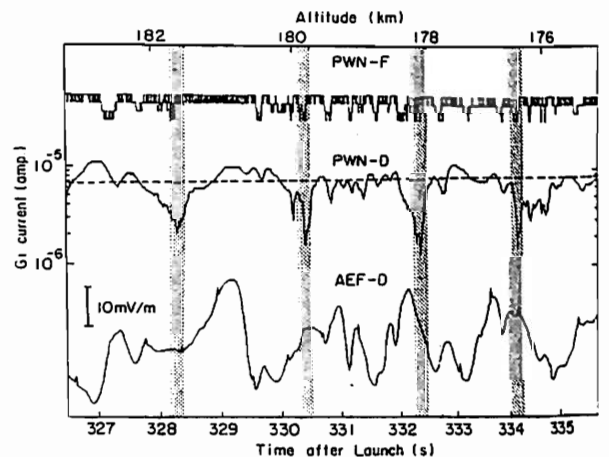
第1図は、搭載測定器のうちファラデー
カップによるDC電子電流(PWN-D)、
105 eV以上のエネルギーの降下電子流束
(PWN-F)、330 Hz以下の電子密度
ゆらぎ振幅(PWN-Lrms)、及びダブル
プローブによる220 Hz以下の電場ゆらぎ
振幅(AEF-Lrms)の全飛翔期間中の観
測結果である。これらのデータに以下の4
種類の特徴的擾乱が観測されていた。

(1) ELF-VLF帯の広帯域波動(E
層通過中), (2) ロケットスピン周期に同
期したバースト状VLF波動(上昇時140
-200 km高度), (3) 左旋円偏波特性を持
つ周波数約150Hzの準正弦波(高度220
km付近), (4) DC電子電流(PWN-D)
とDC電場(AEF-D)の大振幅変動(下
降時高度215-150 km)。第2図は高度
180 km付近の観測例であるが、PWN-Dと
AEF-Dの変動は降下電子流束の増減(PWN
-F)とよく対応している。

本講演では、これらの擾乱の発生機構に
ついて、両観測データの比較解析結果をも
とに報告する。



第1図 全飛翔期間中のファラデーカップ
及びダブルプローブ観測結果。



第2図 強烈なオーロラ降下電子流中で観
測された電子電流及び電場変動。

GEOTAIL搭載用
3軸 Search coilの特性

林 恵一

長野 勇
金沢大工

満保 正喜

松本 紘
京都大超高層

GEOTAIL波動班

CHARACTERISTICS OF THE TRI-AXIAL SEARCH COILS
TO BE INSTALLED ON GEOTAIL

Keiichi Hayashi Isamu Nagano Masayoshi Mambo Hiroshi Matsumoto GEOTAIL WORKING GROUP
KANAZAWA University R.A.S.C. KYOTO University

Frequency dependences of amplitude, phase and noise for the tri-axial search coils to be installed on GEOTAIL spacecraft are investigated in this report. Negative feed back circuit was adopted to keep a constant amplitude in the frequency range of interest. Search coil sensor consists of the laminated high μ metal core, with length of 5mmx5mmx300mm, and with 9000 turns. The cross talk which is caused by asymmetrical locations among the tri-axes of search coil is calculated by using a two dimensional finite elemental method.

1990年代初頭に打ち上げが予定されているGEOTAIL衛星に搭載される3軸サーチコイルに関して、振幅、位相、雑音特性、及び、非対称配置によるクロストーク特性の解析結果について報告する。

PWI(プラズマ波動観測)で使用するサーチコイルは、主に、周波数100Hzから10kHzまでの電磁波を測定するために用いられる。搭載機器からの電磁干渉を避けるために衛星から6m離れたマスト上に図1のように配置される。サーチコイルは薄いパーマロイ(0.05mm)を積層にした5mmx5mmx300mmの棒状で、それに、9000回のコイルが巻かれている。そして、外側のサイズが25mmx25mmで、アルミニウムのシールドがされている。3軸のサーチコイルの振幅、位相特性を揃えるため、サーチコイルに負帰還が掛けられている。その等価回路を図2に示す。この負帰還を掛けることによりサーチコイルのS/N比は変わらず、振幅、位相特性のみ改善される。特に、周波数300Hz以上で、振幅が平坦になっている。

図1にみられるように、3軸のサーチコイルを完全対称形に配置することは、実用上極めて困難である。実際、3軸間でそれぞれ中心からのずれの最大値は36mmとなっている。この非対称性による3軸間のクロストーク(40dB以下を目標としている)が、kベクトル、或は、Poynting fluxの測定に影響を与える可能性がある。これを数值的に評価するため、2次元モデルとして有限要素法を利用し、数値計算した。その結果を図4に示す。実際にはギャップの磁気抵抗が考えられ、図4の結果より小さくなる可能性がある。現在、計算モデルを検討し、更に現実に近いモデルについて考察している。また、実際に実験によりクロストークを確認する予定である。

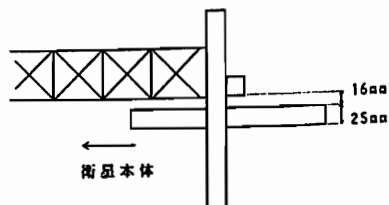


図1. 搭載予定の3軸サーチコイルの配置

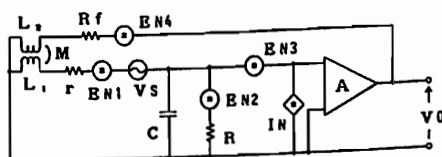


図2. 負帰還を掛けたセンサの雑音に対する等価回路

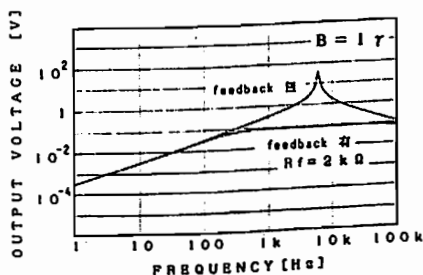


図3. 負帰還サーチコイルセンサの振幅特性

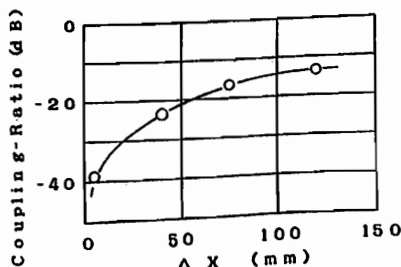


図4. 2次元モデルにおける非対称性によるクロストーク特性

CONJUGATE MEASUREMENTS OF THE LF DECCA SIGNALS AT DALY RIVER
(L=1.2), N.T., AUSTRALIA (A PROMPT REPORT)
Y.Tanaka, M.Nishino, M.Hayakawa and M.Satoh

Research Institute of Atmospherics, Nagoya University, Toyokawa 442

In order to clarify experimentally the whistler-mode propagation of the LF waves through the low-latitude magnetosphere and to elucidate the interaction of the LF waves with energetic electrons, measurements of the whistler-mode magnetospheric waves of the Decca signals transmitted at 85.725 kHz from Biei(L=1.54), Japan, were carried out in 1984 and 86 at Birdsville, QLD, Australia, the geomagnetic conjugate point of the transmitter. The whistler-mode Decca signals appeared usually at sunset and sunrise, and they were occasionally identified at night. Associated with geomagnetic disturbances, the whistler-mode signals were intensified by more than 20 dB during the nighttime. To examine the propagation of LF waves through the magnetosphere and ionosphere at low and equatorial latitudes, and to get information on storm-time injection of energetic particles into the inner radiation belt, measurements of the Decca signals from Port Hedland(geographic coordinates, 118.5°E, 20.5°S, L=1.38) have been carried out since July 1986 at Kagoshima observatory(130.7°E, 31.5°N, L=1.20), which is located near the low-latitude cutoff for the ducted propagation of whistlers. The whistler-mode signals could be identified, and the impulsive type signals were enhanced in association with a geomagnetic storm. The receiver is, however, located about 1,400 km distant from the conjugate point of the transmitter, and the receiver's conjugate point is also about 1,500 km far from the transmitter, so that the identification of the whistler-mode seems to be, usually, rather difficult. Therefore, the conjugate measurement of the LF Decca signals transmitted from Nagashima(130.1°E, 32.1°N, 128.055 kHz) and Maebaru(130.2°E, 33.5°N, 85.370 kHz), Kyushu were carried out from July 20 to September 25, 1987 at Daly River(L=1.2), N.T., Australia. Some observed results will be promptly reported.

References

- A.Iwai, Y.Katoh, M.Nishino, T.Okada, M.Hayakawa and Y.Tanaka,
Ground-based reception of the whistler mode Decca signals,
Proc. R.I.A., Nagoya Univ., 32, 33, 1985.
- J.Ohtsu, M.Nishino, Y.Tanaka and Y.Katoh, Preliminary report on measurements of
the whistler-mode Decca signals at Kagoshima(L=1.2),
Proc. R.I.A., Nagoya Univ., 34, 23, 1987.

岡田 敏美、 M. Tixier、 Y. Corcuff
 名大空電研 ボアチエ大 ボアチエ大

ON THE PROPAGATION MODE OF WHISTLERS GENERATING DOUBLET WHISTLERS

* Toshimi OKADA, ** Michel TIXIER, and ** Yvonne CORCUFF
 * Research Institute of Atmospherics, Nagoya University
 ** Poitiers University, France

A partly ducted propagation mode in the magnetosphere is inferred to explain wide latitudinal regions where whistlers generating doublet-whistlers are observed,

ダブルレット構造のホイ斯拉が、低緯度帯、ISIS衛星高度(1400 km)において、時々受信される(1)。ダブルレットのうち後続のホイ斯拉は電離層によって反射したものである。最近、長野らは、低緯度・電離層高度においても、ダブルレット・ホイ斯拉を観測した(2)。このようなダブルレットホイ斯拉の発生機構の全体像を知る上で、ダブルレットの基になる下降伝般するホイ斯拉の磁気圏内における伝般モードが何であるかは興味深い。図1は、ISIS衛星高度にて、ダブルレット・ホイ斯拉の基になる下降伝般するホイ斯拉と、反射ホイ斯拉が検出された緯度分布を示す。斜線を施した部分が下降ホイ斯拉の緯度帯を、黒い帯が反射ホイ斯拉の緯度帯を示す。図1から分かるように、ダブルレット・ホイ斯拉の基になる下降伝般ホイ斯拉の受信可能な緯度範囲はかなり広いことが特徴である。この緯度帯において分散は同一である。

このような広い受信範囲を説明する伝般機構として、ここでは磁気圏内における部分ダクト伝般モードを提唱する。このモードでは、ホイ斯拉は高高度にてダクトから抜け出して伝般する。この場合、どの高さで、どの程度の広さに波面法線が分布するか、が重要な因子となる。図2に、部分ダクト伝般による、下降伝般

するホイ斯拉の軌跡(レイ・トレーシング)の緯度分布の計算の一例を示す。同様な計算結果から、 $L = 2.2$ の磁力線に沿う部分ダクト伝般ではおおよそ3500 kmから4500 kmの高度で波がダクトからはなれば、ISIS衛星で観測された緯度分布が説明できる。

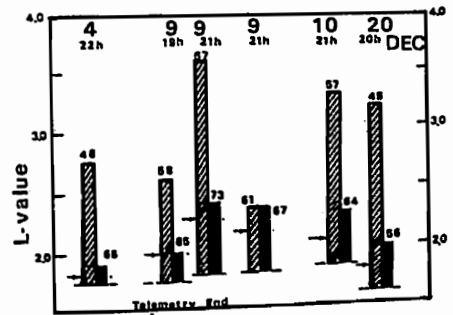


Fig.1 Latitudinal extent of observation of whistlers generating doublet whistlers

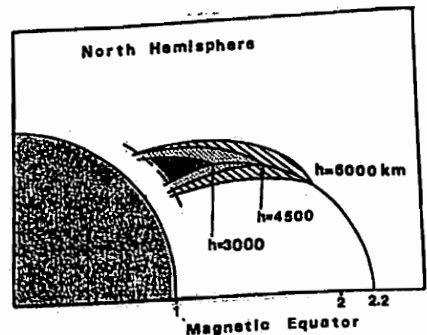


Fig.2 Ray trajectory in partly ducted mode of propagation

- 文献 (1) Tixier, et. al., "Propagation modes of whistlers received aboard satellites over Europe", Annales Geophysicae, 2, 211 - 220, 1984
 (2) 長野、他、"ロケットで観測されたダブルレット・ホイ斯拉の下部電離層内伝般特性"、電子通信学会論文誌、J-70B, PP.689-698, 1987

P-18 内部磁気圏におけるLF帯伝搬波と
粒子の非線形相互作用の研究

岡崎 猛史・早川 正士・田中 義人
名古屋大学 空電研究所

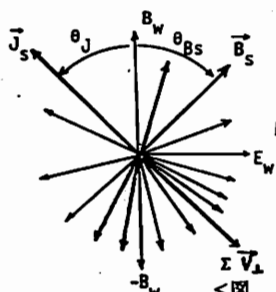
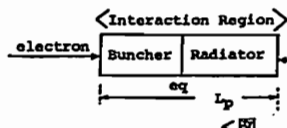
STUDY OF NON-LINEAR INTERACTION BETWEEN LF-WAVES AND PARTICLE
IN THE MAGNETOSPHERE

Takeshi OKAZAKI . Masashi HAYAKAWA . Yoshihito TANAKA
RESEARCH INSTITUTE OF ATMOSPHERICS NAGOYA UNIVERSITY

We observed the W/M magnetospheric waves (85kHz) at the conjugate point in Australia which have been transmitted from the Decca station in Hokkaido, in order to study the wave-particle interaction in the inner magnetosphere (inner radiation belt) ($L=1.6$). Data analysis of this observations lead us to investigate the possibility of the future active experiment. We introduce a result of the computer simulation of the non-linear interaction between LF W/M wave and energetic electron ($\sim 10\text{keV}$), around the magnetospheric equator.

1. 非線形相互作用

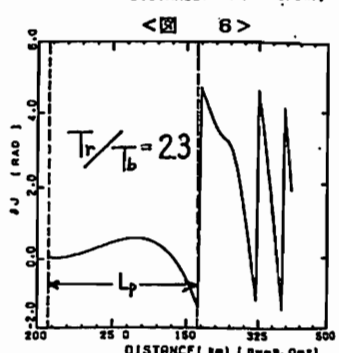
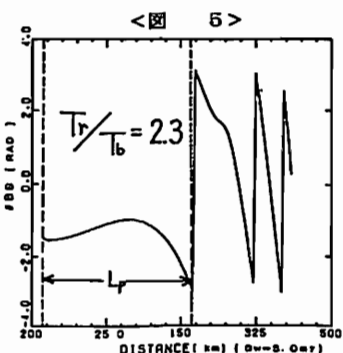
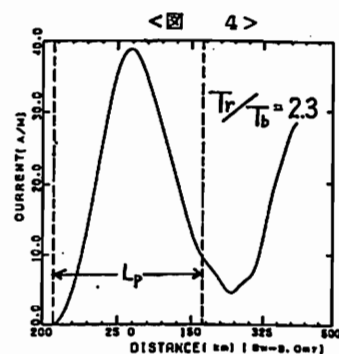
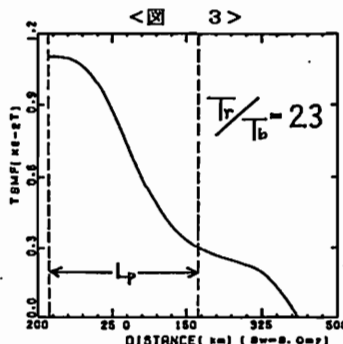
図1はホイッスラ波・電子相互作用の模式図である。 L_p は相互作用領域(IR)の長さで、その中心が磁気赤道である。電子は左から進行し、波は右から伝搬して来る。磁気圏としては $L=1.6$ (デッカ局に対応する)として、妥当なプラズマモデルを採用し、また波の周波数は85kHz(一定)としている。また、伝搬方向は磁力線に沿うとする。図1において、 L_p の左端に波束の先頭が到達すると、波は



