

第86回 地球電磁気・地球惑星圏学会講演会

86th SGEPSS Fall Meeting

講演予稿集

Abstracts

- と き / 平成元年10月11日(水)～13日(金)
- と ころ / 神戸大学教育学部

October 11-13, 1989
Kobe University,
Faculty of Education

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86回総会・講演会プログラム

日時 平成元年10月11日(水)～13日(金)

場所 神戸大学教育学部

神戸市灘区鶴甲3丁目11

TEL 078(881)1212 内線7044

	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10月11日(水)	I	あけぼの			あけぼの		磁気圏構造					
	II	宇宙線	大気圏組成放射	大気圏組成放射			大気圏力学					
	III	磁気圏波動		磁場成因 永年変化			磁気異常・電磁誘導 テクトノマグネティズム 電気伝導度・地電位					
10月12日(木)	ポスターセッション			特別講演 レビュー講演			総 会		懇 親 会			
10月13日(金)	I	オーロラ	磁気圏 電離圏 結合	磁気圏 電離圏 結合		U L F						
	II	電離圏			惑星間空間							
	III	太陽系の起源・固体惑星・隕石			古地磁気・岩石磁気 放射年代		古地磁気					

*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、オーバーヘッドプロジェクター各1台が用意されています。

*10月12日(木)昼休みに「太陽風研究連絡会総会」が開かれます。場所等詳しくは、学会時に掲示します。

*10月12日(木)11:30～13:00「海外地上多点観測研究連絡会」が開かれます。場所・昼食等の案内は、学会会場に掲示します。

*10月11日(水)18:30より「STEP通信ネットワーク連絡会」が開催されます。場所等の案内は、学会時に掲示します。

開始時間	第 I 会場	第 II 会場	第 III 会場
	<p>11 a - I あけぼの 座長 早川 基 (宇宙研) 三宅 互 (通総研)</p>	<p>11 a - II 宇宙線 座長 森 覚 (信大理) 宗像義教 (中部大工)</p>	<p>11 a - III 磁気圏波動 座長 大村善治(京大超高層) 西野正徳(名大空電研)</p>
9:30	<p>1 「あけぼの」で観測されたCusp構造 向井利典(宇宙研)、賀谷信幸(神大工)、 小原隆博(宇宙研)、山岸久雄(極地研)、 他 EXOS-D LEP班</p>	<p>1 タスマニアにおける 空気シャワーの連続 観測 K.Murakami, Z.Fujii, T.Yamada, S. Sakakibara, H.Ueno, K.Fujimoto, K.Nagashima (名大宇宙線) A.G.Fen ton, R.M.Jacklyn, J.E.Humble and else (タスマニア大物理)</p>	<p>1 磁気圏でのホイッスラモード波のレイフォー カシングについて 石川清彦、服部克巳、早川正士 (名大空 電研)</p>
9:45	<p>2 「あけぼの」搭載LEPで観測された Ion Conics 三宅 互 (通総研)、向井利典 (宇宙研)、 賀谷信幸 (神大工)、小原隆博 (宇宙研)、 山岸久雄(極地研)</p>	<p>2 高エネルギー宇宙線 ($\leq 10^{12}$eV) の恒星 時異方性と太陽圏 森 覚、安江新一、鷺坂修二 (信大理)、 一之瀬匡典 (信大教養)</p>	<p>2 粒子コード計算機実験による不均質プラズ マ媒質中の波動伝搬の解析 八木谷 聡、長野 勇 (金沢大工)、大 村善治、松本 紘 (京大超高層)</p>
10:00	<p>3 「あけぼの」衛星搭載用イオン・エネルギー 質量分析器 (2) 賀谷信幸、吉岡 徹、柳川瀬融史 (神大 工)、向井利典 (宇宙研)、LEP班</p>	<p>3 RIGIDITY DEPENDENCE OF SOLAR DIURNAL ANISOTROPY OF COSMIC RAYS RELATED TO HIGH SPEED SOLAR WIND STREAM Y.MUNAKATA (中部大工) and S.MORI (信大理)</p>	<p>3 低緯度ホイッスラのパッチ状構造とその解釈 太田健次 (中部大工)、早川正士 (名大 空電研)</p>
10:15	<p>4 Sunward Flow時の極域粒子構造 松岡彩子、早川 基、鶴田浩一郎、向井 利典、河野祐一 (宇宙研)、岡田敏美 (名大空電研)、賀谷信幸 (神大工)、 福西 浩 (東北大理)</p>	<p>4 宇宙線日変化の長期変化と惑星間プラズマ パラメータ 奥谷晶子 (理研)、森 覚 (信大理)</p>	<p>4 DE-1衛星で観測された極冠域帯域ヒス の解析 中村義勝、恩藤忠典、渡辺成昭、佐藤正 樹 (通総研)</p>
10:30	<p>5 朝側極域の粒子降込み帯における粒子およ び電場構造 (あけぼの観測) 河野祐一、早川 基、松岡彩子、鶴田浩 一郎、向井利典 (宇宙研)、岡田敏美 (名大空電研)、賀谷信幸 (神大工)、 福西 浩 (東北大理)</p>	<p>5 宇宙線強度変化と太陽風パラメータ 三島 靖、石井宏明 (愛媛大理)</p>	<p>5 HISS-TRIGGERED CHOR USの機構について 服部克巳、早川正士 (名大空電研)、島 倉 信 (千葉大工)</p>
		<p>11 a - II 大気圏組成放射 座長 近藤 豊(名大空電研) 笹野泰弘(国公研)</p>	
10:45	(休み)	<p>6 半導体レーザーヘテロダイナ分光計による 大気オゾン変動の観測 田口 真、岡野章一、福西 浩 (東北大 理)</p>	(休み)
11:00	<p>6 "あけぼの" 搭載磁力計で観測された3月 13日大磁気嵐中の沿磁力線電流分布 藤井良一 (極地研)、福西 浩 (東北大 理)、国分 征 (東大理)、杉浦正久 (東海大)、遠山文雄 (東海大工)、 EXOS-MGF グループ</p>	<p>7 日本上空下部成層圏におけるオゾン変動の 解析 高橋修二、岡野章一、福西 浩 (東北大 理)</p>	<p>6 Enhancements of LF whistler-mode w ave intensity and energetic electron fl ux around L=1.54 associated with ma gnetic disturbances Y.Tanaka and M.Nishino (名大空電 研)</p>
11:15	<p>7 あけぼの(EXOS-D)衛星で観測され た沿磁力線電流の微細構造 福西 浩 (東北大理)、藤井良一 (極地 研)、国分 征 (東大理)、遠山文雄 (東海大工)、向井利典 (宇宙研)、 大家 寛 (東北大理)</p>	<p>8 オゾン全量のTOMS観測結果とドブソン 観測結果の比較-昭和基地の場合- 柴崎和夫 (国学院大)</p>	<p>7 中緯度VLFホイッスラモード波の伝搬時 間 西野正徳、田中義人 (名大空電研)</p>
11:30	<p>8 "あけぼの" 搭載オーロラ撮像装置による 紫外オーロラの様相 金田栄祐、山本達人、林 幹治 (東大理)、 藤井良一、門倉 昭、江尻全機 (極地研)、 巻田和男、(拓大工)、佐々木 進 (宇 宙研)、小口 高 (名大空電研)</p>	<p>9 成層圏・対流圏オゾン観測用多波長レーザ ーによるオゾン・気温の観測 (III) SAGE IIオゾンデータとの比較 笹野泰弘、林田佐智子、中根英昭 (国公 研)、M.P.McCormick (NASA)</p>	<p>8 シャトル・レーザー衛星の電磁力学過程の計 算機実験 (IV) 白井英之、松本 紘、大村善治 (京大超 高層)</p>
11:45	<p>9 POLARIZATION AND MODE IDENTIFI CATION OF AURORAL KILOMETRIC RADIATION BY PWS SYSTEM ON BOARD THE AKEBONO(EXOS-D) SATELLITE Akira Morioka(東北大超高層)、Hiro shi Oya,and Kaori Kobayashi (東北 大理)</p>	<p>10 対流圏オゾンのグローバル分布と長期変動 小川利紘 (東大理)</p>	<p>9 計算機実験におけるプラズマの"ゆらぎ" (I) 上田裕子 (電通大)、松本 紘、大村善 治 (京大超高層)、宮武貞夫、奥澤隆志 (電通大)</p>
12:00	(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>11p - I あけぼの 座長 宮岡 宏 (極地研) 山本正幸 (京大工)</p>		<p>11p - III 磁場成因・永年変化 座長 本蔵義守 (東工大理) 横山由紀子 (東大地震研)</p>
13:00	<p>1 二種の赤道域プラズマ擾乱域の発見について - EXOS-D 大家 寛、森岡 昭、飯島雅英 (東北大理)</p>	<p>11p - II 大気圏組成放射 座長 岡野章一 (東北大理) 山本博聖 (立教大理)</p>	<p>1 キネマティック・ダイナモの数式処理 河野 長 (東工大理)</p>
13:15	<p>2 あけぼの衛星で観測された磁気赤道付近におけるELF波動の解析 笠原禎也、澤田 晃、木村磐根、山本正幸 (京大工)、あけぼのVLF班</p>	<p>1 成層圏NO₂、O₃観測用分光器の開発 大沢敬一、久野俊明、近藤 豊、岩坂泰信、岩田 晃 (名大空電研)、柴崎和夫 (国学院大)</p>	<p>2 キネマティック・ダイナモの固有値のパラメータ依存性 中島崇裕、河野 長 (東工大理)</p>
13:30	<p>3 「あけぼの」衛星によるELF帯プラズマ波動観測 鷹見雅和、林 幹治、国分 征 (東大理)、福西 浩 (東北大理)、木村磐根 (京大工)</p>	<p>2 北極成層圏オゾン層観測キャンペーン 近藤 豊、岩坂泰信、小口 高、岩田 晃 (名大空電研)、国際北極気球観測グループ</p>	<p>3 MAGNETIC BRAKING PROBLEM - A TWO-DIMENSIONAL CASE 佐納康治、寺沢敏夫、荒木 徹 (京大理)</p>
13:45	<p>4 LFオーロラヒスの発生領域と発生機構 田中泰義、森岡 昭、福西 浩、大家 寛 (東北大理)、向井利典 (宇宙研)、賀谷信幸 (神大工)</p>	<p>3 オゾンホール形成における硝酸エアロゾル (PSC-II) の役割 - 1989年北極オゾン国際気球観測 - 岩坂泰信 (名大空電研)、林 政彦 (名大水圏研)、近藤 豊 (名大空電研)、大和政彦、古賀聖治 (名大水圏研)、小口 高 (名大空電研)、W.A. Matthews (DSIR)、P. Aumedieu (CNRS)</p>	<p>4 水平平板間の3次元MHD熱対流のシミュレーション - 地球ダイナモのシュミレーションへのアプローチ 加藤浩文、大家 寛 (東北大理)</p>
14:00	<p>5 AkebonoによるHIPAS-VLF共同実験 木村磐根 (京大工)、A. Wong (UCLA)、長野 勇 (金沢大工)、橋本弘蔵 (電機大)、岡田敏美 (名大空電研)、山本正幸 (京大工)</p>	<p>4 極域成層圏における氷粒子の成長と沈降 - H₂O、HNO₃の輸送に関連して - 林 政彦 (名大水圏研)、岩坂泰信 (名大空電研)</p>	<p>5 磁気流体波の厳密非線型解 並川富一 (阪市大理)</p>
14:15	<p>6 あけぼの衛星によるVLF波動観測と3次元レイトレイシングによるVLF波動の空間分布 澤田 晃、桜井章裕、磯崎英一、木村磐根、山本正幸 (京大工)、あけぼのVLF班</p>	<p>5 近赤外大気O₂、OHの地上測定 山本博聖、安孫子文昭、久田裕介、内藤 一郎、関口宏之、牧野忠男 (立教大理)</p>	<p>6 地球外核内部における磁場および流体運動の相互作用 北村文乃、松島政貴、本蔵義守 (東工大理)</p>
14:30	<p>7 AKEBONO/PWSによる広帯域静電プラズマ波動バーストの観測 宮岡 宏 (極地研)、大家 寛、森岡 昭、小林 香 (東北大理)、小野高幸 (極地研)、小原隆博 (宇宙研)</p>	<p>6 酸素分子ヘルツベルグI帯、及び酸素原子緑線大気光のロケット観測 北 和之、岩上直幹、小川利紘 (東大理)</p>	<p>7 強いトロイダル磁場に基づく地球核内部流体運動 松島政貴、本蔵義守 (東工大理)</p>
14:45	(休み)	<p>7 ファブリーペロードップラーイメージングシステム (FPDIS) による 熱圏風、温度2次元分布の導出方法 岡野章一、塩川和夫、中島英彰、福西 浩 (東北大理)</p>	(休み)
	<p>11p - I 磁気圏構造 座長 大谷晋一 (東大理) 前沢 洸 (名大理)</p>		
15:00	<p>8 Ion Inertia Effect on Kelvin-Helmholtz Instability M. Fujimoto, A. Nishida (宇宙研) and T. Terasawa (京大理)</p>	<p>8 D/H比測定用吸収セル付き真空紫外分光計の開発 川原琢也、岡野章一、福西 浩 (東北大理)</p>	<p>8 地磁気60年変動と核-マントル境界付近での運動 横山由紀子、行武 毅 (東大震研)</p>
15:15	<p>9 磁気圏電離圏磁力線連結 (マッピング) の問題 小口 高 (名大空電研)</p>	<p>9 海王星上層大気中の微量炭化水素分子について 足原 修 (職訓大)</p>	<p>9 電磁流体波による移動性磁場解釈の問題点 行武 毅、横山由紀子 (東大震研)</p>

開始時間	第 I 会場	第 II 会場	第 III 会場
15:30	10 磁気圏境界面におけるランダムなリコネクションによって発生するプラズマ対流 西田篤弘(宇宙研)	(休み)	11p-III磁気異常・電磁誘導・テクトノマゲネティズム・電気伝導度・地電位 座長 小嶋美都子(地磁気観測所) 高山寛美(気象研)
15:45	11 昼間側地球磁気圏内の孤立的磁場変動の成因とlifetimeについて 河野英昭、国分 征(東大理)、 K.Takahashi(JHU/APL)	11p-II大気圏力学 座長 深尾昌一郎(京大超高層) 村岡良和(兵庫医大)	10 海洋地磁気異常グローバル解析 II 北東太平洋の地磁気異常振幅の解析 佐柳敬造、玉木賢策(東大海洋研)
16:00	12 衛星磁場データ解析による Substorm Onset領域の考察 大谷晋一、国分 征(東大理)、R.C. Elphic(LANL),C.T.Russell(UCLA)	10 下部対流圏3次元風速のMUレーダー観測(速報) 前川泰之(大阪電通大)、深尾昌一郎(京大超高層)、横田友昭(大阪電通大)、阿尾直樹、山中大学、津田敏隆、山本衛、中村卓司、加藤 進(京大超高層)	11 地磁気静穏日日変化によって海洋中に誘導される電流(III) 竹田雅彦(京大理)
16:15	13 COMPRESSIONAL Pc 5 WAVES AND ENERGETIC PARTICLE INJECTION ASSOCIATED WITH SUBSTORM S.KOKUBUN and H.KAWANO(東大理)、K.TAKAHASHI(JHU/APL)	11 MUレーダーで検出された対流圏界面ジェットの上における鉛直流逆転現象 深尾昌一郎、山中大学、古川 浩、津田敏隆、山本 衛、中村卓司、加藤 進(京大超高層)	12 BAYTAP-Gを用いた地電位データの解析 - 地磁気Z成分の応答について - 小嶋美都子(地磁気観測所)、森 俊雄(地震観測所)、高山寛美(気象研)
16:30	(休み)	12 THE STRUCTURE OF TURBULENT LAYERS AND THEIR INTERPRETATION R.D.Palmer (RASC)、R.J.Doviak、D.S.Zrnic(NLLS,NOAA)、J.R.Cruz (CSP Lab)、and S.Fukao (RASC)	13 長基線地電位データへのMT法の適用 高山寛美(気象研)
16:45	14 反平行磁場間の再結合の発展過程「プライズモイド」の形成とShock 前沢 冽(名大理)	13 RASSによる温度測定における音波と電波パルス長の最適値について 津田敏隆、足立樹泰(京大超高層)、増田悦久(通総研)、高見友幸、加藤 進、深尾昌一郎(京大超高層)	14 ダムの水位変化による地磁気全磁力変化および自然電位変化 - 序報 - 宮腰潤一郎、西田良平(鳥取大教養)、笹井洋一(東大震研)、大志万直人(日大文理)
17:00	15 A HIGH RESOLUTION MHD SIMULATION OF THE INTERACTION BETWEEN THE SOLAR WIND AND THE EARTH'S MAGNETOSPHERE Tatsuki Ogino(名大空電研)	14 MUレーダー観測による中層大気乱流の時間的空間的変動度 阿尾直樹、山中大学、深尾昌一郎、山本衛、中村卓司、津田敏隆、加藤 進(京大超高層)	15 海底地震計システムを利用した地電位観測 森 俊雄(地震観測所)
17:15	16 SOLAR WIND-MAGNETOSPHERE ENERGY TRANSFER RELATIVE TO WEAK BUT SUSTAINED HIGH-LATITUDE GEOMAGNETIC ACTIVITY Masahisa Sugiura(東海大開発技研)、and Toshihiko Iyemori(京大理)	15 MUレーダーで観測される中間圏散乱エコー層の特性 村岡良和(兵庫医大)、杉山卓也(京大理)、深尾昌一郎、山本 衛、山中大学、津田敏隆、中村卓司、加藤 進(京大超高層)	16 ELECTRICAL SOUNDING OF THE SEA FLOOR USING CONTROLLED ELECTROMAGNETIC SOURCE METHOD (MOSES) J.Oubina、瀬川爾朗、J.Motta、C.S.Yang(東大海洋研)
17:30	17 ダイポール傾斜角の磁気圏形状に及ぼす効果 南 繁行(阪市大工)、竹屋芳夫(中部大工)	16 MUレーダーによる流星エコーの観測 北 一麻呂、津田敏隆、山本 衛、中村卓司、加藤 進、深尾昌一郎(京大超高層)	17 中国地方の地殻比抵抗構造 一北岳夫(神大理)、塩崎一郎(神大自然科学)、藤田清士、西岡 浩(神大理)、糸田千鶴(神大自然科学)、安川克己(神大理)、住友則彦(京大教養)
17:45	18 磁気圏探査用イオンエネルギー質量分析器(IEMS)の試作と校正実験に関する報告 平原聖文(京大理)、向井利典、町田忍(宇宙研)	17 中間圏・下部熱圏における大気潮汐波・プラネタリ波の日豪共同観測 中村卓司、津田敏隆、山本 衛、加藤 進(京大超高層)、R.A.ビンセント(アデレイド大)	18 中部日本北西部で観測された全磁力短周期変動における振幅の地域差および離島効果による解釈 坂井英男、加藤隆司(富山大理)、中山武、土居 光、加藤正明(京大防災研上室)
			19 中部地方北西部における地電位観測 中山 武、加藤正明(京大防災研上室)、土居 光(京大防災研)、酒井英男、加藤隆治(富山大理)

9 : 0 0 - 1 2 : 0 0

- P 1 複数のコアの堆積残留磁化方位から地磁気 3 成分を復元する方法の検討 (3)
網川秀夫 (東海大開発技研)、新妻信明 (静大理工)
- P 2 別府湾海底の未固結堆積物の古地磁気 (II)
大野正夫 (東大地球研)、浜野洋三 (東大理工)、岡村 良 (高知大理工)、島崎邦彦 (東大地球研)
- P 3 セレベス海の反時計まわり回転
- 二次磁化を用いたボーリングコアの方位付け -
渋谷秀敏 (阪府大)、D.Merrill (Texas A&M)、V.Hsu (LSU)、ODP Leg 124乗船研究者一同
- P 4 伊豆・小笠原弧の古地磁気層序と構造運動 (ODP Leg 126 の成果)
小山真人 (静大理工)、S.Cisowski (UCSB)、藤岡換太郎 (東大海洋研)、B.Taylor (HIG)、ODP Leg 126 乗船研究者一同
- P 5 池尻川低地に分布する上部更新統 野尻湖層の磁化方位
会田信行 (成田圏芸高校)、野尻湖古地磁気グループ
- P 6 秋田県大館野遺跡の古地磁気調査
西谷忠師、志村知洋 (秋田大鉱山)
- P 7 五島列島・津島の古地磁気・F T年代データから見た韓半島-九州間の中新世の構造運動
石川尚人 (京大教養)、田上高広 (京大理工)
- P 8 伊豆半島の群発地震と地殻隆起に関連した地磁気変化-1978~1989年-
石川良宜、中野徳治、笹井洋一 (東大地球研)
- P 9 伊豆半島東方沖群発地震・海底噴火の地磁気観測 -速報-
伊豆電磁気グループ (伊豆東方沖群発地震海底噴火観測電磁気グループ)
笹井洋一、歌田久司、石川良宜、小山 茂、中野徳治、浜野洋三、行武 毅 (東大地球研)、本蔵義守 (東工大理工)、大志万直人 (日大文理工)、田中良和 (京大理工)
- P10 阿蘇中岳第一火口 (891) 開口に伴う地磁気変化
田中良和 (京大理工)
- P11 茂木モデルに伴うピエゾ磁気変化-再考: 有限な球状力源についての解析解
笹井洋一 (東大地球研)

- P24 あけぼの衛星によるオメガ信号の強度特性評価のための Full Wave法による電離層上電磁界強度マッピング
磯崎英一、木村磐根、澤田 晃、櫻井章裕、山本正幸 (京大工)、あけぼのVLF班
- P25 あけぼの衛星で観測されたオメガ信号の伝搬時間測定と磁気圏プラズマ分布
櫻井章裕、澤田 晃、磯崎英一、木村磐根、山本正幸 (京大工)、あけぼのVLF班
- P26 あけぼの (EXOS-D) 衛星搭載 オーロラTV画像処理の現状
山本達人、金田榮祐、林 幹治 (東大理工)、藤井良一、江尻全機、門倉 昭 (極地研)、佐々木 進 (宇宙研)、巻田和男 (拓大工)、小口 高 (名大空電研)
- P27 「あけぼの」搭載ダブルプローブによる電場計測 プラズマポーズ ~ サブオーロラゾーン領域における強い電場について
岡田敏美 (名大空電研)、早川 基、松岡彩子、鶴田浩一郎 (宇宙研)
- P28 ダブルプローブによる電場計測の信頼性に関する検討
鶴田浩一郎 (宇宙研)、岡田敏美 (名大空電研)、早川 基 (宇宙研)、及びEFDチーム
- P29 電場の微細構造と粒子降下域との関連
早川 基、松岡彩子、鶴田浩一郎、向井利典 (宇宙研)、岡田敏美 (名大空電研)、賀谷信幸 (神戸大工)、福西 浩 (東北大理工)
- P30 あけぼのにより観測されたポーラーキャップアーク
小原隆博、向井利典 (宇宙研)、賀谷信幸 (神大工)、早川 基、松岡彩子 (宇宙研)、岡田敏美 (名大空電研)
- P31 Low Energy Upflowing Ions Observed by AKEBONO
E.Sagawa, I.Iwamoto, and S.Watanabe (通総研)、B.A.Whalen and A.W.Yau (NRC、カナダ)
- P32 陽子の半分のジャイロ周波数を持つイオンについて
渡辺成昭、佐川永一、巖本 巖 (通総研)、B.A.Whalen, A.W.Yaw (ヘルツベルグ天体物理研究所、カナダ)
- P33 あけぼの衛星のWBAアナログデータの解析システム
岸 洋司、伊藤嘉彦、澤田 晃、山本正幸、木村磐根 (京大工)、あけぼのVLF班

- P12 断層のずれに伴う地磁気の変化
柳 修介、本蔵義守 (東工大理工)
- P13 Magnetic anomalies caused by subducting plates as inferred from aeromagnetic anomaly profiles.
植田義夫 (水路部)
- P14 NETWORK-MT法について
歌田久司、上嶋 誠 (東大地球研)
- P15 北海道中東部地域における NETWORK-MT観測 (序報)
上嶋 誠、川瀬隆治、歌田久司、上田誠也 (東大地球研)、清水久芳、大島弘光、西田泰典 (北大理工)
- P16 東北地方における全磁力短周期変化の地域性 (I)
三品正明、佐藤俊也 (東北大理工)
- P17 東北地方南部のMTトランセクト (1)
小川康雄、高倉伸一、村田泰章、内田利弘 (地調)、J.L.オービニャ (東大海洋研)
- P18 フィリピン海-中国東北部の地球物理断面図 (GGT) フィリピン海GGTワーキンググループ、中国GGTワーキンググループ
発表者 伊勢崎修弘 (神大理工)
- P19 K-Ar年代測定用年代標準試料の作製
齋藤和男、梅津浩之 (山形大理工)
- P20 NOBLE METAL ENRICHMENT IN CORE-NUCLEUS IN IRON SPHERULES AND PLATINUM GROUP NUGGETS IN STONY SPHERULES.
Ma Jianguo、三沢啓司 (東大宇宙線)、野上謙一 (独協医大)、山越和雄 (東大宇宙線)
- P21 あけぼの衛星VLFによるベクトルインピーダンス計測
橋本弘蔵 (電機大)、岡田敏美 (名大空電研)、長野 勇 (金沢大工)、山本正幸、木村磐根 (京大工)
- P22 あけぼの衛星によるホイッスラー波のk及びポインティングベクトル解析
軒内栄一、長野 勇 (金沢大工)、木村磐根 (京大工)、橋本弘蔵 (電機大工)、岡田敏美 (名大空電研)、山本正幸 (京大工)
- P23 あけぼの衛星で観測されたオメガ信号の伝搬ベクトルの推定
伊東嘉彦、木村磐根、山本正幸 (京大工)、長野 勇 (金沢大工)、あけぼのVLF班

- P34 LARGE-SCALE PROPAGATION PROPERTIES OF AN INTERPLANETARY DISTURBANCE IN ASSOCIATION WITH A "HALO" CORONAL MASS EJECTION ON 27 NOVEMBER 1979
T.Watanabe, T.Kakinuma, M.Kojima (名大空電研)、R.Schwenn (MPA、西独)
- P35 コロナホールの緯度分布と太陽活動の関係
亘 慎一 (通総研)
- P36 太陽風パラメータの2次元マップ化
野坂 徹、前沢 冽 (名大理工)
- P37 三双極子モデルで巨大双極磁域が磁気嵐発生に果たす役割
齋藤尚生、大木俊夫 (東北大理工)、赤祖父俊一 (アラスカ大)
- P38 赤道ミューオン観測計画
上野裕幸、藤井善次郎 (名大理工)
- P39 名古屋大学空電研究所における総合解析
岩田 晃、渡辺 堯、萩野竜樹、倉橋克典、西谷 望、小口 高、高柳利男、太田幸一 (名大空電研)
- P40 大容量オーロラ画像データ自動検索システム (ARSA D) の開発
小野高幸、平沢威男 (極地研)
- P41 ARSA Dを用いたオーロラサブストーム発達過程の解析
平沢威男、小野高幸 (極地研)
- P42 単色光画像を用いた朝側パルセーティングオーロラのエネルギー特性の推定
港屋浩一 (電通大)、小野高幸、平沢威男 (極地研)、芳野起夫 (電通大)
- P43 南極昭和基地近傍における無人観測網の展開
坂 翁介 (九大理工)、佐藤夏雄 (極地研)
- P44 科学衛星GEOTAILに関するPWI観測のデータ解析計画
松本 紘 (京大超高層)、長野 勇 (金沢大工)、橋本弘蔵 (電機大)、岡田敏美 (名大空電研)、大村善治、小嶋浩嗣 (京大超高層)、山本正幸 (京大工)、PWI波動観測班
- P45 沿磁力線電流領域における電離層電気伝導度の推定
石井 守 (京大理工)、杉浦正久 (東海大開発技研)、家森俊彦 (京大理工)、N.C.Maynard (AFGL)、J.A.Slavin (GSFC)
- P46 DMS P衛星による朝側極冠域アークの観測
堀川和夫、福西 浩 (東北大理工)、小野高幸 (極地研)

9 : 0 0 - 1 2 : 0 0

<p>P47 X線脈動現象の空間分布特性 鈴木裕武(立大理)、山岸久雄(極地研)、平島 洋、村上浩之(立大理)、佐藤夏雄(極地研)、山上隆正(宇宙研)、福西 浩(東北大理)、小玉正弘(山梨医大)</p> <p>P48 ULF波動指数($\Sigma Kc3$, $\Sigma Ki2$)によるデータ解析 倉橋克典、渡辺 堯、萩野竜樹、岩田 晃、西谷 望、高柳利男、太田幸一、湯元清文、小口 高(名大空電研)、斎藤尚生(東北大)</p> <p>P49 Checking of wave characteristics of impulse excited geomagnetic pulsations Satoru Tsunomura(地磁気観測所)</p> <p>P50 地磁気静穏日電流系の変動 山田雄二(地磁気観測所)</p> <p>P51 S-310-18号機によるプラズマ擾乱の観測 森 弘隆、佐川永一(通総研)</p> <p>P52 中緯度狭帯域ヒストオーロラヒストとの関係 恩藤忠典(通総研)</p> <p>P53 full-wave法から求めた電力線放射波の電離層伝搬特性 冨澤一郎(電通大菅平)、田頭秀樹(九州電力)</p> <p>P54 波動分布関数による磁気圏ULF波動の電離層透過域推定 根本嘉彦、島倉 信(千葉大工)、早川正士(名大空電研)</p> <p>P55 オーロラ域におけるUHR波とwhistler波の励起 渡辺智彦、大家 寛(東北大理)</p> <p>P56 THEORY OF THE DOPPLER MODE CONVERSION PROCESSES FOR THE CASE OF RELATIVISTIC BEAM PLASMA Masahide Iizima and Hiroshi Oya(東北大理)</p> <p>P57 非等方圧カプラズマモデルによるマグネトシース MHD乱流の計算機シミュレーション 天野 茂、萩野竜樹(名大空電研)</p>	<p>P58 プラズマ・カオスの計算機実験 - 宇宙プラズマにカオス現象は見られるか - 白井義比古、松本 紘、大村善治(京大超高層)</p> <p>P59 改良型LTSコードを用いた計算機実験によるVLFトリガード・エミッションの研究 中山稔啓、大村善治、松本 紘(京大超高層)</p> <p>P60 KINETIC EQUILIBRIA OF PLASMA SHEAR LAYERS D.CAI(神大計算機センター)</p> <p>P61 デジゾンデ256による電離圏ダイナミクス観測 - 1989年3月の電離圏擾乱 - 五十嵐喜良、永山幹敏、貝沼昭司、加藤久雄、大谷 晃、竹内鉄雄、猪木誠二(通総研)</p> <p>P62 1978年~1979年の日々指数から推測される中緯度地帯シンチレーションと地磁気嵐の相関 会田芳久、羽倉幸雄(埼玉大工)、皆越尚紀(通総研)</p> <p>P63 気象ロケット(MT-135)を用いた成層圏オゾン観測 渡辺 隆(筑波大物理)、小川利紘(東大理)</p> <p>P64 大気NO2国際比較観測 岩上直幹(東大理)</p> <p>P65 ファブリーペロードップラーイメージングシステム(FPDIS)によるオーロラ分光観測装置の開発 中島英彰、岡野章一、塩川和夫、福西 浩(東北大理)、小野高幸、平澤威男(極地研)</p> <p>P66 中間圏温度プローブとしての水クラスター形成 杉山卓也(京大理)、村岡良和(兵庫医大物理)</p> <p>P67 対流圏及び下部成層圏における正規化温度とプラント・バイサラ周波数の2乗の鉛直波数スペクトル解析 水本政宏、津田敏隆、加藤 進、深尾昌一郎(京大超高層)</p> <p>P68 MUレーダーで観測された中層大気中の重力波活動度の季節変化 村山泰啓、津田敏隆、山本 衛、加藤 進、深尾昌一郎(京大超高層)</p>
--	--

第 2 日 目

10月12日(木)

開始時間	
	第 I 会 場
13:30	<p>特別講演 『太陽ニュートリノ』 須田英博 神戸大学理学部</p> <p>レビュー講演 『惑星オーロラ電波 — 宇宙電波放射の謎解きを含めて』 (Planetary Auroral Radiation—Including quest for origin of cosmical radio wave radiations) 大家 寛 東北大学理学部</p>
15:15	記 念 写 真 撮 影
	第 I 会 場
15:40	総 会
	会 場 L A N S B O X
18:00	懇 親 会

10

11

開始時間	第 I 会 場	第 II 会 場	第 III 会 場
	<p>13a-I オーロラ 座長 巻田和夫 (拓殖大工) 山岸久雄 (極地研)</p> <p>9:00 1 オーロラ・ステレオ観測の画像解析 (II) 麻生武彦、橋本 岳、安陪 稔 (京大工)、 江尻全機、小野高幸 (極地研)</p> <p>9:15 2 オーロラ光とオーロラ吸収形態の比較 山岸久雄 (極地研)、菊地 崇 (通総研)、 池田修一 (NTT)</p> <p>9:30 3 昭和基地CNAドリフトと共役点付近での 電離層ドリフトの同時観測 菊池 崇 (通総研)、山岸久雄 (極地研)、 Mark Lester (ライセスター大)</p> <p>9:45 4 エネルギー分散のない injection とオーロラの南北方向の発達 中村るみ、国分 征 (東大理)、小口 高 (名大空電研)、D.N.Baker (NAS A/GSFC)</p>	<p>13a-II 電離圏 座長 近藤哲朗 (通総研) 佐藤 亨 (京大工)</p> <p>1 中緯度電離圏F領域におけるE×B不安定 丸山 隆 (通総研)</p> <p>2 ANISOTROPIC ENERGY DISTRIBUTION OF THERMAL ELECTRONS IN THE TOP-SIDE IONOSPHERE Takumi ABE (電通大)、Koh-ichiro OYAMA (宇宙研)、Shigeto WAT ANABE (NRC、カナダ)Hiroshi AME MIYA(理研)、and Takashi OKUZAW A (電通大)</p> <p>3 大振幅電磁波放射に対する宇宙プラズマの 非線形応答の1次元及び2次元計算機実験 矢代裕之、松本 紘、大村善治 (京大超 高層)</p> <p>4 大電力マイクロ波と電離層プラズマとの非 線形相互作用 (II) 橋野嘉孝、松本 紘、大村善治 (京大超 高層)</p>	<p>13a-III 太陽系の起源・固体惑星・隕石 座長 中川義次 (東大理) 佐々木 進 (宇宙研)</p> <p>1 太陽系星雲のシア不安定の非線型数値計算 渡邊敏一郎 (東大理)、観山正見 (国立 天文台)、関谷 実 (帝京大理工)</p> <p>2 原始太陽系星雲の進化における太陽輻射の 影響 長谷川正樹、中沢 清 (東工大理)</p> <p>3 太陽系星雲内におけるダスト層の非軸対称 重力分裂 中川義次 (東大理)、関谷 実 (帝京大 理工)</p> <p>4 原始太陽系星雲における自己重力の影響 中本泰史、中川義次 (東大理)</p>
	<p>10:00 5 トランスポーラー・オーロラと入射粒子の 関係及びIMF Byの効果について 巻田和夫 (拓大工)、Ching-I.Meng (AP/JHU)、赤祖父俊一 (アラスカ大)</p> <p>10:15 6 高エネルギーオーロラ電子によって選ばれ る沿磁力線電流 中村 匡 (東大理)、J.R.Kan (アラ スカ大)、玉尾 孜 (東大理)</p>	<p>5 MUレーダーによる夜間のEs層不規則構 造の観測 小川忠彦、犬木久雄 (通総研)、加藤 進、深尾昌一郎、津田敏隆、山中大学、 山本 衛、中村卓司 (京大超高層)</p> <p>6 MUレーダーによる熱圏南北風の推定 W.L.オリバー、深尾昌一郎、高見友幸、 山本 衛、津田敏隆、山中大学、中村卓 司、加藤 進 (京大超高層)</p>	<p>5 相互重力散乱による微惑星のランダム速度 の変化 井田 茂、中沢 清 (東工大理)</p> <p>6 非弾性衝突による微惑星および惑星リング 粒子の軌道進化 大槻圭史、中川義次 (東大理)</p>
	<p>10:30 7 二流体不安定性の長時間発展: BGK モー ドが出来るか? 大村善治、松本 紘 (京大超高層)</p>	<p>7 MUレーダーによるF領域電子密度、電子・ イオン温度、イオンドリフト速度の同時観 測 高見友幸、深尾昌一郎、加藤 進、津田 敏隆 (京大工)、佐藤 亨 (京大工)、 山本 衛 (京大超高層)</p>	<p>(休み)</p>
	<p>10:45 8 A PARTICLE SIMULATION OF THE WESTWARD TRAVELING SURGE Takashi YAMAMOTO (東大理)、K. MAKITA (拓大工)、C.-I.MENG (APL/JHU)</p>	<p>(休み)</p>	<p>7 磁気制動問題-抵抗性回転円盤の場合 寺沢敏夫、佐納康治、林 忠四郎 (京大 理)、成田真二 (同志社大工)、木口勝 義 (近畿大理工)</p>
	<p>11:00 (休み)</p>	<p>8 単周波VLBIの電離層補正 - 日本周辺 の電離層foF2の推定モデル- 近藤哲朗、雨宮 純 (通総研)</p>	<p>8 惑星探査機ボイジャー2号海王星会合時に おける日米共同電波科学実験速報 河島信樹 (宇宙研)、水野英一 (東大)、 高野 忠、山本善一 (宇宙研)、春山純 一 (京大)、鳥山 学 (東海大)、佐々 木 進、小山孝一郎 (宇宙研)、寺沢敏 夫 (京大)、平沢春任 (宇宙研)</p>

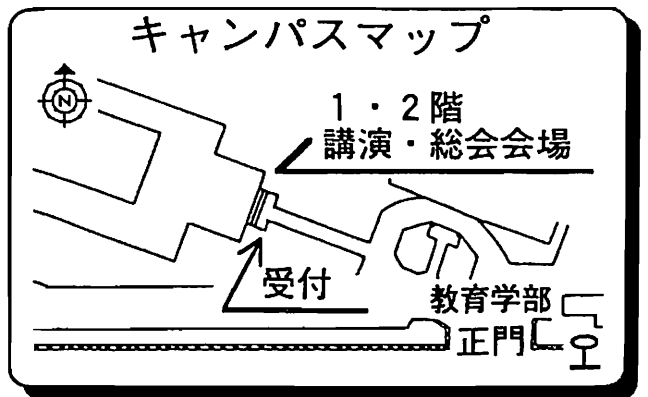
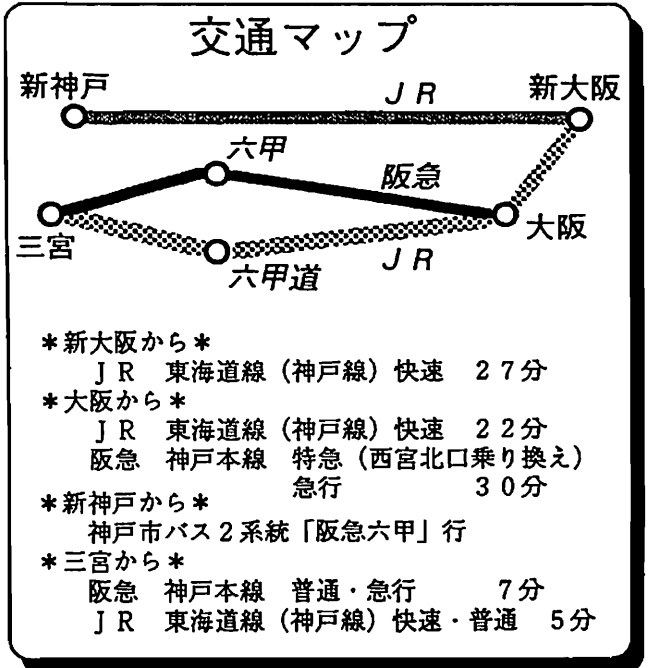
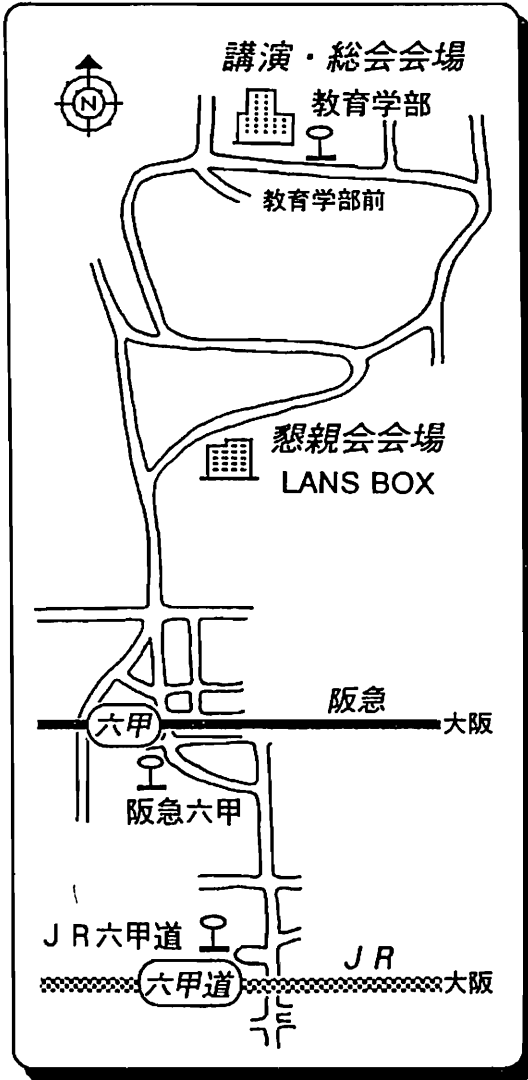
開始時間	第 I 会場	第 II 会場	第 III 会場
	<p>13a-I 磁気圏・電離圏結合 座長 長井嗣信(気象研) 西谷 望(名大空電研)</p>		
11:15	<p>9 オーロラオーバルの拡大による磁気圏電場の低緯度侵入 田中高史、丸山 隆、菊池 崇(通総研)</p>	<p>9 オメガ波垂直偏波受信によるD層電子密度推定のシミュレーション 満保正喜、齋藤 剛、長野 勇(金沢大工)</p>	<p>9 始源的Eコンドライトの起源 鳥越紀子(東大理)、島 正子(科学博物館)</p>
11:30	<p>10 A MU RADAR-BASED STUDY OF THE ELECTRODYNAMIC RESPONSE OF MID-LATITUDE IONOSPHERE TO A STRONG ISOLATED SUBSTORM C.A.REDDY, S.FUKAO, T.TAKAMI, M.YAMAMOTO, T.TSUDA, M.D.YAMANAKA, T.NAKAMURA AND S.KATO(京大超高層)</p>	<p>10 中緯度における電離圏シンチレーションの太陽活動依存性 皆越尚紀、上敷領昭五、満留博人(通総研)</p>	<p>10 イオンビームを用いた固体惑星探査方法の実験的研究 佐々木 進、矢守 章、河島信樹(宇宙研)、三浦保範(山口大)、太田正廣(都立大)</p>
11:45	<p>11 活動性オーロラに伴う近地球磁気圏尾部の時間空間構造 西谷 望(名大空電研)、F.J.Rich(A FGL)</p>	<p>11 夜間D領域中の電離の網構造と中波吸収 若井 登(東海大)、猪木誠二(通総研)、犬木久夫(郵政省放送行政局)</p>	<p>11 Nitrogen isotope anomaly in chondrites 橋爪 充、杉浦直治(東大理)</p>
12:00	<p>12 中緯度磁場擾乱から推定される磁気圏電流構造 家森俊彦(京大理)</p>	<p>12 トウィークを用いた電離層高度および空電発生位置の測定 森泉美穂子、島倉 信(千葉大工)、早川正士(名大空電研)</p>	(昼休み)
12:15	(昼休み)	<p>13 電離層プラズマ中で観測されたシース共鳴の特性 渡辺勇三(宇宙研)</p>	
12:30		(昼休み)	
12:45			<p>13p-III 古地磁気・岩石磁気・放射年代 座長 船木 實(極地研) 山崎俊嗣(地質調査所)</p>
13:00	<p>13p-I 磁気圏・電離圏結合 座長 西谷 望(名大空電研) 長井嗣信(気象研)</p>	<p>13p-II 惑星間空間 座長 浜端広充(阪市大理) 小島正宜(名大空電研)</p>	<p>1 Paleointensity high at 9000 years ago found from lavas in Fuji and Oshima Volcanoes 田中秀文(東工大理)</p> <p>2 中国南部石灰岩洞窟二次生成物による地球古環境の研究 劉育燕(神大理)、森永速男(神大自然科学)、日下部 実(岡山大地球内部)、安川克己(神大理)</p>
13:15	<p>1 降下粒子との対比による沿磁力電流の発生域 飯島 健(東大理)、小野高幸(極地研)、芝地貴夫(東大理)</p>	<p>1 デカメータ帯における昇音型電波バースト 青山隆司(宮城職訓短大)、大家 寛(東北大理)</p>	<p>3 北フィジー海盆で得られた堆積物柱状試料の残留磁気について 上嶋正人(地調)、田中武男(海技センター)、本座栄一(地調)</p>
13:30	<p>2 沿磁力線電場による局所的高エネルギー電子降下 平島 洋(立大理)</p>	<p>2 太陽風速度とコロナ磁場の発散 袴田和幸(中部大工)</p>	<p>4 深海底堆積物のVRM獲得は磁性鉱物の粒径に支配される 山崎俊嗣(地調海洋)</p>
13:45	<p>3 磁気圏尾部における沿磁力線電流の構造-1 長井嗣信(気象研)、高橋主衛(APL/JHU)</p>	<p>3 太陽の自転を考慮に入れた太陽風プラズマ構造の解析(II) 鷲見治一(名大空電研)</p>	<p>5 房総半島に分布する鮮新・更新世堆積岩類の残留磁化の性質について(1) 鳥居雅之、小田啓邦(京大理)、J.CHANNELL(フロリダ大)</p>
14:00	<p>4 カサブ領域の大規模沿磁力電流領域中に見られる小規模磁場変動の特性 田口 聡(京大理)、杉浦正久(東海大開発技研)、家森俊彦(京大理)、J.A.SLAVIN(GSFC)</p>	<p>4 「さきがけ」とISEE3による平面並行磁場構造の観測 中川朋子(宇宙研)</p>	<p>6 ODP Leg123(北東インド洋アルゴ、ガスコイン深海盆)古地磁気結果 -地磁気層序と古緯度変化- 小玉一人(高知大理)、J.Ogg, B.Wallick(Purdue Univ)、OPD Leg 123乗船研究者一同</p>

開始時間	第 I 会 場	第 II 会 場	第 III 会 場
	<p>13p- I U L F 座長 湯元清文(名大空電研) 林 幹治(東大理)</p>		
14:15	5 静電場を伴う磁気流体波不安定の統一像 玉尾 孜(東大理)	5 太陽風の温度と速度との関係およびその定常性 岩田 聡、前沢 洸(名大理)、向井利典(宇宙研)	7 スリランカ島の古地磁気(II) 船木 實(極地研)、古田 勝(大阪市立大学)
14:30	6 Kelvin-Helmholtz instability for Supersonic Shear Flow at the Magnetospheric Boundary: Its Importance in Viscous Interaction and ULF Wave Excitation Akira Miura(東大理)	6 I P S の観測した0.1AU以遠での太陽風加速-III 小島正宜(名大空電研)	8 接触変成域の黒雲母中に捕獲された過剰アルゴン 兵藤博信(岡山理大)
14:45	7 ボックスモデルを用いた磁気圏ULF波動(Pc3)の数値解析 高橋幸弘、福西 浩(東北大理)、湯元清文(名大空電研)	(休み)	(休み)
15:00	8 Global dynamics of ULF magnetic pulsations during magnetic storms 1985-1986 G.A.D.C. K.Hayashi T.Yamamoto and S.Kokubun(東大理)、T.Oguti(名大空電研)	7 アルフェン波の崩壊プロセスに基づく太陽風加速モデル 梅木秀雄、寺沢敏夫(京大理)	13p- III 古地磁気 座長 林田 明(同志社大工) 小玉一人(高知大理)
15:15	(休み)	8 乱雑なALFVEN波の変調不安定(II) 浜端広充(阪市大理)	9 宮古島の古地磁気から推定した琉球弧南部の回転時期 三木雅子(神大自然科学)、乙藤洋一郎(神大理)
15:30	9 THE CAVITY MODE NATURE OF LOW-LATITUDE P ₂ PULSATIONS, II. SPECTRAL STRUCTURE P.R.Sutcliffe(南ア、地磁気観測所) and K.Yumoto(名大空電研)	9 Nonlinear Wave Phenomena: Cometary Environment Bruce T.Tsurutani(京大超高層)、Edward J.Smith(JPL) and H.Matsumoto(京大超高層)	10 前期中新世可児層郡の古地磁気 - 西南日本ブロックの回転に関して - 林田 明、福井崇子(同志社大)
15:45	10 MULTIPPOINT OBSERVATION OF A SI-ASSOCIATED PULSATION ON FEBRUARY 9, 1989 K.Yumoto(名大空電研)、K.Takahashi(APL/JHU) & R.D.Belian(LA NL)	10 最近のデータから推定された太陽活動の惑星環境への影響 桜井邦朋(神奈川大工)	11 北但層郡八鹿果層の古地磁気方位 坂本正徳(阪市大理)
16:00	11 DE-2衛星で観測されたPscと磁気嵐急始部の構造 荒木 徹(京大理)、杉浦正久(東海大開発技研)、家森俊彦、亀井豊永(京大理)、花土 弘(通総研)、N.C.Maynard(AFGL)	11 GEOMAGNETIC STORM AND INTERPLANETARY SHOCK Tohru SAKURAI(東海大工)	12 福井県内の中新世火山岩類の古地磁気 中島正志、林 昌代(福井大教育)、中川登美雄(嶺北養護学校)、沢田順弘(島根大理)、板谷徹丸(岡山理大)
16:15	12 アイスランドと南極で同時観測されたPc1帯地磁気脈動の強度及び偏波特性の比較 小林俊之、島倉 信(千葉大工)、佐藤夏雄(極地研)、早川正士(名大空電研)	12 衛星表面からの光電子放出に関する計算機実験 岡田雅樹、松本 紘、大村善治(京大超高層)	13 DRIFTING VELOCITY OF SOUTHWEST JAPAN INFERRED FROM PALEOMAGNETISM AND K-Ar DATING 乙藤洋一郎(神大理)、板谷徹丸(岡山理大)、松田高明(姫路工大)
16:30	13 静止起動衛星GOES2によって観測されたPc3帯地磁気脈動の発生頻度と方位測定 青木右頭、島倉 信(千葉大工)、早川正士(名大空電研)	14 本州島中央部の後期白亜紀-古第三紀酸性火山岩類の古地磁気 味喜大介、広岡公夫(富山大理)	14 本州島中央部の後期白亜紀-古第三紀酸性火山岩類の古地磁気 味喜大介、広岡公夫(富山大理)
16:45	14 Conjugacy of PC 3-5 Pulsations as Observed in the H-and D-Component Natsuo Sato(極地研)、and Hiroaki Saito(電通大)	15 梁川・高館地域の古地磁気とフィッショントラック年代 小田啓邦、島居雅之(京大理)、林田明(同志社工)	15 梁川・高館地域の古地磁気とフィッショントラック年代 小田啓邦、島居雅之(京大理)、林田明(同志社工)
			16 古地磁気から見た中新世の本州島の変形 広岡公夫・岩野英樹、高井健三(富山大理)、小笠原憲四郎(東北大理)

Program

	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
I II III	Oct. 11 (Wed)		Akebono			Akebono		Magnetospheric structure				
		Cosmic Rays	Atmospheric chemistry		Atmospheric chemistry and radiation		Atmospheric dynamics					
		Waves in magnetosphere	Origin of main field Secular variation		Geomagnetic anomaly and induction, Electric potential and conductivity, Tectonomagnetism							
	Oct. 12 (Thu)	Poster session				Special talks		General meeting		Party		
I II III	Oct. 13 (Fri)	Aurora	M-I Coupling			M-I Coupling		ULF				
		Ionosphere				Interplanetary Space						
		Origin of solar system Solid planet Meteorite			Paleomagnetism Rock magnetism Radiometric dating		Paleomagnetism		Paleomagnetism			

学会会場マップ



交通機関

バス 「JR六甲道」または「阪急六甲」より神戸市バス36系統「鶴甲団地」行に乗車し「神大教育学部前」下車

なお車での御来場は御遠慮ください

連絡先

会期前 078-881-1212 内線 4433
 会期中 078-881-1212 内線 7044

宿 泊 所 案 内

NO.	宿泊所名	客室数	料金	TEL (0 7 8)
1.	新神戸オリエンタル ホテル	600	(S) 卒 90000 (T) 卒 205000	291-1121
2.	ポートピア ホテル	1407	(S) 卒 85000 (T) 卒 180000	302-1111
3.	三宮ターミナル ホテル	250	(S) 卒 80000 (T) 卒 150000	291-0001
4.	神戸オリエンタルホテル	190	(S) 卒 80000 (T) 卒 150000	331-8111
5.	ホテルゴーフルリッツ	120	(S) 卒 85000 (T) 卒 190000	303-5555
6.	グリーンヒル ホテル	102	(S) 卒 58000 (T) 卒 129000	222-5489
7.	神戸東急イン	236	(S) 卒 77000 (T) 卒 135000	291-0109
8.	神戸ワシントンホテル	218	(S) 卒 75500 (T) 卒 127000	331-6111
9.	第2グリーンヒルホテル	200	(S) 卒 69500 (T) 卒 127000	222-0909
10.	三宮セントラルホテル	25	(S) 卒 60000 (T) 卒 110000	241-5031
11.	インテリジェンスホテル神戸	110	(S) 卒 59000 (T) 卒 100000	241-2233
12.	チサンホテル神戸	290	(S) 卒 66000 (T) 卒 100000	341-8111
13.	ホテルなかおか	60	(S) 卒 65000 (T) 卒 100000	332-2221
14.	ユニオンホテル神戸	167	(S) 卒 60000 (T) 卒 98000	222-6500
15.	第一グランドホテル	141	(S) 卒 50000 (T) 卒 110000	331-5550
16.	ホテルサンルート神戸	175	(S) 卒 50000 (T) 卒 95000	578-0500
17.	北上ホテル	42	(S) 卒 55000 (T) 卒 110000	391-8781
18.	第2北上ホテル	55	(S) 卒 55000 (T) 卒 110000	392-0401
19.	神戸花ホテル	42	(S) 卒 55000 (T) 卒 127000	221-1087
20.	ホテルシェレナ	24	(T) 卒 200000	371-3333
21.	ホテル雅叙園	42	(T) 卒 104500	341-0301
22.	ホテル星月	63	(S) 卒 55000	575-1365
23.	神戸アラザホテル	144	(S) 卒 52000 (T) 卒 99000	332-1141
24.	サンサイドホテル	103	(S) 卒 50000 (T) 卒 94000	232-3331
25.	ビジネスホテル三陽	60	(S) 卒 50000 (T) 卒 90000	392-0356
26.	カサベライン神戸	157	(S) 卒 44000 (T) 卒 90000	578-0001
27.	ホテル水上	74	(S) 卒 45000 (T) 卒 80000	575-5871
28.	グリーンポートホテル	40	(S) 卒 45000 (T) 卒 80000	231-6361
29.	神戸タワーサイドホテル	160	(S) 卒 31000 (T) 卒 80000	351-2151
30.	YMCA		(S) 卒 52000 (T) 卒 100000	241-7205
31.	(市)ひょうご共済会館		(S) 卒 33000 (卒 23000) (T) 卒 35000	222-2600
32.	(公)六甲荘		(S) 卒 6458 (卒 4305) (T) 卒 6005	241-2451
33.	(警)パレス神戸		(S) 卒 6000 (卒 5000) (T) 卒 4100	371-7800
34.	(私)有泉閣-有馬温泉		(S) 卒 10000 (卒 8000)	904-3661
35.	神戸港海員厚生会館		(S) 卒 2700	341-6629
36.	神戸大倉山海員会館		(S) 卒 3300	341-0112
37.	神戸海員会館		(S) 卒 3800	351-0641
38.	神戸学生・青年センター		(S) 卒 2000	851-2760

注1) ホテルの料金には、消費税等は含まれていません。

注2) () 内料金は、各共済組合員の料金です。

又、共済の(T)料金は、1人当りです。

(S) シングル (T) ツイン を表します。

領 収 控 (事務局用)

様

金 2,000 円

但し 第86回総会並びに講演会

予稿集代

平成元年10月 日

地球電磁気・地球惑星圏学会

領 収 書

様

金 2,000 円

但し 第86回総会並びに講演会予稿集代

上記正に領収致しました。

平成元年10月 日

地球電磁気・地球惑星圏学会 領収印

領 収 控 (事務局用)

様

金 1,000 円

500 円

2,000 円

1,000 円

但し 第86回講演会参加費

平成元年10月 日

地球電磁気・地球惑星圏学会

領 収 書

様

金 1,000 円 (会員一般)

500 円 (会員学生)

2,000 円 (非会員一般)

1,000 円 (非会員学生)

但し 第86回講演会参加費

上記正に領収いたしました。

平成元年10月 日

地球電磁気・地球惑星圏学会 領収印

お
願
い

このページをプログラムから切り取り、アンダーラインの部分4箇所氏名を、また会員種別該当欄に×印を
ご記入の上、予稿集代並びに参加費を添えて学会の受付にお出し下さい。受付事務の混乱を軽減するため、
ご協力を是非宜しくお願い致します。

■第 I 会場

(11a-I-1~13p-I-14)

向井利典、賀谷信幸、小原隆博、山岸久雄、他 EXOS-D LEP 班
(宇宙研) (神大工) (宇宙研) (極地研)

The CUSP SPATIAL/TEMPORAL STRUCTURE OBSERVED BY AKEBONO (EXOS-D)

T. Mukai, N. Kaya, T. Obara, H. Yamagishi and EXOS-D LEP team
(ISAS) (Kobe U.) (ISAS) (NIPR)

We report on the detailed spatial/temporal structures of the dayside cusp observed by the AKEBONO Low Energy Particle (LEP) instrument. The cusp is characterized by the intense low energy electron precipitation accompanied by the keV-range ions which often show the energy versus spatial/temporal dispersion. The mass/charge analysis of the precipitating ions indicates that these particles are of the magnetosheath origin. The cusp signature is often observed around noon, but offset by about one hour toward the afternoon or morning in a particular pass, probably representing the IMF-By dependence. The unique feature in some examples is that both electron and ion precipitations are intense but patchy, suggesting the patchy injection of the magnetosheath plasma.

「あけぼの」に搭載された LEP の観測が開始された今年の春から夏にかけては、衛星の軌道条件から主として朝方から午後にかけての昼間側の観測が行なわれてきた。この領域で最も顕著な現象は C u s p 近傍の強烈な粒子降下に伴うもので、ここではその空間的・時間的な微細構造について報告する。

図は、apogee における最初の観測データで、多くの興味ある粒子降下・局所的な加速現象が見られる。ここで注目したいのは図の中心付近で、 $\sim 100\text{ eV}$ の電子および $\sim 1\text{ keV}$ のイオンの顕著な粒子降下領域で、C u s p と認識できる。そのイオン組成の観測の結果、これらのイオンはほとんどが H^+ で、若干の He^{++} が含まれていることが見い出され、magnetosheath 起源のものであることを示している。興味あることは、その粒子降下は強烈であるとともに時間的・空間的に変動していることであり、これはそのソースの plasma injection process の変化に対応するものと思われる。この場合、衛星軌道はほぼ等緯度線に沿っているので、これは経度・地方時の変化を示すものと解釈できる。このことは、C u s p 領域における magnetosheath からのプラズマの侵入は(経度的には)一様に行なわれているのではないということで、大変興味深い。このように経度変化を論じている従来の報告はきわめて少なく、ほとんどが統計的に求めたものである。その意味で、「あけぼの」の観測は貴重である。この例のように極端な経度変化を示すものは少ないが、まだ一部のデータを解析した段階であるので、断定は避けたい。なお、5月に得られたデータは図の例とは逆に緯度変化を示しているので、講演ではこれらを併せて C u s p 構造に関する「あけぼの」の観

測結果を報告する。なお、この C u s p 領域をはじめ、昼間側のオーロラ帯では多くの Ion Conics が観測されているが、これについては、三宅、他の講演を参照されたい。

EXOS-D QL PLOT ** LEP ** PATH 890405-02-00
DATE 1989.04.04

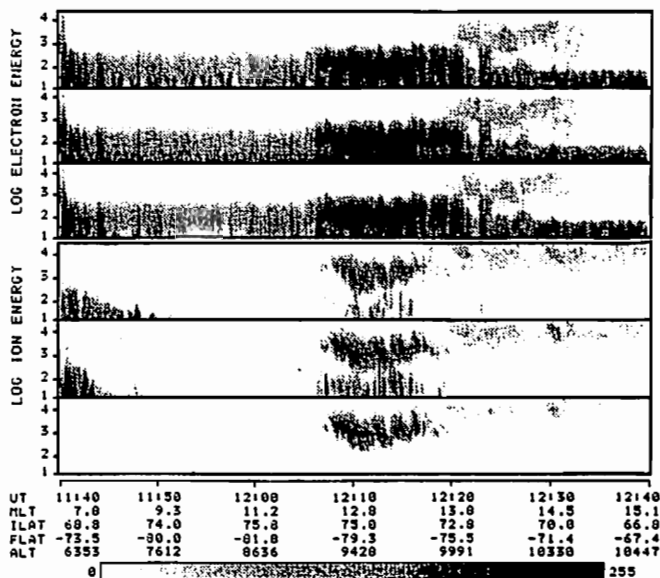


図1. ピッチ角毎にソートした E-t diagram

上3γ: 電子

下3γ: イオン

3つのパネルは上から upward, perpendicular, downward a flux を示す。

11a-I-2 「あけぼの」 搭載 LEP で観測された Ion Conics

三宅 亙 ・ 向井利典 ・ 賀谷信幸 ・ 山岸久夫
(通信総研) (宇宙研) (神大工) (極地研)

Ion Conics observed by LEP (Low Energy Particle experiment)
on board AKEBONO satellite

W.Miyake, T.Mukai, N.Kaya, and H.Yamagishi
(CRL) (ISAS) (Kobe Univ.) (NIPR)

Ion conics are often observed by AKEBONO satellite around dayside auroral zone. These ion conics are accompanied by bi-directional or upward steaming electrons as pointed out by earlier DE and VIKING observations. But the similar electron streams are also found in the places where no ion conics are present. In order to make clear the process of producing ion conics, it is important to identify what are the necessities for the formation of ion conics.