1 > IRに左から入って来る共鳴電子を位相パンチし始める。電子は次第に位相パンチをうけ、IR内に横電流を発生させ(図2)、これが右廻偏波アンテナの end fire array として作用し、stimulated waveを左方向へ放射する事となる(図1のbuncher, radiatorの意味)。この過程の定量的評価の結果(stimulated field、及びこの界が印加した界やIR長との関係)が図3~6である。図3は波動の全磁界強度、図4は横電流(図2)の変化を示したものである。ここで、 T_b はbunching timeを表し、 $T_r (=L_p/V_{||})$ 、 $V_{||}$:電子の初期共鳴速度)は相互作用時間で、仮定した波の強度は比較的大きく、 $3.0\text{m}\gamma$ で、 $T_r/T_b = 2.3$ である。図5、図6はそれぞれ図3、図4に対応し、Total stimulated fieldと波の磁界 B_w とのなす角 θ_w (図2参照)、及び電流 J_s と B_w とのなす角 θ_j である。波の増幅や飽和現象が見られる。

2. 今後の問題点

図3~6では波強度として $3.0\text{m}\gamma$ を採用した時の結果を示しているが、非線形相互作用の全貌を明らかにするためには、以下の事柄を詳しく調べる必要がある。現在、この線で仕事を進めている。(1)波の強度を変化させた時の、相互作用の相違点。(2)上述のシミュレーションでは、計算を簡単にするため、電子分布としてmonochromatic beamを採用しているが、現実的電子分布関数を考慮した時の、諸特性は?(3)相互作用に伴う位相変化(周波数変化)。(4)新しい波のトリガーは如何なるとき可能か?等である。更に、LF観測データの解析(強度の詳細な時間的追跡、周波数変化)が進めば、上記理論解析との対比が可能となる。また、ほぼ同じL値($L\sim 2.0$)にあるソ連のAlpha局電波(11.9, 12.6, 14.9kHz, $\sim 500\text{kW}$)は400msecの短い継続時間であり、この共役点観測も行っており、この局電波に対する理論的考察もLF特性と対比して興味深い。



辻 伸治、岡田 敏美、早川 正士、 島倉 信
(名古屋大学空電研究所) (千葉大学工学部)

THE EFFECT OF S/N ON THE DIRECTION FINDING METHODS OF MAGNETOSPHERIC VLF WAVES

S.TSUJI, T.OKADA, M.HAYAKAWA
Research Institute of Atmospherics, Nagoya University
S.SHIMAKURA
Faculty of Engineering, Chiba University

The information of wave normal directions is important in studying the generation and propagation mechanisms of magnetospheric VLF/ELF waves and a few methods have been proposed and applied to various kinds of VLF/ELF phenomena. However, the fundamental problem on the direction finding (DF) methods, such as the advantageous and disadvantageous points of each method, has not been investigated thoroughly. So, this point is studied in the present paper, paying a particular attention to the effect of signal to noise ratio (S/N) on each method because the S/N is not sufficient in all the observational circumstances. The DF methods studied here are (1) Means' method, (2) least squares fit method, (3) maximum likelihood method and (4) maximum entropy method (wave distribution function method). We discuss the noise response of those different methods by simulating the actual wave data, and then we make the practical suggestion.

1. あらまし

磁気圏プラズマ内に於て発生するVLF帯の電磁放射はVLF放射と呼ばれる。このVLF放射は波と高速電子との相互作用により発生することが知られているが、その詳細な発生機構はまだ未解明の点も多い。この発生機構の研究に於て鍵を握るのが、波動の伝搬方向の測定である(これを方位測定法という)。

この方位測定法には数種の方式が提案され、いろいろな現象に適用されている。しかし、各方式の長所、短所(問題点)という基本的問題は全く研究されていない。本論文では、特に信号対雑音比(S/N比)の各種方位測定方式への効果に重点を置き議論する。実際の観測では、S/N比が絶えず充分あるとは言えず、そのようなとき、如何なる方式が有効なのか为主题である。この問題を、実際の波動を計算機によりシミュレートし、詳細に調査する。

2. 方位測定法

VLF波動の到来方向を推定するには、まず観測された電磁界成分(磁界三成分)を周波数解析し、パワースペクトル、クロススペクトルから成るスペクトル・マトリクス S_{ij} を作り、観測値 $S_{ij}(\omega)$ から、波動分布関数 $F(\omega, \theta, \phi)$ を決定する(逆変換問題(Inverse problem))。本論文で取り扱う手法を列記すると、(1)最小二乗法($S_{ij}(\omega)$ と仮定した (θ, ϕ) から導かれる理論値 $S_{ij}(\omega)$ の差の二乗を最小にする。)、(2)最尤法(Hをパラメータがある値をとるhypothesisとして、Dをデータセット(今はスペクトル・マトリクス)とする。P(D/H)は、hypothesis Hのもとで、データDを得る確率である。すると、データDが与えられたとき、Hの尤度をL(H/D)とし、これを最大にする。)、(3)最大エントロピー法(WDF法)(Fのエントロピーを最大にするもの。)である。

3. シミュレーション法(S/N比の効果)

各方式の雑音に対する応答を調べる。プラズマのパラメータは、 f_H (ジャイロ周波数)=10kHz、 f_p (プラズマ周波数)=20kHzとし、波は2kHz \pm 0.5kHzの均一な周波数分布を持つものとした。伝搬ピークは1度、波源の中心を1つは(30°, 120°)とし、もう一つは θ_{res} 近くの(55°, 30°)を採用した。また波は磁界三成分(B_x, B_y, B_z)を用い、定常なランダム波形になるようにし、波源は $(\theta - \phi)$ 面上で円内に均等に分布して、強度はガウス分布になっている。そしてこの単一平面波を349個合成して波形をつくり、さらにS/Nが0.1~200となるように白色ガウス雑音を加えた。この波形をWelchの方法でペリオドグラム解析したスペクトル・マトリクスを前述のMeans法、最小二乗法、最尤法、WDF法にて解析する。

4. まとめ

図は、(30°, 120°)の波源に対する最尤法とWDF法による結果である。WDF法ではエネルギー密度分布が得られるので、最大強度の6割までの部分にエラーバーをつけた。これでわかるように、WDF法はS/N=5以上ではほぼ分布を適正に推定するが、それ以下では θ の大きい方へずれていき、雑音に弱いことがわかる。他方、最尤法はかなり雑音に強く、S/N=0dB以下でもなお有効である。講演では、他の方法の結果も含めて、詳細に結果を示すと共に、その理由等について論ずる。

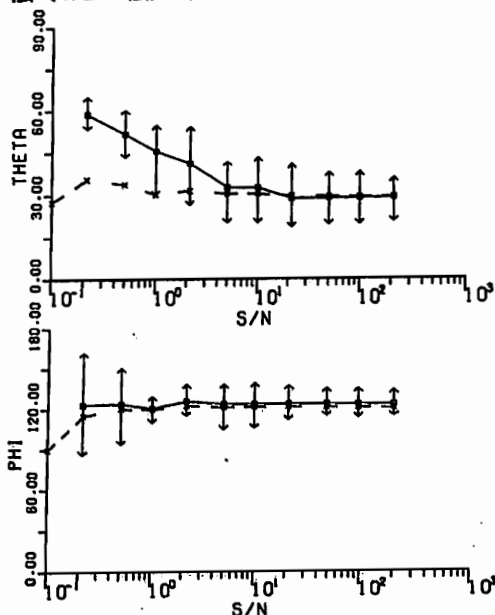


Fig. Estimation of direction parameters. solid lines indicate results for WDF method; allows indicate error bars; dashed lines for maximum likelihood method.

ON THE ESTIMATION OF WAVE ENERGY DISTRIBUTION OF VLF WAVES AT THE
BASE OF THE IONOSPHERE, TAKING ACCOUNT OF MULTI-RAY EFFECTS
IN THE EARTH-IONOSPHERE WAVEGUIDE

S. Shimakura and Y. Saitoh
Department of Electrical Engineering, Chiba University
M. Hayakawa
Research Institute of Atmospheric Physics, Nagoya University

Ground-based direction finding (DF) techniques have been used extensively to locate the ionospheric exit region of magnetospheric VLF waves. The results have been applied to the investigation of the generation and propagation mechanisms of those waves, and also to study the dynamics of magnetospheric plasma. Several DF systems have so far been proposed. However, it is found that the methods have serious errors with respect to the directions obtained by a single plane wave assumption, and to the exit regions estimated by WDF (wave distribution function), because of the multi-ray effects in the Earth-ionosphere waveguide. Figures illustrate the directions obtained by using a single plane wave assumption, and the wave energy distributions in the cases of using the kernels corresponding only to the direct waves from the source, and using the kernels including the effects of multi-reflected waves in the Earth-ionosphere waveguide. It is clear that we can apply to the estimation of the ionospheric exit regions even when the sources of VLF waves are distant from observing point and widely spread.

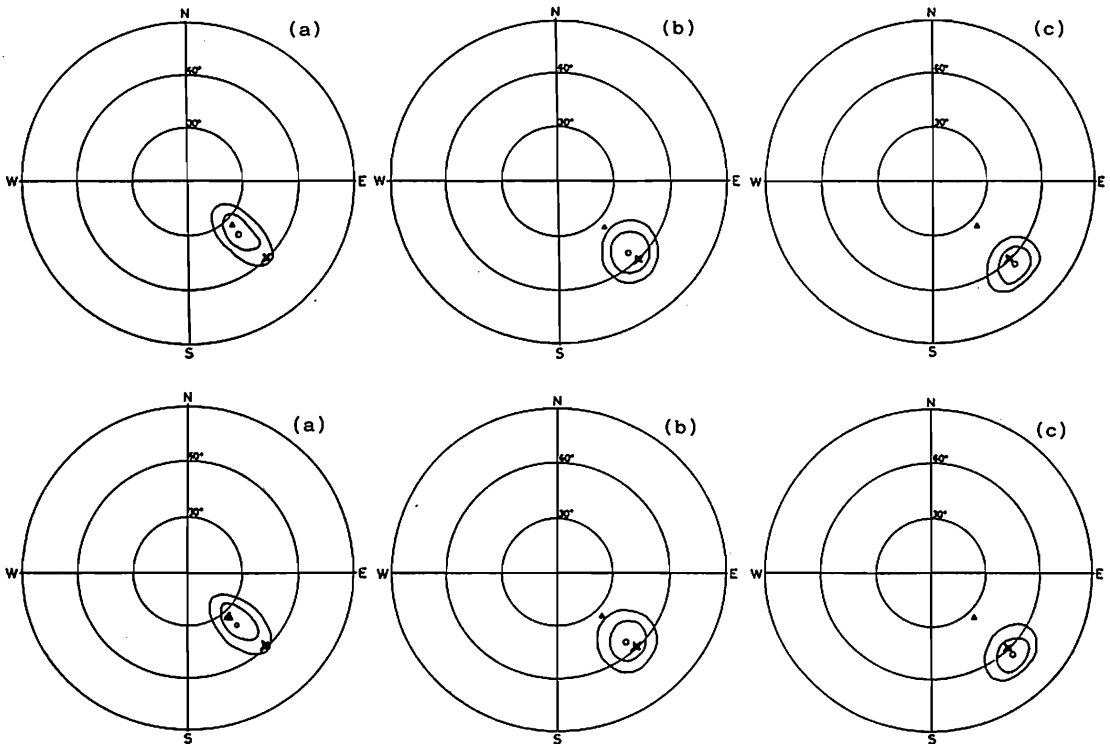


Fig. The WDF solutions of the spectral matrices which are composed of direct and multi-reflected elementary plane waves due to the effects of the Earth-ionosphere waveguide. Each of the WDF results is obtained on basis of the integration kernels of (a) only direct wave, (b) direct and one-hop waves, and (c) direct wave, and one- and two-hop waves. In each of figures, "o" and "Δ" indicate the position of the maximum intensity of WDF, and the direction of wave-number vector obtained under the assumption of a single plane wave, respectively, and "x" is the center of the source. The upper panel illustrates the WDF results of spectral matrices composed of direct and multi-reflection waves from one to five times, and the lower one those of spectral matrices composed of direct and multi-reflection waves from one to twenty times.

Full wave 解析法による 各種 VLF 方探の誤差評価

長野 勇、 満保正喜
金沢大工

AN EVALUATION OF SYSTEMATIC ERRORS IN VLF DIRECTION-FINDINGS
BY MEANS OF A FULL WAVE ANALYSIS

Isamu Nagano and Masayoshi Mambo

Department of Electrical and Computer Engineering, Kanazawa University

It is important to clarify the relationship between VLF wave characteristics on the ground and ionosphere for a comprehensive understanding of the ground based observation data. In this report, the amplitude and polarization of VLF wave at various places on the ground are calculated with a night time ionospheric model at medium latitude, and then the systematic errors for three different types of VLF direction finding (DF) system are evaluated, through a full wave technique when various size of trapping cones are existing.

地上へ到達するホイスラ波の電離層下端の出口位置を地上から知ることは磁気圏のリモートセンシングにおいて重要なことである。近年、一地点でVLF自然電波の到来方向を決定する種々の方法が開発され、実用化されている。これらのDFは一方向から来る平面波を前提としており、実際には波源の大きさや大地と電離層の多重反射によるシステム固有の誤差が生じる。今回、中緯度における夜間の電離層モデルにfull wave 計算法を適用して、図1に示す様に、トランスミッションコーンとトラッピングコーンの重なり具合によって大地上の電界分布及びNPE法、T-DF法、コニオメータ法について、方位角特性を調べた。

2次元電磁界は波数空間でフーリエ変換することにより伝搬方向の異なる素波の合成として表現でき、各素波のfull wave 解を逆フーリエ変換することにより任意の点で電磁界が得られる。従って、方探の誤差評価は、大地上の電界磁界成分を求め、各方探を構成する式にそれらを代入して行った。

トランスミッションコーン内でkベクトルが一様モデルの計算結果を図2に示す。周波数は5kHz、ジャイロ周波数は1.2MHz、伏角を43°とした。図には、強度分布、偏波分布及びコニオメータ法、NPE法、T-DF法の方位特性が矢印にて示されている。コニオメータ法には、±πの不明瞭さがあるため矢印を省いている。T-DF法は、出口位置からおよそ200km以内、NPE法では150km以内で有効であることが分かる。コニオメータ法は、他に比して誤差が大きいようだ。また、図に示していないが、トランスミッションコーンとトラッピングコーンの重なり具合が小さくなると、3方法とも南の方向で誤差が大きくなる。方位角誤差の周波数特性についても検討する。

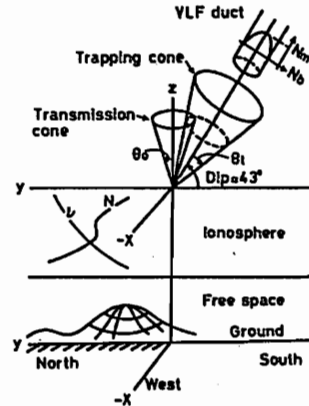


Fig.1. A schematic illustration of the problem. The transmission cone and trapping cone are assumed in this report to be at altitude of 150km. The width of the transmission cone is about 5.0 degrees in our calculation.

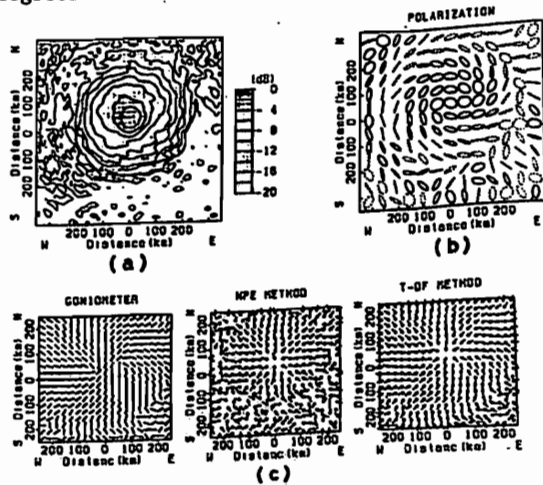


Fig.2. The contour of the intensity of the wave field (a), the polarization pattern (b) and the azimuth angle for three different types of DF (c), for the case that the wave normal direction of incident wave is uniformly distributed in the transmission cone. The calculation is carried out at $f=5\text{kHz}$ for the night time ionospheric model.

The Effects of Non-uniform Ionosphere on the Equatorial
Pc Pulsations

O.Saka,⁽¹⁾ T. Kitamura,⁽¹⁾ M. Shimoizumi,⁽¹⁾ T. Araki,⁽²⁾ T. Oguti,⁽³⁾
O. Veliz,⁽⁴⁾ and M. Ishitsuka⁽⁴⁾

- (1) Department of Physics, Kyushu University, Fukuoka, 812, Japan
 (2) Department of Geophysics, University of Kyoto, Kyoto, 606, Japan
 (3) Geophysical Reserach Laboratory, University of Tokyo, Tokyo, 113, Japan
 (4) Huancayo Magnetic Observatory, The Geophysical Institute of Peru, Huancayo, Peru

Abstract

The equatorial Pc pulsations were studied by making use of the fluxgate magnetometer data observed at Huancayo (0.8 N, 355.6 E in geomagnetic coordinates), Peru during Dec. 5, 1985 to Jan. 5, 1986. Spectral periods of the pulsations studied distribute from 30 sec to 100 sec with the amplitude of <1 nT. Diurnal change of polarization parameters (orientation angle and ellipticity) in the H-D plane were investigated. The following results were obtained.