「あけぼの」に搭載されたLEP(低エネルギー粒子計測器)は、電子及びイオンのエネルギー・ピッチ角分布の計測、イオンの質量分析、粒子フラックスのスペクトル解析、の3つの機能から成っている。衛星打ち上げ後、春から夏にかけては、主として朝側から昼側の極域を通過するような軌道が多く、昼側のオーバルやカスプに多いといわれる Ion Conics がLEPでも観測されている(図1)。Ion Conics の特徴として、bi-directional 又は upward の強い electron flux を伴うとされているが、この点は「あけぼの」のデータでも追認できる。しかし、electron が、一見、ほとんど同様の状態でも、Ion Conics が無い場合も多い。Ion Conics は電離層イオンが磁力線に垂直方向の加熱を受けた結果であり、その加熱の源としては様々な波動・粒子相互作用が考えられているが、その発生のための必要条件は明確ではない。観測の立場からその物理過程を明かにしていくためには、Ion Conics 発生の必要条件を詰めていくことが、第一のステップとなる。

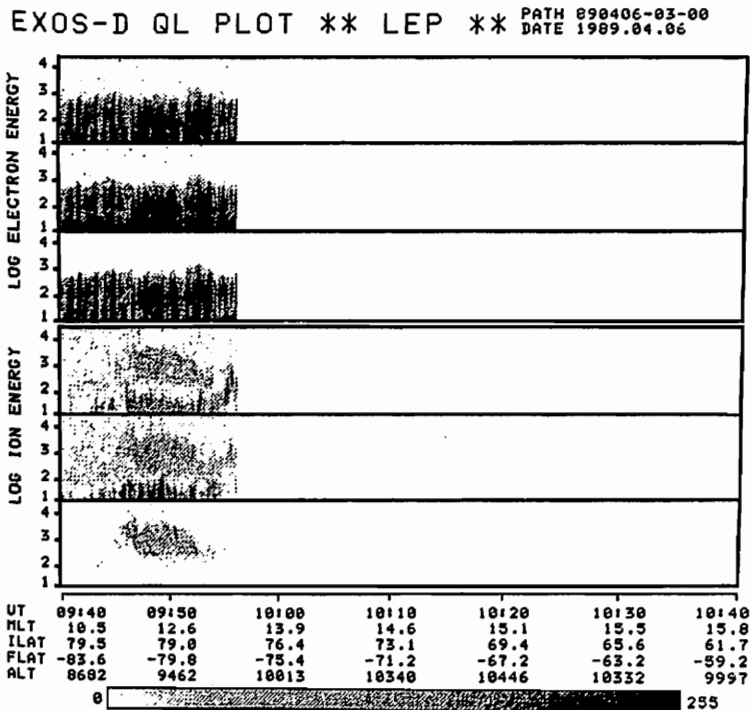


Fig.1 Pitch angle sorted electron (upper three panels) and ion (lower three panels) energy-spectrograms. The electron spectra are displayed from the top for pitch angle ranges of 0-60°, 60-120°, and 120-180°, and the ion spectra for the same order of pitch angle ranges as those for electrons. Ion conics with energies of 10-100 eV are apparent during 09:45-09:55 interval.

「あけぼの」衛星搭載用イオン・エネルギー質量分析器 (II)

賀谷信幸、吉岡 徹、柳川瀬融史、向井利典、LEP班
(神大工) (神大工) (神大工) (宇宙研)

ION MASS SPECTROMETER ONBOARD AKEBONO SATELLITE (II)

N.Kaya, T.Yoshioka, M.Yanagawase, T.Mukai and LEP team
(Kobe Univ.) (ISAS)

The IMS installed onboard the AKEBONO satellite works satisfactorily after the high voltage was successfully applied to the analyzer on March 30. We still change the potentials of the E/Q analyzer in order to measure a lower energy range of ions, because the newly developed IMS needs delicate adjustments. An example of the observation is shown in Fig. 1, where upward flowing ions were detected in a region from midnight to 3:00 MLT. It indicates an interesting characteristic of the ions: H^+ are detected in the region of the high latitude, He^+ in the middle, and O^+ in the low latitude, respectively.

「あけぼの」衛星に搭載されたイオン・エネルギー質量分析器 (IMS) は3月30日に高圧が無事投入されてから、順調に観測を続けている。しかしながら、IMSは新規に開発された観測器であるため、手間のかかる初期設定を必要とし、現在低エネルギー測定のための掃引電圧の調整を行っている。その結果300 eVまで測定ができるようになり、今後100 eVから観測できるように微調する予定である。

IMSの観測結果の1例を図1に示す。図の上段にプロトン、中段にヘリウム、下段に酸素のそれぞれのE-tダイアグラムを示す。観測は真夜中のポーラキャップから3:00 MLT方向にオーバルを横切ったときの観測である。なお、図2にはIMSと同じ方向を向いている粒子エネルギー観測器 (EIS) のデータを示した。上段は電子、下段はイオンである。EISとIMSはほぼ同一のデータを示しているが、今後さらに測定エネルギーやFluxの値を比較し、相互校正する必要がある。5:35から5:40にかけて10 eVから2 keVまでのUpwardイオンが観測された。なお、EISのE-tで縞模様になっているのは測定ピッチ角によるもので、測定ピッチ角がUpwardのときだけイオンを検出しているためである。その時の質量分布は、オーバルの高緯度側に H^+ が現れ、中間では He^+ と O^+ が現れ、低緯度側では H^+ が消え、 O^+ が最後まで残るといった興味深い分布を示している。エネルギーも O^+ が He^+ より高いピーク・エネルギーを示している。また、5:47にはkeVレンジの H^+ のみを観測し、5:53には O^+ のみが観測されている。

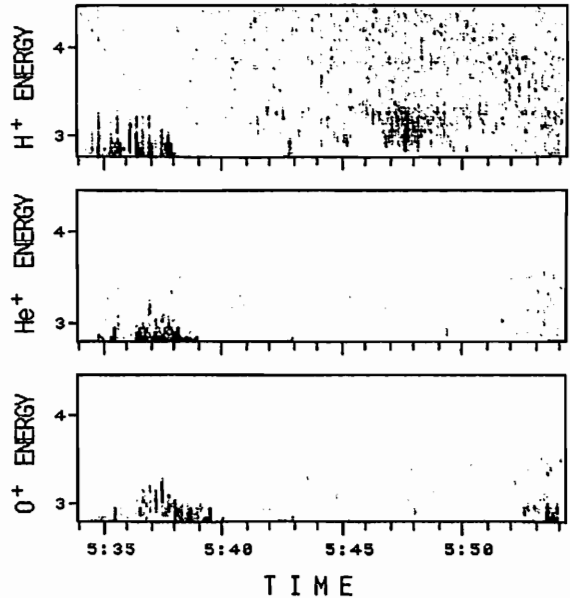


図1 Upward Ionの観測例(0:00~3:00MLT)

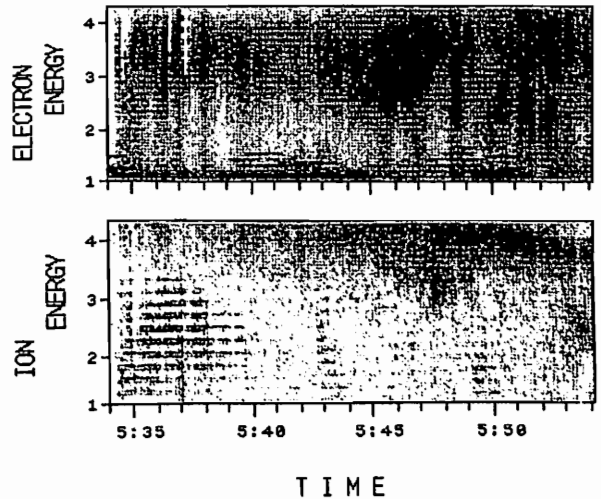


図2 IMSと同一方向のEISのデータ

Sunward Flow時の極域粒子構造

松岡彩子、早川基、鶴田浩一郎、向井利典、河野祐一、岡田敏美、賀谷信幸、福西浩
 (宇宙研) (名大空電研) (神戸大工) (東北大理)

Particle Structure in the Polar Region Related to Sunward Convection

A.Matsuoka¹, H.Hayakawa¹, K.Tsuruda¹, T.Mukai¹, Y.-I.Kohno¹, T.Okada², N.Kaya³, H.Fukunishi⁴

¹ ISAS, ² RIA, Nagoya Univ. ³ Kobe Univ. ⁴ Tohoku Univ.

It is considered that the sunward flow in the polar region takes place when geomagnetic field lines are reconnected with northward IMF. Such a convection pattern was found in the data of EFD (electric field detector) on board EXOS-D. Detailed structure of electric field and particle precipitation is discussed on the basis of EFD and LEP data.

EXOS-Dに搭載された電場計測器(EFD)によって取得されたデータの中に、polar cap付近でsunward flowが観測されたものがいくつか見つかった。図1は1989年4月14日に南極域で得られたGSE座標系(太陽方向をX軸にとった黄道座標系)でみた電場のデータである。UT06:50から07:15付近及びUT07:37から06:50付近にかけてはEyが正であり、flowの向きはanti-sunwardである。それらに挟まれるUT07:15から07:20付近及びUT07:26から07:30付近ではEyが負であり、flowの向きがsunwardであったことを示す。Convectionのおおよその様子を衛星の軌道に沿って表したものが図2である。このようなconvection patternが現れるのは、北向きのIMFと地球磁場とのreconnectionに起因すると考えられる。

同様ないくつかの例についてEFD及びLEPのデータから極域の電場と粒子構造との関係を解析して報告する予定である。

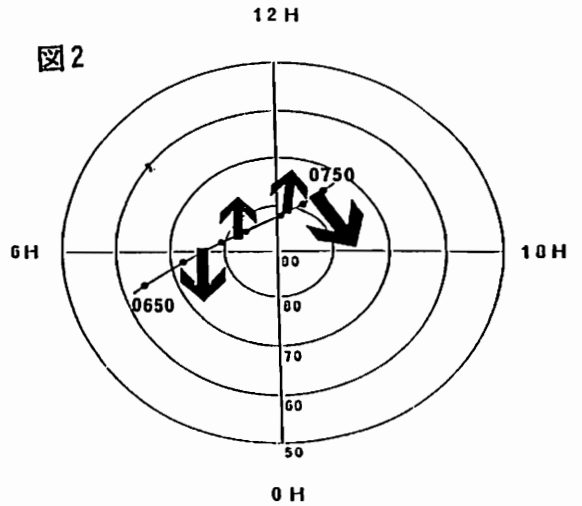
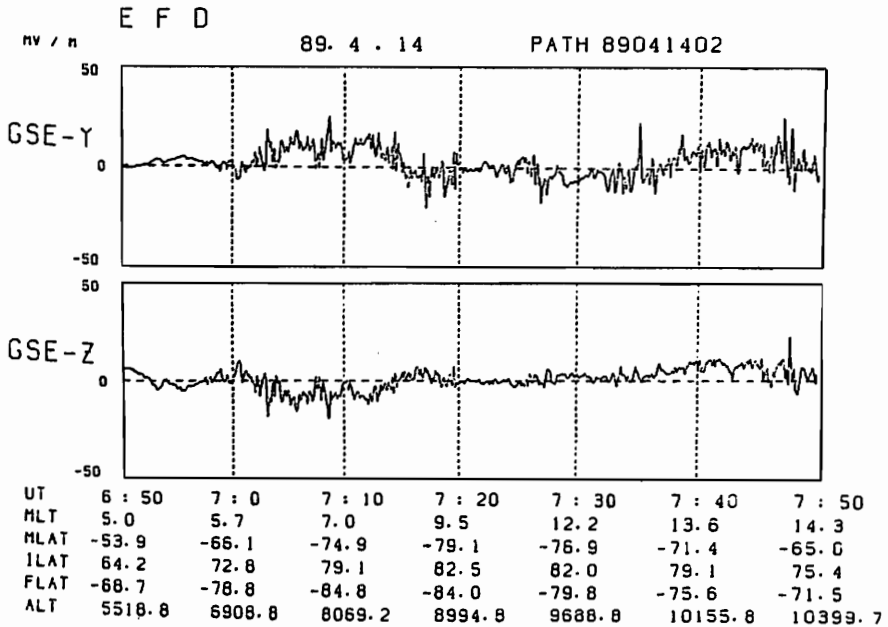


図1



朝側極域の粒子降込み帯における
粒子および電場構造 (あけぼの観測)

河野祐一、早川 基、松岡彩子、鶴田浩一郎、向井利典 (I S A S)、
岡田敏美 (名大空電研)、賀谷信幸 (神戸大工)、福西浩 (東北理)

Observation of the low energy particle and the electric field

in the morning side polar region related to the particle precipitation

Y.-I.KOHNO, H.HAYAKAWA, A.MATSUOKA, K.TSURUDA, T.MUKAI (ISAS),

T.OKADA (RIA, NAGOYA UNIV.), N.KAYA (KOBE UNIV.), H.FUKUNISHI (TOHOKU UNIV.)

Relationship between the electric field and the particle

precipitation in the morning side polar region is studied using both
data of EFD (electric field detector) and LEP (low energy particle
detector) onboard the AKEBONO (EXOS-D) satellite.

本講演は、あけぼの衛星に搭載された電
場計測器 (E F D)、低エネルギー粒子観測
器 (L E P) のデータを用いて、朝方粒子
降込み域での電場、粒子構造を調べることを
目的としている。
図1に1989.4.5に南極上空域の衛星の軌
道を示してある。電場データ (図2上) を見
ると8:35~8:45付近はdusk-to-dawn、8:40~
9:10付近はdawn-to-duskであり、それに続く
9:30まではsenseとしては、dawn-to-duskでは
あるが乱れた領域になっているのがわかる。
dusk-to-dawn電場はsunward、dawn-to-dusk電
場はanti-sunwardの対流に相当すると考えら
れる。粒子データ (図2中央) を見ると、~
8:35は閉じた磁力線に捕捉された粒子が存在
し、8:35頃に数keVに及ぶ電子が降下してい
る。その後9:20まではいわゆるpolar-cap的であり
数百eVの電子の降込みが見られる。また、磁
場データ (図2下) によると、~8:35はupward、
8:35~8:45はdownwardの沿磁力線電流が見
られ、夫々Region 2、Region 1に相当すると
考えられる。特にRegion 2の高緯度側 (8:35
頃) には強いupwardの電流が見られ、前出の
電子降込み域とほぼ一致している。
と矛盾しないようだが、sunward対流域に期待
されるBPS或はLLBL的な粒子が見られないのが
わかる。過去にあまり観測例の多くない朝側
の粒子降込み域について、あけぼの衛星のデ
ータを用いて電場構造と粒子との関係を報告
する。

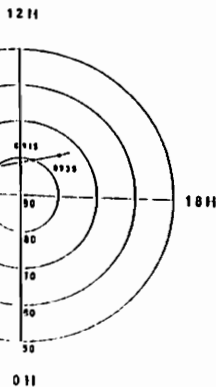
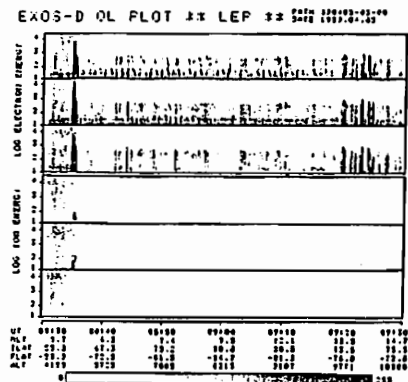
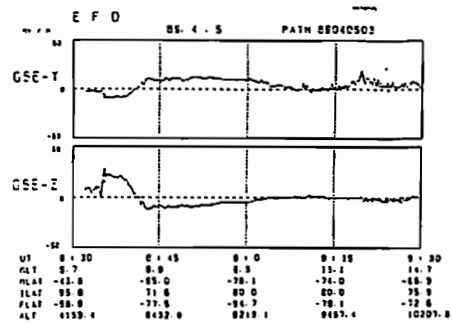


図1 あけぼの衛星の
1989.4.5の軌道 (南極上空)

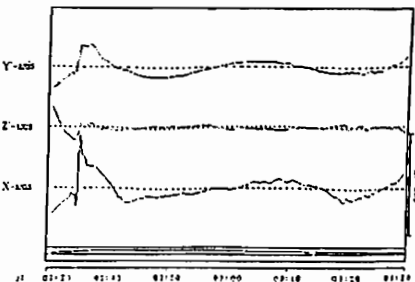


図2 1989.4.5南極上空での電場 (上)、
粒子 (中央)、磁場 (下) データ

“あけぼの” 搭載磁力計で観測された
3月13日大磁気嵐中の沿磁力線電流分布

藤井良一 福西 浩 国分 征 杉浦正久 遠山文雄 EXOS-D MGF グループ
[極地研] [東北大理] [東大理] [東海大] [東海大工]

FIELD-ALIGNED CURRENTS OBTAINED FROM AKEBONO
MAGNETOMETER DATA DURING THE MARCH 13 MAGNETIC STORM

Fujii, R., H. Fukunishi, S. Kokubun, M. Sugiura, F. Tohyama
NIPR Tohoku Univ. Univ. Tokyo Tokai Univ. Tokai Univ.

This paper presents the characteristics of field-aligned currents (FACs) in the morning sector during the March 13 magnetic storm. Analyzed are two FAC events observed during the main and recovery phases of the storm by using magnetic field data obtained with the Akebono fluxgate magnetometer. The FAC system observed during the main phase of the storm spreads in latitude (33°) and its lowest latitude boundary goes down to 49°. The FAC system during the recovery phase is much more confined in latitude than that in the previous case. The common feature for both events is that the FAC systems have the same current pattern; an upward (flowing out of the ionosphere) FAC appears poleward of the regular downward FAC.

太陽7.7-に起因する地磁気嵐は、電流系の観点から見ると、開始時の磁気圏境界面電流の増大(初相)、そのあとに赤道環電流(ツグカク)の発達(主相)と衰退(終相)を引き起こす。この地磁気嵐時に磁気圏と電離圏を結ぶ沿磁力線電流(FAC)がどのような挙動を示すかは未だ説明されていない。

本観測では3月13日~3月15日の地磁気嵐中に、“あけぼの”(EXOS-D)衛星搭載のフラックスゲート型磁力計により観測されたFAC分布について報告する。

上記地磁気嵐は中緯度のマグネトグラムから見て、3月13日01時30分(UT)頃に始まり3月15日06時(UT)頃まで続いた。3月13日が初・主相に当り14日以降が終相となっている。柿岡地磁気観測所のH成分では最大で640nTに達しており1957年のIGY以来最大の擾乱となった。

右図に、a) 3月13日 08:30UTから09:10UT間の磁場変動と、b) 1日後の3月14日 09:14UTから09:54UT間の磁場変動を示す。両方共南半球午前側から昼間に向かう軌道で取得された。Zは太陽方向の磁場成分を表し、この場合は東西成分にほぼ相当している。図中Dは磁気圏から電離層に流れ込むFACを、Uは流れ出るFACを表す。

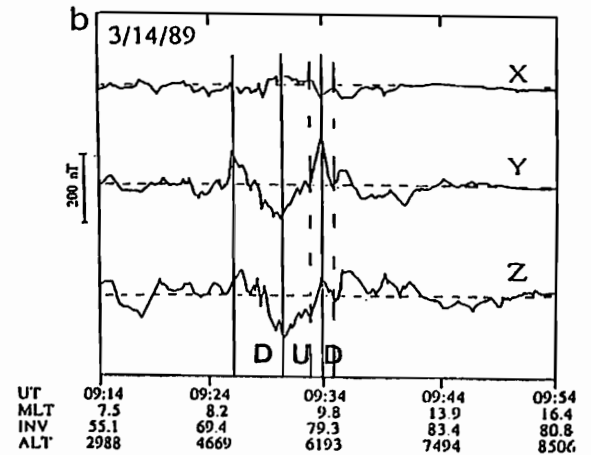
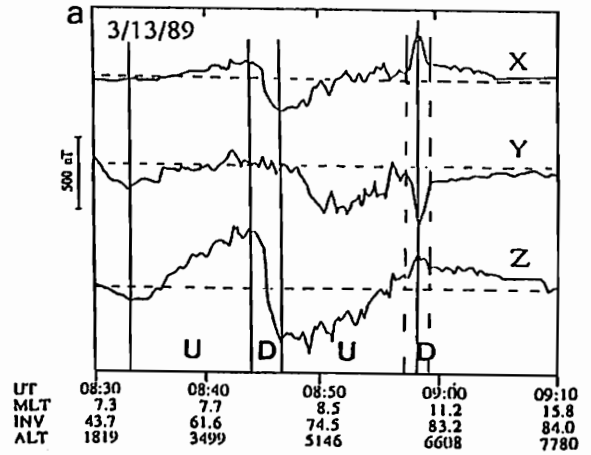
地磁気嵐主相で観測された a) では、08:33-08:44UTに上向き電流がINV緯度で49°-67°の領域で流れている。FAC強度は磁場変動で500nT相当、高度800Km換算で0.5A/mに達している。08:44-08:47UTには下向き電流が67°-71° INVの領域で流れている。電流強度は磁場変動で740nT、高度800Km換算で0.9A/mである。08:47-08:58UTでは再度上向き電流が71°-82°の領域に流れている。磁場変動は600nT、800Km換算で0.8A/mの電流強度である。更にこの電流系の高緯度部分に400nTのスパイク状(1.6° INV巾)の磁場変動が見られる。これは上向きと下向きのV-Aの電流層があったことを示している。

終相で観測された b) では、はっきりと同定できる電流系としては、09:26-09:30UTに71°-76° INV領域に下向き電流(280nT; 800Km換算で0.4A/m)が、09:30-09:34UTに76°-79° INV領域で上向き電流(330nT; 800Km換算で0.5A/m)が認められる。a)と同様に、この電流系の高緯度側に1.4° INV巾のスパイク状のV-Aの電流系が出現している。

この主相、終相の2例についてまとめると、

- 1) 地磁気嵐主相の例では、FACの出現する領域は極めて広く、低緯度側は50°まで下がっている。それに対し、終相の例ではFACの出現する領域が相対的に狭まっている。
- 2) 電流強度も主相の例の方が約2倍強い。

3) 以上のような違いはあるが、電流分布のバツという点では両者は極めて良く似ている。即ち午前側FAC分布の特徴である下向き電流の高緯度側に、強い上向き電流が新たに出ており、更にその高緯度側に狭い緯度範囲でV-Aの電流対が現れている。この新たな電流系は地磁気嵐に特有なものか又は午後側の電流系が回りこんできている可能性がある。



FACs observed during a) the main phase and b) the recovery phase of the March 13 magnetic storm. D and U denote downward (flowing out of the ionosphere) FAC and upward FAC, respectively.

あけぼの (EXOS-D) 衛星で観測された
沿磁力線電流の微細構造

福西 浩¹、藤井良一²、国分 征³、遠山文雄⁴、向井利典⁵、大家 寛¹

1: 東北大理、2: 極地研、3: 東京大理、4: 東海大工、5: 宇宙研

Small-scale Field-aligned Currents Observed
on the Akebono (EXOS-D) satellites

H. Fukunishi¹, R. Fujii², S. Kokubun³, F. Tohyama⁴, T. Mukai⁵, and H. Oya¹

¹Tohoku University, ²National Institute of Polar Research, ³Tokyo University,

⁴Tokai University, ⁵Institute of Space and Astronautical Sciences

From magnetic field observations on the Akebono satellite, it is found that intense, small-scale field-aligned currents are always seen embedded in the large-scale field-aligned current system. These small-scale currents show one-to-one correspondences with both localized auroral electron precipitation events and occurrences of broad-band electrostatic noises, suggesting that auroral electrons are accelerated and heated through wave-particle interaction processes in localized field-aligned current regions.

あけぼの衛星 (EXOS-D) に搭載された3軸フラックスゲート磁力計は1989年3月8日のマスト伸展後連続観測を行っており、順調にデータが取得されている。現在観測地点は南半球側にあるため極域データの大部分は昭和基地で受信されており、これらのデータは来年まで利用することができない。しかしBDRに記録された極域データは、観測時間は少ないがKSCで受信されており、これらのデータを利用した解析を実施している。

受信データは地上磁力計キャリブレーションデータを用いて、まずセンサー座係系より衛星座係系に変換され、次に衛星の姿勢データを用い Equigeocentric coordinates に変換される。さらに衛星軌道データを用い Local geophysical coordinates に変換され、最後に1985年IGRFモデルで計算した地球内部磁場が観測された磁場から差し引かれる。これらの一連の処理によって得られたデータをプロットしたのが Fig. 1 である。このデータ処理の流れから明らかなように、内部磁場の正確な差し引きは衛星の姿勢・軌道決定精度にかかっている。データ処理の方

法に数々の改良を加えほぼ満足できる変動磁場成分が得られるようになった。

これらのデータから高度5000-10000 km 付近で観測される沿磁力線電流 (FAC) は、高度 800 km 付近で観測される FAC に比べはるかに複雑な微細構造をもっていることが明らかになった。しかも Fig. 1 に示されるように、 0.1° - 0.5° 程度の狭い緯度幅に強い FAC が流れている現象がよくみられる。微細構造は Region 1, Region 2, Cusp FAC の領域だけでなく、Polar Cap 領域でもひんばんにみられる。これらは Sun-aligned arc に対応していると思われる。

これらの FAC の微細構造はあけぼの衛星に搭載された LEP により観測されたオーロラ降下粒子の微細構造とよい対応関係をもっているだけでなく、PWS により観測された Broad-band electrostatic noise ともよい相関をもっていることが明かとなった。これらの結果は FAC の微細構造領域で波動粒子相互作用による粒子加速が起こっていることを強く示唆する。

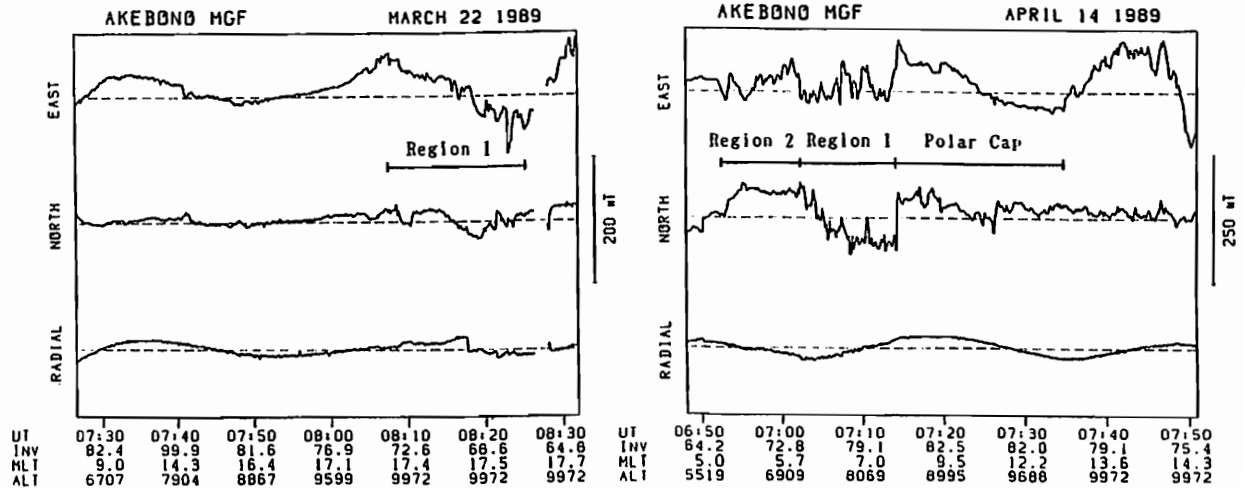


Fig. 1. Magnetic disturbances measured by the Akebono (EXOS-D) magnetometer on March 22 and April 14, 1989.

"あけぼの" 搭載オーロラ撮像装置による 紫外オーロラの様相

金田栄祐¹⁾、山本達人¹⁾、林 幹治¹⁾、藤井良一²⁾、門倉 昭²⁾、江尻全才²⁾
巻田和男³⁾、佐々木進⁴⁾、小口 高⁵⁾

¹⁾東大理、²⁾風土極地研究所、³⁾拓殖大工、⁴⁾宇宙科学研究所、⁵⁾名大空電研究所

SYNOPTIC FEATURES OF UV AURORA OBSERVED BY AKEBONO AURORA IMAGER

E. Kaneda,¹⁾ T. Yamamoto,¹⁾ K. Hayashi,¹⁾ R. Fujii,²⁾ A. Kadokura,²⁾ M. Ejiri,²⁾
K. Makita,³⁾ S. Sasaki,⁴⁾ and T. Oguti,⁵⁾

¹⁾GRI Univ. of Tokyo, ²⁾Nat. Inst. Polar Res., ³⁾Fac. of Eng. Takusyoku Univ.,
⁴⁾Inst. Space Astronaut. Sci., ⁵⁾Res. Inst. Nagoya Univ.

Aurora imager (ATV) on AKEBONO was set in operation from the beginning of this April. Observations are mainly made with UV channel around apogee over the antarctica. At present, only small amount of image data is carried back to us by use of onboard data recorder. Though limited in number, UV aurora images delineate various significant features.

"あけぼの" 搭載のオーロラ撮像装置 (ATV) は、4月初頭より稼働に入り、科器内部パラメーターの最適化が完了した同月中旬より本格的観測に入った。その後、観測は順調に推移し、科器の動作状態は良好である。現在迄、遠地点が南極大陸上空に存った為、昭和基地で全周回の極域観測データの受信が可能であった関係上、遠地点周辺でオーロラ・オーバルのグローバルな動態に焦点を当てた UV チャンネルでの観測を主体に運用を行なって来た。昭和基地での受信データは、越冬隊の帰国迄、入手する事は出来ぬが、その一部は従量料上のデータレコーダーの運用により取得が可能である。この様にして取得出来るデータの量は、観測総量の数%程度であり、新しい知見も含めて興味ある事実が明らかになった。

オーロラ・オーバルのグローバルな動態に関しては、或る種の現象に就いては "きょっこう" による観測から示唆が行はれて居るか、これ迄に行はれた "あけぼの" の観測では、時間分解能が、従来最高とされて来た VIKING の 20 秒間隔のショットを上回る 8 秒間隔でのショットを達成した為、明方側での変動の激しいオーロラに関して、地上の TV 観測には及ばぬものの、或る程度迄、変動の様相と追従する事が出来る様になった。

今回は、この様な高時間分解能観測に

依って示された事実に基づいて報告を行う。現在、画像処理は、下にした如く光学系による歪み補正、緯経線の挿入が可能な段階にあるが、観測装置の制御・画像処理等に関しては、ATV グループに依る。ポスターセッションでの発表に、その詳細を委ねる事とする。

オーロラ画像処理例

画像: 89年4月27日07時20分33秒 (UT) 観測

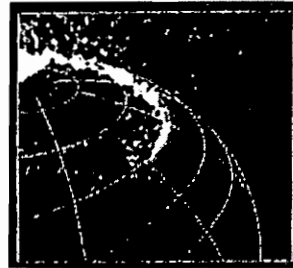
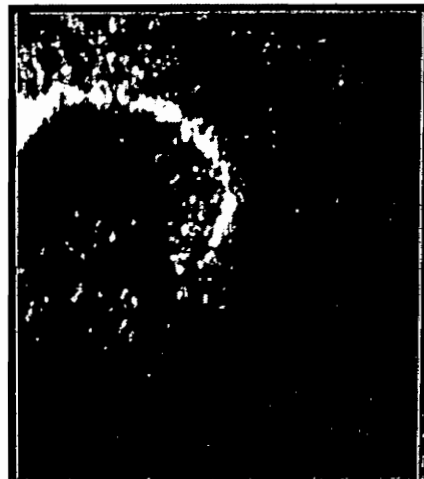


Image: 256 x 256 pixels.

Grid:

Corrected Gm Coord.



原画像
244(V) X 176(H)
pixels.

POLARIZATION AND MODE IDENTIFICATION OF AURORAL KILOMETRIC RADIATION BY PWS SYSTEM ON BOARD THE AKEBONO(EXOS-D) SATALLITE

Akira Morioka¹, Hiroshi Oya², and Kaori Kobayashi²,

¹Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University
²Geophysical Institute, Tohoku University

The Akebono plasma wave experiments by PWS (Plasma Waves and Sounder) have made a first measurement of amplitude and phase angle of the wave form of the auroral kilometric radiation (AKR). Five components of the plasma waves, that is, Ex, Ey, Bx, By and Bz components, are telemetered to the ground after the frequency conversion to 1 kHz keeping the original amplitude and phase relations. To identify the propagation mode of AKR, the polarization and real the Poynting flux of plasma waves are obtained from the reproduced wave forms on the ground.

The propagation mode of the AKR is determined from the propagation direction of the waves and the rotational sense of the electric field with respect to the antenna plane. The initial case studies found that the AKR with medium intensity shows the L-O mode propagation. The sudden polarization reversal from L-O mode to R-X mode was detected when the violent AKR burst has occurred. The electrostatic component of AKR was found near the lower cut-off of AKR spectrum in the source region, indicating that the AKR is being generated near the satellite in the form of the hybrid mode waves. These initial results support the conversion mechanism from hybrid mode waves to the electromagnetic waves as the origin of AKR.

The intensity and direction of the AKR Poynting flux vary even in a period of 10 mill-seconds. The variation of this Poynting flux is suggesting the time dependent fast switching of the most intense source location of AKR.

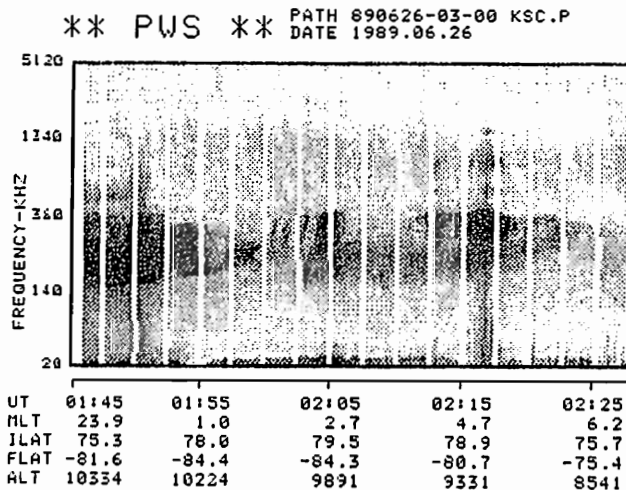


Figure 1. Dynamic spectrum of AKR on June 26, 1989.

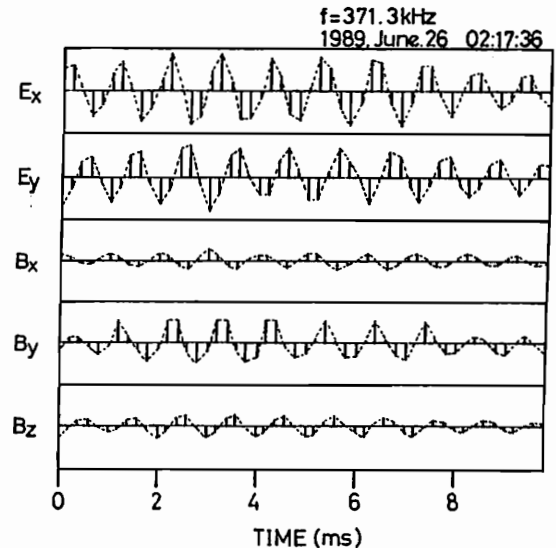


Figure 2. AKR wave form at 371.3 kHz.

二種の赤道域プラズマ擾乱域の発見について
— EXOS-D

大家 寛、 森岡 昭、 飯島雅英
(東北大・理)

Discovery of Two Turbulent Regions in the Equatorial Region,
(EPDET and EPWAT) from the PWS data
onboard the EXOS-D satellite.

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

Analyses of the PWS data onboard EXOS-D satellite indicate that there are two types of the plasma turbulence enhanced in the equatorial regions. The first type turbulence (EPDET) and the second is the equatorial enhancement of the plasma wave turbulence (EPWAT). Occurrence regions of EPWAT's are confined near the magnetic equator while those of EPDET are confined near the geographic equator. The results suggest that EPWAT's are plasma turbulences principally controlled by the electromagnetic effects while EPDET's are controlled by the gravity - centrifugal force system as with association of the electromagnetic effects.

1. 序

既に報告したように EXOS-D 衛星は赤道域で明確な Plasma Instabilities を示している。この赤道域プラズマ擾乱について、発生域の分布、地磁気活動度との関わりについてさらに深く検討した。

2. 重力力学型と電磁力学型のプラズマ擾乱

EXOS-D PWS 観測によって、検出される赤道域擾乱は厳密に検討すると、その密度が変化する重力力学型擾乱 (the equatorial plasma density turbulence: EPDET) と、プラズマ波動の enhancement で代表される電磁力学型のプラズマ擾乱 (the equatorial enhancement of the plasma wave turbulence : EPWAT) が存在する事が判明した。

3. 統計結果

第1図、第2図に EPWAT の発生域の分布を示す。まず、磁

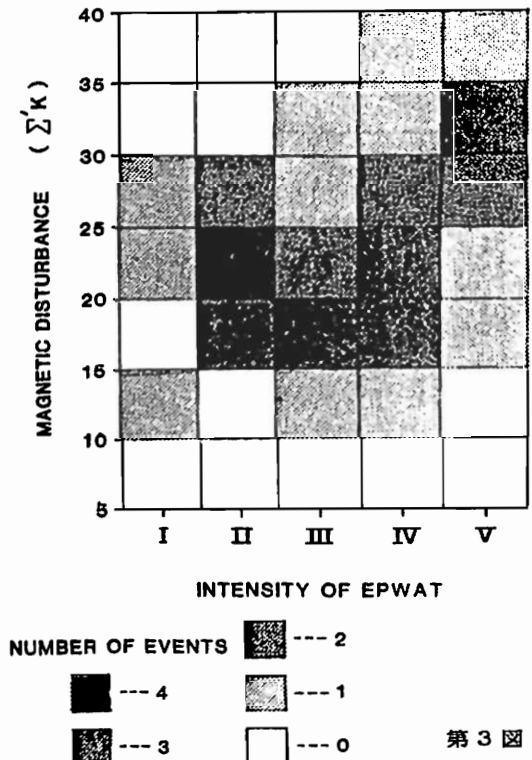
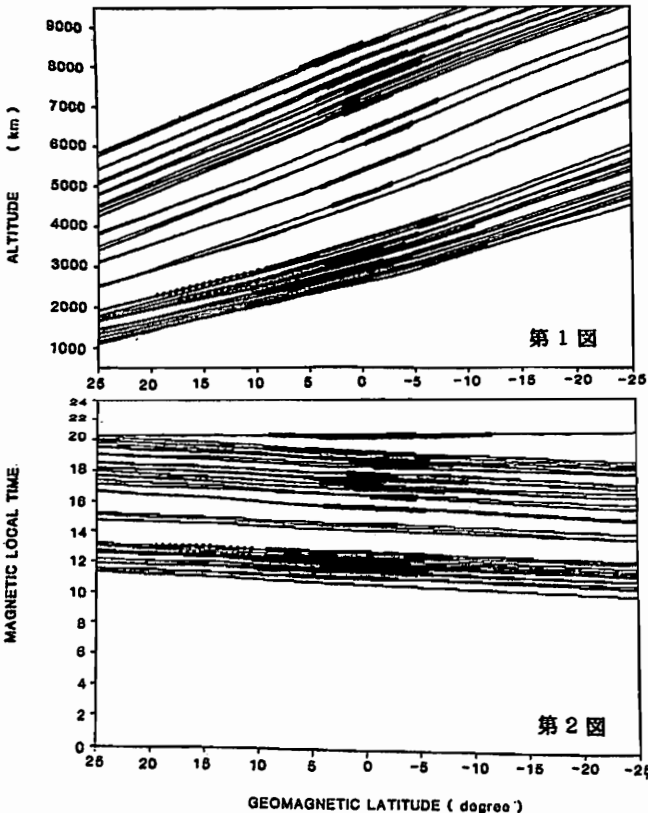
気赤道域を明確にはさみ、1000~8000 km にわたってすべての高度、そしてすべての local time にわたっている事が明瞭である。これに対して EPDET は、地理的赤道線上に分布し、しかも非常に複雑な擾乱パターンをもっている。

第3図に EPWAT の磁気擾乱指数との関連を示す。明らかに磁気擾乱と関連して増大してゆく。ただし磁気擾乱のいかに依存しない要素があり、これは赤道域に固有の条件が存在している事を示している。

4. 結論

EXOS-D で検出した赤道域プラズマ擾乱は、地球の赤道域に非常に遠方までプラズマ擾乱が励起され、それがあたかも土星のリングの様な形で分布している事を示している。

この擾乱は力学系による擾乱と、電磁力学系によるものが、二つの要素となって分離しつつがいに Coupling している事も結論される。



第3図

あけぼの衛星で観測された磁気赤道付近における ELF 波動の解析

笠原 禎也 澤田 晃 木村 磐根 山本 正幸 (京都大学工学部)
あけぼの VLF 班

ELF EMISSIONS IN THE MAGNETIC EQUATORIAL REGION
OBSERVED BY AKEBONO SATELLITE

Yoshiya KASAHARA Akira SAWADA Iwane KIMURA Masayuki YAMAMOTO
(Dept. of Electr. Eng. II, Kyoto Univ.) and AKEBONO VLF team

Electromagnetic ELF emissions in the magnetic equatorial region are frequently observed by ELF instrument onboard AKEBONO(EXOS-D) satellite (Fig.1). We suggest these waves are closely connected with the presence of H⁺ and He⁺ in the magnetospheric plasma. In the presence of He⁺, the dispersion relation of ELF waves is split into three branches (Fig.2). Using three-dimensional ray tracing program applicable to ion-mode waves, we present some characteristics of these emissions.

あけぼの衛星に搭載された VLF 観測装置のうち ELF では、電界 1 成分、磁界 3 成分について、80Hz 以下の ELF 波動現象の観測が行なわれている¹⁾。あけぼの衛星が飛翔する 300 ~ 10000 km の高度における ELF 帯の波動は、磁気圏内に存在するイオンの影響を大きく受けると考えられ、我々の ELF 装置による観測により、これらの波動の発生機構や伝搬機構の解明が可能となる。

さて、この ELF 装置により KSC で取得されたデータによると、あけぼの衛星が磁気赤道付近を通過するとき、頻繁に ELF エミッションが観測されることがわかった。Fig.1 は、5 月 27 日にあけぼの衛星が、磁気赤道を南半球から北半球に向かって通過したときに ELF 装置が観測した時系列データを、周波数解析した結果である。グラフ中に描かれた線は、IGRF 磁場モデルをもとに計算した、あけぼの衛星の軌道上における He⁺ イオンのサイクロトロン周波数である。これより、磁気赤道付近には磁気赤道を中心として、かつ He⁺ のサイクロトロン周波数よりも少し高い周波数に、カットオフをもつような電磁波が存在することがわかる。

ところで、磁気圏プラズマ中に正イオンとして H⁺ と He⁺ を考慮したとき、イオンモードの電磁波は Fig.2 に示されるような 3 つのモードに分離する。これらのモードの特性は、主にイオンの組成比によって特徴づけられ、今回の波動現象の解析により、逆にイオンの組成比の推定も

可能となる。

我々はすでに、イオンモードの波動の伝搬通路を求める 3 次元レイトレイシングプログラムを開発している²⁾。例えば、class 3 のモードについてレイトレイシングを行なうと、このモードは磁気赤道を中心に何度も反射を繰り返して、今回観測された ELF 波動に非常に近いことがわかる。(Fig.3)

今回の講演では、3 次元レイトレイシングの結果を中心に、磁気赤道付近に存在する ELF 波動について、その伝搬特性などを報告する。

謝辞

この研究は、科学研究費 (No.63420016) の補助を受けて行なわれたものである。

参考文献

- 1) Kimura et al., VLF Observations by AKEBONO Satellite, submitted to *J. Geomag. Geoelectr.*
- 2) 笠原 他, 第 85 回地球電磁気・地球惑星圏学会予稿集, 1989.

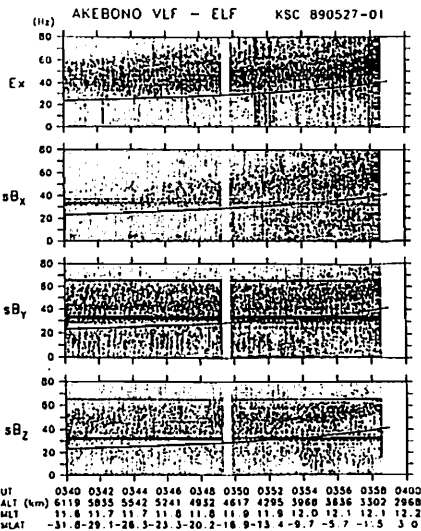


Fig.1 A f-t diagram of ELF emissions observed by AKEBONO satellite on May 27, 1989.

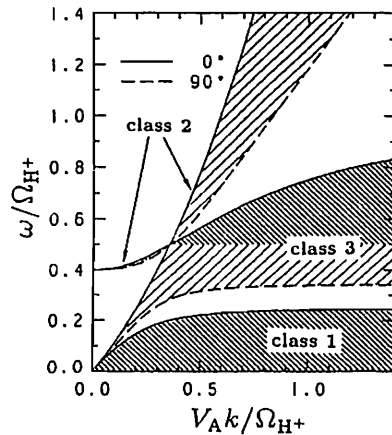


Fig.2 A $\omega-k$ diagram of ion-mode waves in a plasma consisting of H⁺, He⁺ and electrons.

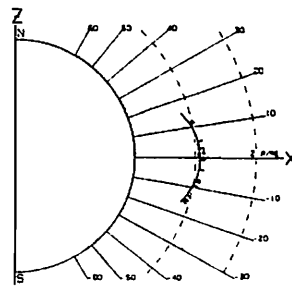


Fig.3 Ray path of class 3 ion-mode waves in Fig.2.

11p-I-3 「あけぼの」衛星による E L F 帯プラズマ波動観測

鷹見雅和、林 幹治、園分 征（東大理）、福西 浩（東北大理） 木村磐根（京大工）

Observation of ELF Plasma Waves by AKEBONO

M. Takami, K. Hayashi and S. Kokubun, H. Fukunishi, and I. Kimura
 Geophysics Research Laboratory, Upper Atmos. Space Res. Lab. Depart. Electr. Eng.
 University of Tokyo Tohoku University Kyoto University

The initial observation by the search coil magnetometer on board AKEBONO (EXOD-D) satellite is reported on plasma wave occurrence in the ELF range below 100 Hz. We found that two types of waves are observed at altitudes of 2000-6000km near the equatorial region; Waves with linear polarization in the plane perpendicular to the ambient magnetic field and with large field-aligned component in the frequency between proton and helium gyrofrequencies, and waves with the dominant electric field component observed below and above the helium gyrofrequency in the evening sector.

DE-1 などこれまでの衛星観測から、地球磁気赤道域には特異なプラズマ現象がおこっていることが指摘されてはいたが、未だはっきりと同定されるには至っていない。そこで本研究では、今年2月に打ち上げられた「あけぼの」衛星のデータを用い、磁気赤道域におけるプラズマ波動現象を調べた。

「あけぼの」衛星には、100Hz以下の磁場変動を観測するために、3成分直交サーチコイル磁力計が搭載されている（電場1成分、磁場3成分を観測するときには50Hz以下）。この磁場データからパワー、偏波スペクトルを求めた。初期的なサーベイを行い、次のような性質を持つ波動現象の存在が明かとなった。

- (1) 発生領域 : 高度2000~6000Km、磁気緯度 $-40 < \lambda < 40$ 、MLT12~20
- (2) 特性 :

(イ) 周波数が $f_{He^+} < f < f_{H^+}$ の電磁的なモード。
 Z成分（地球磁場方向成分）が卓越。

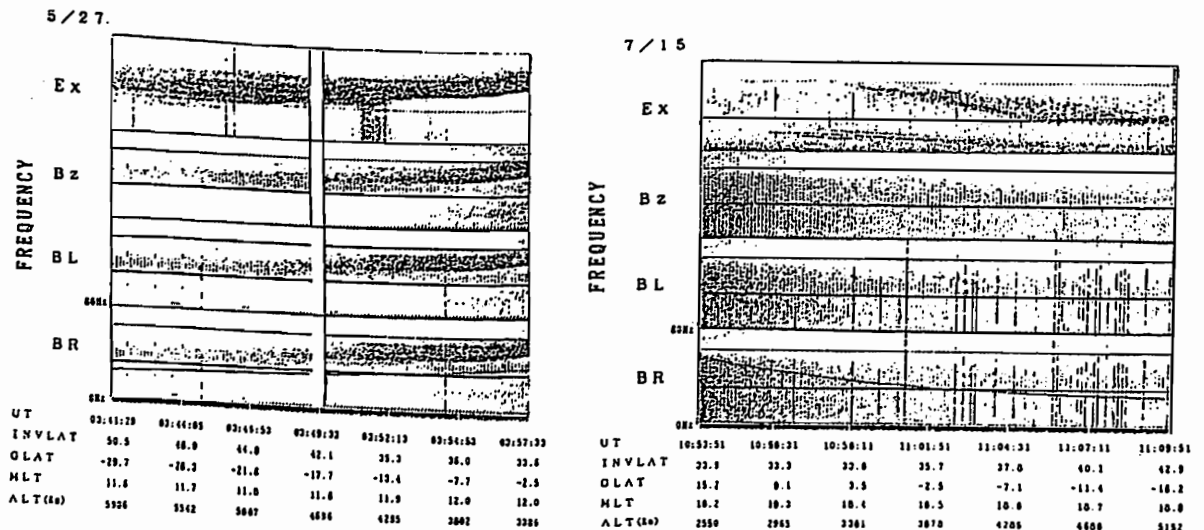
R成分（右回り） \approx L成分（左回り）より直線偏波。

(ロ) $f < f_{He^+}$ と $f_{He^+} < f < f_{H^+}$ とに2本の帯状スペクトル（電場のほうがより明か。）

MLTは(イ)より夜側に偏っている。

今後はデータ数を増やし、波動の特性や統計的な出現分布についてさらに詳しく調べる予定である。

図：観測例



田中泰義、森岡昭、福西浩、大家寛、向井利典、賀谷信幸
 (東北大理) (宇宙研) (神戸大工)

Occurrence Distributions of LF Auroral Hiss Observed by EXOS-C Satellite and Its Generation Mechanism

Y. Tanaka¹, A. Morioka¹, H. Fukunishi¹, H. Oya¹, T. Mukai², N. Kaya³

- 1: Faculty of Science, Tohoku University
- 2: Institute of Space and Astronautical Science
- 3: Faculty of Engineering, Kobe University

We have studied the occurrence probability of LF auroral hiss using EXOS-C (Ohzora) satellite PPS data. It is found that LF auroral hiss emissions are observed in all magnetic local time regions with higher occurrence probability in the cusp region.

The intensity of LF hiss has been calculated by assuming that whistler mode waves generated through the incoherent cerenkov mechanism are amplified by auroral precipitating electrons. The intensity calculated using the EXOS-C particle data has shown a good coincidence with observed one.

V I F 帯のオーロラヒスの発生・放射機構については多くの研究者によって研究されてきたが、L F オーロラヒスについては極めて少ない。本講演では1989年5月から1年間にわたって、EXOS-C (Ohzora) 衛星で観測されたL F オーロラヒスのデータを用いた研究から以下の2点について報告する。

(1) L F オーロラヒスの発生領域

L F オーロラヒスの発生領域を調べてみた結果、L F ヒスは極域のあらゆる磁気地方時で観測される一方で、発生頻度は昼間側、特にカusp領域で高いことがわかった。これは夜側でよく観測されるV I F ヒスとは大きく異なっている点である。

(2) L F オーロラヒスの放射強度

前回の講演では、このL F ヒスが、incoherent cerenkov radiationとして放射される成分を同時に観測された粒子データを用いて強度計算を行った。その際、観測されたオーロラ粒子のエネルギー範囲を6 e V以上とし、また波の伝搬による損失を考慮することにより、計算値と観測値のスペクトルのずれは改善できたが、100~400 k H zの周波数帯では、まだ強度が約1桁不足していた。そこで、オーロラ粒子による増幅機構を考え、ray pathに沿った積分をし、強度計算を再度試みた。オーロラ粒子のパラメーターはEXOS-Cで波動と同時に観測された粒子の分布関数をfittingすることで得た。また、cold plasmaの密度は、U H R周波数を基準にして与えた。なお、beamのパラメーターは次の通りである。

- thermal vevocity = 1.15×10^7 m/s
- drift velocity = 4.15×10^7 m/s
- beam density = 0.034 cm^{-3}

このbeamによるray pathに沿った増幅機構を考えることにより、第2図に示すようにほぼ観測スペクトラムとよい一致をみる事ができた。この結果は、Maggis (1976) や Yamamoto (1979) の amplification process理論をEXOS-Cで観測されたL F オーロラヒスによって裏付けられたことになる。

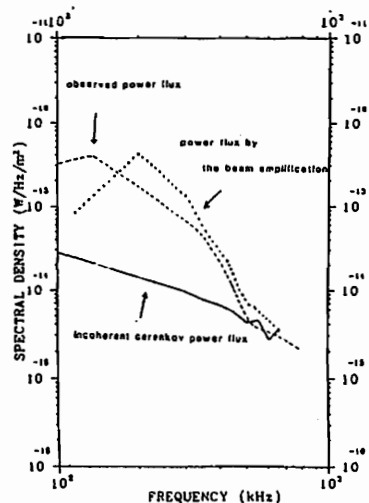
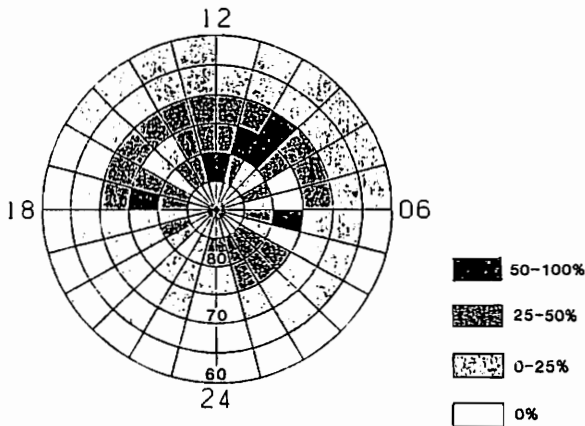


Fig.1 Polar plot of LF auroral hiss occurrence probability

Fig.2 Spectral density of observed LF auroral hiss and calculated incoherent cerenkov radiation

Akebono による HIPAS-VLF 共同実験

木村磐根¹ A.Wong² 長野 勇³ 橋本弘藏⁴ 岡田敏美⁵ 山本正幸¹
¹京大工 ²UCLA ³金沢大工 ⁴東京電機大工 ⁵名大空電研

HIPAS-VLF joint experiments by Akebono Satellite

I. Kimura¹ A. Wong² I. Nagano³ K. Hashimoto⁴ T. Okada⁵ and M. Yamamoto¹
¹Kyoto Univ. ²UCLA ³Kanazawa Univ. ⁴Tokyo Denki Univ. ⁵Nagoya Univ.

HIPAS/AKEBONO-VLF joint experiment was planned and the first such campaign was executed in August this year, together with a ground VLF observation using crossed loop antennas. HIPAS located in the suburb of Fairbanks, Alaska and run by UCLA is a high power(1MW) transmitter which can be amplitude modulated by VLF and ELF signals. This report describes a preliminary observational result of this campaign.

アメリカ合衆国アラスカ州フェアバンクスの郊外にある HIPAS(北緯 64.9°, 西経 146.8°) 設備により、送信電力 1MW、VLF 及び ELF 帯の周波数で振幅変調を行った 2.85MHz の電波を用いて電離層加熱実験を行い、加熱領域から放射される VLF 電波を地上で及び VLF 及び ELF 帯の電波を AKEBONO 衛星で受信する実験を平成元年 8 月 10 日より 8 月 20 日までの間、UCLA と共同で行った。

VLF 地上観測は、HIPAS より北西約 35km にある NOAA トラッキングステーションの敷地内に 1 辺 2m の直交 2 軸ループアンテナを敷設し 100 m のケーブルにより室内に取り込み、タイムコードとともに DAT に記録を行った。

Akebono による観測の内カナダの Prince Albert (PA) のトラッキングステーションから可視の場合には PA でデータ取得を行い、HIPAS 上空でのみ可視の軌道については PCM データは衛星内のデータレコーダである BDR を用いて記録して、KSC で再生を行い、VLF アナログ TM については HIPAS 施設内の受信設備により追跡を行った。衛星観測を行ったパスを Table 1 に示す。

上記の期間 BDR による観測軌道は 7 軌道で、KSC での再生データから QL プロットを行い、HIPAS へ知らせてもらう方法により、短いターンアラウンドで結果を知ることができ次の実験計画を立て易くすることができた。VLF の変調波は地上でのノイズレベルが最小であった周波数 2.5kHz を選び、地上での対応する VLF 信号受信強度をできるだけ正確に読めるようにした。また 2.5 kHz の VLF 波による変調は矩形波により 100% の変調度で、off 時には HF CW とする場合と ELF 波による変調に切り替える場合があった。今回の観測中は地磁気活動度が異常に高い日

が多く、VLF 地上観測では HF 波の VLF 変調により、その変調 VLF 信号が最強時には $4\mu\text{T}$ 程度の強度のものが受信され、夜間にはオーロラも見られた。

衛星観測データは PA で受信されたデータはまだ入手できず、BDR で記録された PCM データと HIPAS でトラッキングしたアナログデータのみが入手済みである。アナログデータは復調時の S/N が必ずしも十分でなく、変調波の明瞭な受信は困難であった。PFX については受信周波数を 2.5kHz に固定し運用を行なった。HIPAS 送信時には何等かの信号が受信されているが、HIPAS 送信で使用した細かいシーケンスと受信信号の対応がはっきりとはとれず現在検討中である。本報告ではこれらの成果を簡単に紹介する。

謝辞

本実験は宇宙研 AKEBONO tracking 担当者各位並びに京大工・佐藤 亨講師の大変な協力を得た。また HIPAS のトラッキング設備については大阪市大・南 繁行氏のご協力によるところが大きい。併せてここに謝意を表す。本研究は科学研究費国際学術研究費 (No.01044070) によって行ったものである。

Date	Time(UT)	Max Elv.(°)	Alt.(km)
8.10	0202-0235	38	1600
8.10	2259-2325	61	1100
8.12	1628-1638	78	350
8.15	0014-0046	70	1500
8.16	0033-0107	60	1500
8.17	0051-0124	51	1600
8.17	2141-2208	51	1200
8.20	1535-1546	85	400

Table 1. The satellite observation during HIPAS transmission.

あけぼの衛星による VLF 波動観測と 3次元レイ 트레이シングによる VLF 波動の空間分布

澤田 晃, 櫻井 章裕, 磯崎 英一, 木村 磐根, 山本 正幸 (京都大学工学部)
あけぼの VLF 班

VLF Wave Observation by AKEBONO Satellite and Spatial Distribution of VLF Wave Estimated by 3-D Ray Tracing

Akira SAWADA, Akihiro SAKURAI, Eiichi ISOZAKI, Iwane KIMURA,
Masayuki YAMAMOTO (Dept. of Electr. Eng. II, Kyoto Univ.) and AKEBONO VLF team

Various VLF wave phenomena are observed by AKEBONO satellite. It is important to analyze spatial distribution of such waves in order to interpret wave energy flow in the magnetosphere. 3-D ray tracing assists the interpretation effectively. For instance, omega signal transmitted from the ground stations are received by AKEBONO satellite and their possible ray paths are shown in figures. We will show comparison of the spatial distribution obtained from the observations and the results of ray tracing.

あけぼの衛星に搭載されている VLF 波動観測機器によって磁気圏内に存在する様々の VLF 波動が観測されている¹⁾。これらの VLF 波動の空間分布を調べることは、磁気圏内における波動エネルギーの流れを解釈する上で、重要なことであると考えられる。また、これらの VLF 波動の伝搬やソース領域の推定を行う上でレイ 트레이シングは、重要な役割を果たすものと考えられる。

例えば、波動源の既知な VLF 波動としてオメガ信号が考えられるが、あけぼの衛星においても鹿児島島の KSC 上空でオーストラリア (磁気緯度 46.95°S , 磁気経度 135.50°W) から送信されたオメガ信号²⁾や、カナダのプリンスアルバート上空で北米のノースダコタ (磁気緯度 54.59°N , 磁気経度 5.43°W) から送信されたオメガ信号が受信観測されている。これらの信号は、地上伝搬した後、電離層を透過し、ホイッスラーモード波として磁気圏内を伝搬したと考えるのが妥当である。そのようなホイッスラーモード波をノンダクト伝搬と仮定して、その伝搬路の例を磁気子午面内で示したものが Fig. 1, 2 である。それぞれが、オーストラリア及びノースダコタのオメガ局付近 (高度 100km, 磁気緯度 $\pm 5^{\circ}$ の範囲) から 10.2kHz のホイッスラーモード波のレイ 트레이シングを行った結果である。同時に、あけぼの衛星の軌道の一例を示してある。

現在までのオメガ信号のデータ解析の結果では、北半球においてオーストラリアのオメガ信号の受信例が一番多く見つかっているが、これらは、Fig. 1 で示される伝搬路よりも低緯度側である磁気緯度 $25^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ の範囲において、かつ、オメガ局の磁気経度よりも西側である磁気経度 $140^{\circ}\sim 155^{\circ}\text{W}$ の範囲において多く観測されている。また、日本の対馬 (磁気緯度 24.03°N , 磁気経度 161.87°W) のオメガ局からのオメガ信号の受信例は、現在のところ KSC における観測では見つかっていない。対馬からの同様のレイ 트레이シングの結果を Fig. 3 に示す。

今回の発表においては、オメガ信号をはじめとするあけぼの衛星で観測された VLF 波動の空間分布やそれに対応する 3次元レイ 트레이シングの結果等を報告する予定である。

謝辞

この研究は、科学研究費 (No. 63420016) の補助を受けて行われたものである。

参考文献

- 1) Kimura et al., VLF Observations by AKEBONO Satellite, submitted to *J. Geomag. Geoelectr.*
- 2) 木村 他. 第 85 回地球電磁気-地球惑星圏学会予稿集, 1989.

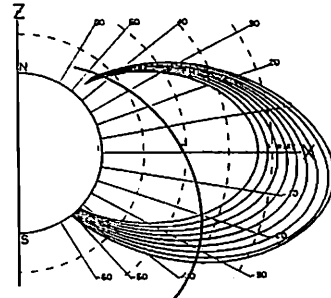


Fig. 1 Ray paths of the omega signal from Australia.

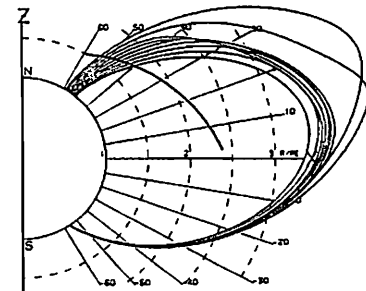


Fig. 2 Ray paths of the omega signal from North Dakota.

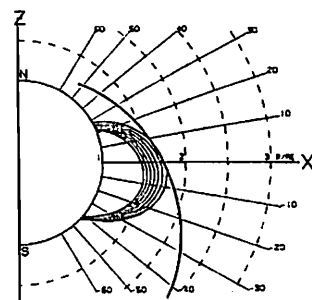


Fig. 3 Ray paths of the omega signal from Tsushima.