- (1) Pulsations are linearly polarized. The ellipticities lie between +0.3 and -0.3.
 (2) Orientation angle of the polarization shows a diurnal variation. It swings westward during 6 to 7 LT and eastward during 15 to 17 LT. The inclination angle of the ellipse occasionally amounts to 60 degrees from the north. During the rest of the periods, it remains in the north-south direction.

It is suggested that the D component which brings about the inclination of the orientation angle from the north could be produced locally through non-uniform effects of an ionospheric electron density distributions associated with the sunrise and sunset.

コラ半島上空で観測された 24.4 Hz の高調波放射

富澤 一郎、佐々木 勇人、芳野 越夫 (電通大 NHK)

HARMONIC RADIATION OF 24.4 Hz OBSERVED OVER THE KOLA PENINSULAR

Ichiro Tomizawa, Hayato Sasaki and Takeo Yoshino
(Univ. of Electro-Communications NHK)

Harmonic radiation field of 24.4 Hz was observed over the Kola Peninsular during the flight of the balloon B₁₅-2N in 1982. A current loop model is introduced to reveal the source mechanism because the magnetic field component was superior to the Electric field component. Fitting the time variation of the observed field strength to the calculated one, location, direction and dipole moment of the current loop is resulted. The current loop can be placed around the city of Monchegorsk with the direction angle of 40deg. east from north and with the dipole moment of 2×10^{12} [A \cdot m²].

1982年11月、コラ半島上空で観測された24.4 Hzの高調波放射のスペクトル図を示す。この図は、観測された電界と磁界の強度を周波数でプロットしたものである。磁界のスペクトルには、24.4 Hzの基波とその高調波が明確に観測されている。一方、電界のスペクトルには、24.4 Hzの基波はほとんど観測されず、高調波も非常に弱い。これは、電界成分が磁界成分よりも優位であることを示している。また、観測された磁界の強度と電界の強度の比は、電流ループモデルの計算結果とよく一致している。このことから、コラ半島のモネゲorsk市付近に電流ループが存在していると考えられる。電流ループの方向は北から東へ約40度の角度をとり、双極子モーメントは 2×10^{12} A \cdot m²と推定された。

観測された磁界強度と電界強度のスペクトルは、周波数20 Hzから30 Hzの範囲で示されている。磁界強度のスペクトルには、24.4 Hzの基波とその高調波が明確に観測されている。一方、電界強度のスペクトルには、24.4 Hzの基波はほとんど観測されず、高調波も非常に弱い。これは、電界成分が磁界成分よりも優位であることを示している。また、観測された磁界の強度と電界の強度の比は、電流ループモデルの計算結果とよく一致している。このことから、コラ半島のモネゲorsk市付近に電流ループが存在していると考えられる。電流ループの方向は北から東へ約40度の角度をとり、双極子モーメントは 2×10^{12} A \cdot m²と推定された。

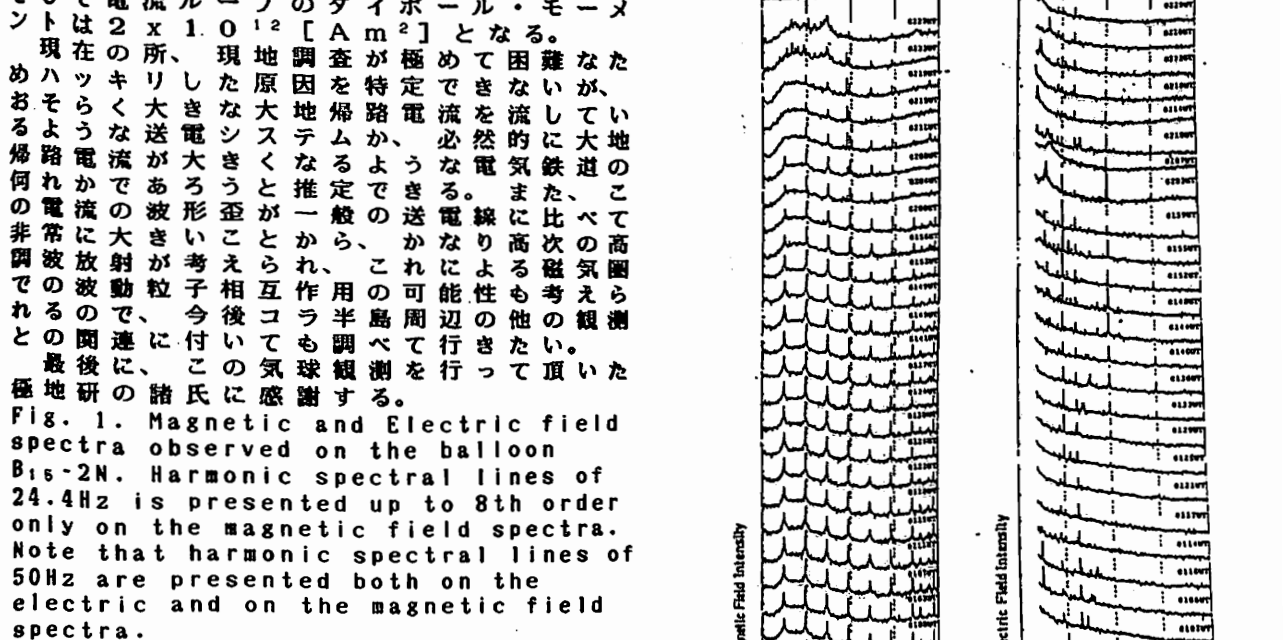


Fig. 1. Magnetic and Electric field spectra observed on the balloon B₁₅-2N. Harmonic spectral lines of 24.4 Hz is presented up to 8th order only on the magnetic field spectra. Note that harmonic spectral lines of 50 Hz are presented both on the electric and on the magnetic field spectra.

大貫弘毅、本蔵義守

東工大理

A SIMPLIFIED $\alpha\omega$ -DYNAMO MODEL
 WITH SPECIAL REFERENCE TO SUNSPOT NUMBERS

Hiroataka Ohnuki and Yoshimori Honkura

Department of Applied Physics, Tokyo Institute of Technology

Sunspot activity has a cycle of about 11 years as deduced from sunspot numbers and the latitudinal distribution of sunspots. In this paper we show that the maximum number of sunspots in each cycle seems to be inversely proportional to rise time of each cycle. In 1982, Jones considered some simplified $\alpha\omega$ -dynamo models which exhibit some interesting behavior compared with sunspot activity. We show some results of our study of Jones' models with special reference to sunspot numbers. In particular, the relation between the maximum number of sunspot, and the rise time is examined.

太陽黒点活動は黒点数の増減、黒点の出現する緯度の変化などから、約11年の周期があることが知られている。又、各サイクルの最大黒点数と最小から最大までの立上がり時間 (rise time) が反比例の関係にあることが見出せる (Fig.1)。これらのことは、Babcock (1961) の differential rotation によるポロイダル場からトロイダル場の生成のメカニズムによって示すことができる。

1982年に Jones が考案したいくつかの極めて簡単な $\alpha\omega$ -dynamo model は、それぞれ太陽黒点活動と比較して興味あるいくつかのふるまいを示している。例えば、

$$\dot{P}_1 = -T_2 - P_1/\kappa \quad \dot{T}_1 = -\tilde{\Omega} \cdot P_1 - Bu \cdot T_1^3 - T_1/\kappa$$

$$\dot{P}_2 = +T_1 - P_2/\kappa \quad \dot{T}_2 = -\tilde{\Omega} \cdot P_2 - Bu \cdot T_2^3 - T_2/\kappa$$

$$\dot{\tilde{\Omega}} = 1/\kappa + P_1 \cdot T_1 + P_2 \cdot T_2$$

ここで P_1, P_2 はそれぞれ高緯度、低緯度のポロイダル場、 T_1, T_2 はそれぞれ高緯度、低緯度のトロイダル場、 $\tilde{\Omega}$ は角速度のずれ、 Bu は浮力項の係数、 κ は無次元のパラメーターである。このモデルの数値解のひとつを Fig.2 に示す。ポロイダル場、トロイダル場ともある程度の周期性を持ちながらその振幅、周期にゆらぎを持ち、さらに低緯度のポロイダル場、トロイダル場とも高緯度のポロイダル場、トロイダル場につられていくのがわかる。

本研究では特に、各サイクルの最大値と rise time の関係を含めていくつかの点から Jones のモデルと太陽黒点活動を比較していく。

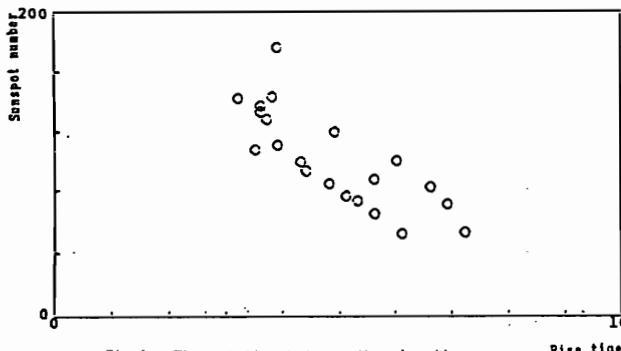


Fig.1 The relation between the rise time and Max. number of each cycle

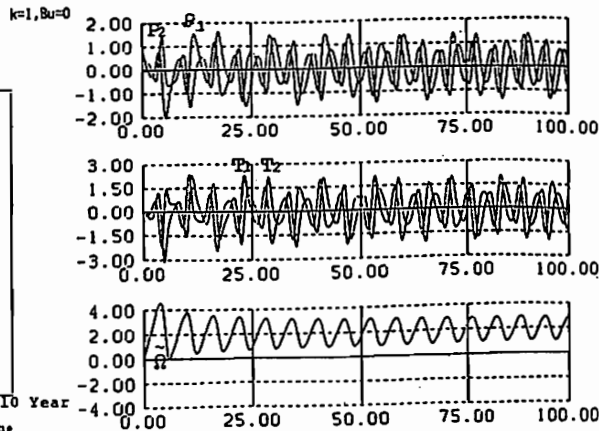


Fig.2 The numerical solution for the model

通信施設を利用した長基線 地電位観測

森俊雄* 高山寛美** 小嶋美都子*

(*地磁気観測所、**気象研究所)

Goelectric observation with long electrode distance by making use of the telegraphic facilities.

Toshio MORI*, Hiromi TAKAYAMA**, and Mitsuko OZIMA*

(*Kakioka Magnetic Observatory, **Meteorological Research Institute)

Observations of goelectric field with as long lines as a few tens of kilometers have been carried out by making use of the telegraphic communication facilities of NTT. Highly sensitive and stable data can be obtained by this method. For the purpose of detecting the anomalous self-potential variations accompanying crustal activity, methods to eliminate induced electric variation, with accounted for the major part of the observed ones, have been developed. Though artificial electric noises are very large at Munazu-group(NMZ), anomalous variations seemed to be related with crustal activities were observed.

NTT電話局の通信用アースと局間を結ぶ地中埋設ケーブルを利用し、基線長数10kmの地電位観測を行っている。従来の観測と比較して、非常に高精度、高安定の地電位変化が得られる。地殻活動に関連する地電位異常現象を高精度で検出することを主な目的として解析を進めている。誘導電位変化を地磁気変化による確率差分方程式で表現し、準リアルタイムで検出する方法。核数研・緯度観によって開発された地球潮汐データ解析プログラムBAYTAP-Gを利用した異常検出方法等が用いられた。沼津系統では、人工的ノイズは大きい、地殻活動と関連すると考えられる変化も見いだされている。

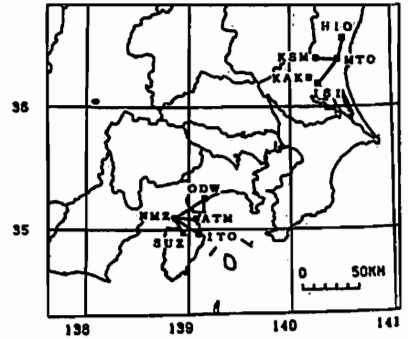


Fig.1
Observation networks for geoelectric field and Kakioka Mag. Obs.(KAK).

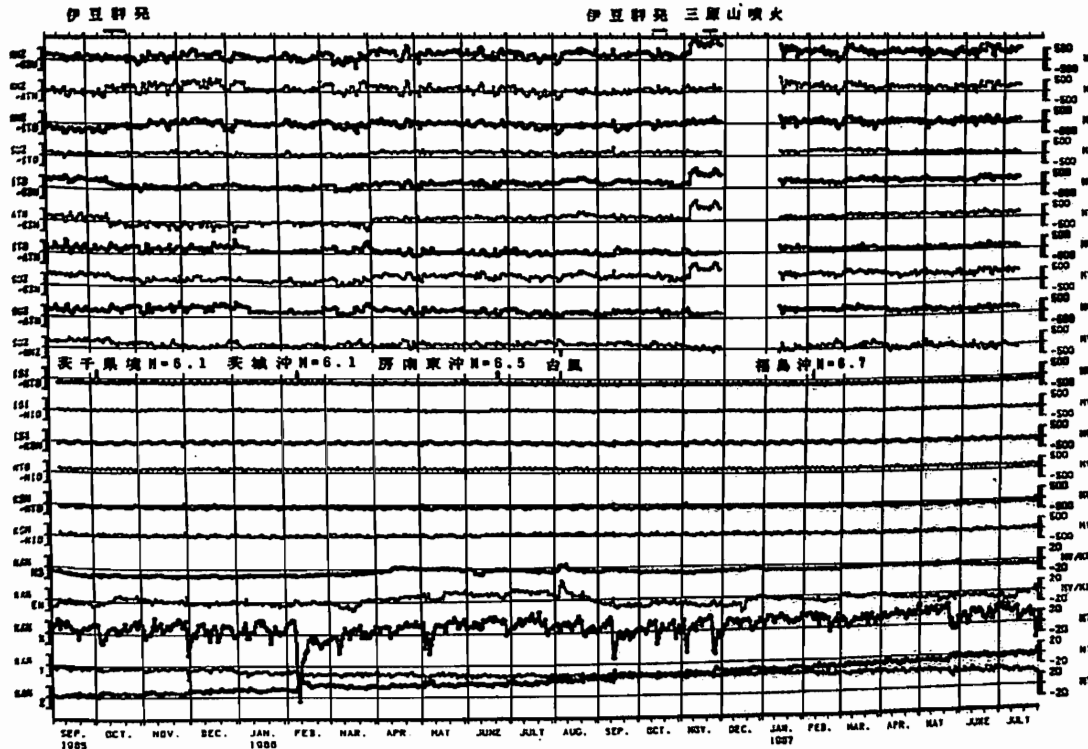


Fig.2
Geoelectric and geomagnetic variations in daily means.

P-26 惑星科学実験用レールガンの開発
 ——1986年度の実験報告——

柳澤正久, 佐藤恵一, 原 常典*, 矢守 章, 河島信樹
 (宇宙研, *相模工大, 現在 日本コンデンサ)

1986 RAILGUN EXPERIMENTS IN THE INSTITUTE OF SPACE AND
 ASTRONAUTICAL SCIENCE

M. YANAGISAWA, K. SATO, T. HARA*, A. YAMORI and N. KAWASHIMA
 Inst. Space Astronaut. Sci.

*Sgami Inst. Tech. (present affiliation: Nichicon Capacitor Ltd.)

About a hundred railgun shots were performed to develop the meteorite-impact-simulation-facility, in the fiscal year, 1986. The velocity of the projectile was measured with the laser-fence, magneto-flyer, thin-sheet and wire cut methods. The highest velocity is 2.4 km/sec with 108 kJ capacitor charged electrical energy. The efficiency is higher with the metal-armature than with the plasma-armature, probably, due to the leakage of plasma from the back of the projectile to the muzzle.