11p-I-7 AKEBONO/PWS による広帯域静電プラズマ波動バーストの観測

宮岡 宏, 大家 寛, 森岡 昭, 小林 香, 小野高幸, 小原隆博
(極地研) (東北大理) (極地研) (宇宙研)

Broadband Electrostatic Plasma Wave Bursts Observed with AKEBONO/PWS in the Polar Magnetosphere

H. Miyaoka, H. Oya, A. Morioka, K. Kobayashi, T. Ono, T. Obara
(NIPR) (Tohoku Univ.) (NIPR) (ISAS)

We have analysed the dynamic spectra of broadband electrostatic plasma wave bursts observed with AKEBONO/PWS in the auroral zone and the polar cap regions. These plasma waves are possessed of the following characteristic features as i) burst-like dynamic spectra with durations from several seconds to several minutes, ii) electrostatic waves with no magnetic component, iii) the frequency spectra occasionally extend above f_o or f_{UHR} , and iv) 1 to 1 correspondence between the electrostatic bursts and the structured precipitation of low energy electrons in the polar cap region. Based upon these analyses, we discuss the generation mechanism for the broadband electrostatic bursts observed in the polar magnetosphere.

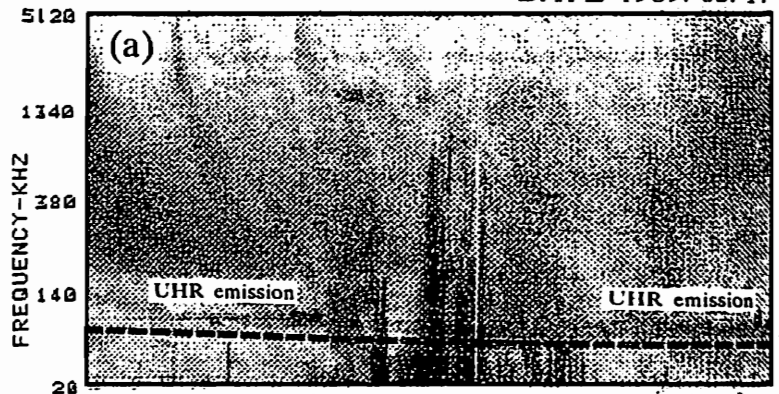
AKEBONOに搭載されたPWSにより観測されつつある磁気圏プラズマ波動の中で特に注目すべき現象の一つとして、極域(オーロラ帯および極冠域)における広帯域静電プラズマ波動バーストがある。DE-1衛星による観測でもオーロラ粒子加速域の中心部で類似の現象がオーロラリスに重畳して存在することが報告されている(Winglee et al., 1988)が、AKEBONO/PWSの時間及び周波数分解能の高い観測により、これらの現象が加速域の他、極冠域においても高い頻度で発生する基本的な波動現象であり、数100eV - 数keVのエネルギーをもつ降下電子の空間構造に1対1に対応していること、またその周波数スペクトルもDE-1の観測と一部様相を異にすることなどが判明した。

図1にPWSによる広帯域静電プラズマ波動バーストの観測例を示す。(a)はオーロラ加速域近傍、(b)は極冠域で、共に高高度(約10,000 km)で観測されたものである。その特徴として、(1)波動の継続時間は数秒 - 数分でいわゆるバースト状スペクトルを持つ、(2)境界成分をほとんど伴わない静電的プラズマ波動である、(3)周波数スペクトルの上限が電子サイクロロン周波数(f_o)及びUHR周波数(f_{UHR})を超えて高周波数側に延びる場合がある。(b)の場合、LEPによるオーロラ粒子の同時観測データと比較すると、極冠域に特有な数100eV - 数keV電子の局所的な粒子降下が個々の静電波バーストに対応して観測されている。

すなわち、ここに観測された静電波バーストは、比較的エネルギーが低く、しかも数kn - 数10knの空間構造をもつ降下電子のビーム型波動粒子相互作用により励起された静電的プラズマ波動と考えられる。上限周波数が、 f_o および f_{UHR} 以上まで延びていることは通常のノーマルモードのプラズマ波動の分散関係からは解釈しにくい。温度が低く、しかも密度が高い電子ビームがある場合には、ノーマルモードの他にビームモードの分散をもったプラズマ波動が存在する。こうした可能性も含めて、今回観測された広帯域静電プラズマ波動バーストの発生機構について検討する。

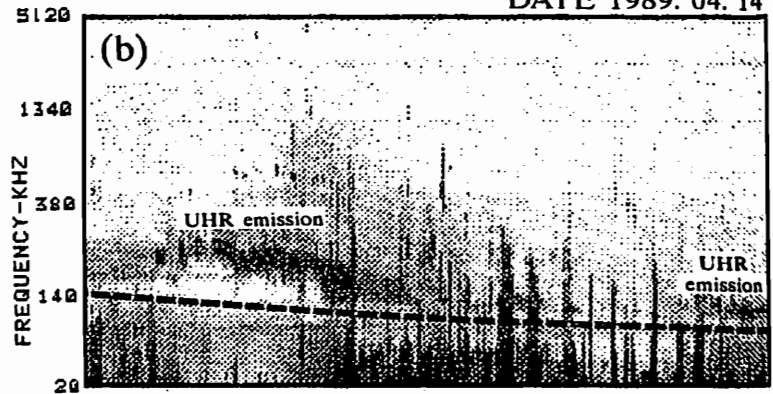
AKEBONO / PWS

DATE 1989. 03. 17



UT	12:03	12:13	12:23	12:33	12:43
MLT	16.7	17.1	17.5	17.7	17.9
ILAT	72.0	68.4	64.8	61.2	57.6
FLAT	-69.9	-66.0	-62.3	-58.7	-55.1
ALT	9888	10265	10442	10393	10111

DATE 1989. 04. 14



UT	07:03	07:13	07:23	07:33
MLT	6.2	8.0	11.0	13.0
ILAT	76.3	81.1	82.7	80.8
FLAT	-82.4	-85.3	-82.0	-77.7
ALT	7525	8528	9354	9944

図1. (a)オーロラ粒子加速域、および(b)極冠域において観測される広帯域静電プラズマ波動バーストのf-tスペクトル。どちらも周波数20kHz - 5.12MHzの電界成分である。

Ion Inertia Effect on Kelvin-Helmholtz Instability

M. Fujimoto, A. Nishida (ISAS), and T. Terasawa (Kyoto Univ.)

The Kelvin-Helmholtz instability has been considered to occur at various locations in space where velocity shear layers are present, and has been studied extensively in the MHD or electro static limit. The magnetopause is one of the regions of the magnetosphere unstable to the Kelvin-Helmholtz instability, and this issue has been studied by Miura (1984, 1987) by the compressible MHD simulation. However, as a result of the reconnection between the interplanetary and the geomagnetic field, the width of the magnetopause occasionally becomes as thin as the ion inertia length $\lambda_i = V_A/\Omega_i$. In this situation, the ion inertia effect should be taken into account. In the present study, the effect of the ion inertia on the instability is explored by means of the two-fluid plasma model.

The basic equations we use are

$$\frac{\partial n}{\partial t} = -\nabla \cdot (n\mathbf{V}) \quad (1)$$

$$\rho \frac{d\mathbf{V}}{dt} = -\nabla P + \frac{1}{c} \mathbf{J} \times \mathbf{B} \quad (2)$$

$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = -c \nabla \times \mathbf{E} \quad (3)$$

$$\mathbf{J} = \frac{c}{4\pi} \nabla \times \mathbf{B} \quad (4)$$

$$\mathbf{E} = -\frac{1}{c} \mathbf{V} \times \mathbf{B} - \frac{\nabla P_e}{ne} + \frac{1}{nec} \mathbf{J} \times \mathbf{B} \quad (5)$$

These are the same as the usual MHD equations except for the last two terms on the right hand side of (5), which give rise to the ion inertia effect. For the equilibrium state, we take

$$\mathbf{B}_0 = B_0 \mathbf{e}_x, \quad \rho = \rho_0$$

$$\mathbf{V}_0(y) = \frac{V_0}{2} \tanh\left(\frac{y}{a}\right) \mathbf{e}_x$$

Assuming incompressibility, we can introduce a flow function Φ so that $v_x = -\frac{\partial \Phi}{\partial y}$, $v_y = \frac{\partial \Phi}{\partial x}$. Introducing also a vector potential A_x so that $b_x = \frac{\partial A_x}{\partial y}$, $b_y = \frac{\partial A_x}{\partial x}$, the linearized equations for the perturbations of the forms $\sim f(y, t)e^{ikx}$ become

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + ikV_{x0}\right)\Delta\Phi = ikV_{x0}''\Phi - ik\Delta A_x$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + ikV_{x0}\right)A_x = -ik\Phi - hikk_b$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + ikV_{x0}\right)v_x = ikb_x$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + ikV_{x0}\right)b_x = ikv_x + hikk\Delta A_x$$

where $h = \frac{\lambda_i}{a}$, and normalizations are made as follows: $t \equiv t \frac{V_A}{a}$, $k \equiv ka$, $\Phi \equiv \frac{\Phi}{V_A a}$, $A_x \equiv \frac{A_x}{B_0 a}$, $v_x \equiv \frac{v_x}{V_A}$, $b_x \equiv \frac{b_x}{B_0}$.

What are evident from the set of equations are

- 1) The ion inertia effect is important when the width of a velocity shear becomes comparable to the ion inertia length.
- 2) The finite ion inertia gives a coupling between (Φ, A_x) -mode and (v_x, b_x) -mode, and a three dimensional magnetic field is generated.

Growth rates, eigenmode structures are obtained by solving the above equations using the initial value method.

11p-I-9 磁気圏電離圏磁力線連結 (マッピング) の問題

小口 高
名大空電研

MAGNETIC FIELD CONNECTION BETWEEN AURORAL AND MAGNETOSPHERIC ALTITUDES

T. Oguti

Research Institute of Atmospherics, Nagoya University

A magnetic field model is crucially important in studying the ionosphere-magnetosphere coupling system. Using the Tsyganenko-Usmanov(1982), and Tsyganenko(1987;1989) magnetic field models, it is shown that there is a significant distortion in mapping, which could be associated with the charge separation and subsequent region-1 field-aligned currents. This effect must be taken into consideration in understanding movement of auroral structures for example, in connection with that of the magnetospheric sources.

物理の理解と云う点で磁気圏研究の現状は、推定や憶測による部分が多すぎ、何が確立しているかを答えることにさえ困難を感ずる。

このような状態にたち至っている最大の理由は、世界的に見て検証を行う努力が欠けているためであるが、磁気圏がきわめて非一様性の強い場で一様媒質中での議論が適用できないこと、現象が著しく非定常、かつ、局所的であって、人工衛星による直接観測では時間と空間構造の分離や原因と結果との分離が不可能、などの効果も大きく効いている。

問題を解くには人工衛星の直接観測と地上からの二次元観測を組み合わせる必要があるが、ここでの本質的課題が磁気圏と電離圏の間の磁力線連結の情報である。

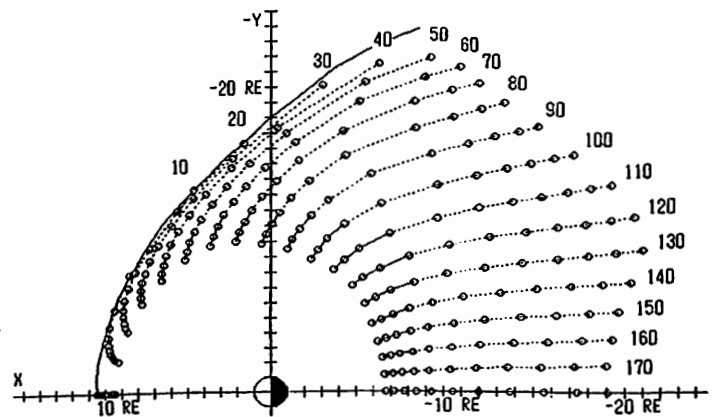
現在、磁気圏電離圏マッピングのために最も妥当と考えられているのがTsyganenko-Usmanov(1982)、Tsyganenko(1987)、及び、Tsyganenko(1989)の磁場モデルである。

これらのモデルはいずれもIMP やHEOS衛星の観測を再現するよう最小自乗法によって決められた半経験的なモデルで、よくできているが、最大の問題は磁気圏内の電流の連続性、特に、大規模なRegion-1、-2の沿磁力線電流の効果を consistent に取り入れていない点にある。

特にPolar cap やRegion-1、-2にはさまれた静止衛星領域では部分的に大きな歪があり得て、オーロラレベルでの近接領域は

磁気圏では必ずしも近接領域とは限らないし、磁気圏の近接領域はオーロラレベルでの近接領域に対応するとは限らない。地上-衛星対応の研究にこれらのモデルを使う際にはこの点に関する充分の注意が必要である。

Streaming Auroraと呼ぶ速い伝播性のオーロラの動きは、磁気圏では隣り合う近い領域での遅い伝播が、電離圏では著しく離れた領域の速い伝播として現われている例を示すものかも知れない。



(図) Tsyganenko-Usmanov(1982)の磁場モデルとIijima-Potemra(1976)のRegion-1、-2沿磁力線電流分布とから求めた沿磁力線電流の起源領域(磁力線の赤道面通過位置)。点線で結んだ領域が両者の間を示す。当然のことであるが、図でも判るように、このモデルの近似の範囲では磁場分布に沿磁力線電流の磁場効果が矛盾なく含まれているとは云いがたい。

西田 篤弘
宇宙科学研究所

PLASMA CONVECTION GENERATED BY RANDOM RECONNECTION ON THE MAGNETOPAUSE

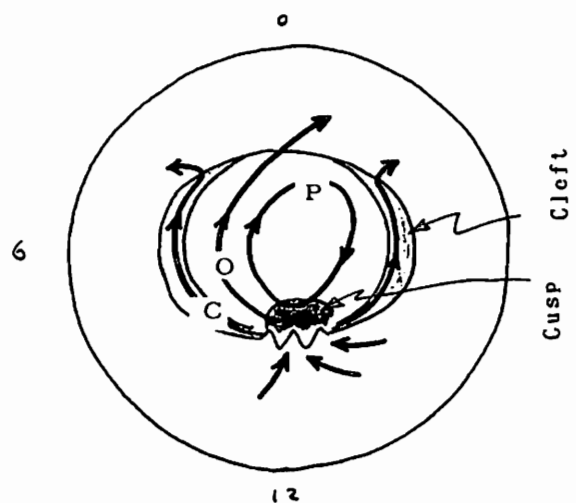
A. Nishida
Institute of Space and Astronautical Science

Although formation of the Low Latitude Boundary Layer has been considered to require mechanisms other than reconnection, it is conceivable that random and patchy reconnection on the magnetopause can result in a layer of solar-wind plasma embedded in the closed field lines of the geomagnetic field. This paper discusses the convection profiles that are generated by the random and patchy reconnection which is intrinsically time dependent.

地球磁場とIMFのリコネクションは、磁気圏境界面の広い範囲にわたって連続的に進行するのではなく、パッチ状の狭い領域で非定常的におきているのではないかという考えが、多くの研究者によって最近唱えられるようになった。一方、磁気圏境界面のすぐ内側の低緯度境界層 (low latitude boundary layer) は、IMFの南北極性に無関係に出現することから、リコネクションとは異なるメカニズムによって作られるものであると考えられてきた。しかし、リコネクションがパッチ状に、ランダムに起きるものであれば、いったんリコネクションによって作られた「開いた」磁力線が間もなく再び閉じるという過程が頻繁におきるはずであり、これによって低緯度境界層、すなわち「太陽風のプラズマが存在する地球的な磁場の領域」が形成されることが可能である。この考えは昨年秋の学会で発表し、レターとして出版した (Geophys. Res. Let., 16, 227, 1989)。

ずるものである (前沢、1976)。カスプでリコネクションを経験した磁力線のうち「開いた」状態を継続するものは極冠を横切って夜側のオヴアルに至る (O)。しかし、いったん「開いた」の間もなく「閉じた」状態に戻った磁力線はオヴアルのふちに沿って夜側に向かう (C)。この種の磁力線の存在する「クレフト」は、低緯度境界層を電離層に投影したところである。カスプ近傍の流線は定常的ではなく、時間的に変化する：ギザギザはこのことを表現しようとしたものである。「あけぼの」の粒子データ (向井他、1989) にも、この観点から興味深い構造がみられる。

今回の学会では、ランダム・リコネクションによって生ずる対流の形態について論ずる。リコネクションがパッチ状でランダムであると、磁気圏内の対流運動も定常的ではなく本質的に時間変動を行なうものになる。付図はIMFの極性が北向きの際の電離層高度における対流プロファイルを模式的に描いたものである。極冠域の内部には、極冠のなかで閉じた流線がある (P)。これは、磁気圏尾部の表面におけるリコネクションの結果生



河野 英昭、國分 征 (東大理)、 K.Takahashi (JHU/APL)

Generation Mechanism and Lifetime of Transient Magnetic Field Events in the Dayside Magnetosphere

H.Kawano and S.Kokubun

Geophysics Research Laboratory, University of Tokyo

K.Takahashi

The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory

The generation mechanisms of the transient magnetic field events, which are observed at $L = 6 - 9$ and resemble FTE (flux transfer events), are discussed. Because the selection criteria of transient magnetic field events concern only the magnetic field signature, it is likely that there is a mixing of events coming from various mechanisms. Long-duration events are expected to be caused by SI-type mechanisms because of fair correlation with mid- and low-latitude magnetic field variations. Then, short-duration events (probably FTE-type events) are expected to have lifetime of several minutes, and the cause of the lifetime is discussed by using some models.

AMPTE/CCEにより昼間側地球磁気圏 ($L = 6.0 \sim 9.4$) で観測された FTE

(Flux Transfer Event) に類似の現象について、我々はCCEの磁場データを用いてその空間分布、IMF (Interplanetary Magnetic Field) や磁気活動度 (AE 指数) への依存性などについて解析を行ってきた。その結果、前回報告したように、IMF南向きとの相関が高いこと、磁場変動の回転極性が正午を境に逆転すること、などが明らかとなった。また、duration の L value に対する依存性に、duration が小さい (約4分以下) ものは L が小さい ($L \leq 7.7$) ところでは観測されず、一方 duration の大きいものは広い L の範囲で観測される、という特徴が見られた。この特徴や、AEへの依存性がやはり duration の大小で異なっていること

(duration の小さいものは大きいAE値に分布が偏り、duration の大きいものはAEへの分布依存性が弱い) は、duration の大小で成因が異なっていることを示唆する。

そこで今回、duration の大きいものはSI (Sudden Impulse) 的な成因で生じているのではないかと考え、地上中低緯度の磁場変動との対応を調べた。1985年11月～1986年4月の範囲で、AMPTE/CCEの磁場データから pick up した 144 個の events

について、柿岡 (磁気緯度 29.9° 、磁気経度 209.9°)、鹿屋 ($20.5^\circ, 198.1^\circ$)、HUANCAYO ($1.0^\circ, 355.5^\circ$)、SANTA CRUZ ($34.59^\circ, 58.38^\circ$) の磁場との対応を調べた。そして、3つ以上の station で磁場H成分に pulse-like な磁場変動が見られた events (13 events) と、4 station のどこにも対応の無かった events (24 events) について、CCEでの duration を調べたところ、地上と対応あるものの平均 duration (6.8分) の方が対応のないものの平均 duration (5.0分) より大きい、との結果を得た。この結果は、duration の大きいものはSI的との可能性を支持すると考えられる。また、IMFとの対応があった events の duration も小さい値のものが多い。

これらの結果から、duration の大きいものはSI的、duration の小さいものは reconnection 的なイメージで考えられるとした場合、何故 duration の大小により差が出るのかを考えなければならない。そこで、duration の小さい event には lifetime (数分) があると考え、それがどの様な要因によって決められるのかを考える。合わせて、磁場変動の回転極性を説明するための current system の model についても考察したい。

大谷 晋一 · 園分 征 · R. C. Elphic and C. T. Russell
(東大・地球物理研究施設) (Los Alamos National Lab.) (UCLA)

" On the location where substorms start in the magnetosphere "

The change of the magnetotail configuration from taillike to more dipolar is regarded as the substorm onset at the satellite position. It is found that there exists the time lag between the recovery of the X-component and that of the Z-component. On the basis of the Biot-Savart's law such time lag can be interpreted in terms of the location of the tail current disruption and its radial movement (or extension) relative to the spacecraft. This interpretation is supported by the time difference of the magnetic field reconfiguration between the ISEE-1 and -2 positions, which are radially separated. The present study is therefore expected to provide a new method of determining where substorms start in the magnetosphere.

サブストームが磁気圏内でのエネルギー輸送において本質的な役割を果たすことは広く認められているにもかかわらず、その多くの問題が未解決のまま取り残されている。特に、サブストームの物理機構を考える上でも、そのオンセットが磁気圏内のどのような領域で起こるかという問題は最も重要であると考えられる。従来、この問題に関しては、プラズマシート (PS) 及びプラズマシート境界層 (PSBL) 中のエネルギー粒子の観測を基に、地球から15-20地球半径の領域であると報告されてきた。しかしエネルギー粒子の特性は衛星とPSまたはPSBLとの相対位置に依り、解析する上で問題が多いと思われる。本研究では、磁気圏尾部がサブストーム時に反太陽方向に引き延ばされた状態から回復する際の磁場変化から、オンセットが衛星に対してどの方向で起きたか推察することを試みた。

図1はISEE-1 (太線) 及び-2 (細線) が磁気圏尾部で観測したサブストーム・オンセット時の磁場変化をGSM座標で示したものである。X成分はISEE-1で1257:00UT、ISEE-2では1257:30UTに減少を始めていたのに対して、その時刻にはZ成分は減少を続け、1258UTに南向きで最小となった。その後回復している。尾部電流の減少はオ・サールの法則を適用して解釈すると、このことは地球に近いISEE-1より早くX成分の回復を観測していることからも支持される。講演では上述の解釈について議論するとともに、磁気圏尾部の異なる距離で観測をしているGOES・ISEE・IMP衛星のデータを用いてサブストーム時の磁気圏尾部の磁場形状の変化を再考察する。

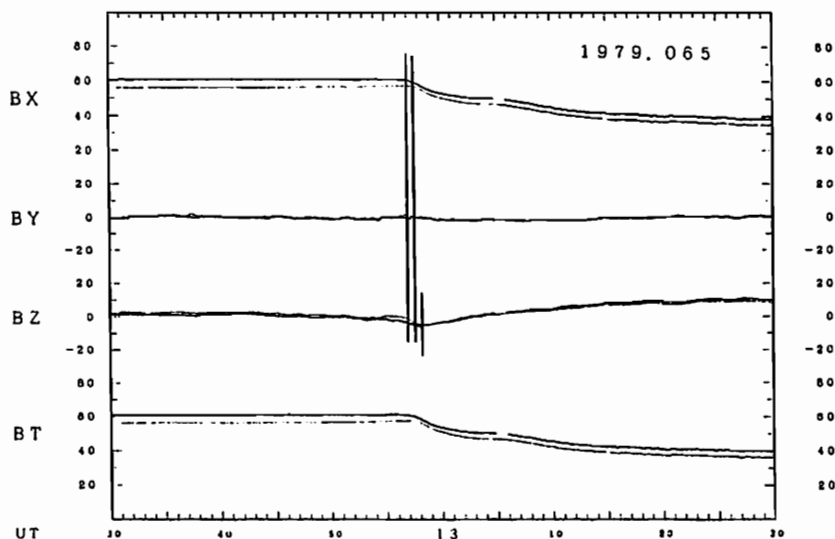


Fig. 1 The magnetic field reconfiguration observed by the ISEE-1 (thick lines) and -2 (thin lines) spacecraft. The magnetometer data are plotted in the GSM coordinates. The spacecraft were located in the midnight near-tail region, at $(-16, -4, 5)$ Re in GSM.

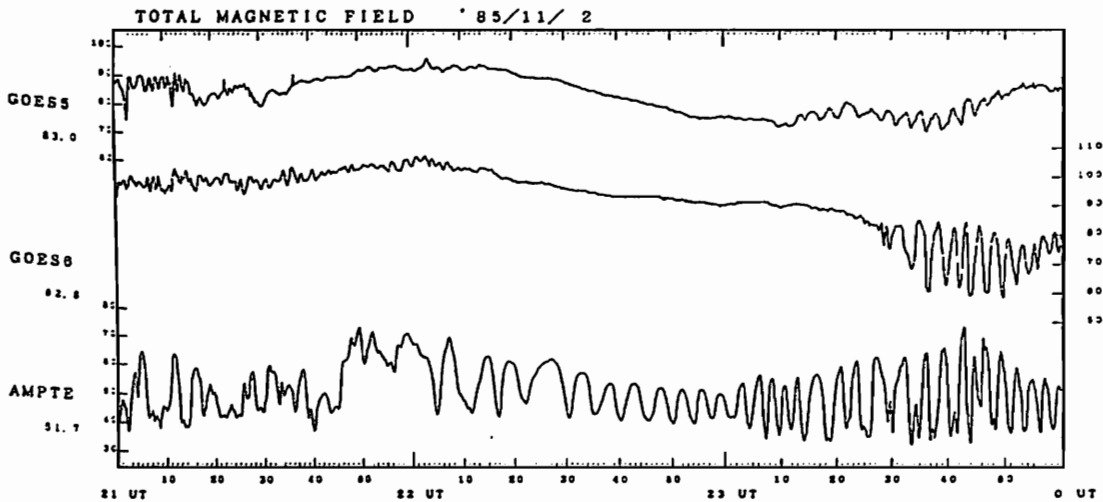
S. KOKUBUN and H. KAWANO,
Geophysics Research Laboratory
University of Tokyo

K. TAKAHASHI
The Johns Hopkins University
Applied Physics Laboratory

A survey of compressional Pc 5 waves in the region beyond the geostationary orbit has been made using data obtained with the AMPTE/CCE spacecraft. It is found that the wave occurrence is confined to a limited local time sector of 14-21 LT in the region of L values, 7-9. No distinct wave event was detected in the day time sector of 9-14h, although the frequency distribution is very similar to that of Pc5 events observed at synchronous orbit. Low frequency and long-duration event was not detected around the apogee of AMPTE/CCE. This distribution of occurrence is different from that observed at synchronous orbit.

The frequency of compressional Pc5 waves does not systematically depend on L value in the region beyond synchronous orbit. A higher frequency wave is often observed at a larger L value.

One of interesting characteristics of compressional Pc5 waves in the outer magnetosphere is a sudden frequency shift in a series of wave packets in association with increases of energetic particles. Comparison of ground magnetic data with the occurrence of Pc 5 waves indicates that the occurrence and a frequency jump in a series of wave event are often associated with substorm. We examined several series of Pc5 wave events and found that a frequency jump of almost double was observed in some cases. We also discuss the radial and longitudinal scale of compressional Pc5 wave based on data set which were simultaneously obtained at synchronous orbit by GOES 5/6 together with CCE spacecraft.



Variations of the total field from three spacecraft, GOES 5 and 6, and AMPTE/CCE for 2100-2000 on November 2, 1985. Large amplitude oscillations were observed during two hours from 2200 at CCE, while oscillations occurred after 2310 in association with a slow decrease of the ambient field at synchronous orbit. The correlation analysis indicates that a wave packet after 2330 observed at CCE is coherent with that observed at GOES 6 with a time delay of about 2.5 minutes.

反平行磁場間の再結合の発展過程
「プラズモイド」の形成と Shock

前沢 剛
名大理

EVOLUTION OF PLASMOID AND ACCOMPANIED SHOCKS INDUCED BY A SUDDEN
RECONNECTION ENHANCEMENT WITHIN A NEUTRAL SHEET

Kiyoshi Maezawa

Dept. of Physics, Nagoya University

Plasma flows induced by a sudden resistivity enhancement within a neutral sheet between antiparallel field lines are simulated numerically. Although the flow and field structure in the vicinity of resistivity enhancement reaches a quasi-steady state shortly after the time of enhancement, the plasma flows ejected along the sheet produce growing "plasmoids", which are bounded from the surrounding plasma by heart-shaped slow shocks. In addition, fast shocks are observed inside the plasmoids, when the beta value of the initial plasma is low.

我々は、磁気中性線の一点で、突然磁場再結合過程が始まったとき、その影響が周辺のプラズマ中にどう伝わり、また再結合過程の発展にどうはわかえるかを、MHDシミュレーションによって調べている。以前の学会では、再結合過程によって生じたプラズマ流は、横方向に slow mode のショックを形成すると同時に縦方向に fast mode の波も誘起し、それがプラズマの渦運動を通じて原点近くの再結合過程の発展を維持することを示した。今回は、流れの先端におけるプラズマ運動とショックの構造を詳しく調べた結果を報告する。結果を簡単にまとめると次のようになる。

1) シート方向に加速されたプラズマは、周辺のプラズマをとりこみながら成長する「プラズモイド」を形成する。このプラズモイドの境界は slow shock によって囲まれるが、slow shock の速度はシート内は遅いため、必然的に「プラズモイド」の形は、楕円形ではなく、中央のへこんだハート型になる。

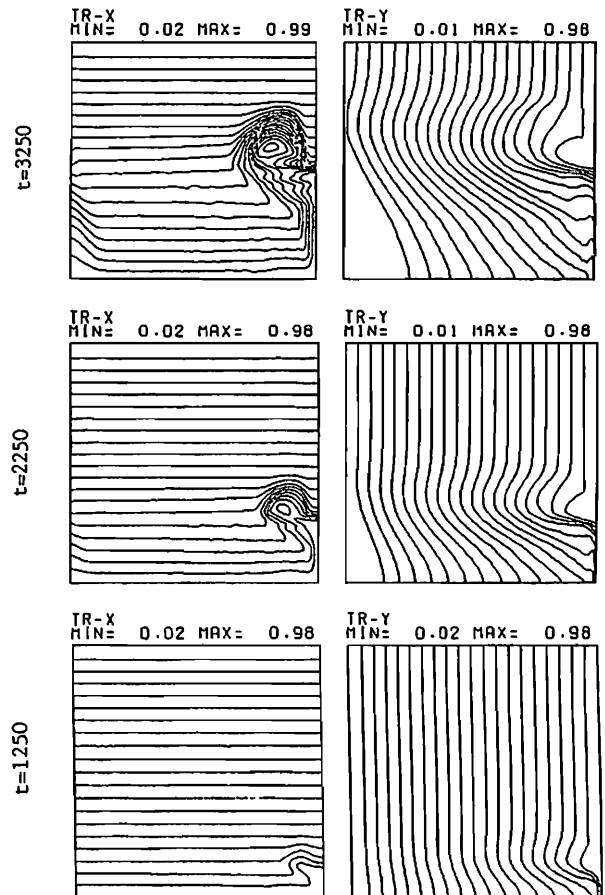
2) 初期のシート内の音速が外のアルフベン波速度より十分低い時は、すべてのMHD波の速度がシート内で外より遅くなる。このようなときは、プラズモイドの中のシート中央付近のジェット先端に fast shock が形成される。

3) 一般に fast mode の波は slow mode の波より先に進んで、周辺のプラズマを動かす、再結合領域に戻るプラズマ還流をつくり出す。

図はプラズマ磁場構造の時間発展を示す。下段のパネルから上段にむかって時間が経過している。各パネルにおいて、右端がneutral sheetであり、右下端の原点から再結合が始まっている。左の列の図は最初 $y=\text{const}$ の直線上に並んでいた粒子を結ぶ線が、運動と共にどう変形していくかを示す図で、 y 方向の速い運動領域がハート形（図にはその半分だけが見える）に拡大して行くのを表す。ハート形領域の境界が slow shock である。右の列の図は、最初 $x=\text{const}$ の直線上に並んでいた粒子を結ぶ線の変形を示す。初期の磁力線は $x=\text{const}$ 上にあったから、この絵はほぼ磁

力線の変形を表していると考えてよい。右端の中央付近に磁力線が集中しているところがあるが、ここが条件によっては fast shock の立つところである。磁力線の変形は fast mode の波によってプラズモイドの外の広い領域に伝播していることが見てとれる。

図 1



A HIGH RESOLUTION MHD SIMULATION OF THE INTERACTION
BETWEEN THE SOLAR WIND AND THE EARTH'S MAGNETOSPHERE

Tatsuki Ogino

Research Institute of Atmospherics, Nagoya University

In the three-dimensional and time-dependent global MHD simulation of the interaction between the solar wind and the earth's magnetosphere, the spatial resolution is extremely crucial in particular to study small scale magnetospheric phenomena such as structure and dynamics in the boundary layers. Because the global MHD model must simultaneously handle the small scale features with the order of $1R_e$ as well as the whole magnetosphere with the order of $50R_e$, where R_e stands for the radius of the earth. Therefore, we have tried to increase the grid number in order to make short the grid spacing in the MHD model and also have tried to continuously apply a new numerical method with higher spatial resolution.