宇宙科学研究所では、隕石の衝突実験など、惑星科学実験を行うために、電磁力で飛翔体を加速するレールガンの開発を行っている。1986年度には約100回の発射実験を行った。そのうちで速度の測られたものについての、速度と充電電圧の関係を図に示す。エネルギー源としてのコンデンサーバンクの容量は6 mFで、最大10 kVで300 kJまで充電できる。速度計測には、飛翔体につけた破石を検出する方法、飛翔体

ボレーザ-を横切ったを検出する方法など4つの方法が試みられた。図中、黒丸の丸はプラズマ・アーマチャー、四角は金属アーマチャーを用いた場合を示している(アーマチャーは飛翔体の直後において電流が流れ電磁力の発生する部分)。飛翔体質量は1~10 gとばらついているが、金属アーマチャーの方が速度が大きいのが明らかである。これは、銃孔精度が悪く、プラズマが飛翔体前方にそれる影響が金属アーマチャーでは少ないことを示している。

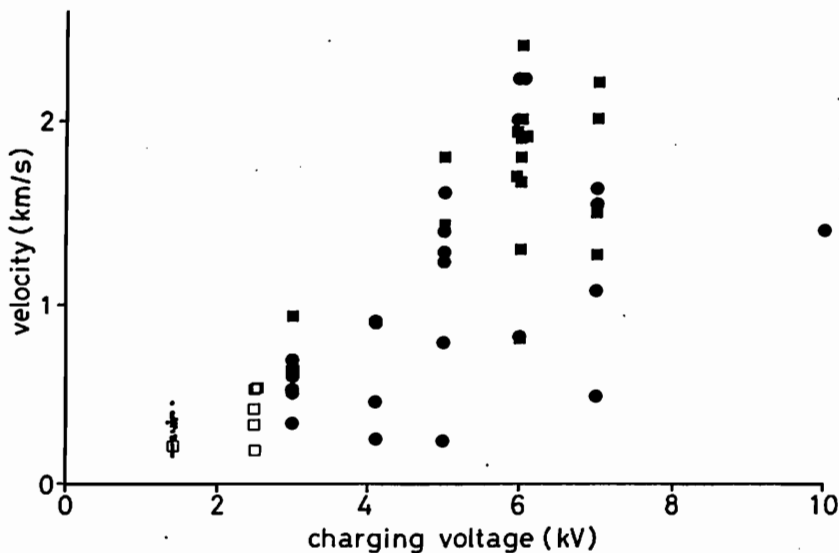


Figure. The velocity-charging voltage plots for all shots where the velocity was measured successfully. The capacity is 6 mF. The solid circles and squares correspond to the plasma and metal armatures, respectively.

磁気異常から推定した襟裳海山の磁化について

山崎 俊嗣
(地調・海洋)

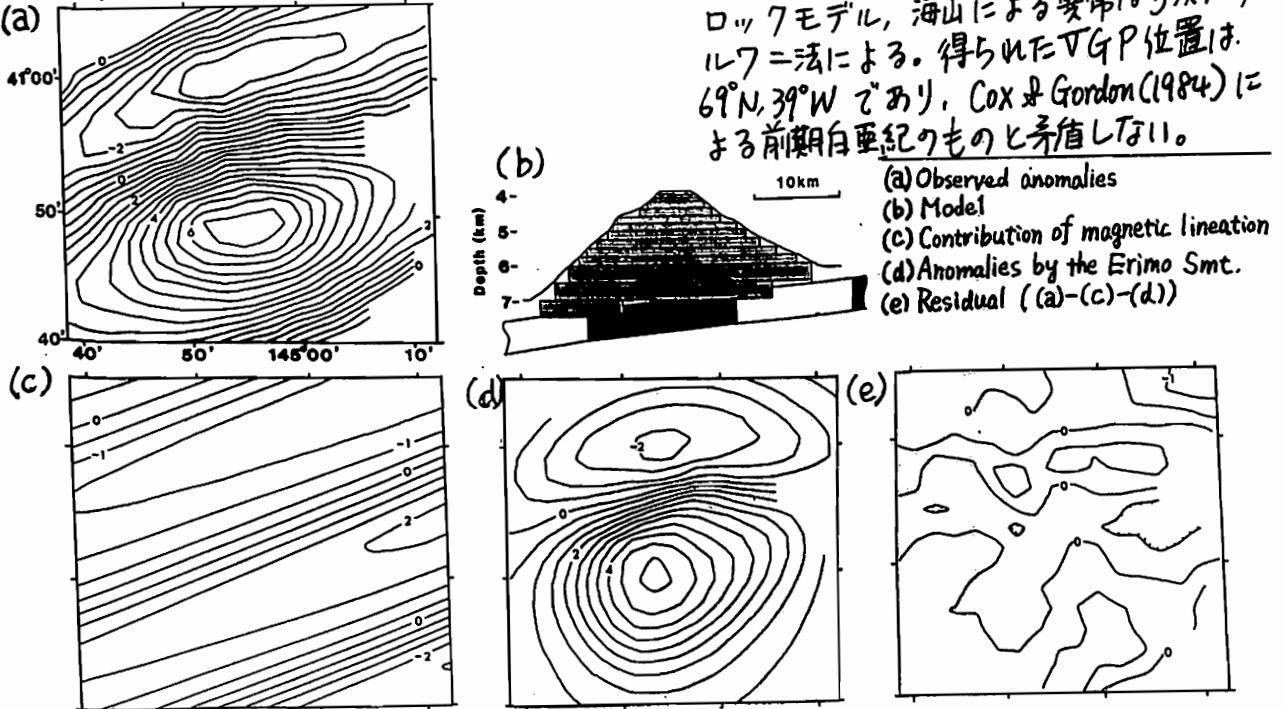
SEAMOUNT PALEOMAGNETISM OF THE ERIMO SEAMOUNT

Toshitsugu YAMAZAKI
Geological Survey of Japan

Magnetic anomaly data around the Erimo seamount obtained by the KAIKO project were studied. It is revealed that the way of subtracting the "regional field" much affected the resulting magnetization of the seamount. The VGP position of 69°N, 39°W was obtained assuming that the magnetic lineations of the oceanic crust underlying the seamount have preserved and magnetization of the seamount is uniform. This agrees with the recently reported Ar-Ar age and the Pacific polar wander path of Early Cretaceous. The best fit model does not need non-magnetic cap on the seamount, which agrees with the submersible observation.

襟裳海山の古地磁気は、80Maの太平洋プレートのVGP位置のデータソースとして広く使われている。これはUyeda and Richard (1966)の磁気異常の解析と、Ozima et al. (1970)のK-Ar年代による。1984年の日仏海溝計画の詳しい地形と磁気異常のデータを用いた解析結果の速報を、筆者は85年秋の学会で行った。結果の磁化方位はUyedaらのものと近いものであった。観測値を最も良く説明するモデルは海山頂部の約800mが非磁性(石灰岩等)であることを必要とした。しかしその後、襟裳海山の年代

として約110MaのAr-Ar年代が報告され (Takigami et al., 1986)。又、Nautileのdiveにより海山頂部の石灰岩はごく薄いことが明らかになった。今回、磁気異常の再検討を行った結果、この不一致は、海山直下のプレートの縞状磁気異常(M8)は海山が生成する際ほとんど影響を受けず保存されると考えられと解決されることがわかった。以前の解析では、海山直下の縞状磁気異常は海山を作った火山活動により海山の磁化と同方向に再帯磁すると仮定して無視されていた。下に結果を示す。縞状磁気異常は2次元ブロックモデル、海山による異常は3次元タイル法による。得られたVGP位置は、69°N, 39°Wであり、Cox & Gordon (1984)による前期白堊紀のものとは矛盾しない。



北西太平洋における中生代磁気異常群
(Japanese磁気異常群とHawaiian磁気異常群の会合部)

中西正男・玉木賢策・小林和男
東大海洋研

MAGNETIC ANOMALY LINEATION SETS IN THE NORTHWEST PACIFIC
(THE JUNCTION BETWEEN JAPANESE AND HAWAIIAN LINEATION SETS)

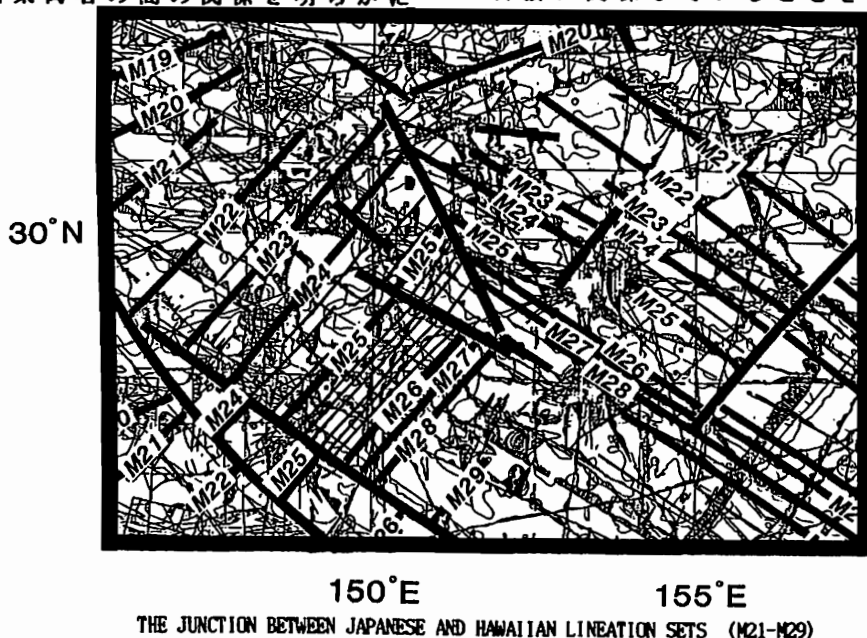
M. Nakanishi, K. Tamaki, and K. Kobawashi
OCEAN RESEARCH INSTITUTE, UNIV. OF TOKYO

We present new mapping of Mesozoic magnetic anomaly lineations of the Hawaiian and Japanese lineation sets. The new map clearly shows the configuration of the junction between these two lineation sets. The junction jumped about 800km eastward at the time between M21(150Ma) and M20(148Ma). The distribution of Shatsky Rise coincides with the junction younger than M20 while no distribution of the rise is observed at the junction older than M21. The event at the time between M21 and M20 may have triggered the generation of Satsky Rise.

我々は、現在北西太平洋の中生代の磁気異常群について再同定の作業を行っており、その第一報として今年の春の学会において北西太平洋のJapanese磁気異常群の再同定結果について発表した。その後、さらにHawaiian磁気異常群についてもJapanese磁気異常群と同様に再同定を行なった。今回は、第二報として、Hawaiian磁気異常群の同定結果及びJapanese磁気異常群とHawaiian磁気異常群との関係について報告する。

今回の成果は、Japanese磁気異常群とHawaiian磁気異常群の両者を同定した結果両者の間の関係を明らかに

することができたことである。とくに、M21(150Ma)とM20(148Ma)の間にこの二つの磁気異常群の会合部が大きく約800kmジャンプしていることが明らかになった。さらにこれより若いところの二つの磁気異常群の会合部はシャツキーライズと一致しているが、M21(150Ma)より古いところではシャツキーライズと一致しないことも判明した。このことはシャツキーライズの成因を考える上で非常に重要なことである。またシャツキーライズの生成が中生代の太平洋プレート、イザナギプレート、ファラロンプレートの三重会合部の再構成(reorganization)に密接に関係していることを物語っている。



P-29 加熱状態における格子定数の測定

西谷 忠師
(秋田大鉱山)

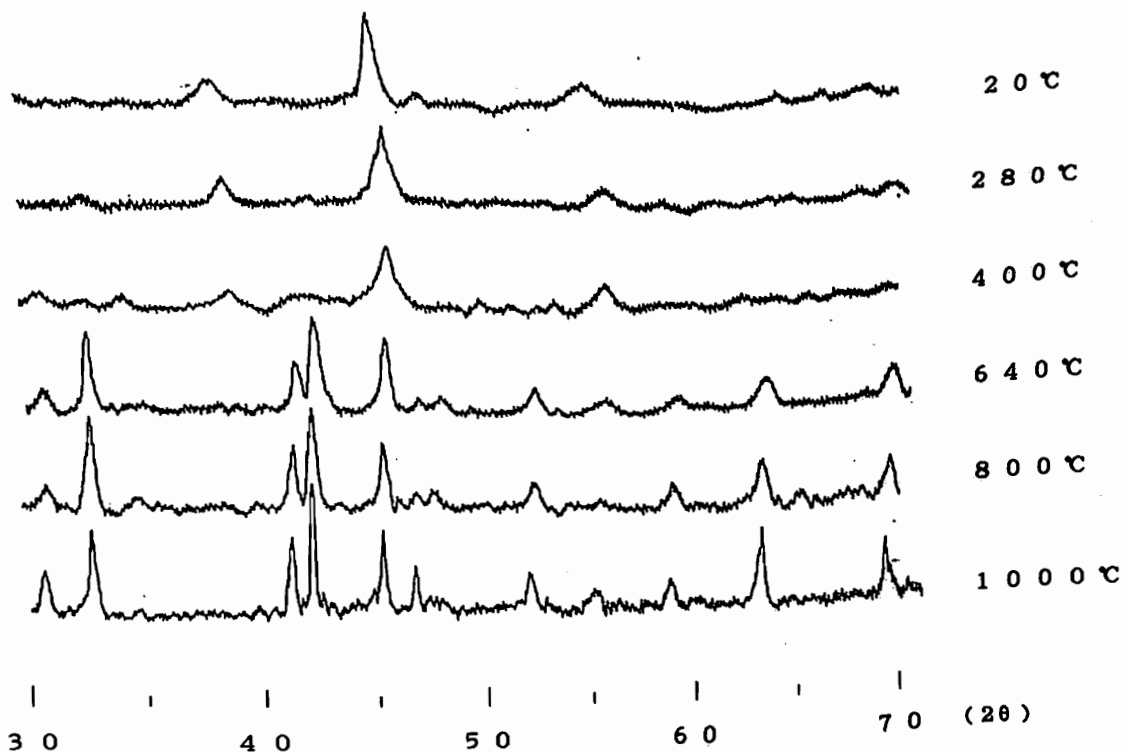
MEASUREMENTS OF LATTICE CONSTANTS AT HIGH TEMPERATURES

Tadashi Nishitani

Institute of Mining Geology, Mining College, Akita University.

Magnetic balance shows us the change in magnetic properties at high temperatures. However, it is difficult to determine which mineral appears. In order to determine the change in magnetic minerals at high temperatures, especially titanomagnetite ($x=0.6$), angle of diffraction was observed using heating equipment. Quartz, titanomagnetite ($x=0.6$) and fine-grained titanomagnetite ($x=0.6$) were measured. An example of diffraction pattern is indicated below for fine-grained titanomagnetite. Spinel structure is dominated at room temperature, the peaks of hematite and pseudobrookite is observed above 640°C .

磁性鉱物の熱磁気天秤による測定は磁性鉱物の温度による変化を調べる簡便な方法であるが、熱によってどのような鉱物に分解したのかを定めることは困難である。磁性鉱物（特にチタノマグネタイト）がどのように変化するかを調べるため、X線回折装置に試料高温装置を取り付けて、加熱状態で回折X線を測定した。試料としては Quartz、 $x=0.6$ のチタノマグネタイト、及びボールミル処理を行って細粒化したチタノマグネタイトである。下に細粒チタノマグネタイトの温度による回折パターンの例を示す。室温ではスピネル構造のチタノマグネタイトのみであるが、 640°C 以上では分解が起っており、ヘマタイト、シュードブルッカイトのピークが見える。



P-30 磁場中での振動によって獲得される 堆積後残留磁化 (PDRM) について (2)

村田史之・森永連男・足立泰久・安川克己

神戸大・自然科学 神戸大・理

ACQUISITION OF POST-DEPOSITIONAL REMANENT MAGNETIZATION DURING AND AFTER VIBRATION IN THE MAGNETIC FIELD

Fumiyuki Murata¹⁾, Hayao Morinaga²⁾, Yasuhisa Adachi²⁾, Katsumi Yaskawa¹⁾

1) Division of Environmental Science, The Graduate School of Science and Technology, 2) Faculty of Science, Kobe University

The magnetic remanence is measured using a cryogenic magnetometer, by vibrating the sample in the trapped field. The intensity drastically decreases at the beginning of vibration and soon recovers and reaches the equilibrium. Then it reaches the maximum value stepwisely just after vibration and gradually decreases. The remanence is proportional to the frequency and the amplitude of vibration and the strength of the trapped field. There is no inclination errors during vibration.

前回は堆積物に振動という外部エネルギーを与えた場合、磁性粒子が作用磁場方向へいっそう再配列する割合が大きくなること、つまり獲得される残留磁化の強度が増大することを示した。今回はより詳しい実験結果と磁化獲得機構について報告する。

実験方法は前回と同じく超伝導磁力計の内部に磁場をトラップしその中で試料に鉛直方向の振動を与え、磁化を超伝導磁力計で測定することによって、磁化が獲得されて行く過程をリアルタイムで記録した。

試料は石英砂試薬で、粒子サイズ分布は100-200メッシュが40wt%、200メッシュ以下が60wt%である。実験では主たるパラメータとして振動の周波数・振幅・トラップした磁場強度・含水比を選んだ。

結果は以下のようにまとめられる。

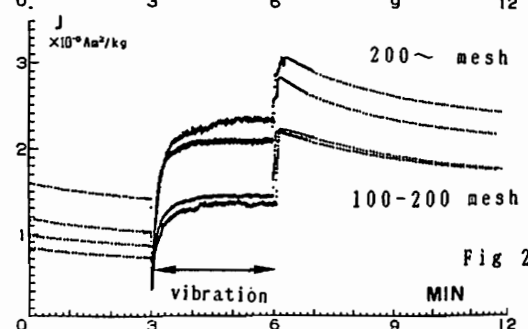
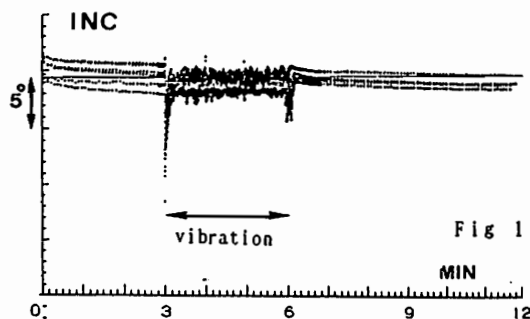
- 1 獲得時期…試料の磁化は振動開始直後に急激に減少した後、再び急速に磁化を獲得し始め、振動停止直後に最大となる。
- 2 含水比…同一の振動に対して磁化強度最大となる含水比が存在する。
- 3 周波数・振幅…振動の周波数・振幅・磁場強度と獲得される磁化強度はほぼ比例する。(以上既報)
- 4 伏角…伏角は振動中・振動後ともほぼ一定の値を示す。これは振動に対する水平・鉛直成分のふりまいがほぼ等しいことを示す。ただし振動開始直後と、振動停止直後の磁化が大きく変化するところでは最大10°程度の減少が見られる。
- 5 伏角誤差…5種類のトラップ磁場に対して、含水比を変化させ計28回の実験を行った。含水比による伏角の変化は2°程

度と小さい。5つの磁場に対して約5°の伏角の浅化が生じたもの1回、0~2°程度の浅化が3回、0~2°程度の深化が1回となり、大きな伏角誤差は生じなかった。(Fig 1)

6 粒度差…200メッシュ以下の試料は100-200メッシュの試料に比べてピーク磁化強度値は約50%増大する。(Fig 2)

7 振動時間…与える振動の時間を3分1.5分・45秒(振動中に獲得される磁化がほぼ平衡状態に達する時間)・23秒と変化させると45秒までのピーク磁化値は一致するが、23秒では約80%に減少する。

他の試料の結果と合わせ振動による磁化獲得のメカニズムについて論ずる



渡邊誠一郎・中川義次・中澤 清
東大理 東大理 東工大理

THE COOLING PROCESS OF THE PRIMITIVE SOLAR NEBULA

Sei-ichiro WATANABE, Yoshitsugu NAKAGAWA and *) Kiyoshi NAKAZAWA
Faculty of Science, University of Tokyo
*) Faculty of Science, Tokyo Institute of Technology

We investigate the process of quasi-static contraction of the primitive solar nebula (PSN) due to the radiative cooling to clarify the evolution of the structure of PSN and to find the cooling time of PSN and the period of duration of convection.

Numerical integration shows that the cooling time at the center is 22 years at 1000° K and 1.2×10³ years at 300°K. We conclude that thermal convection ceased in an early time of the cooling stage and thermal steady state is attained in about 1000 years.

太陽系は宇宙空間に広がる希薄なガスの収縮によって形成されたと考えられている。星雲中心には原始太陽が形成され、取り残されたガスはその周囲を回転し原始太陽系星雲となった。星雲は、静力学的平衡（圧力勾配と太陽重力及び回転による遠心力のつり合い）に達したとき、解放された重力エネルギーによって高温状態にあり、地球軌道付近で1000～2000° K程度に昇温したと考えられる。このうち星雲は表面から輻射を放出して次第に冷え、やがて熱的定常状態に達した。本研究では、この間の冷却に伴う準静的収縮過程を扱った。

この冷却過程を数値計算するために以下の仮定をする。

- (1) 星雲は局所的に1次元平行平板とする。
- (2) 星雲は静力学的平衡にある。
- (3) 星雲は局所熱平衡にあり、その光学的厚さはdiffusion近似が使えるほど十分に大きい。

これらの仮定のもと基礎方程式は次のようになる。

$$\frac{1}{\rho} \frac{dP}{dz} = - \frac{GM}{r^3} z, \quad (1)$$

$$\rho T \frac{dS}{dt} = \rho \epsilon - \frac{dL_z}{dz}, \quad (2)$$

$$L_z = - \frac{16 \sigma T^3}{3 \kappa \rho} \frac{dT}{dz} + L_{conv}, \quad (3)$$

ここでρは密度、Pは圧力、Tは温度、Sはエントロピー、L_zはエネルギー流束、εは乱流による加熱、Gは万有引力定数、Mは太陽質量、σはStefan-Boltzmann定数である。L_{conv}は対流によるエネルギー流束で混合距離理論により見積られる。κはガ

スおよびダストによる吸収係数である。

(1)～(3)に基づいて地球軌道付近に於て数値計算をおこなった。初期条件として、星雲は等エントロピー構造で、中心温度は1000° Kであるとした。

星雲の冷却曲線をFig.1にしめす。中心での冷却時間((T₀⁻¹ · dT₀ / dt)⁻¹)は、1000° Kのとき22年、300° Kでは1.2×10³年である。また対流領域は時間とともに表面より減少し、約100年後、中心温度が450° Kとなったとき消滅する。対流領域に於てもエネルギーはほぼ輻射によって輸送されることもわかった。

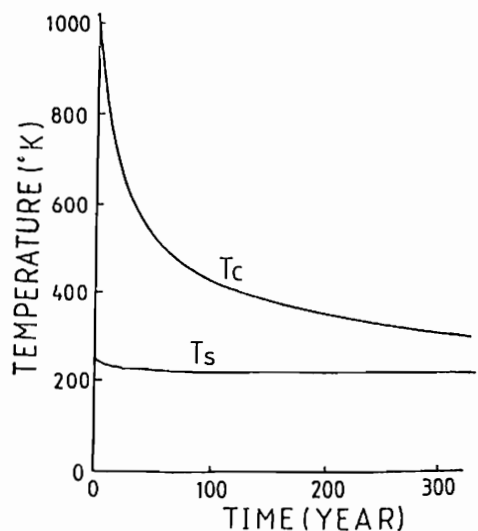


FIG. 1. Temperature of PSN as a function of time.
T_c: central temperature
T_s: surface temperature

単斜輝石・玄武岩メルト間の希ガスの分配： 地球大気の起源との関連で

比屋根 肇
東大理

PARTITION OF NOBLE GASES BETWEEN CLINOPYROXENE AND BASALTIC MELT:
IMPLICATIONS FOR THE ORIGIN OF THE EARTH'S ATMOSPHERE

Hajime HIYAGON
Geophysical Institute, University of Tokyo

Distribution coefficients of noble gases between clinopyroxene and basaltic melt are experimentally obtained. The main conclusion is that the heavier noble gases (Ar, Kr and Xe) have higher distribution coefficients than the lighter one (Ne). Some implications for the origin of the earth's atmosphere are also discussed.

希ガスの固・液分配は、地球大気の形成を論じる上で基礎的なデータでありながら、従来の研究としては、Hiyagon and Ozima (1982, 1986)が、かんらん石・玄武岩メルト系に対して求めたものがほとんど唯一の例であった。今回は、単斜輝石・玄武岩メルト系に対して希ガスの分配係数を求めることに成功したので、それを報告し、かんらん石・玄武岩メルト系に対する結果と比較する。また、希ガスに関する他の基礎的なデータ（メルトへの溶解度や拡散係数等）も考慮したうえで、地球大気の起源にも言及する。

今回実験に用いた試料は、ピストンシリンダー型装置を用いて、15 kbar, 1250~1260 °C, 1.0~1.5時間の条件で合成した、単斜輝石と玄武岩ガラスの共存した試料である。試料に溶け込ませた希ガスは大気組成のものである。合成した試料を鉱物分離し、ガラス及び結晶中に含まれる各希ガスの量を質量分析計で測定し、その比から、希ガスの分配係数（固相/液相）を求めた。

表1に結果を示す。比較のため、かんらん石・玄武岩メルト系に対する値（Hiyagon and Ozima, 1986）も示しておいた。今回の結果は、まだ確定値と呼べる最終的なものではないが、それでも以下に述べるような面白い特徴が見受けられる。

第一に、重い希ガス（Ar, Kr, Xe）に

対する分配係数の方が、軽い希ガス（Ne）に対する分配係数より高いこと。これは、かんらん石・玄武岩メルト系で見られた特徴と基本的に同じである。分配係数の値そのものも、Ar, Kr, Xeに対して0.1~0.3程度であり、よく似た結果になった。

第二に、Krに対する分配係数が、Ar, Xeに対する分配係数と比べ、低くなっていることである。この特徴が単斜輝石・メルト系に特有のものなのか、より一般的なものなのかは、今のところ不明である。

希ガスの分配係数が比較的大きいという事実は、マグマの生成・マグマによる希ガスの地表への運搬というプロセスが、それほど効率よく脱ガスプロセスとはいえないことを示している。MORBガラスに見られる高いNe/Ar比など、マンタルの希ガスパターンを説明するには、もう少し複雑なプロセスを考える必要がある。

Table 1.

Distribution coefficients of noble gases

	He	Ne	Ar	Kr	Xe
K(ol/melt) ⁽¹⁾	<0.07	0.006 -0.08	0.05 -0.15	<0.15	<0.30
K(opx/melt) ⁽²⁾	---	0.09 -0.15	0.20 -0.34	0.11 -0.17	0.16 -0.32

(1) Hiyagon and Ozima (1986) *Geochim. Cosmochim. Acta* vol. 50, pp 2045-2057

(2) This study

P-34 放送衛星電波の降雨減衰とMUレーダーによる降雨粒径分布の同時観測

岩井 誠人 道司 博 木村 磐根 佐藤 亨 深尾 昌一郎
 (京 都 大 学 工 学 部) (京 都 大 学 超 高 層 電 波 研 究 セ ン タ ー)

Simultaneous observation of rain attenuation of the BS signal
 and size distribution of raindrops by the MU radar

Hisato Iwai Hiroshi Douji Iwane Kimura Toru Sato Shoichiro Fukao
 (Dept. of Electrical Eng. II, Kyoto University) (RASC, Kyoto University)

Many studies have been made on rain attenuation of broadcasting satellite (BS) signal at 12GHz. The purpose of our research is to get further information on rainfall by comparing the BS signal attenuation with the size distribution of raindrops estimated by the MU (Middle and Upper atmosphere) radar. This report presents the data of a simultaneous observation.

12GHz帯衛星放送電波の受信による降雨減衰現象の観測例は現在までにも数多く報告されている。過去の降雨減衰の観測例は、長期間連続して降雨減衰を観測し、その期間内の統計的な降雨強度との関連を調べ、確率的にどの程度実際の放送に影響を与えるかを調査するものであった。我々の研究は、単に降雨減衰のみを観測するのではなく、それと同時に46.5MHzのVHF帯MUレーダーにより雨滴の粒径分布を測定し、これと12GHz帯の電波の減衰との関連を調べることで降雨減衰から雨の種類(降り方)をも含めた降雨に関するさらに多くの情報を得ようというものである。今回は、降雨減衰とMUレーダーによる粒径分布の同時観測を行ったのでその結果について報告する。

降雨に関する観測が行われたのは1987年8月4日17時から18時の間であり、その間にMUレーダーにより観測されたドップラスベクトルの例をFig.1に示す。またBS電波の降雨減衰量、降雨強度の時間変化をFig.2(a),(b)に示す。17時20分頃より約30分間、ピークで約80mm/H程度の強い降雨が観測された。降雨減衰量は最大で約15dB程度である。降雨強度の変化に対して減衰量の変化が時間的に進んでいるのは、放送衛星が垂直上方ではなく、仰角40度方向にあるためであると考えられる。また、MUレーダーの観測より得られる粒径分布のパラメータの高度平均値の時間変化をFig.3に示す。降雨の粒径分布はMarshall-Palmer分布

$$N(D) = N_0 \cdot \exp(-\Lambda \cdot D)$$

ただし、 $N(D) dD$ は直径が D から

$D + dD$ までの雨滴の総数

により近似できることが報告されている。ここではMUレーダーのエコスペクトルを用いてパラメータ N_0 、 Λ の最適値を計算している。

雨滴を誘電体の球であると仮定すると、一つの雨滴によって吸収、散乱され減衰として観測される割合が算出されるので、粒径分布を既知のものとする降雨時の減衰量を計算によって求めることができる。そこで、実際に観測された減衰量との比較を行い、考察する。

衛星放送電波を用いた降雨減衰観測の特徴は、安定した測定が高い時間分解能で行えることにある。今後は降雨減衰の時間変動スペクトル特性等とMUレーダーにより観測される粒径分布を統計的に比較し、降雨減衰より降雨強度を定量的に推定する方法を確立することを目指している。

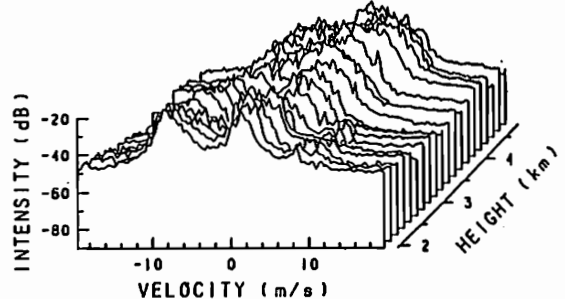


Fig.1 Doppler velocity spectra of precipitating atmosphere obtained in the vertical direction by the MU radar (1987 8/4 17:28:53-17:29:57)

4-AUG-1987 17:03:56.68
 -17:51:20.20

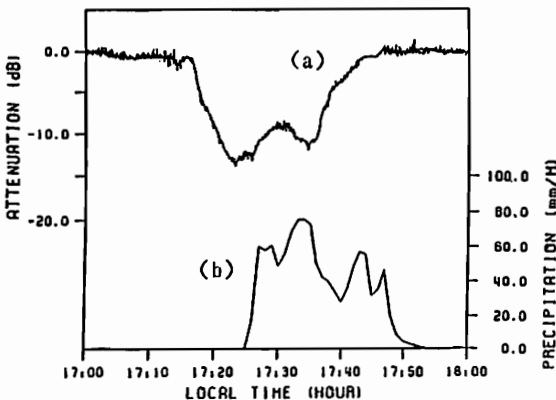


Fig.2 Rain attenuation of BS signal and precipitation (1987 8/4 17:00:00-18:00:00)

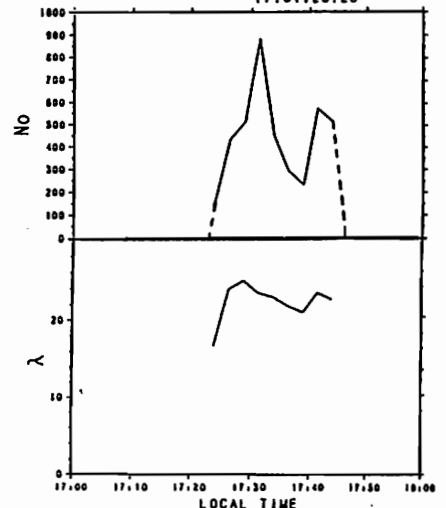


Fig.3 Parameters 'No', 'lambda' of size distribution of raindrops

圏温度プロファイルの連続観測

高見友幸 津田敏隆 増田悦久 犬木久夫 高橋耕三 加藤進 深尾昌一郎 佐藤亨
 (京大超高層) (電波研) (京大超高層)

CONTINUOUS MONITORING OF TROPOSPHERIC TEMPERATURE PROFILES
 BY RASS WITH THE MU RADAR

T.TSUDA T.TAKAMI Y.MASUDA H.INUKI K.TAKAHASHI S.KATO S.FUKAO T.SATO
 (RASC) (RRL) (RASC)

By combining the RASS with the MU radar we have continuously observed tropospheric temperature profiles every thirty minutes on 24 - 26 December 1986, which agree very well with those taken by the conventional radiosonde soundings.