In Figures 1 and 2 are shown quasi-steady state magnetospheric configuration in the interaction of the solar wind with the earth's magnetosphere for no uniform IMF when a high resolution MHD model of the two step Lax-Wendroff method was adopted with the grid number of $(N_x, N_y, N_z) = (242, 102, 102)$ and the grid spacing of $\Delta x = \Delta y = \Delta z = 0.25R_e$. The uniform solar wind parameters were the number density of $5/cc$, velocity of $300km/s$ and temperature of $2 \times 10^5 K$. Characteristic features of magnetosphere such as the bow shock, magnetopause, cusp and plasma sheet have been clearly reproduced in Figure 1 and also the sunward magnetospheric convection around the earth are seen on the equator in the magnetosphere. The structures of the bow shock and the magnetopause have become very clear because the fine grid of $\Delta x = 0.25R_e$ was adopted as is shown in Figure 2. The position of magnetopause is uniquely determined by the solar wind dynamic pressure and depends little on the IMF condition. The thickness of magnetopause for northward IMF is greater than that for southward IMF.

We have also applied a new numerical algorithm of "modified Leap-Frog scheme" to the global MHD simulation of magnetosphere and found that the numerical dispersion and numerical damping were improved by the order.

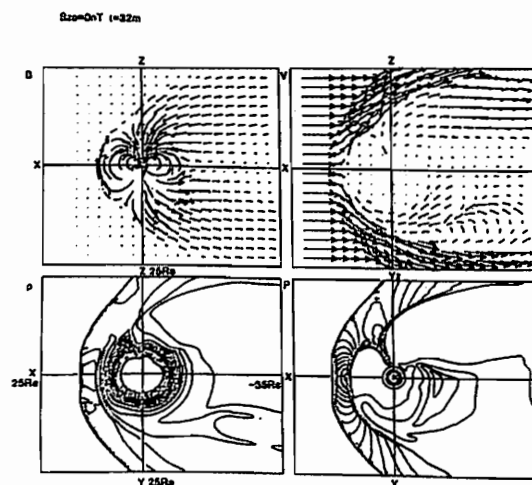


Fig.1. Quasi-steady state magnetospheric configuration of the earth's magnetosphere for no uniform IMF.

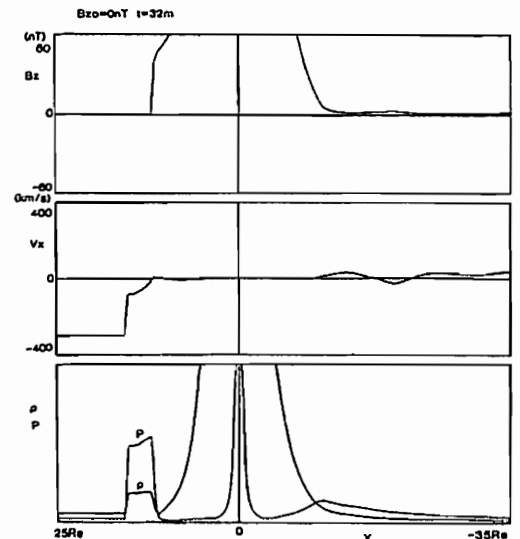


Fig.2. Profiles of the physical quantities on the sun-earth line in the solar wind - magnetosphere interaction.

**SOLAR WIND-MAGNETOSPHERE ENERGY TRANSFER RELATIVE TO WEAK
BUT SUSTAINED HIGH-LATITUDE GEOMAGNETIC ACTIVITY**Masahisa Sugiura¹ and Toshihiko Iyemori²¹ Institute of Research and Development, Tokai University² Faculty of Science, Kyoto University

A category of high-latitude geomagnetic activity of weak to moderate intensity as measured by the AU and AL indices that is qualitatively well correlated to the southward component of the interplanetary magnetic field (IMF) is defined. The magnetic disturbances belonging to this category distinctly differ from what is generally conceived as substorms in that they last for longer periods of time than the latter, sometimes more than one or two days. Intervals in which this type of magnetic activity exists are found usually coincident with periods when the IMF Bz component is persistently or predominantly southward. We interpret that the high correlation between the occurrences of this type of magnetic disturbance and the Bz component of IMF is an indication of the presence of a mechanism for continual energy transfer from the solar wind to the magnetosphere that is usually thought to involve an energy storage in the magnetotail and a subsequent sudden release of the stored energy. We present a further support of this argument using results of power spectral analysis of the AE indices and of the IMF Bz component.

ダイポール傾斜角の磁気圏形状に及ぼす効果

南 繁行
大阪市大 工竹屋 芳夫
中部大 工

Laboratory Dipole Tilt Effects on the Formation of the Magnetosphere

S. Minami

Y. Takeya

Osaka City University Chubu University

As a macroscopic point of view to the formation of the magnetosphere, we report here a dipole tilt angle effects on the basis of a laboratory simulation. These effects on the cusp latitude and configurations of the magnetosphere are discussed with satellite data. The comparison represents the space data verification of the laboratory simulated model and indicates that the model magnetosphere is very useful for determining possible configurations of some magnetospheres which have not yet observed directly at other planets. We will also discuss an unique magnetosphere when the dipole is tilted 90 degrees.

[まえがき] 我々は太陽風と磁気ダイポールの相互作用でつくられる磁気圏のマクロな観点の研究をシミュレーション実験で行なっている (Minami and Takeya, 1986, 1989)。今回は磁気ダイポールの傾斜角の効果についてのべる。磁気圏の南北非対称性の要因として IMF , B_x のほか季節効果が考えられる。最近衛星観測によって磁気圏カスプ緯度の季節効果が提出された (Newell & Meng, 1989)。一方ダイポールの90度におよぶ傾斜の効果はいわゆる比較惑星磁気圏の観点からその構造の解明が必要であり、磁気圏のような衝撃波によって形成される構造の解明にはシミュレーション実験は有用である。

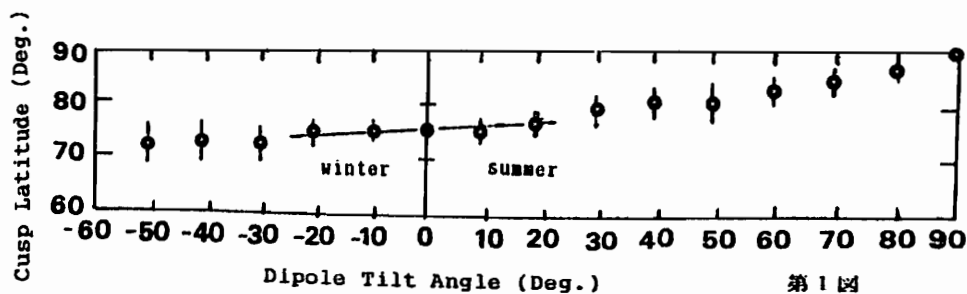
[実験結果] 第1図(円印)は IMF をゼロとしたときに、実験で得られたダイポール傾斜角に対するカスプ緯度の効果を求めた結果である。実線は Newell & Meng (1989) による DMS P-F7 衛星のデータである。実際の磁気圏においては B_z (Carbary & Meng, 1986)、速度などの要素がはいてくるのでそれらを固定して単一の効果を知ることは容易ではないが両者は良く合っている。このように高速プラズマ流と磁気ダイポールの相互作用でつくられる磁気圏から定量的な議論が可能になって来た。一方、ダイポール傾斜のもう一つの効果は IMF , B_x と同様に尾部中性面を南北に移動させることである。講演では90度傾斜時の磁気圏の特徴である赤道面に形成されるカスプについても論ずる。

Carbary J. F. and C.-I. Meng, J. Geophys. Res., 91, 10047, 1986.

Minami S. and Y. Takeya, J. Geophys. Res., 90, 9503, 1986.

Minami et al., 第85回SGEPSS, 講演予稿集 II-33, 1989.

Newell P. T., and C.-I. Meng, J. Geophys. Res., 94, 6949, 1989..



第1図

磁気圏探査用イオンエネルギー質量分析器
(I E M S) の試作と校正実験に関する報告

平原 聖文 向井 利典 町山 忍
(京大理) (宇宙研) (宇宙研)

Report of the Experimental Calibration of Proto-Model
of Ion Energy Mass Spectrometer (IEHS) for GEOTAIL mission

Mirahara Masafumi Mukai Toshifumi Machida Shimbou

*1 *2 *2

*1 Department of Geophysics, Faculty of Science, Kyoto University
*2 The Institute of Space and Astronautical Science

The proto-model of our new-type Ion Energy Mass Spectrometer (IEHS) developed for GEOTAIL mission is built up and calibrated by the laboratory experimental system of ISAS. The advanced features of IEHS are followed; 1) high time resolution; 2) wide field of view; 3) large geometrical factor (high sensitivity). The numerical analyses of the electric and magnetic fields and ray-tracing has been performed to satisfy these three points, and it is found that the orange-type mass spectrometer and position-sensitive detector are well functioned as we originally planned. In this presentation, the results on the calibration of fully assembled IEHS will be reported.

1992年のGEOTAIL計画等、将来の衛星を用いた地球磁気圏での低エネルギーのイオン粒子観測には、以下の様な特徴を備えている事が不可欠であろう。つまり、微細構造を持つ領域の粒子分布スペクトルを高時間分解能で取得出来る事、プラズマシート等に特徴的な高温プラズマの3次元速度分布を広い視野角で獲得出来る事、低密度プラズマ域においても十分な感度を実現している事、等である。この為に、我々はこれまで数値計算による機器設計、及びそれに基づいた部分的な試作・実験を行い報告してきた。今回は、前回の部分的な製作・実験(オレンジ型質量分析器、位置検出器; '89春の学会)に引き続き、電気機器部を除く、センサー全体の試作品(プロトモデル)が完成し、その動作確認・性能校正実験が、宇宙科学研究所の大口径イオンビーム発生装置及び真空チャンバシステムを利用して行われる段階にきたので、実際の衛星搭載機器としての性能・特性や問題点に関する考察に加え、最終的な議論をする。

以下に、我々の開発したIEHSの設計思想と機器構成を簡単に述べる(図・1参照)。初めに述べた高時間分解能の達成であるが、この点は、質量掃引なしに一度のサンプリングタイムで、すべてのイオンの質量分布の同時取得を可能にする事で解決した。現実には、既にエネルギー分析されているイオン束を固定磁石により質量分析させ、検出するのであるが、ここで位置検出用電極を利用する事により、すべての質量が特定の位置で検出されるため、EXOS-DのIMS同様、質量掃引を不必要とした。この場合、高質量分解能、換算すればイオンビームを質量別に収束させるという新しい課題が加わる。そこで、球型エネルギー分析器と補助的な電極(ポロイダル型エネルギー分析器)とを組合せ、タンデム式エネルギー分析器として採用する。これは、機器内の比較的短いイオン軌道で高収束したイオン束を得られる為、粒子の通過率を向上させられる。この意味で、上述第三の感度向上にも本質的である。更に、センサー全体の形状を軸対称にする事で、広い立体角をカバーするための視野角拡大を目指し、第二の要請を満たした。以上の理由から、我々のIEHSは、エネルギー分析器、質量分析器、及び検出器配列から構成されている。

前回の学会では、一般にオレンジ型と呼ばれる固定磁石の配列からなる質量分析器の数値・室内実験の結果を発表したが、そこでは、計算機による電磁場解析とそれを用いた粒子軌道追跡の結果が実際のそれらと良く一致し、この手法が機器設計において極めて有効であると判明した。今回は、タンデム式エネルギー分析器のエネルギー・角度依存性(図・2)、及びセンサーのシステム全体の特性と考えられる質量分解能と透過率、また、それらの視野角間の依存性について、軌道の数値解析と室内実験の結果を比較しながら詳しく報告する予定である。

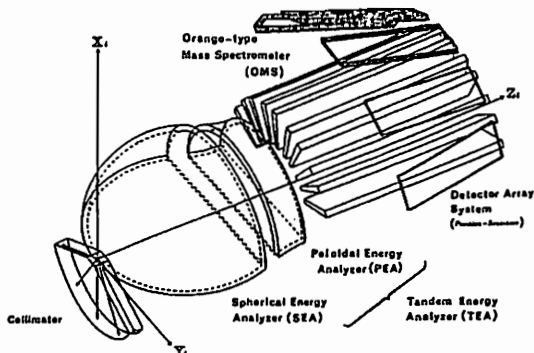


Fig.1 Total view of IEHS

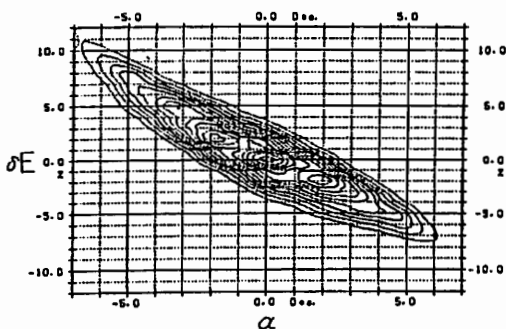


Fig.2 E- α property of the Tandem Energy Analyzer (TEA) consisting of the spherical and poloidal energy analyzer (the numerical result)

オーロラ・ステレオ観測の画像解析 (II)

麻生武彦*・橋本岳*・安陪稔*・江尻全機**・小野高幸**
 (*京大工、 **極地研)

A METHOD OF IMAGE ANALYSIS FOR THE AURORA STEREO OBSERVATION (II)

T. Aso*, T. Hashimoto*, M. Abe*, M. Ejiri** & T. Ono**

* Kyoto University, ** National Institute of Polar Research

Further studies on the analysis for the reconstruction of three-dimensional auroral luminosity structures from stereoscopic observations are carried out. The method for the present inverse problem relies on the non-linear parameter estimation for the prescribed functional form of the auroral luminosity. Some results of data analysis and numerical simulation for the observation at Antarctica in 1984 will be given.

オーロラ発光の三次元的形態とその時間変化を明らかにすることは、高エネルギー粒子と大気分子原子の衝突過程を通してのオーロラ生成のメカニズム全体を知る上で重要なことは言を俟たない。この目的のため、CCD-TVカメラを用いた単色光立体観測が第25次南極観測において行なわれた。本研究では、複数の二次元投影像から三次元構造を再構成するという観点から観測画像の解析手法の検討を進めており、その梗概を前回報告した[1]。すなわち、発光構造を表わす関数形を仮定し所謂最小化問題の手法を用いてそのパラメータを推定する。計算機による画像解析およびシミュレーションの結果、当然のことながら、関数形が実際の形状に近い場合は雑音や背景の明るさレベルにあまり影響されないではば正しい推定が可能であることが示される。しかし一方では、二観測点の位置ならびにオーロラの位置・形状によっては絶対的な情報量の不足によりパラメータ推定の一意性が得られない場合があり得る。この場合、上記アルゴリズムに暗に含まれているエビポーラ制約による対応点探索その他による人為的判断を援用せざるを得ない。また、前回は磁気経度方向に一樣なhomogeneous arcをモデルとして考慮していたが、図1の場合などにみられるようなオーロラに対しては、区分的に一樣な形状の繋ぎ合わせと見なして解析することができる。図は昭和基地とラングホブデ間の1984年9月21日21時45分における波長557.7[nm]での観測データ対であり、a,b,c各領域での磁気子午面断面形状の推定結果として図2を得る。さらに、経度方向にパラメータが変化するモデルを仮定した場合にも、図2とconsistentな解析結果が得られる。

参考文献 [1]麻生 ほか、第85回SGEPSS講演予稿集



図 1

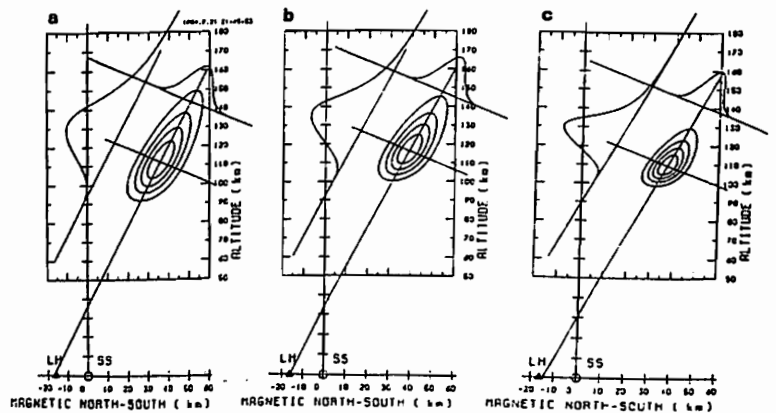


図 2

山岸久雄
極地研

菊池 崇
通総研・平磯

池田修一
NTT

A COMPARISON BETWEEN OPTICAL AURORA
AND AURORAL ABSORPTION STRUCTURE

YAMAGISHI HISAO¹ KIKUCHI TAKASHI² IKEDA SHUICHI³

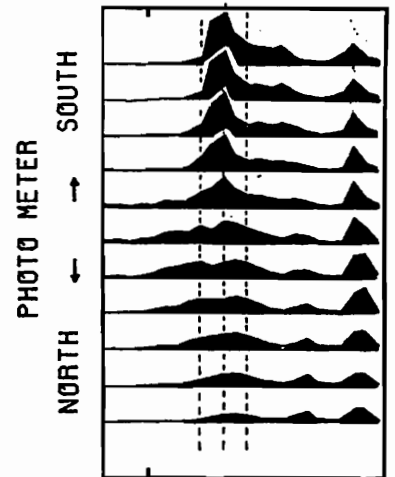
1: National Inst. Polar Res. 2: Communications Res. Lab. Hiraaiso 3: NTT

Spatial distribution of auroral intensity and auroral absorption was compared in various types of auroral display by using multi narrow beam riometer and optical instruments at Syowa Station, Antarctica. As an intensity ratio between the both phenomena is closely related to a characteristic energy of precipitating electrons, it can be used to diagnose auroral electron spectrum in different part of auroral structure. As an example, it was found from this comparison that the energy spectrum became harder in the central part of a westward travelling surge.

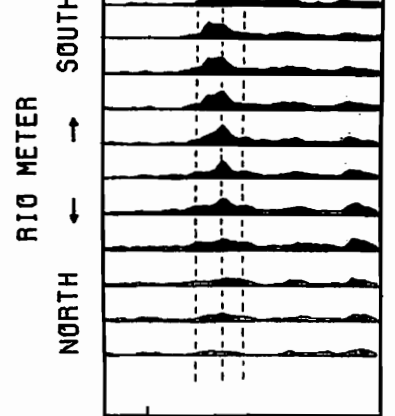
南極昭和基地の高空間分解能リオメータとオーロラ光学観測器との同時観測により光オーロラとオーロラ吸収の形態の比較を行った。前者は地球近傍の沿磁力線加速域で形成される数keVの降下電子により効率よく発光することから、その形態は沿磁力線加速域の空間構造を反映したものと考えられ、一方後者は数10〜数100 keVの高エネルギー電子により効率よくひきおこされ、その形態はプラズマシートにおける高エネルギー電子発生域の形態を反映したものと考えられる。両者は当然強い関連をもち、巨視的(>~100 km)には相似性を示すが、オーロラ構造の空間スケール(~10 km)で眺めると差異を生ずることが、この観測により明らかになった。特に、オーロラ発光強度とオーロラ吸収量の比は降下電子の e-folding energy に関係づけられるので、オーロラ構造の各部分にて上記の比を求めることにより、降下電子エネルギーの空間的变化を知ることができる。一例として、昭和基地上空をサージが西向きへ通過した時(図1)の磁気子午面内、天頂角±30°の範囲内の557.7nm発光強度と吸収量の分布を比較する(図2)。図中三本の点線は図1の各コマの撮影時刻に対応する。吸収量はサージの中心が通過した時(中央の点線)に大きく、サージから東または西にのびるアームの部分(右、左の点線)では小さくなっており、サージの中心部で降下電子のエネルギーが高くなっていることがわかる。

Fig.2 A comparison between auroral intensity at 557.7 nm (upper panel) and auroral absorption intensity at 30 MHz (lower panel) observed in 11 directions at every 5° from 30° south to 30° north in zenith angle. Vertical broken lines indicate the time when auroral images in Fig.1 were observed.

AUG. 23, 1986



AUG. 23, 1986



2150 TIME (UT) 2200

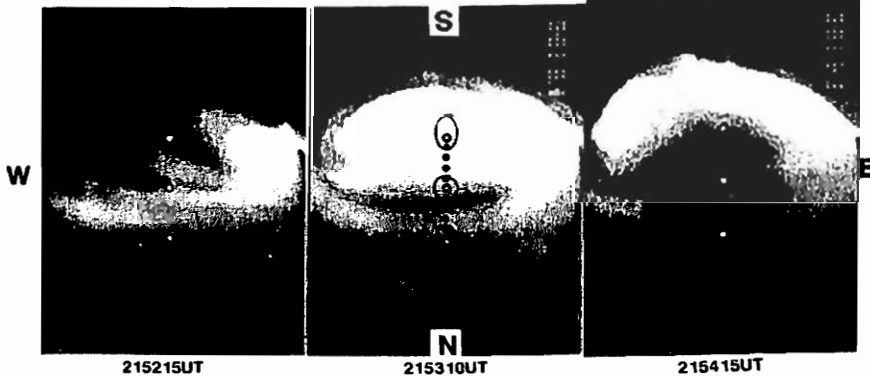


Fig.1 All-sky auroral TV images taken at every one minute when a westward travelling surge passed over Syowa Station.

昭和基地CNAドリフトと共役点付近での 電離層ドリフトの同時観測

菊池 崇¹、山岸久雄²、Mark Lester³
¹通総研平磯、²極地研、³Univ. Leicester

SIMULTANEOUS OBSERVATION OF CNA DRIFT IN SYOWA AND DRIFT OF IONOSPHERIC IRREGULARITY NEAR THE CONJUGATE POINT

Takashi KIKUCHI¹, Hisao YAMAGISHI², Mark Lester³

¹CRL/Hiraiso S.-T. Res. Center ²National Inst. Polar Res. ³Univ. Leicester, UK

The direction of auroral absorption drift is reversed in the pre-noon sector, as observed with the scanning beam riometer at Syowa station. It is shown that the drift reversal corresponds to the change in sign of the magnetic H deflection with respect to the quiettime H component. Further comparisons are made with the EISCAT IS radar and SABRE auroral radar observations near the conjugate of Syowa station. The drift of ionospheric irregularities also changes its direction around the pre-noon sector, in agreement with the auroral absorption drift. It is concluded that the drifts of auroral absorption in Syowa and of ionospheric irregularity near the conjugate are governed by the global electric field in the magnetosphere.

前回の講演で、昭和基地の掃引ビームリオメータによって観測される吸収が東西方向にゆっくりとドリフトし、速度の地方時特性が磁気圏対流パターンと類似していることを示した。また、正午前のドリフト方向の反転が地磁気H成分の静穏時レベルからの変化分の正負の変化に対応することを示した。この結果、オーロラ吸収のドリフトが磁気圏対流電場によるE x Bドリフトであることを示唆した。今回の講演では、昭和基地の共役点での磁場データと、共役点に近いヨーロッパのISレーダ (EISCAT) 及び SABREオーロラレーダのデータを用いて、昭和基地で観測されたCNAドリフトがグローバルな磁気圏電場に起因することを示す。

第1図に1986年5月6日0940UT (0940MLT)に発生し

たドリフト方向反転の例を示す。ドリフト速度は午前側で東向きに400 ~ 280 m/s、正午側で西向きに250 ~ 160 m/sである。第2図にEISCATレーダで同時に観測された電離層プラズマドリフト速度を示す。EISCATは昭和基地の共役点 (アイスランド) から東へ約2時間ずれているために、観測された0800UT以後のデータはドリフト反転を過ぎた正午側のドリフトに対応するその速度は緯度により変化するが概ね西向きであり、大きさも同程度である。同じ傾向がSABREオーロラレーダでも観測された。講演では、SABREオーロラレーダで観測された午前側での東向きドリフトの例も示し、昭和基地のCNAドリフトと共役点付近の電離層ドリフトがほぼ同じパターンであることを示す。

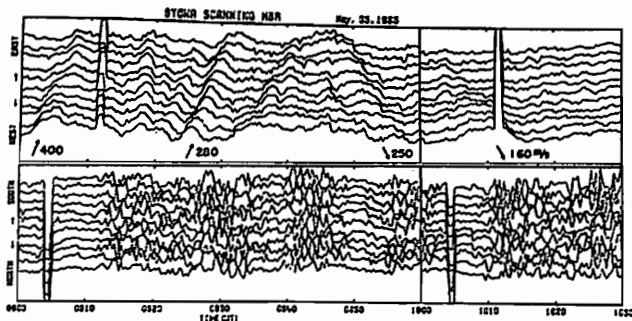


Fig. 1 Reversal of CNA drift in the east-west direction, observed with the scanning beam riometer at Syowa station.

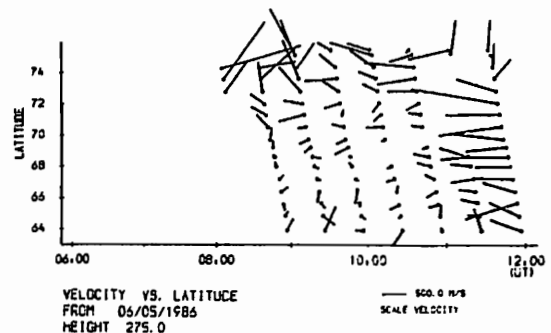


Fig. 2 Drift velocity of ionospheric irregularity observed with the EISCAT radar which is located near the conjugate of Syowa.

エネルギー分散のない injection と オーロラの南北方向の発達

中村 るみ、 国分 征 (東大理)、 小口 高 (名大空電研)、 D.N. Baker (NASA/GSFC)

Dispersionless injection in the course of the evolution of the N-S structured aurora

R. Nakamura, S. Kokubun, T. Oguti and D.N. Baker
G.R.L. Univ of Tokyo Nagoya Univ NASA/GSFC

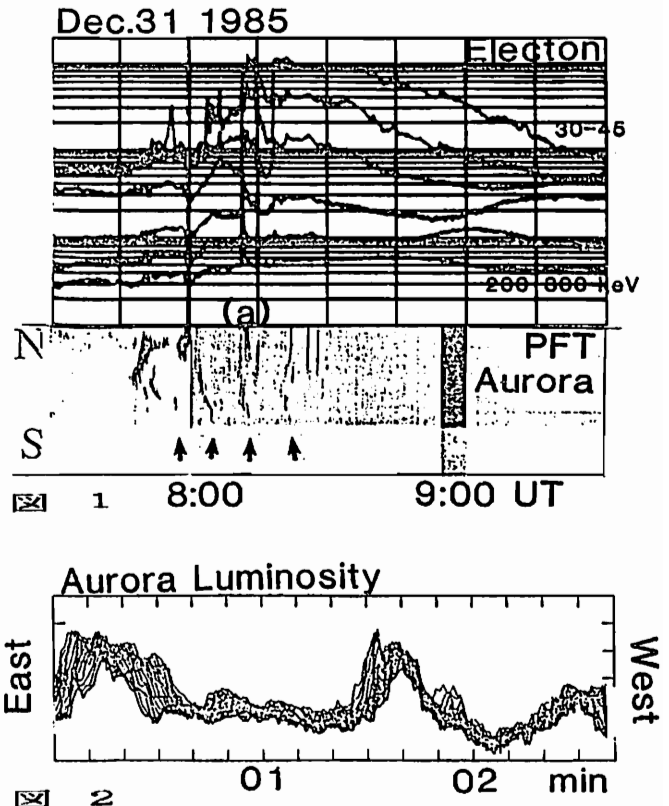
We have analyzed the global evolution of the aurora during 4 isolated substorms when electron flux enhancements without energy dispersion are observed at synchronous altitude. The aurora station covered nearly the whole active area so that the spatial as well as temporal relationship of the observed flux enhancement to the substorm are well obtained. Close temporal relationships are found between the electron flux enhancement with duration of less than 3 minutes and that of the intensity profile of the N-S aurora are found, when the region of the expansion aurora was located at relative higher latitude. The equatorward expansion of the N-S aurora suggests that the particles are injected within a finite LT region associated with the auroral break up.

サブストームに伴い静止軌道付近で観測される荷電粒子フラックスの増加 (injection) には、エネルギー分散のある場合とない場合がある。前者は、粒子があるソース領域から電場・磁場ドリフトで衛星の位置まで輸送される際に、エネルギーによるドリフトの軌道及び時間の差によって生じた分散を観測したと解釈されている。一方後者は、Injection Boundaryモデルのように、サブストームに伴い出現するソース領域内に衛星が位置していたと解釈されてきたが、粒子の加速領域の位置、及び加速・加熱の物理的説明は明らかにされていない。

本研究は、多点オーロラ・磁場観測によるエクспанション、脈動性オーロラの時間・空間発達と静止軌道での同時観測から得た粒子フラックスの変動について、地上における擾乱の中からの相対的位置で分類して解析することにより、サブストームに伴う荷電粒子のダイナミクスをより正確に記述し、粒子の加速・加熱機構を明らかにすることを目的としている。学会では、エクспанションのオーロラとエネルギー分散のない injection の同時観測データ4例の解析結果を中心に、オーロラのダイナミクスに基づいた粒子の加速領域の同定を行った結果について報告する。

図1は、1985年12月31日7:30 - 9:30 UTにおける21:10 - 22:40 MLTに位置していた静止軌道衛星の30-300keVの電子フラックス及び衛星のfoot pointの約10度西に位置するPFT (磁気緯度65.1度、磁気経度259.7度)の子午線上のオーロラ分布である。この例では、真夜中付近に位置するFSM (68.2度、299.5度)を中心に、PFT, LGR, SHMの計4点における、経度幅約75度の領域のオーロラの発達過程を解析した。FSM, PFT間で、7:54UTにエクспанションが開始し、オーロラが北上した7:57UT頃から、両観測点で、図1の矢印で示したような南北に分布するアーチ状のオーロラが北から発達した。全体の構造は西向きに移動し、5分から10分毎に別の構造が東から現れた。SHMではこのオーロラは観測されなかった。図2には、図1の南北オーロラ(a)の構造内での明るさの時間変化を示した。南北オーロラは西に移動するに

つれて、明るさが減少するが、数分後に再び活性化する。南北オーロラに伴って、時間スケールのよく一致するフラックスの変動が静止軌道衛星で観測された。経度方向に局在化した南北オーロラの南側への発達に伴って、磁気圏でエネルギー分散のない injection が観測されるのは、粒子が経度的に局在化された領域で加速され、内部磁気圏に注入されるからであると解釈できる。更に、朝方側の衛星で同時観測した電子フラックスのエネルギー分散の解釈も含めて粒子の加速の議論を行う。



菅田 和男 Ching-I. Meng 赤祖父 俊一
拓大工 ジョーンズ・ホプキンス大 アラスカ大

TRANSPOLAR AURORA, ITS PARTICLE PRECIPITATION AND IMF By EFFECT

Kazuo Makita
(Takushoku University)

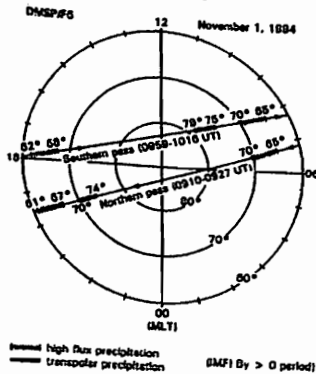
Ching-I. Meng
(JHU/APL)

Syunichi Akasofu
(University of Alaska)

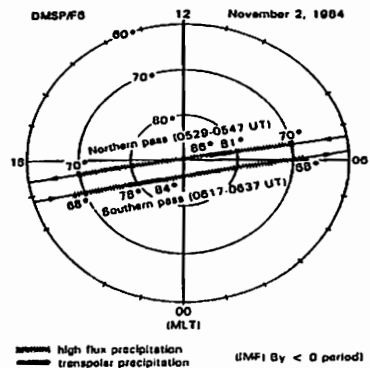
It is found that the transpolar aurora is located in the soft particle precipitation region and not embedded in the polar rain region. This fact indicates that the examined transpolar auroras are located in the high latitude part of the morning or evening oval. It is also recognized that the transpolar aurora in the northern hemisphere is located near the edge of evening oval for the IMF By > 0 and for the IMF By < 0, the transpolar aurora is located near the edge of the morning oval. In the southern hemisphere, above situation is reversed for IMF By polarity.