音波発射器によって音波を上空に向けて発射することにより、強制的に電波波長の1/2に対応する大気屈折率のゆらぎを作り出すことができる。これらの散乱面からのエコー強度あるいはドップラーズベクトルから大気温度を推測する方法がRASS (Radio Acoustic Sounding System) と呼ばれている観測法である。RASSでは風による音波面の変形が非常に重大であり、その点はMUレーダーのビーム方向高速走査性を利用することにより解決された。さらに、RASSに用いられたレーダーとしては、MUレーダーの有効開口面積は約9000m²と群を抜いて大きいため、従来得られなかった画期的な成果を得ている。1986年8月には高度22kmまでの温度プロファイルの観測がなされた。1986年12月24日16時-26日12時には音波

面の ray tracing を行ない、対流圏において30分間隔で32時間連続に温度プロファイルの観測ができた。

図1はこの連続観測時に実施されたRASS及びラジオゾンデ観測により得られた対流圏における温度プロファイルの比較である。破線はRASSにより得られた1時間毎の平均温度である。実線は6時間おきに行なわれたラジオゾンデ観測のデータである。RASSとラジオゾンデ観測の結果は充分に一致していることが分かる。ラジオゾンデ観測の結果ではこの期間、温度は徐々に降下を示すが(約4C/day), RASSにより得られた温度はそれにちょうど追従している。将来は時間分解能をさらに小さくして温度プロファイルを観測する予定であり、大気擾乱現象などの解明に大きな期待がもてる。

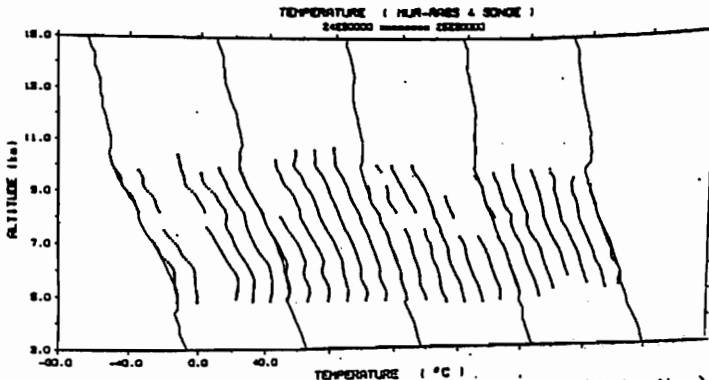


Fig. 1. Tropospheric temperature profiles observed by the RASS (broken line) and conventional radiosonde soundings (solid line) on 24 23⁰⁰ - 25 23⁰⁰ DEC 1986

藤原玄夫 秋吉英治 大塚宣子 前田 聡 高橋正明
九大理

SEASONAL VARIATIONS OF STRATOSPHERIC AEROSOLS

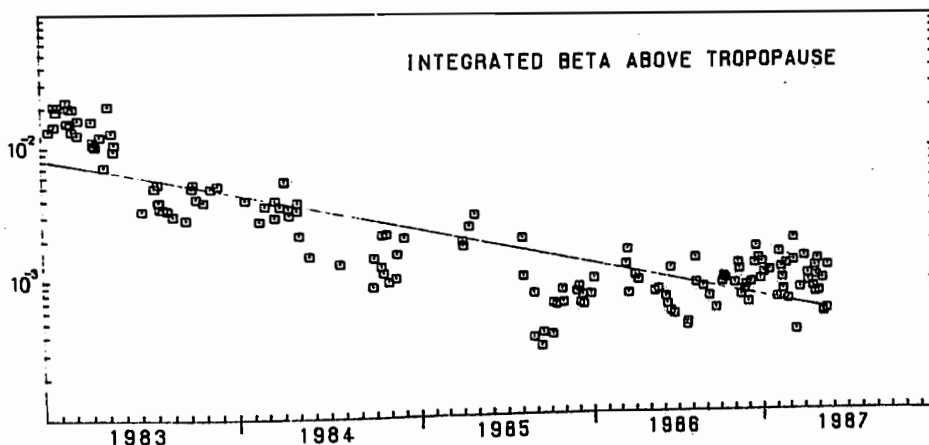
M. Fujiwara, E. Akiyoshi, N. Otsuka, S. Maeda, M. Takahashi

Department of Physics, Faculty of Science, Kyushu University

Owing to the eruption of El Chichon in 1982, total amount of stratospheric aerosols has increased and seasonal variations has revealed itself clearly. Aerosol amount has the minimum value in summer and the maximum in winter. The shape of profile of aerosol also varies. Such seasonal variations seems to be explained by the transport process in the atmosphere.

成層圏エアロゾルはその絶対量が少ないために季節的な変化を調べるのが困難であったが、1982年のエルチチョン火山の噴火の際絶対量がそれ以前の数百倍にまで達した。その後ルイス火山などの影響を受ける1985年まで徐々に減少が続いたが、このエアロゾル絶対量の多い期間にはエルチチョン噴火以前には明瞭ではなかった季節変動を見ることが出来る。噴火直後の激しい変動がおさまった1983年以降の福岡におけるYAGレーザー(1.064 μ m)を用いたレーザーレーダー観測の結果より、火山噴火による変動に重畳してエアロゾル量に夏期極小・冬期極大の季節変動がみられること、また成層圏エアロゾル層の高度プロファイルが夏期には1層であるのに対して秋から春にかけては多層であることが言える。(藤原他、1987年1月、大気圏シンポジウム)

このような成層圏エアロゾルの変動の要因として、大気温度変化や組成の変化に伴うエアロゾル粒子の物理的变化と、大気の運動によるグローバルな輸送との2点が考えられるが、計算の結果前者では説明がつかないことがわかった。さらに季節変動が福岡上空の風系と関連づけられることもあり、成層圏エアロゾルの季節変動は、主に輸送によるものと言える。1986-7年の冬から春には高度プロファイルのピークが通常の20km近傍よりも高い所にしばしば観測されており、原因と見なせる火山の噴火も報告されていないことより、これも南北輸送によるものと考えられる。



L-X-Z及びR-X-Zモード波の ホット・プラズマ・レイ・トレーシング

澤田 晃¹ 木村 磐根¹ 大村 善治¹ 松本 紘²

¹京都大学工学部 ²京都大学超高層電波研究センター

Hot Plasma Ray Tracing Survey for L-X-Z and R-X-Z Mode Waves

Akira SAWADA¹ Iwane KIMURA¹ Yoshiharu OMURA¹ Hiroshi Matsumoto²

¹Dept. of Electrical Eng. II, Kyoto University ²RASC, Kyoto University

TMR(Terrestrial Myriametric Radiation) is considered to be produced by the linear mode conversion of electrostatic waves to electromagnetic L-O mode waves. The electrostatic waves first become electromagnetic R-X-Z and/or L-X-Z mode waves and then they are converted to L-O mode waves through the radio window. Hot plasma ray tracing is helpful for understanding such a mode conversion process. We have calculated ray paths which propagate from the electrostatic region to the radio window by the backward hot plasma ray tracing starting from the radio window. Temperature anisotropy of the hot plasma is also taken into account.

地球磁気圏において観測されるTMR(Terrestrial Myriametric Radiation)は、磁気赤道域において発生した静電波が、伝搬途中において電磁波モードであるR-X-Zモード及びL-X-Zモードにモード変換された後、さらにその一部の波動がradio windowなどを通してL-Oモードになったものと考えられている。このようなモード変換を含む波動伝搬現象を解析するには、電磁波及び静電波の両方の領域にわたって連続的に伝搬路を求めることができるホット・プラズマ・レイ・トレーシングの手法が有効である。Yamaashiら(1987)は、この手法を用いて静電波からR-X-Zモードを経てL-X-Zモードに入りradio windowに達するような伝搬路の計算を行った。しかしそのようにradio windowまで達するような伝搬路は、静電波の発生領域における初期条件としては非常に限られていることがわかった。そこで我々は、静電波領域からradio windowに達するような伝搬路の特性及びそのモード変換の様子について詳しく調べるために、radio windowを出発点とした逆レイ・トレーシングを行った。

磁気圏モデルとしては、プラズマ・ポーズ(L=3.14と仮定)の影響を考慮にいれた電子密度分布モデル及びダイポール磁場モデルを用いて、マックスウェル速度分布関数をもとにした静電波近似を含まないホット・プラズマ・レイ・トレーシングを行った。初期値としては、出発点を地心距離3.2Reの磁気赤道面上におき、ローカルな電子プラズマ周波数とほぼ同一の周波数のL-X-Zモード波について、伝搬ベクトルを磁場方向に平行にした場合の伝搬路をFig.1に示す。(矢印は波数ベクトルの方向を示す。)同時に、伝搬路上にABCDで示した4点における $\omega-k$ ダイアグラムをFig.2に示す。(○印が伝搬している波動に対応する。)radio windowに対応するA点から出発したL-X-Z波がR-X-Zモード波になったまま磁気圏外側方向に伝搬し、静電波としてC点で反射された後は後進波となり、磁気圏内側方向に電子サイクロロン高調波として伝搬している様子わかる。今回の発表においては、速度分布関数に温度異方性を与えた場合の結果についても示す予定である。

参考文献: Yamaashi, K., Hashimoto, K., Kimura, I., 3-D electrostatic and electromagnetic ray tracing in the magnetosphere, Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue, 47, 192-213, 1987.

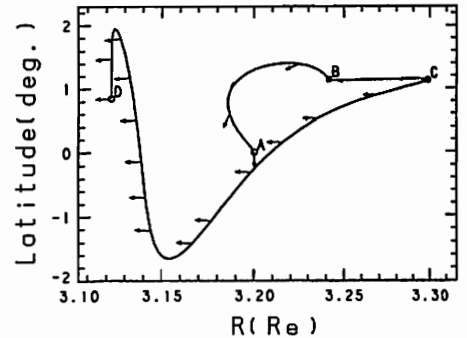


Fig.1 Ray path converting from the electrostatic wave to the electromagnetic wave.

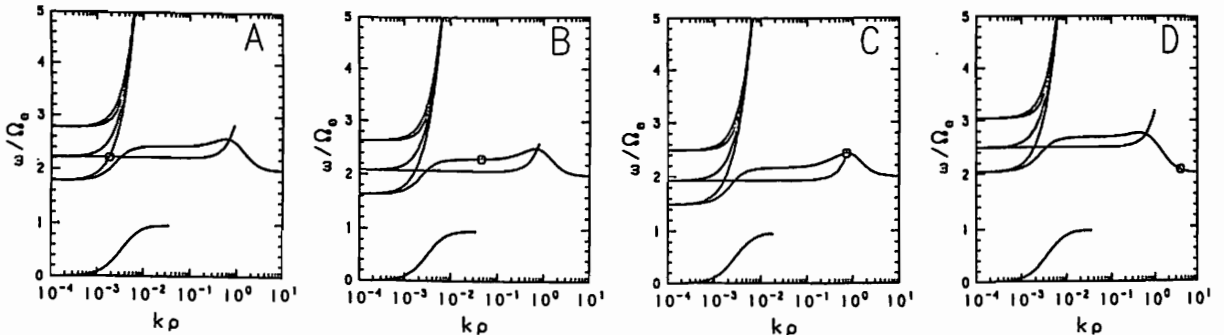


Fig.2 $\omega-k$ diagrams corresponding to the four points on the ray path in Fig.1.

京大プラズマ波分散関係解析パッケージ

松本 紘、大村 善治、植木 勉、岩根 靖、小嶋 浩嗣、高畑 博樹、白井 英之、木村 馨根
 京大・超高層 京大・工

K U P D A P

H. Matsumoto, Y. Omura, T. Ueki, Y. Iwane, H. Kojima, H. Kobata, H. Usui, I. Kimura
 RASC/Dept. of Electrical Eng., Kyoto University

We have been developing a software package called KUPDAP (Kyoto University Plasma Dispersion Analysis Package) for five years to study dispersion relations of various plasma waves in space plasmas. Recent technical development in KUPDAP has enabled us to obtain comprehensive dispersion relations of possible wave modes under various plasma parameters. KUPDAP can solve the dispersion equation and present solutions graphically with the information of polarizations and Poynting vectors.

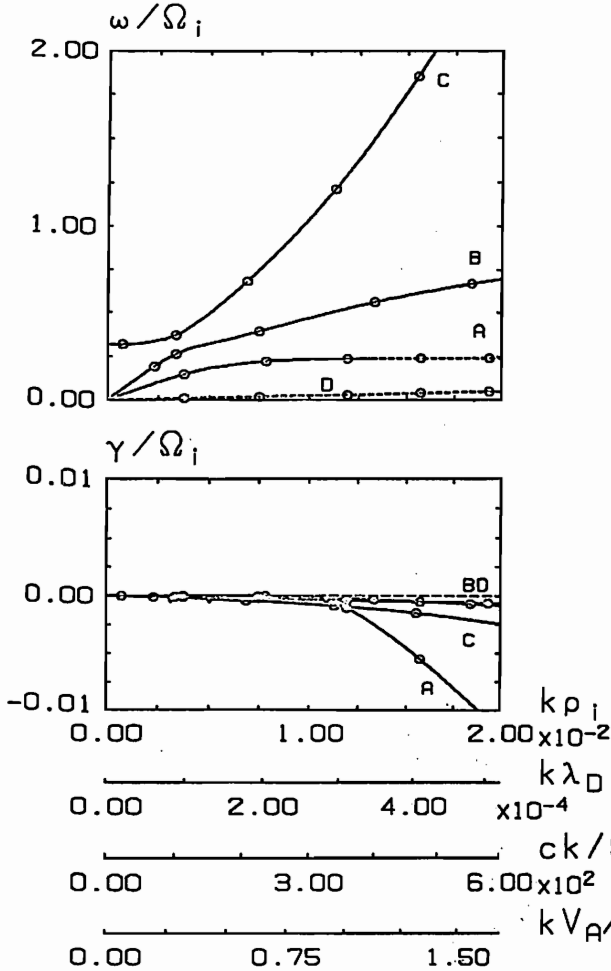
我々は、プラズマ波動の線形分散関係を解析するソフトウェア(KUPDAP)の開発を進め、観測および計算機実験におけるプラズマ波動の研究に役立てて来ている。現在、このKUPDAPを用いて、宇宙プラズマ中の多様

なパラメータのもとで存在しうる全ての波動の分散関係をデータブックとして出版する作業を進めている。以下、そのデータの一例を示す。KUPDAPの性能の詳細は講演で発表する。

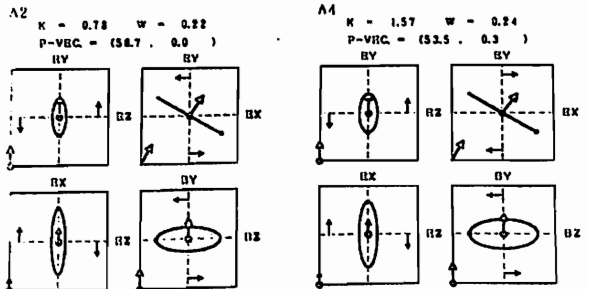
PLASMA PARAMETERS

	ION	ION	ELECTRON
Q	1.0	1.0	-1.0
M	1.0	4.0	5.4×10^{-4}
N	1.0	0.10	1.1
I	300	47.4	13482
V_{thi}	0.0100	0.0100	2.00
V_{the}	0.0100	0.0100	2.00
V_d	0.0	0.0	0.0

$Q = 1.00$ $C = 300$ $B_0 = 1.00$ $V_A = 0.845$
 $\theta = 60.0$ (deg.)



MODE NAME			POLARIZATION				P-VEC.		
A1	1	Z/XY	L	0.113	90.0	0.195	-89.9	59.048	0.007
	2	Z/XY	L	0.211	89.9	0.364	-90.0	56.701	-0.017
	3	Z/XY	L	0.255	90.1	0.439	-89.9	55.010	0.022
	4	Z/XY	L	0.279	91.0	0.455	-89.8	53.493	0.348
	5	Z/XY	L	0.307	91.9	0.463	-89.9	51.167	0.696
B1	1	Z/XY	R	2.030	-89.9	9.520	90.0	7.378	-0.030
	2	Z/XY	R	1.000	-89.9	1.734	90.1	23.309	-0.057
	3	Z/XY	L	0.019	89.6	0.023	-90.9	59.965	-0.007
	4	Z/XY	L	0.154	89.9	0.266	-90.0	58.152	-0.032
	5	Z/XY	L	0.200	89.7	0.342	-90.1	56.622	-0.086
C1	1	Z/XY	L	1.210	90.0	2.095	-90.0	17.609	0.0
	2	Z/XY	L	11.984	89.4	19.591	-90.6	0.258	-0.049
	3	Z/XY	R	1.627	-89.9	2.623	90.0	10.960	-0.037
	4	Z/XY	R	1.021	-89.9	1.772	90.1	22.739	-0.040
	5	Z/XY	R	0.839	-89.9	1.455	90.1	29.087	-0.037
D1	1	Z/XY	L	0.065	91.8	44.789	-87.5	19.055	24.120
	2	Z/XY	L	0.039	91.8	22.688	-87.5	53.650	28.090
	3	Z/XY	L	0.020	91.7	14.139	-87.5	73.870	22.492
	4	Z/XY	L	0.015	91.7	10.702	-87.5	80.539	17.798
	5	Z/XY	L	0.013	91.7	8.694	-87.5	83.585	14.656



Laboratory simulation experiment of cometary magnetosphere has been performed using the UCR-TI space simulation facility (dia, 1.3 m, length 11m, Figure 1). Previously reported paper indicates an important role of the interplanetary magnetic field for cometary plasma tail formation [Minami et al., 1986a]. The result is consistent with an acceleration mechanism for cometary plasma tails using a kinetic equation based on unipolar electric generation theory [Minami and White, 1986b]. Recently observed velocity distributions of moving irregularities of cometary tails have been an evident acceleration of cometary tails by this mechanism [Tomita et al., 1987]. Magnetic field measurements of B_x , B_z indicate a structural form of bending magnetic field lines and a diamagnetic effect (Figure 2).

As part of a continuing series of the comet simulation, we report here an experimental evidence of possible asymmetrical structure of cometary magnetosphere. For no IMF, a released plasma plume simulating the cometary come diffuses without any noticeable interaction with an intense plasma flow coming from the lefthand side simulating the solar wind (Figure 3a). For a perpendicular component of the IMF of a few hundred G, however, the released plasma plume (Strontium) is trapped and deflected forming a cometary magnetosphere (Figure 3b). The structure of simulated cometary magnetosphere is unique because the illuminated plasma is released through a limited number of holes. For two streams of emitted plasma in Figure 4, asymmetric structure is clearly revealed showing each trajectories of plasma plume.

REFERENCES:

Minami S. et al., Geophys. Res., Lett., 13, 884, 1986.
 Minami, S. and R. S. White, Geophys. Res. Lett., 13, 849, 1986.
 Tomita et al., Astronom. Astrophys., in press, 1987.

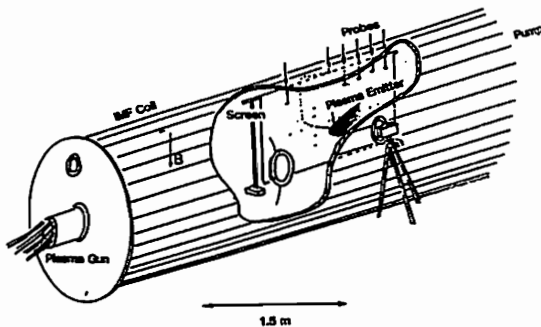


Figure 1 The experimental setting

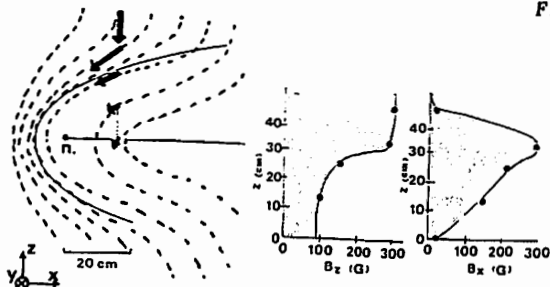
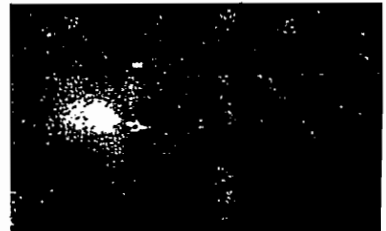


Figure 2 Magnetic field measurements of B_x , B_z along a z axis crossing the cometary tail. An IMF of 300G is applied.



(a)



(b)

Figure 3 Photographs of the simulated comets using Sr plasma with IMF of (a) 0G, (b) 300 G

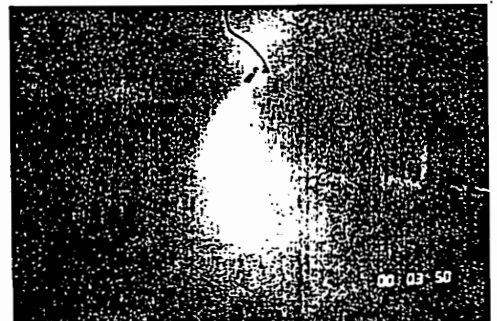


Figure 4 A photograph of plasma plume released from two holes with IMF of 300 G.

佐々木進、渡辺勇三、小山孝一郎、河島信樹、大林辰蔵、賀谷信幸^a、宮武貞夫^b、横田俊昭^c、
佐川永一^d 宇宙研、神戸大^a、電通大^b、愛媛大^c、電波研^d

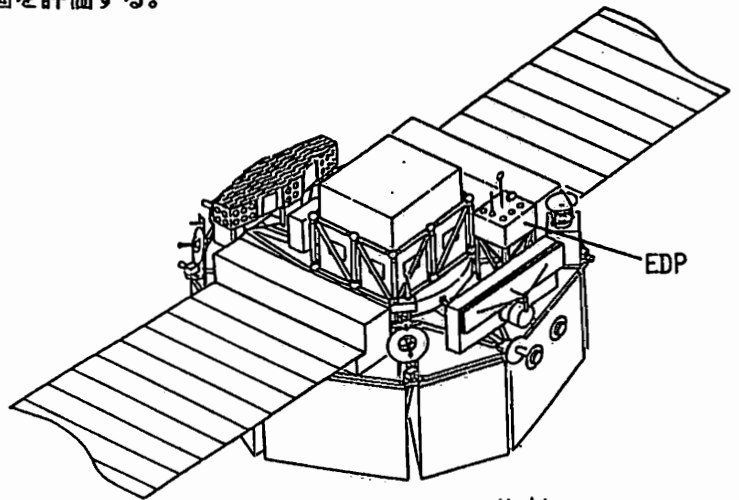
STUDY OF SPACECRAFT ENVIRONMENT BY SPACE FLYER UNIT

S.Sasaki, Y.Watanabe, K.I.Oyama, N.Kawashima, T.Obayashi, N.Kaya^a, S.Miyatake^b, T.Yokota^c,
and E.Sagawa^d ISAS, Koube Univ.^a, Univ.of Electro-Comm.^b, Ehime Univ.^c, RRL^d

Spacecraft environment has recently attracted great interests both in space science and technology with the Space Station era now just ahead. The main part of the research is on the interaction between a high speed object and surrounding space plasma, which is closely related to the study of the interaction of the heavenly bodies and solar wind. This paper presents a research plan of spacecraft environment using an Environmental Diagnostic Package (EDP) onboard a reusable spacecraft, Space Flyer Unit (SFU). This study will be repeated several times early in 1990's and is expected to provide a scientific basis of spacecraft environment.

宇宙科学研究所は、通産省 科技厅と共同で小型宇宙プラットフォーム/無人宇宙実験システム (フリーフライヤー、略称 SFU) の研究開発に着手している。この計画は重量 約3.5トン 直径4.6m高さ2.25mの無人実験システムを開発し、宇宙空間での様々な実験を行なおうとするものであり、第1回目フライトは1992年度冬に予定されている。このシステムを利用した様々な実験が既に提案されており、我々は、環境計測という自然観測とは異なった立場で設計された計測装置 (EDP) を用いた飛翔体環境の研究を提案している。スペースステーション時代を目前にして、近年、人工飛翔体の周辺環境 (発光現象、ウェイク、シースの形状、その不安定性、及び電磁ノイズ) と、周辺媒質と固体表面との相互作用に関する研究が急速に盛んになってきた。前者は、天体周辺のプラズマ現象に関する研究、後者は、固体惑星表面と太陽風プラズマの相互作用の研究に直接応用することができる。また得られる知見は、環境の立場から人類の本格的な宇宙進出を支える学問的な基盤を与えるものとなる。再利用型のSFUは、

- 1 様々なミッション条件のもとで、環境計測を繰り返して行うことが可能
- 2 高速宇宙媒質との相互作用の結果変質した固体表面の試料を回収し、地上での詳細分析が可能という点で、従来型の使い捨て衛星に比べ、飛翔体環境の研究に極めて適している。第1次ミッションでは、質量分析器、真空計、分光器、プラズマプローブ、波動受信機、温度計、マイクロGメーター、電子密度変動検出器、磁場計測器を搭載し、次のようなテーマに主眼をおいた研究を計画している。
- (1) 大型構造物展開実験と共同で、大型構造物によるプラズマ及び中性ガス擾乱を研究し、金星ウェイク、彗星環境の研究に適用する。
- (2) 高電圧太陽電池実験との共同で、高電圧物体 (500V) と周辺プラズマ相互作用の研究を行い、木星イオ衛星など高電圧天体とプラズマとの相互作用の研究に応用するとともに、スペースステーションで計画されている高電圧発電計画を評価する。
- (3) 電気推進実験で放射される高密度プラズマと電離層媒質の相互作用研究を行い、ハレー彗星等で提案されている宇宙での臨界速度放電現象を検証する。
- (4) 各種の試験材料サンプルを搭載し、表面での原子分子反応を質量分析器、レーザー照射装置付き分光器で観測するとともに地上に持ち帰り、材料分析を行う。これにより高速ガスと固体表面の原子分子反応機構を明らかにし、シャトルグローの解明を図る。
- (5) 大量のスラスターガス噴射で励起されるプラズマ現象、原子分子反応を研究する。これにより天体からのガス噴射にともなう現象を明らかにするとともに、電離層航空機など人類の本格的な宇宙進出が宇宙環境に与える影響を評価する。



Space Flyer Unit

EDP搭載概念図

P-42 SFUを用いたマイクロ波送電実験 (METS)

賀谷信幸、松本 紘、宮武貞夫、佐藤 享、平田尚志、木村盛根、佐々木進、長友信人
 (神大工) (京大超高層) (電通大) (京大超高層) (京大工) (宇宙研)

MICROWAVE ENERGY TRANSMISSION EXPERIMENT USING SPACE FLYER UNIT

N. Kaya¹, H. Matsumoto², S. Miyatake³, T. Sato², H. Hirata², I. Kimura², S. Sasaki⁴ and M. Nagatomo⁴

¹ Kobe Univ., ² Kyoto Univ., ³ Univ. of Electro-Comm. and ⁴ ISAS

The concept of the METS (Microwave Energy Transmission in Space) experiment using the SFU is discribed here. The METS experiment has two major objectives for the realization of the future Solar Power Satellite (SPS). They are to develop technologies of the microwave energy transmission, and to study interactions between the high power microwave and the ionospheric plasma. Therefore, the METS has two mission programs. One is an energy transmission test program from the SFU to a tethered target satellite or a ground receiving site for evaluation of the developed system of the microwave energy transmission. The other is an environmental study program by concentrating the microwave at one point in order to carry out effectively the active experiments.

METS (Microwave Energy Transmission in Space)計画は、宇宙太陽発電衛星 (SPS) を将来実現するために二つの目的を持つ。その目的は (1) マイクロ波によるエネルギー伝送システムの工学的な開発と、(2) 大出力マイクロ波と電離層プラズマとの相互作用の理学実験を行い、プラズマ物理はもとより送電用マイクロ波の電磁環境への影響の評価を行い、最適な送電システムの設計を行うことである。我々は研究の第一歩として観測ロケットによるMINIX実験を行い、所期の目的を達成した。次のステップとしてSFUを用いたMETS計画を立案している。今回はその基本的構想とこれから解決しなくてはならない問題点を報告する。

METS計画の基本構想はSFUの片面に直径約2.7mのマイクロ波フェイズド・アレー・アンテナを搭載し10kW、2.45GHzのマイクロ波を送信する。このシステムを用いて、大出力FETアンプの開発、サブ・アレー化に伴う問題、放熱、給電方法やビーム・ポインティング技術の開発を行う。これらの技術のうち最も重要で難しい問題の一つがマイクロ波のポインティング技術である。ビーム制御方式としてRetrodirective AntennaとComputer制御の二方式が考えられている。受信点として第1図に示すようなTether衛星を送電Targetとし、Targetからのパイロット信号をもとにマイクロ波ビームの制御を各種のモードで行い制御性能 (制御精度、制御範囲、アンテナ・パターン) を評価する。さらに地上への送信をも試み、遠距離での性能確認を行う。

大出力マイクロ波と電離層プラズマとの非線形相互作用としてOhmic HeatingやParametric Instabilityが考えられる。Active実験を効果的に行うために第2図に示すように、全アンテナ素子の位相を各々Activeに制御してマイクロ波を一点に集中させ、強電界領域を作る。その集中点でHigh Density Microwaveと電離層Plasmaとの相互作用の実験を行う。測定系はプラズマの密度、温度、エネルギー分布と、ELFからマイクロ波までの波動の計測を行い、簡単な可動機構により空間分布測定を行う。

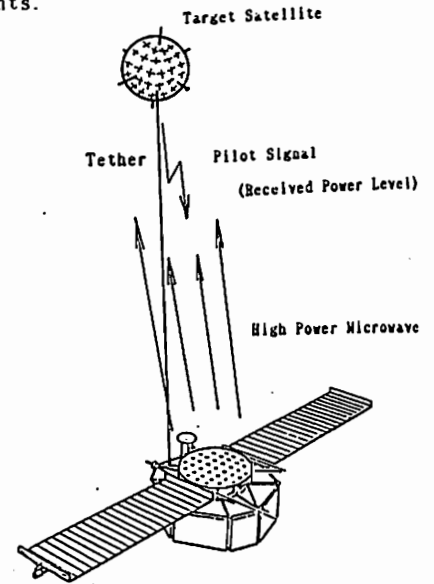


Fig. 1 Beam control experiment

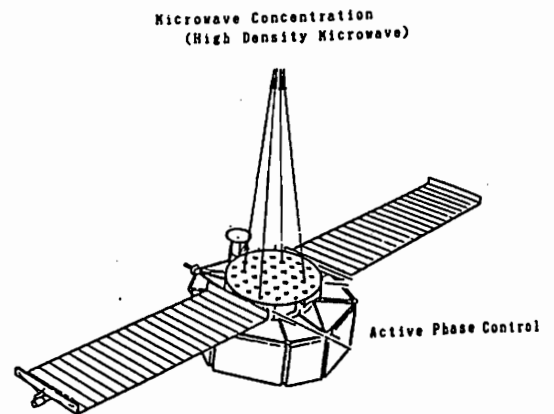


Fig. 2 Environmental study program

地磁気嵐と日本付近の中緯度電離圏大シンチレーションの関係

皆越尚紀
(電波研)

CORRELATION OF GEOMAGNETIC STORMS WITH SEVERE IONOSPHERIC SCINTILLATIONS IN THE MID-LATITUDE REGION AROUND JAPAN

H.Minakoshi

Radio Research Laboratory

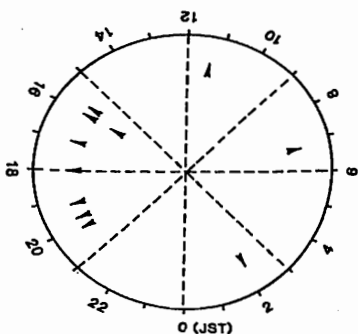
In observations of VHF radio signal of the geostationary satellite ETS-II, it has been found that severe ionospheric scintillations occur occasionally during geomagnetic storms in the mid-latitude region around Japan.

This report shows the correlation of severe ionospheric scintillations with geomagnetic storms and the association with total electron content.