IMF By の符号により、磁気圏の形状がどのように変形を受け、その結果いかなる特徴的な現象が見出されるのかという問題を調べることは、惑星間磁場と地球磁場との相互作用を調べる上で重要なテーマである。これについて、これまで、昼間側領域の現象に関していろいろな報告がなされてきた。例えばカスプ域の沿磁力線電流の位置や磁エネルギー粒子の降下域が By の符号により影響を受けていることと Tajima et al. (1975) や Candidi et al. (1983) 等が報告しており、ほぼその事実については確認されている。しかしながら夜中側のオーロラ現象について、By の符号がどのような影響を与えているのかという点に関して、あまり結果が報告されてこなかった。我々は大変興味のある時に発達する transpolar aurora が By の符号によりその出現域を制限されていることを見出した。以下この事実を要約してみる。

(1) 図1に示しているように By > 0 の時には、北半球で夕方側に transpolar aurora が見られるのに対し、南半球ではそれに対応すると思われる入射粒子域が朝方側に見られる。図2には、By < 0 の時を示しているが、この時には上とは逆の状況になっている。
(2) Transpolar aurora は必ずしも Polar cap の中に出現するのではなく、朝方又は夕方側のオーロラ・オーバルの高緯度側境界域で明るく輝く場合が多い。
以上の(1)と(2)の結果から、オーバル帯の高緯度側境界域に keV 粒子が降下する際、By > 0 のもとでは、北半球では夕方側に又南半球では朝方側にかたよった降下粒子が見られるものと推定される。但し南北半球で対称的に transpolar aurora が出現しているという報告 (Obara et al. 1988) もあるので、更に詳しく調べていく必要がある。



(図 1)



(図 2)

中村 匡(a), J.R. Kan(b), 玉尾 孜(a)

(a)東大理, (b)アラスカ大

"Field-aligned currents carried by energetic auroral electrons"

A linear analysis has shown that in addition to the Alfvén waves, the ballistic motion of electrons can also carry field aligned currents. These currents carried by the electron motion (electron beams) can explain auroral currents, which cannot be treated with the Alfvén wave model using MHD approximation. Several features of these beam currents, such as the return current formation or the relationship between the Alfvén waves, will be reported.

沿磁力線電流は磁気圏物理の諸問題、とくに磁気圏電離層結合問題で重要な役割を果たす。MHD (磁気流体) 近似の範囲で、沿磁力線電流を磁力線にそって運び得る唯一のメカニズムは磁気流体波の一つであるアルフベン波 (シア・アルフベン波) であるため、これまで成されてきた研究の多くは、沿磁力線電流をこのアルフベン波によって運ばれるとしてあつかってきた。このアルフベン波によって運ばれる沿磁力線電流という考え方は、たとえば Region 1 や Region 2 などと呼ばれる大規模な電流系については妥当であろう。ところが、極域のオーロラ現象などにもなる電流はこのアルフベン波では説明できない。観測によるとオーロラ現象にもなる電流は (少なくともそのかなりの部分は) バックグラウンドの電子に比べて非常にエネルギーの高い (数 keV - 数十 keV) 電子ビームによって運ばれているのであるが、アルフベン波に伴う電流という考え方ではこのような高エネルギー電子は説明できない。つまり、オーロラ電流は MHD 近似では扱えないということである。オーロラ電流について、アルフベン波による電流という考え方ではなく、高エネルギー電子ビームを運び手としたモデルも幾つかあるが、これらは定常あるいは準定常状態を仮定しており、電流の伝搬メカニズムを正しく扱うことは出来なかった。

本研究の目的はオーロラ現象の高エネルギー電子ビームとそれに伴う電流の関係を正しく理解することにある。物理的には、これは電子ビームとバックグラウンドの磁

化プラズマとの相互作用の問題である。電子ビーム、つまり電子という負電荷の動きが電流になることは一見自明のようであるがプラズマ中ではそうではない。プラズマ中では巨視的に準中性条件が満たされなければならないので、電流はつねに閉じたループでなければならないのである。したがって、ビームによる電流に対し何かしらのリターンカレントが生成されなくて閉じた電流ループをつくる必要がある。ここでは、ビームとバックグラウンドの電子についてそれぞれ電磁流体の方程式を立て、特殊な線型化をすることによって電子ビームとそれに伴う沿磁力線電流について調べた。

参考文献

Nakamura and Tamao (1989) J.G.R.
Nakamura et al. (1989) J.G.R.

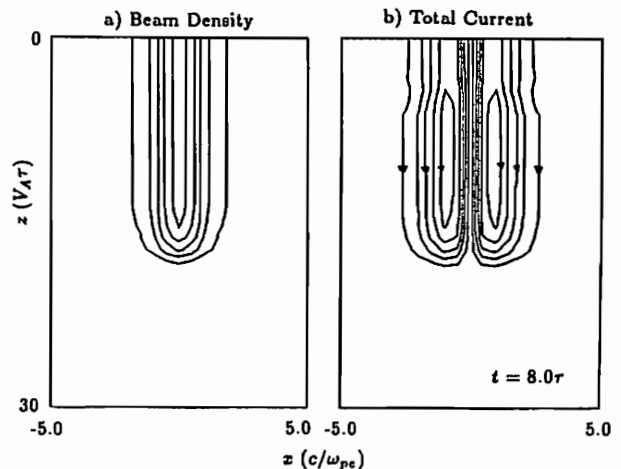


Fig. Density (a) and current (b) of an electron beam.

二流体不安定性の長時間発展：BGKモードが出来るか？

大村 善治 松本 紘
 京都大学超高層電波研究センター

Long time evolution of two-stream instability : Can BGK modes be attained?

Yoshiharu OMURA Hiroshi MATSUMOTO
 Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

We have followed a long time nonlinear evolution of two-stream instability using a one-dimensional electromagnetic particle code (KEMPO1). After the initial wave growth and phase trapping of beam electrons, there appear a number of localized potential structures corresponding to bunches of trapped electrons in the phase space $x-v_x$. Each of them is at the Bernstein-Greene-Kruskal equilibrium, and they are called BGK modes. These BGK structures undergo coalescence as time elapses. Neglecting ions dynamics and electromagnetic fluctuations, we can have a single stable BGK structure in a periodic simulation system. We study stability of BGK modes in the presence of ion acoustic waves and electromagnetic fluctuations.

ドリフト速度の異なる二つの電子ビームが存在する場合に、二流体不安定性が起こり静電プラズマ波が励起されることは広く知られており、その非線形波動粒子相互作用の計算機実験も1次元静電粒子コード (ES1) の例題としてよく行われるものである (Fig. 1)。一般的には、二つの電子ビームは励起された静電波のポテンシャルにトラップされて混じりあい、位相空間で一様な分布が形成されてゆくものと考えられている。最近、我々は教育用コードとして開発した1次元電磁粒子コードの精度と誤差の蓄積を評価する為に、十分な数の粒子と格子点を用意したうえで二流体不安定性の超長時間ジョブ ($\omega_p t \sim 10000$) を実行したところ、その最終状態として、電子の分布は位相空間で一様になるのではなく、空間的に孤立したポテンシャルが形成されて、そこに電子の一部がトラップされた状態が持続することが見つかったので報告する。

この孤立したポテンシャル構造は、プラズマの静電ポテンシャルの平衡状態の一つとして存在するもので [1]、BGK (Bernstein, Greene and Kruskal) モードとして知られているものである。十分な格子点数からなる周期境界モデルにおいては、二流体不安定性の結果、複数の孤立した空間ポテンシャル構造が生じる。これらの静電ポテンシャルはそれにトラップされた電子群が形成する孤立波であり、多数の孤立波は、互いに衝突しながら結合してゆき、最終的には周期境界システム内に1個の孤立波となって残る (Fig. 2)。以上の結果は、イオンの質量を無限大とし、かつ静電場のみからなるシステムの場合であるが、イオンの運動や電磁場を含めた場合には、イオン音波や電磁波のゆらぎによってBGKモードの平衡状態が崩れるものと考えられる。粒子モデルの電磁波コードを用いて、このBGKモードの安定性を定量的に調べ、宇宙プラズマ中で、二流体不安定性からBGKモードが出来る可能性を検討する。

Vlasov コードを用いたシミュレーションも最近発表されたが [2]、粒子コードでは不可能と考えられていた。今回の成功により、粒子コードによる、Vlasov コードでは出来ないようなより詳細な研究が可能となる。

参考文献

- [1] Dupree, T. H., Phys. Fluids, 25, 277, 1982.
 [2] Ghizzo, A., B. Izra, P. Bertrand, E. Fijalkow and M. R. Feix, and M. Shoucri, Phys. Fluids, 31, 72, 1988.

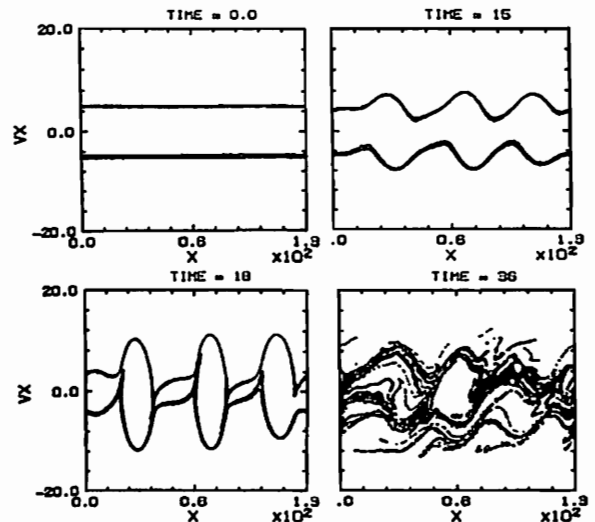


Fig. 1: The initial stage of two-stream instability.

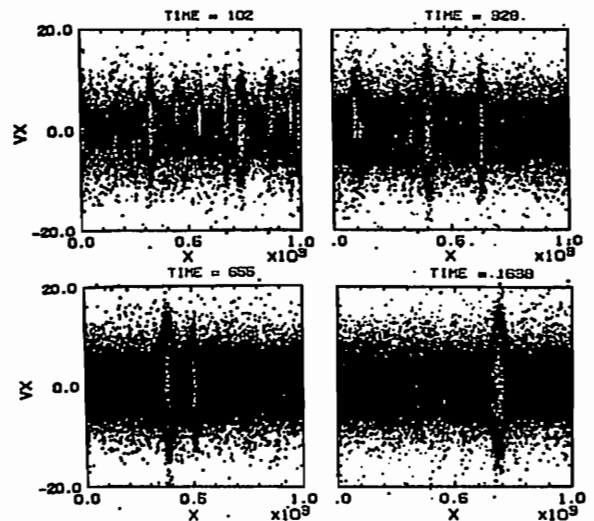


Fig. 2: Coalescence of BGK structures.

Takashi YAMAMOTO
University of Tokyo

K. MAKITA
Takushoku University

C.-I. MENG
Johns Hopkins University

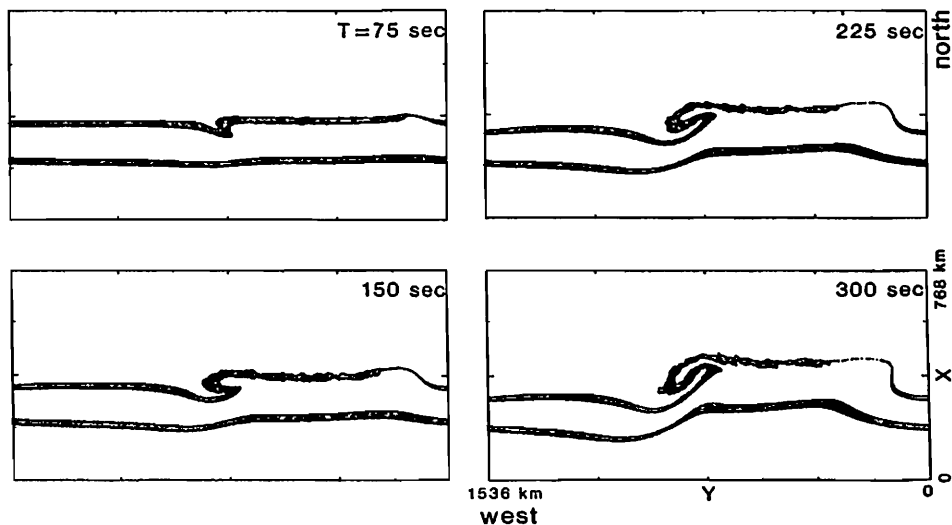
The temporal evolution of the westward traveling surge is numerically simulated as a natural consequence of azimuthal plasma injection into the large-scale inverted-V structure in the magnetosphere. The numerical simulation is performed by using the two dimensional electrostatic particle code, which is capable of studying plasma dynamics in a perpendicular plane to the geomagnetic field B . The perpendicular motion is approximated by the electric drift and the magnetic drift (gradient- B and curvature drifts). The present model for the westward traveling surge assumes the following background state ((1) and (2) in some magnetospheric region geomagnetically connected to the high-latitude auroral ionosphere.

- (1) A well potential ($\Delta\phi < -10$ kilovolts) is distributed uniformly in the azimuthal direction, forming a flow reversal of the plasma convection.
- (2) A number of azimuthally-aligned sheets of dense plasmas exist in the large-scale potential-well. The electrons from the high-density sheets can be accelerated by field-aligned electric fields distributed at low altitudes and they can thus produce a number of discrete arcs longitudinally elongating at the ionospheric altitude. Initially,

a hot plasma is westward injected along the last closed field-line shell, inside which a number of the high-density sheets are located. The temporal and spatial evolution of the discrete arcs are numerically followed in a perpendicular plane to the geomagnetic field. The simulation results show that some discrete arcs can convolute in a time scale of 5 minutes and form the surge structure in a quite similar manner to the observed westward traveling surge. The surge head is found to move westward with a speed of ~ 1 km/sec. Convolution of discrete arcs is due to local accumulation of positive space charges from the injected hot plasma. Such positive charge accumulation in the magnetosphere is not strong so that the auroral electrons can sufficiently be accelerated toward the ionosphere by field-aligned potential drops resulting from the large-scale potential-well. A remarkable similarity in dynamics between the numerically simulated surge and the observed ones strongly suggests that the westward traveling surge is driven by local westward injection of a hot plasma along the boundary of the open and closed field-lines.

EVOLUTION OF DISCRETE ARCS

RUN 1



田中高史、丸山隆、菊池崇
通総研

LOW-LATITUDE PENETRATION OF MAGNETOSPHERIC ELECTRIC FIELDS
DUE TO THE EXPANSION OF THE AURORAL OVAL
T. TANAKA, T. HARUYAMA and T. KIKUCHI

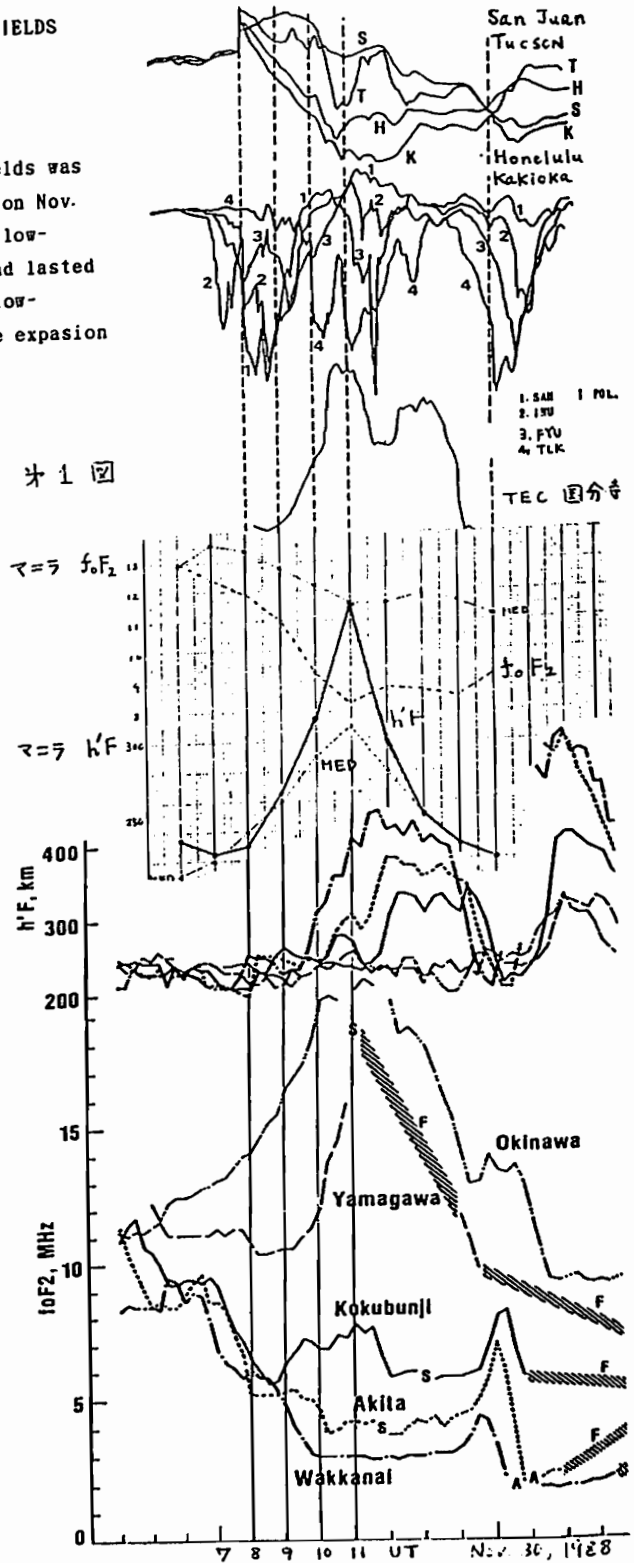
Com. Res. Lab.

Low-latitude penetration of magnetospheric electric fields was observed in the evening sector, during the magnetic storm on Nov. 30, 1988. In this storm, asymmetrical disturbances of the low-latitude magnetic field started immediately after an sc and lasted for long times. During this interval, intensifications of low-latitude electric fields were observed associated with the expansion of the auroral oval.

近年各種の観測から、地磁気嵐に伴って、磁気圏電場が低緯度まで侵入することがあると考えられる様になって来た。これらの現象の報告例としては、ISレーダによるプラズマドリフト観測や、コヒーレントレーダによる赤道電流ジェット中の散乱体のドップラ速度観測等の、電場の直接的観測に基づくものと、電場による赤道異常の発達や、プラズマバブルのトリガー等の、間接的な観測に基づくものがあるが、最近ではどの現象も磁気圏電場の効果として統一的に扱われている。

以上の様に、低緯度領域で磁気圏電場が観測されること自体は疑いの無い所となって来たが、磁気活動のどのフェーズでどの様な電場が侵入するかや、午前側と午後側での非対称性等に関して、まだ不明点もある。これまでに通総研の地上観測網では、磁気圏電場の効果が、赤道異常の急激な発達として観測されるのを見だし、これが低緯度磁場の非対称擾乱と良く対応することが示された。また、この様な赤道異常の発達をもたらす電場、即ち東向き電場が侵入するのは、夕方側に限っていることも示された。ここでは、1988年11月30日に発生した電場侵入現象を解析した結果について報告するが、今回は新しい点として、オーロラオーバルのサイズが大きくなった時に、より強い電場が低緯度まで達したという結果を得た。

第1図に、1988年11月30日の磁場及び電離圏観測の結果を示す。0800UTにSCが発生し、磁気嵐が開始したが、この磁気嵐はSCの直後にMAIN PHASEが始まり、初相が無いという、変わった様相を呈したものであった。このため、低緯度磁場の非対称化が、SCにすぐ続いて起こっており、しかも7時間の間持続した。これらを反映して、低緯度電離圏中の擾乱も以前の例とかなり違ったものとなったのが判る。SCと同時にマニラのfoF2が減少し、同時にh'Fが上昇を開始している。これに対応して、沖縄ではfoF2が増加しているが、これらの変化は、東向き電場による赤道異常の増大と解釈できる。しかしながら、0800UTと1000UTの間には沖縄より高緯度ではh'Fの変動は小さい。このことは、電場侵入がじわじわとしかも長時間に渡って続いたことによると思われる。ところが1015UTに、再び電離圏が激しく変動するのが見られる。このときには、電場効果として特徴的な非分散性のh'F変動が見られ、さらに国分寺で観測されたTECにも急な増加が見られる。良く見ると、この2段階の変動は国分寺、秋田のfoF2にも現れている。この1015UT頃の変化は、アラスカチェーンの磁場データから良く解釈できる。すなわち、1000UT以前はSACHS HARBOR、INUVIK、PORT YUKON を中心にしてサブストームが発生しているが、1000UT以後はもつと南のT ALKEETNAでサブストームが起こっている。従って、1015UT頃の電離圏の急激な変動は、サブストームの中心が南下したため、より効率的に磁気圏電場が低緯度に侵入したためにと解釈できる。



第1図

A MU RADAR-BASED STUDY OF THE ELECTRODYNAMIC RESPONSE OF MID-LATITUDE IONOSPHERE TO A STRONG ISOLATED SUBSTORM

C.A.REDDY, S.FUKAO, T.TAKAMI, M.YAMAMOTO, T.TSUDA, M.D.YAMANAKA, T.NAKAMURA AND S.KATO

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

In the night of January 20/21,1989, the F-region of the ionosphere over Shigaraki(35°N,136°E) was observed continuously with the MU Radar; and the electron density profiles $N(z)$ in the 200-800km height range were obtained every 8 minutes. During 2315-0115LT(1415-1615UT) the F-region was observed to rise in height by about 200 km, and then descend in height by about 200 km during 0130-0245LT(1630-1745UT). The height of N_{max} reached 600 km before the descent of the layer began. There were two other minor disturbances during the night, following the first main disturbance. The observations of the MU Radar are summarized in Fig.1 in terms of isodensity contours in the height-time domain.

A search for the interpretation of the main disturbance during 2315-0245LT showed that a well-defined, isolated geomagnetic substorm of large intensity was in progress at the time of this F-region disturbance. High and middle latitude magnetograms showed the simultaneous occurrence of the substorm (with minor variations of detail) over a wide range of latitudes and longitudes, denoting clearly its global nature. A sample of the substorm signatures in the magnetograms of six stations is shown in Fig.2. Obviously, it is a global manifestation of a magnetospheric and auroral substorm which usually produces a large disturbance electric field in the auroral ionosphere; and this electric field in turn penetrates instantaneously to the middle and low latitudes with a certain degree of attenuation.

The rise of the F-region as a whole during 2315-0115LT(1415-1615UT) is interpreted as the direct consequence of a large $\vec{E} \times \vec{B}$ drift (where \vec{E} is eastward) generating an upward motion of the plasma at all heights with a magnitude which is sufficient to cause the rise of the layer as a whole. The start of the rapid rise of the layer (peak) coinciding with the well-defined onset of the substorm at College and Sodankyla, and the coincident end of the height rise at the equally well-defined end of substorm at the same stations make the above interpretation very logical. This interpretation is further confirmed with theoretical calculations and with ionosonde data; and these details will be presented for this interesting event of a clear-cut response of mid-latitude ionosphere to a magnetospheric-auroral substorm.

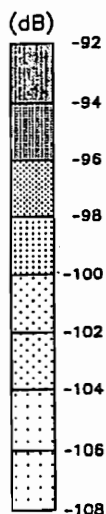
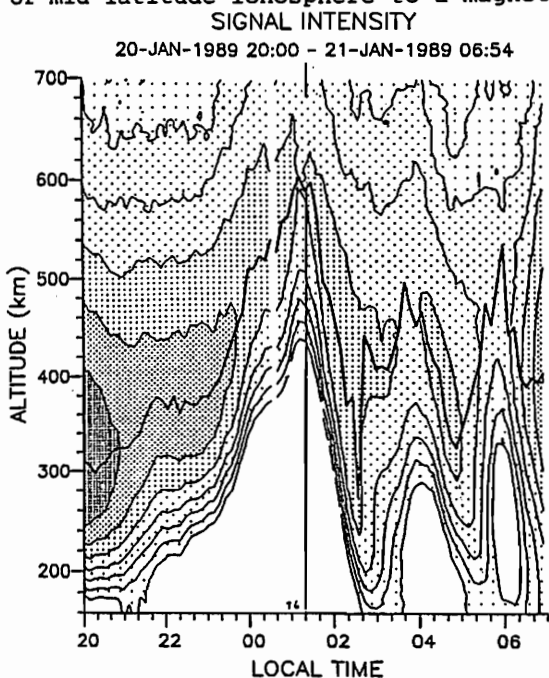


Fig. 1

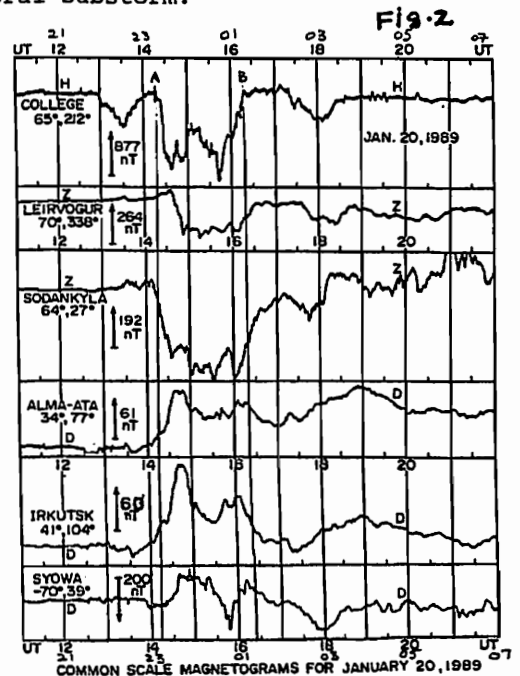


Fig. 2

COMMON SCALE MAGNETOGRAMS FOR JANUARY 20, 1989

Space-Time Structure of Near-Earth Magnetotail Associated with Active Auroras

Nozomu Nishitani¹ and F. J. Rich²

1: Research Institute of Atmospherics, Nagoya University
2: Air Force Geophysics Laboratory

The structure of near-earth magnetosphere during substorms is examined, using magnetic and auroral image data from ground observatories, geosynchronous satellites, and a polar-orbiting satellite. Taking into consideration the conjugacy between ground and geosynchronous satellites, it is suggested that large-scale Region 1/Region 2 current system grows and decays with the time scale of a small substorm (about 10 minutes).

オの軌い、造対線説果磁力実軌きい道、構いた間ら構こ
たそ極用 構の力で結沿磁、極起て軌で、はわ空れ間が
みびを ジ流磁系研究のたは、がっ極のがとに、こ空の
で及は、タ 一電の流研度れてた。るるの効間が、のく
上係回一 サ線近電の程かいっ通を。する有時間、のく
地関今デ、の力付線での導つかっ近げ動ては長利く気て
役 のの磁道力まどらにな 付上移しには便に磁し
て、共た動てロ沿軌磁回、かかいExpansioriを適の星はれて
いのき変し一の止沿前ら測るてが域取間るは衛にらっか
お星て場かオ模静模がが観きれ7領域に空にす道る得使らる。日
に衛し磁かの規の規となばでさF測での明軌べはに明あ月 日
会道告のら道小側大こしれ明は一観た速る解止調報的をで1MSP
半軌報上明軌う夜はうかれ説較Pのっ高べを静を情補化い年
の止て地を止伴、化いし流を比S上あ的調化方化る相変ら1986
回静いび応静にら、変と。がれのM地例較をを一変すを問ね1986
数とつ及対とれかのるた流じとDに数比道間。問問夕時ののは
去うに星な上そけ扶きっ電ね値星きは構構時い時に一び究1
過口れ衛的地びづ形であ線のの衛と例星間のなて造デ及研図
一ず道盤 及応の明で力線際道たる衛空造えっ構の造の
pansionののサはく。沿
いっ取て衛

地要参直際きあ違小電で従ブい
はらら直際きあ違小電で従ブい
さかref.1のとの発的模ルにっつ
きれ(Expansion)の分の較規一れかに
大ずの(Expansion)の半ム比大ケこの細
ののるのExpansioriの量とらう、ス。系詳
流係の50分P recoverされぶうて短さ模る。あ
電関て50分P recoverされぶうて短さ模る。あ
線役し4時M S recoveryされぶうて短さ模る。あ
力共致し4時M S recoveryされぶうて短さ模る。あ
磁の一日D M S recoveryされぶうて短さ模る。あ
沿星ぼ1月27日D M S recoveryされぶうて短さ模る。あ
模衛は1月27日D M S recoveryされぶうて短さ模る。あ
規道と、でり電きこ一力程す電題述
大軌値方、より線大のサ磁分衰模間で
の止る一略う力のこに沿10減規が演
時静れ。省い磁流。ものも・大グ講
のときさ。図と沿電た。模系違、ンは
こ上求照(後にの)と規流発いりて

ref.1 N. Nishitani et al., 第85回
SGEPSS講演予稿集

DMSP-F7/Magnetic Data 1986 year 7 td(1/7)

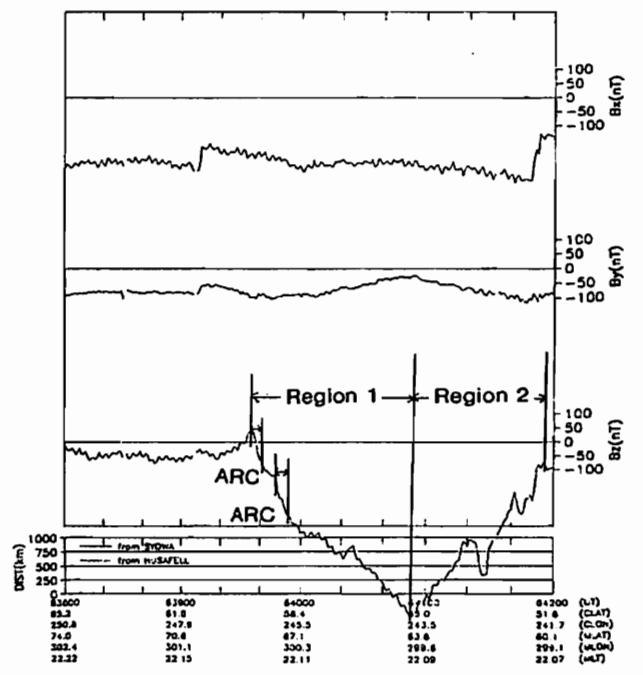


Fig. 2 Magnetic field variations observed by DMSP-F7 satellite. The Z component is in the horizontal, cross-track direction, showing field-aligned currents.