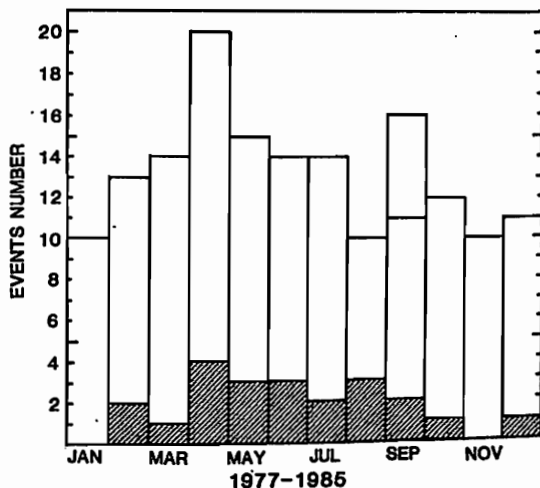
各種の衛星電波の観測により、日本付近の中緯度地域には、地磁気嵐中に、時々電離圏大シンチレーションが発生することがわかってきた。ここでは、1977-1985年に発生した地磁気嵐とVHF帯大シンチレーションの関係及びその時の電離圏状態の特徴について報告する。

第1図は、観測期間における地磁気嵐と大シンチレーションの発生回数を示す。いずれの型の地磁気嵐に対しても、10-20%の頻度で大シンチレーションは発生するが、顕著な季節変化は見られない。第2図は大シンチレーションが発生する場合の、急始型地磁気嵐の主相開始時刻の分布である。15-21時(JST)に集中していることは注目すべきことである。シンチレーション観測と同時に、ファラデー回転法による全電子数の観測も行った。地磁気嵐に伴う大シンチレーションの発生時には、全電子数が短時間急減する場合、逆に急増する場合、長時間激しく変動する場合などがある。

BEGINNING TIME OF MAIN PHASE



SUDDEN COMMENCEMENT TYPE



GRADUAL COMMENCEMENT TYPE

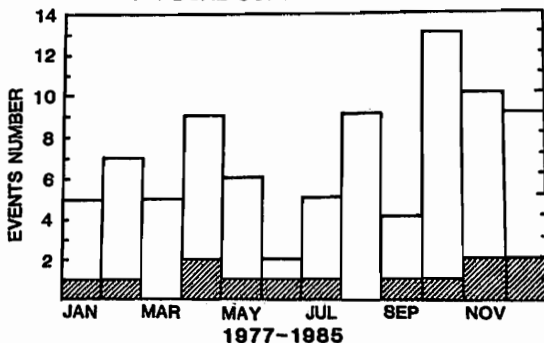


Fig.1. Histograms of geomagnetic storms (solid line) and severe scintillations (shaded line).

Fig.2. Beginning time of main phase of SC type geomagnetic storms associated with severe scintillations.

P-44 MUレーダーによる軌道運動物体の探索

加山 英俊¹ ・ 木村 磐根¹ ・ 佐藤 亨²
¹京都大学工学部 ²京都大学超高層電波研究センター

Exploration of Orbital Objects by the MU radar

Hidetoshi KAYAMA¹ ・ Iwane KIMURA¹ ・ Toru SATO²
¹Fac. Eng., Kyoto University ²RASC, Kyoto University

Recently, the number of artificial objects (artificial satellites, debris of rockets etc.) on earth round orbits are rapidly increasing. It is pointed out that the collision probability between the space stations and orbital debris cannot be ignored. The purpose of our research is to explore the distribution of orbital objects from 200~1400 km using the MU radar. First we show the observed and calculated scattering cross sections of 「Ozora」(EXOS-C) and 「Ajisai」(EGS), and consider the effect of the satellite structure on scattering cross section. We then report the progress of exploration of unidentified orbital objects so far observed.

近年の宇宙開発の活発化に伴い、地球周回軌道には人工衛星やその残骸などの人工物体の数が急激に増加している。このため、近い将来において実現が予想される宇宙ステーション等の大型宇宙飛行体においてはそれらとの衝突の確率が無視できないことがすでに指摘されている。この問題について正確な評価をくだすために、本研究ではMUレーダーを用いて200~1400kmの高度領域における軌道運動物体の統計的探索を行う。今回の報告ではまずその準備段階として行った軌道要素や形状が既知の人工衛星の観測について報告する。観測に用いた衛星は科学衛星「おおぞら」(EXOS-C)と、測地実験衛星「あじさい」(EGS)の2種類である。「おおぞら」は太陽電池パドルや40mの線状アンテナを持っているのに対し、「あじさい」は直径2mの球形をしている。両者をモデル化して散乱断面積の計算を行い、観測結果と比較してそれぞれの形状の違いが散乱断面積に与える影響を考察する。Fig.1は、これまでに観測された「あじさい」の散乱断面積とそれが観測されたデータの個数の関係を示している。これに対して「おおぞら」の散乱断面積は、かなりばらつきが見られるのが特徴的である。

次に今回までに行った軌道運動物体の統計的探索の経過について報告する。Fig.2は約20分間に観測された未知の軌道運動物体からと思われるエコーとその高度を示している。エコーを受信中にその高度が変化することがあるがその変化の度合に応じてA~Dの記号がつけられている。Kは受信データが一点しかない場合である。Fig.3は約4時間、4方向のビームで観測された軌道運動物体からと思われるエコーの数を高度別にまとめたものである。ここで濃淡パターンの薄い部分は、前述のKにあたるデータの数を示している。

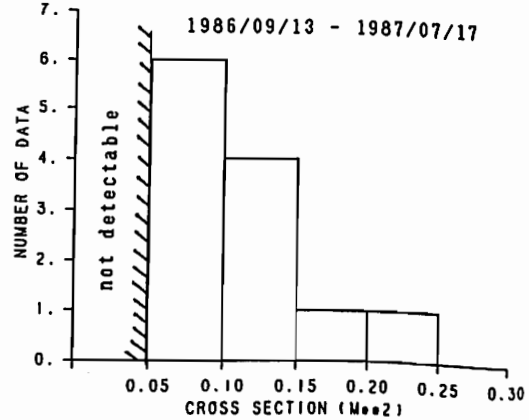


Fig.1 Observed scattering cross section of EGS

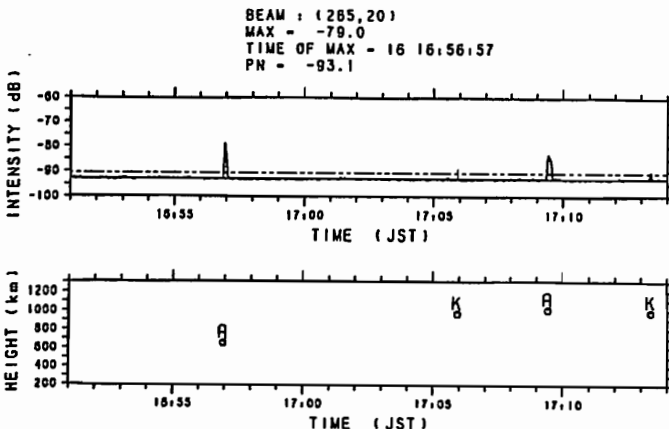


Fig.2 Intensity and height of echoes from orbital objects

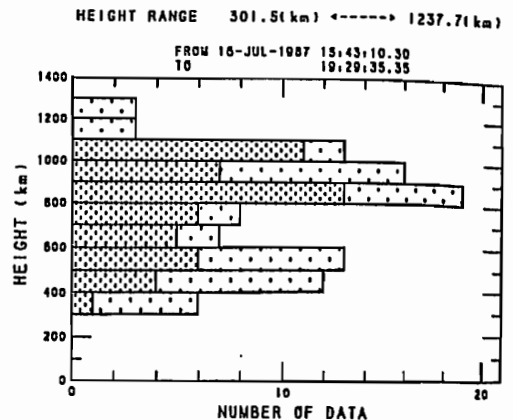


Fig.3 Height distribution of echoes from orbital objects

ABSTRACT

Periodic components were picked up by applying Maximum entropy method to the visual brightness of comet Halley which was measured from the ground. 2.22 days' period appears between November 1985 and February 1986. This periods seems to shift to 2.33 days after April 1986. 7.4 days' period is detected from March to April 1986. During this interval, 3.4 days period also appears, which can be explained by assuming that 2.33 days' period is modulated by 7.4 days' period.

The 2.2 days' rotation period of comet Halley was found by some investigators from imaging experiments. The others found another period near 7.4 days by ground-based photometry. In order to resolve this contradiction, we investigated periodic components which are hidden in the visual brightness data which were observed from the ground.

We have collected 943 brightness intensity data during the 10th of July 1985 and the 9th of July 1986. Maximum entropy method is applied to these data set and dynamic frequency spectrum is obtained (Figure 1).

As we can see in Figure 1, the amplitude near 2.22 days' period is remarkable between the 8th of December 1985 and the 31st January 1986. This rotation period is the same as one reported by Giotto and Suisei imaging experiments and by ground based observation. After the passage of perihelion, 2.2 days' period disappears and amplitude of low frequency components, 7.4 days and 3.4 days increases until June 1986. Especially 7.4 days' period appears more frequently and the amplitude is higher between March and April. This time period coincides with the time period when Millis and Schleicher reported 7.4 days' periodicity. The period near 2.2 days starts to appear from the 27th April and the periodicity becomes slightly longer, shifting to 2.33 days.

Periodicities of 2.2 and 7.4 days

Why the spectral amplitude of the rotational period of 2.2 days become sometimes higher or lower in another time? Two mechanisms for the above phenomenon may be as follows.

1) Every times a periodic comet approaches to sun, heat conduction of the surface becomes worse. As a result, the strongest vaporization happens sometime after a comet make a slight rotation from the direction toward the sun. When we think a rotation and revolution of the earth and comet, the term to see the illumination more clear is from the 18th of November 1985 to the 5th of February 1986 and after the 18th April 1986. This

evaluation is consistent with Figure 1. 2) Ground observation shows that gas tail developed before perihelion and dust tail expanded after perihelion. Further according to the observation of 1.667GHz OH line, OH peak flux decreases between 10th March and 10th May 1986, which makes us conclude that the dust grain is more abundant during this period than any other period. Rotation of nucleus affects the illumination of cometary gas than dust grain, because the life time of the dust is much longer than that of the gas. The interval of observations carried out by Millis et al., who suggested 7.4 days' period, is March and April 1986. We also detected 7.4 days' period which is very weak during this period in Figure 1. Then why is this period not clear like 2.2 days' period. The reason might be as followings. They obtained 7.4 days' period by examining the amount of dust production. As we described before, the life time of dust is long and several days rotation period can not be reflected. And our result shows that visual magnitude is not so much influenced by burst. Consequently clear peak may not appear in the spectrum.

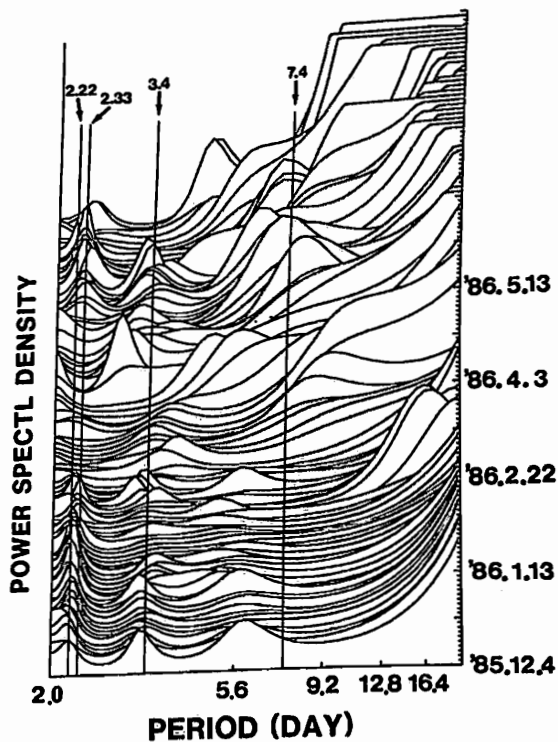


Figure 1. Dynamic spectrum of the visual magnitude of comet Halley from 14th October 1985 to 9th July 1986.

COORDINATED DATA ANALYSIS OF SOLAR-GEOPHYSICAL ACTIVITY
IN FEBRUARY - MARCH 1986

T. Watanabe, Y. Tanaka, M. Hayakawa, A. Iwata, T. Ogino, and T. Okada

Research Institute of Atmospherics, Nagoya University

We propose a coordinated data analysis project for solar-geophysical events in February - March 1986 through the construction of a centralized data base containing a diverse collection of solar-terrestrial (including comet Halley) observations. The primary objective of this paper is to inform the data analysis project to the STP community.

The special interval of February - March 1986 has been selected to make a coordinated data analysis for a number of reasons. Very high solar-flare associated geomagnetic activity was observed during 6 - 9 February 1986 (Fig. 1). The geomagnetic storm observed on 9 February was one of the most severe storms which were observed in the solar cycle No. 21 (Allen, J. H., EOS, 67, No. 25, 1985). The coordinated data analysis for February 1986 will be valuable to understand solar-flare initiated interplanetary and magnetospheric phenomena. March 1986 (Fig. 2) was a memorable period because extensive ground-based and spacecraft observations of comet Halley were performed. March 1986 will be a pertinent period to study causal relationship between solar wind and cometary phenomena.

Data from spacecraft and ground-based experiments in February and March 1986 will be collected and processed into a data base in a consistent format such that individual parameters may be manipulated and displayed. A display may contain several parameters on a common time scale for easy intercomparison. We hope this coordinated data analysis project enhances the study of collaborative data sets via network. Data books will be published. We invite members of STP community involved in spacecraft or ground-based experiments to submit relevant data (the formats of data are flexible) to the data base.

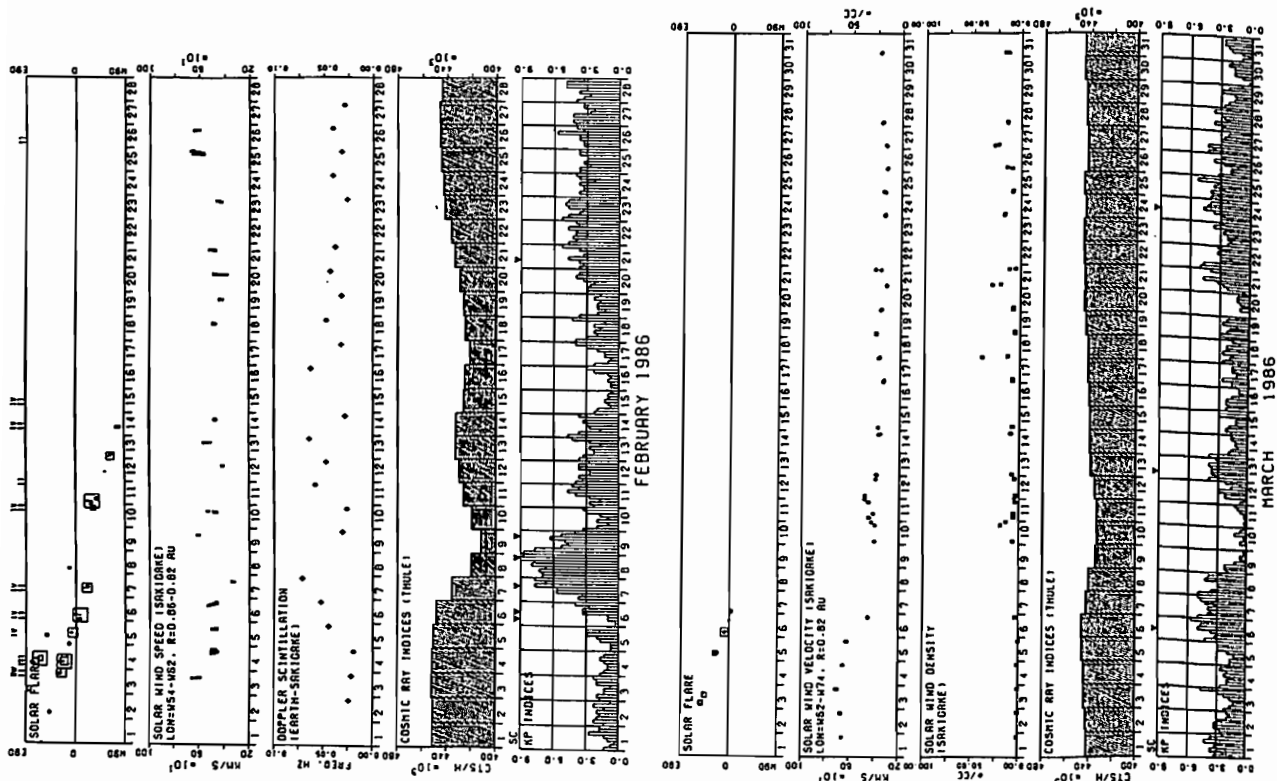


Fig. 1

Fig. 2