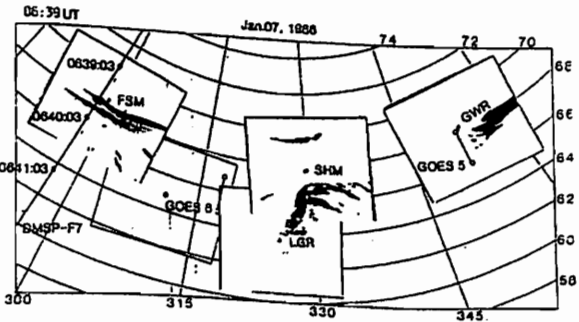


Fig. 1 Trajectory of DMSP-F7 satellite relative to visible auroras.

中緯度磁場擾乱から推定される磁気圏電流構造

家森俊彦 (京大理)

MAGNETOSPHERIC CURRENT STRUCTURE INFERRED FROM MIDDLE-LATITUDE MAGNETIC DISTURBANCES

T. Iyemori (WDC-C2, Kyoto University)

The existence of so-called partial ring current system has been questioned by Harel et al.(1981) and Crooker and Siscoe (1981). To re-examine it, both D and H components of geomagnetic field data from 10 mid-latitude stations are used to derive longitudinally symmetric and asymmetric components of disturbance fields and analyzed statistically. A local time distribution of the asymmetric component of D strongly suggests that the partial ring current system appears at the developing phase of the ring current. The IMF-By dependence of the distribution is also analyzed.

中低緯度の地磁気変動から磁気嵐或はサブストームの磁気圏電流構造を推定することは古くから行われてきた。特に水平成分(H)の経度方向の分布を解析することにより、磁気嵐時に Partial Ring Current System が形成されることが推定された。(Kamide and Fukushima, 1971,1972; Crooker and McPherron, 1972)。しかしHarel et al.(1981)によるシミュレーションの結果及び人工衛星観測による沿磁力線電流の観測結果との比較等から、Crooker and Siscoe (1981)は従来の18時付近に中心を持つような電流系の存在に疑問を投げかけ、Hall電流により少しひねられたRegion-1とRegion-2電流系の差から生じる昼側で下向き夜側で上向きの沿磁力線電流で水平成分の分布が説明できることを示した。

ところでこれまでは主に水平成分のみを用いて解析が行われてきたが、偏角成分(D)の擾乱の分布は時間的にも空間的にも水平成分のそれとはかなり異なる。そしてD成分は水平成分に比べ沿磁力線電流の効果により強く反映していると考えられる。そのようなD成分の分布についてもCrooker and Siscoe (1981)の考え方で説明できるであろうか? ここでは中低緯度10カ所のデータを用いて算出したD及びH成分の経度方向の非対称及び対称成分(10カ月分)を用いてIMF等と共に統計的解析を行い、磁気圏大規模電流系、特にPartial Ring Current System, IMF-By Current system について考察する。

図はIMFが南を向いているときのD及びHの非対称成分の地方時分布を示したもので、右はDst(Ring Current)が急速に発達したとき、左はそれ以外の場合を示す。Ring Currentが発達するときには午後側に下向きの沿磁力線電流に対応するD成分の変化がみられる。人工衛星データとの比較から、これは電離層電流による変動ではなくては、磁気圏起源と考えられる。この午後側のピークはIMF-Bzの南向き成分が大きいときには常に存在する午前側の下向き電流に対応するピークと同時に存在すること、又、H成分の非対称はこれまでも示されてきたように(Sugiura, 1968; Kamide and Fukushima, 1971)明瞭な西向きドリフトを示すがD成分には特に明瞭なドリフトが見られないことから、いわゆる Partial Ring Current System は Ring Currentが発達するときには磁気圏対流に伴う電流系とは別に実在するものと考えられる。

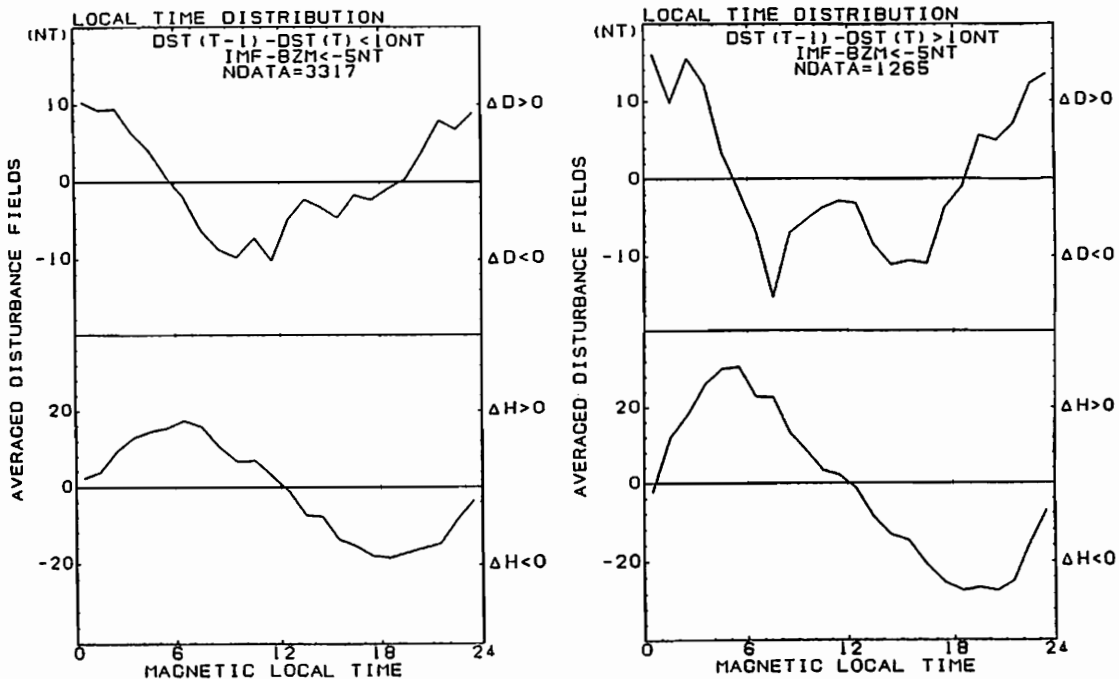


Fig.1 Statistical distribution of the asymmetric disturbance fields. The averaged fields that satisfy the condition indicated in the figure are plotted. Right panel corresponds to the cases where the ring current rapidly develops and shows a clear downward peak around 14-16 MLT. Both cases are in the condition of strong southward IMF.

飯島 健 小野 高幸 芝地 貴夫

東大理

国立極地研

東大理

SOURCES OF FIELD-ALIGNED CURRENTS IN TERMS OF ASSOCIATED PARTICLE PRECIPITATIONS

Takesi IIJIMA

Takayuki ONO

Takao SHIBAJI

Univ. of Tokyo

Nat. Inst. Polar Research

Univ. of Tokyo

By using simultaneous magnetic field and precipitating particles data, we have determined relationship between large-scale field-aligned currents and plasma sheet domains of precipitating electrons and ions. Especially, for strongly northward IMF Bz, precipitation domains are characterized by poleward intrusion of high-latitude boundary of substorm-associated precipitating plasma sheets, deeply into the central polar cap.

目的: 高度約 800kmにて、同時に観測された沿磁力線電流と降下粒子の対比から大規模沿磁力線電流 (Region 1, Region 2, NBZ, Highly structured) の発生域を、サブストーム時 (IMF Bz << 0) と IMF Bz >> 0 の場合について考察する。

使用データ: 人工衛星 DMSP F7による磁場 (分解精度 12 nT、空間精度 400 m)、降下電子と降下イオン (エネルギー範囲 30 eV - 30 keV、基本データ 1 秒値、使用した物理量: 平均エネルギー、エネルギーフラックス、エネルギースペクトル)

参考データ: CUSP/LLBL プラズマ決定の降下粒子基準特性 (Newell and Meng, 1989)

結果:

- 降下粒子から見たプラズマシート特性は、電子とイオンとで異なり、かつサブストーム時と IMF Bz >> 0 時でも異なる。
- サブストーム時の降下電子プラズマシートは、①高エネルギーフラックス ($0.1 - 10 \text{ ergs/cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{sr}$) かつ高平均エネルギー ($0.6 - 10 \text{ keV}$) の芯の部分と、②その高緯度に存在し、高エネルギーフラックスながら低平均エネルギー (約 0.6 keV) の部分で構成されている。Region 2電流全体とRegion 1電流 (真昼を除く) が①に、Region 1の高緯度に発生するhighly structured電流が②に対応している。IMF Bz >> 0 時には、サブストーム時の①の部分は極めて縮退し、②の部分が極冠全域まで広がって降下電子プラズマシートを形成する。ここに、Region 1電流全体をNBZ電流が対応する。
- サブストーム時の降下イオンプラズマシートは、①高エネルギーフラックス ($\geq 0.016 \text{ ergs/cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{sr}$) かつ高平均エネルギー ($3 - 10 \text{ keV}$) の芯の部分、②その高緯度に存在し、高平均エネルギーながら低エネルギーフラックス ($< 0.016 \text{ ergs/cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{sr}$) の部分と、③①の低緯度で、低エネルギーフラックスかつ低平均エネルギー ($0.1 - 6 \text{ keV}$) の降下イオン低緯度境界部分とで構成されている。Region 1電流 (真昼を除く) は①に、highly structured電流が②に、Region 2電流が③に対応している。IMF Bz >> 0時には、サブストーム時の③の部分は存続し、Region 2電流と対応し、①の部分は不明瞭となり、②の部分が極冠全域に広がって、Region 1電流全体とNBZ電流に対応し、降下イオンプラズマシートを形成している。
- IMF Bz >> 0 時の降下粒子プラズマシートの形成には、サブストーム時プラズマシートの高緯度側部分の極冠への侵入が特色で、この場合いわゆるCusp、LLBLはむしろプラズマシートの一部と考えられる。

The Localized Energetic Electron Precipitations Due to the Field-Aligned Electric Field

Yo HIRASIMA (Department of Physics, Rikkyo University)

The origin of the auroral X-ray images with small-scaled structures has been examined by estimating quantitatively a possible effect of the field-aligned electric field on energetic electron precipitations. It is shown that the energetic electrons can precipitate sufficiently deep through the particle acceleration due to the field-aligned electric field.

北極で行われた大気球観測で、1985年7月6日 2334 MLTに、Hirasima et al. (1987) は活発な磁嵐時の $L=5.2$ の地点で約 10 km 程度の大きさの細部空間構造をもったオーロラ X 線二次元像を観測した。一方、北山他 (1988) は Inverted-V の領域で電子降下領域に細かい空間構造のあることを観測した。ここで、細部空間構造をもったオーロラ X 線像が、細かい空間構造をもった沿磁力線電場による局所的な高エネルギー電子降下によって説明できるかが、観測値を基にして定量的に検討された。

沿磁力線電場があると、高エネルギー捕獲電子のロスコーン角は増大して降下フラックスは増加する。また、沿磁力線電場によるエネルギー・ゲインのため大気以降下する高エネルギー電子のエネルギー下限が下がり降下フラックスは増加する。一方、地磁気磁力線上に沿磁力線電場の下い領域では上述のような効果による降下フラックスの増加はない。沿磁力線電場の有る領域については、それぞれの効果による高エネルギー電子降下フラックスの計算を行った。エネルギー・ゲインの効果によるフラックス増加とロスコーン角増大による降下フラックス増加の比を $\pi/4$ 図 1 示したが、捕獲電子のエネルギー・スペクトルがソフトのときにはエネルギー・ゲ

インによる効果の寄与の方が大きい。地磁気擾乱時における高エネルギー捕獲電子について今述に行われて来た観測から、赤道における高エネルギー捕獲電子の粒子密度、エネルギー・スペクトルのまこととらしい場合が仮定され、高エネルギー降下電子のフラックスが計算された。この値と X 線の観測から推定された高エネルギー降下電子フラックスは一致し (図 2)、局所的な高エネルギー電子降下を細かい空間構造をもった沿磁力線電場の効果によって説明することができた。

参考文献
Hirasima et al., Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue No. 47, 49, 1987.
北山正信他, 宇宙科学研究報告, 結果第 21 号, 87, 1988.

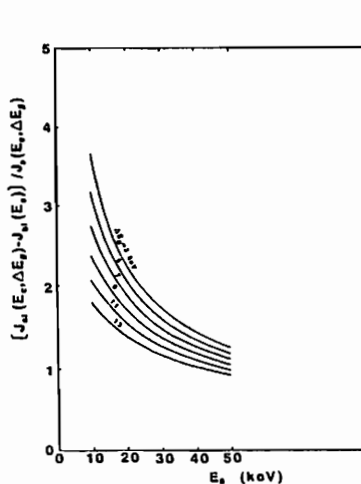


図 1

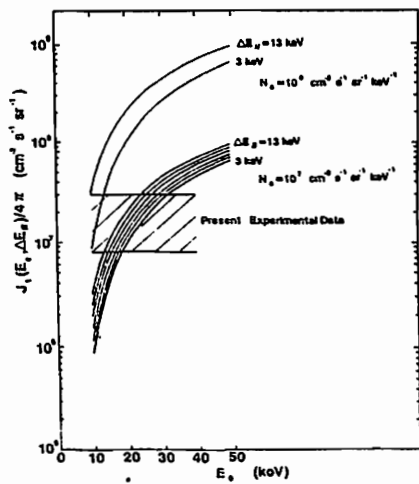


図 2

長井嗣信 (気象研究所)

高橋主衛 (A.P.L.)

Structure of Field-Aligned Currents in the Near-Earth Magnetotail - 1

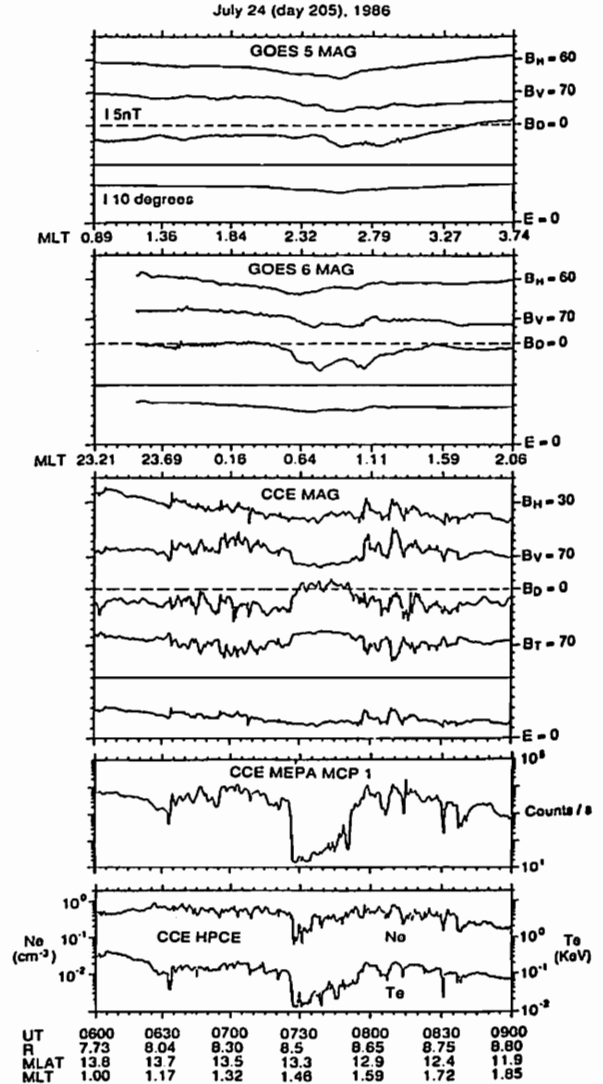
Tsugunobu Nagai (Meteorological Research Institute)

Kazue Takahashi (The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory)

The Active Magnetospheric Particle Tracer Explorer/Charge Composition Explorer (AMPTE/CCE) satellite has an orbit with an apogee of 8.8 Re with an inclination of 4.8 degrees. This spacecraft has provided the opportunity to examine the structure of field-aligned currents in the near-earth magnetotail. When GOES 5 and GOES 6 provide magnetic field observations at synchronous orbit, CCE can provide magnetic field and particle observations beyond synchronous orbit.

On July 24, 1986, GOES 5 and GOES 6 detected typical signatures of substorm-associated field-aligned currents in the post-midnight region. CCE was located near the upper boundary of the plasma sheet around 8.5 Re and it detected signatures of field-aligned currents at each encounter of the plasma sheet boundary, in addition to those of the substorm-associated field-aligned currents. These observations provide clear evidence on two types of field-aligned Birkeland currents in the near-earth magnetotail. One set of the Birkeland currents appear during substorm expansion phases and are located near the plasma sheet boundary. These currents probably have net currents in one meridian plane and produce the substorm-related transient variations in the azimuthal (D) component at synchronous orbit. Another set of the Birkeland currents consist of oppositely flowing current sheets. These currents are also located near the plasma sheet boundary and their magnetic effects are confined to the current region due to their structure. This current system probably has more quasi-permanent nature than the former one.

This work has been carried out in cooperation with the scientists at The Johns Hopkins University and Lockheed Palo Alto Research Laboratory.



カスプ領域の大規模沿磁力線電流領域中に見られる
小規模磁場変動の特性

田口 聡 (京大理)、杉浦正久 (東海大開発技術研)、家森俊彦 (京大理)、J.A.SLAVIN (GSFC)

CHARACTERIZATION OF SMALL-SCALE MAGNETIC PERTURBATIONS IN
THE REGIONS OF LARGE-SCALE FIELD-ALIGNED CURRENTS NEAR THE CUSP

S.TAGUCHI¹, M.SUGIURA², T.IYEMORI¹, and J.A.SLAVIN³

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

There are small-scale magnetic perturbations superimposed on the signatures of the large-scale field-aligned currents near the dayside cusp. We characterize small-scale magnetic perturbations observed in the large-scale field-aligned current regions in terms of a classification of large-scale field-aligned currents, using the DE-2 magnetic field data. A detailed analysis of these small-scale magnetic perturbations will contribute to a better understanding of the generation mechanism of large-scale field-aligned currents near the dayside cusp.

大規模沿磁力線電流領域中には小規模の磁場変動が存在していることがこれまでの衛星観測から知られており、とりわけ昼側のカスプ周辺の領域では、その変動が顕著であることが分かっている(たとえば、IYEMORI et al., 1986)。カスプ周辺の小規模磁場変動は太陽風・磁気圏の相互作用と直接関連があることが示唆されており、小規模磁場変動の特性を詳細に調べることは大規模沿磁力線電流の生成機構の理解の手がかりになると考えられる。ここでは、IMF $-5 \leq B_z \leq 0$ の状況で LT 9:00-15:00 の DE-2 衛星の磁場データを用いて、領域をカスプ周辺の極側から2つの大規模沿磁力線電流領域に限定して小規模磁場変動(水平スケール 80 Km(10 SEC)以内)の特性を調べた。

図1はカスプ周辺領域で観測された磁場データの1例である。図2はその沿磁力線電流領域中の小規模の磁場変動をカットオフ周波数 $1/4$ [SEC⁻¹] の HIGH PASS FILTER をかけることにより取り出した変動のピークの大きさを示している。図1中の A, B, C の場所は図2の A, B, C の場所に対応している。この図より小規模変動は高緯度側のいわゆるカスプ電流の領域よりも低緯度側の REGION 1 の領域で大きいということが分かる。この特徴はほとんどの例について見られる。しかし、ピークの大きさや細かい振舞いはケースによって異なり、その違いは大規模の沿磁力線電流の向きと関連があるようである。

このように小規模磁場変動について、大規模沿磁力線電流の高緯度側と低緯度側という領域の違いとさらに電流の流れる向きの違いという観点から様々な水平スケールで定量的解析を行った結果と STATIC な構造であるという立場からの結果の解釈を報告する。

Fig.1.

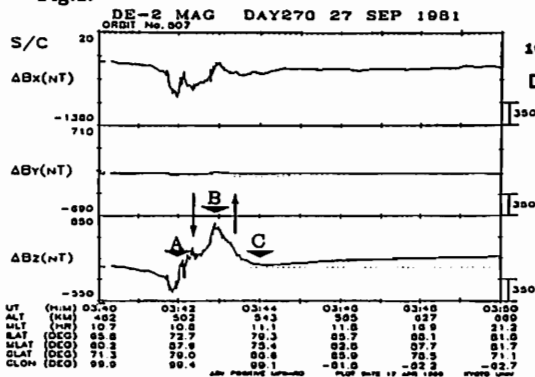


Fig.2.

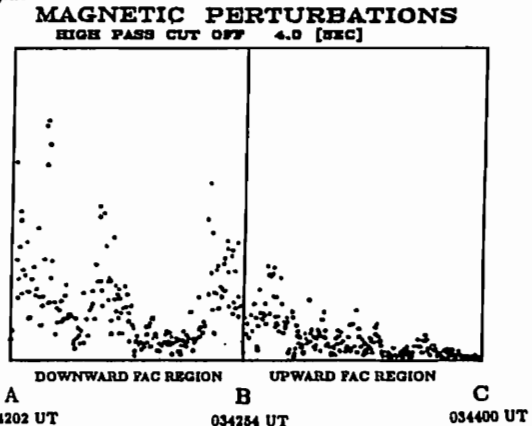


Fig.1. DE-2 Magnetic field data obtained near the dayside cusp. Predominant directions of field-aligned currents are indicated by the arrows in the figure.

Fig.2. Amplitudes of small scale magnetic perturbations in the large-scale field-aligned current region near the cusp. Abscissa represents time on a scale such that the positions of A, B and C in this figure correspond to the respective points in Fig.1.

A UNIFIED PICTURE OF SOME HM -WAVE INSTABILITIES WITH FIELD-ALIGNED CURRENTS IN A NON-UNIFORM PLASMA

Tsutomu TAMAO

Geophysics Research Laboratory, University of Tokyo

With a view point of unbalance between space charge production due to the perturbed electric currents perpendicular to field line and loss through the discharge by field-aligned currents, we present an intuitive derivation of instabilities of the shear Alfvén wave which has the perpendicular static electric field and carries the field-aligned current. In particular, as an origin of instabilities we take into account the steady non-uniform ion beam along field lines, u_b and the resulting finite Larmor radius (FLR) drift current of ions in perturbations. We also assume a pressure anisotropy, $p_{\parallel} \neq p_{\perp}$. The perturbed electric field referring to the ion beam system and the associated electric drift velocity inclusive of the FLR are respectively given as $\delta E'_{\perp} = \delta E_{\perp} + u_b \hat{e} \times \delta B_{\perp}$ and $\delta v_E = (1 + r_L^2 \nabla_{\perp}^2) (\delta E'_{\perp} \times \hat{e}) / B_0$, where $\hat{e} = B_0 / B_0$ is the local unit vector directed to the unperturbed magnetic field. Divergence of the perpendicular electric currents consisting of the inertia, curvature and FLR drifts, as well as the magnetization yields

$$\text{div} \delta j_{\perp} = (\mu_0 V_A)^{-1} d(\text{div} \delta E'_{\perp}) / dt' + (p_{\perp} - p_{\parallel}) (\chi B_0^2 / \mu_0)^{-1} \text{div} (\delta j_{\parallel} \hat{e}) + (2p_{\perp} / \Omega_i B_0^2) \nabla_{\perp}^2 \text{div} (u_b \delta B_{\perp}).$$

In the second term on the r.h.s. of the above expression, the part proportional to p_{\perp} comes from the magnetization current whereas the other related to p_{\parallel} is due to the perturbed curvature drift current. The 3'd term including the ion beam velocity is arising from the FLR ion drift current. Applying the solenoidal condition, $\text{div} (\delta j_{\perp} + \delta j_{\parallel} \hat{e}) = 0$, we obtain the following space charge developing equation

$$d(\text{div} \delta E_{\perp}) / dt' = -V_A^2 \{ [1 - (p_{\parallel} - p_{\perp}) (\chi B_0^2 / \mu_0)^{-1}] \text{div} (\delta j_{\parallel} \hat{e}) + (\beta / \Omega_i) \nabla_{\perp}^2 \delta B_{\perp} \cdot (\nabla_{\perp} u_b) \}$$

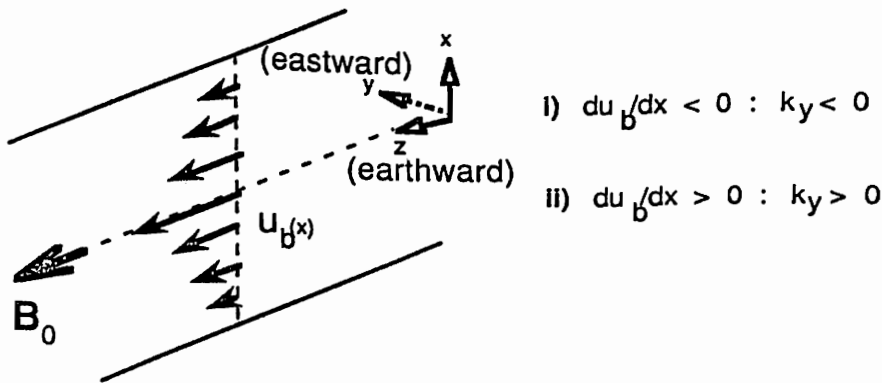
For the classical Alfvén wave with vanishing parallel electric field the r.h.s. is reduced to the following form in the configuration exhibiting in the figure given below,

$$= -k_y k_z V_A^2 [1 - (p_{\parallel} - p_{\perp}) (\chi B_0^2 / \mu_0)^{-1} - (\beta k_y / k_z \Omega_i) du_b / dx] \delta B_x.$$

(discharge by δj_{\parallel}) (pressure anisotropy) (finite Larmor radius)

Then, we see such a criterion that the argument in the bracket on the r.h.s. takes a negative value for instability, because the 1'st term on the r.h.s. that describes discharge through the field-aligned current balances to the l.h.s. charge production for the stable case. The second term means the negative discharge due to the pressure anisotropy $p_{\parallel} - p_{\perp} > 0$ to yield firehose instability and the third is the FLR to yield the parallel Kelvin-Helmholtz instability due to the non-uniform field-aligned flow. In Figure below, we give a criterion of the parallel K-H inst. for a case of both the earthward propagating wave and ion beam in the outer boundary of tail plasma sheet. The positive value of wave number k_y is corresponding to the eastward propagating wave.

Figure : An instability criterion of the parallel KH-instability



Kelvin-Helmholtz Instability for Supersonic Shear Flow at the Magnetospheric Boundary: Its Importance in Viscous Interaction and ULF Wave Excitation

Akira Miura

Geophysics Research Laboratory, University of Tokyo

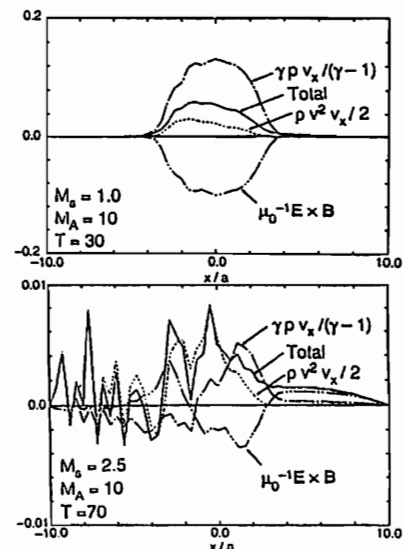
It has long been suggested that the magnetopause boundary is unstable to the KH instability, which is driven by the velocity shear at the magnetopause. The importance of this instability in the viscous interaction at the magnetopause has recently been emphasized. This instability has also been suggested as an important mechanism driving a ULF wave in the magnetosphere. In this paper the interrelationship between the viscous interaction and the ULF wave excitation due to the KH instability is clarified and the importance of the instability in the viscous interaction and in the ULF wave excitation is evaluated quantitatively.

A 2-dimensional MHD simulation of the KH instability at the magnetopause shows that a finite thick velocity shear layer at the magnetopause is unstable to the KH instability no matter how large the magnetosheath sonic Mach number; this suggests that the supersonic shear flow at the tail flank is unstable to the KH instability. A perturbation excited by the KH instability is a slow-mode type near the magnetopause, whereas inside the magnetosphere, the perturbation is a fast-mode type. For the supersonic shear flow (in the sense that $(V_0 - V_{ph})/C_s$ is larger than unity, where V_0 , V_{ph} , and C_s are the magnetosheath flow speed, the phase velocity of the unstable KH wave, and the sound speed in the magnetosheath, respectively) a large amplitude compressional perturbation is excited in the magnetosheath by the KH instability at the magnetopause, although such a compressional perturbation is not excited in the magnetosheath for the subsonic shear flow; this fact seems to suggest that the KH instability for the supersonic shear flow at the tail flank boundary is an important source of compressional waves in the magnetosheath.

Figure 1 shows profiles of energy fluxes by the KH instability averaged over one wavelength for subsonic (upper panel) and supersonic (lower panel) shear flows. Each energy flux is calculated in the rest frame of the magnetosphere and is defined positive if it is directed from the magnetosheath into the magnetosphere. For both cases the total energy flux, which is shown by the solid curve, is directed from the magnetosheath into the magnetosphere. For the subsonic shear flow, the energy flux decays very quickly to zero with the distance in the magnetosphere and the most of the energy transported into the magnetosphere is used up for replenishment of the tailward flow energy in the velocity

boundary layer produced by the KH instability inside the magnetopause, whose tailward flow is similar to that in the low latitude boundary layer (LLBL); whereas for the supersonic shear flow, the energy flux falls off very slowly with the distance in the magnetosphere and a substantial energy flux, which is dominated by the Poynting flux in the magnetosphere, can reach deep in the magnetosphere. Therefore, if a resonant field line is located deeper in the magnetosphere than the LLBL, a significant fraction of the energy flux used up for replenishment of the tailward flow energy in the LLBL can further reach the resonant field line. Hence, this supersonic case, which is expected to occur at the tail flank, is quite favorable for excitation of a ULF wave in the magnetosphere according to the theory of field line resonance. The intensity of the energy flux into the magnetosphere by the KH instability satisfies a requirement necessary for replenishment of the tailward flow energy in the LLBL and the energy flux, which can reach deep in the magnetosphere for the supersonic case, is enough for exciting the Pc 5 toroidal mode resonance in the magnetosphere.

Fig. 1. Energy fluxes by the KH instability averaged over one wavelength for supersonic shear flow (lower panel) and for subsonic shear flow (upper panel). The region with $x > 0$ is a magnetosphere and the region with $x < 0$ is a magnetosheath.



ボックスモデルを用いた 磁気圏ULF波動 (Pc3) の数値解析

高橋幸弘、福西浩、湯元清文
(東北大理) (名大空電研)

Numerical Analysis of the ULF Waves (Pc3 range)
using Box-Model

Y. Takahashi¹, H. Fukunishi¹ and K. Yumoto²

1. Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University
2. The Research Institute of Atmospheric Physics, Nagoya University

We have numerically analyzed hydromagnetic resonance oscillations which consist of two basic modes, poloidal and toroidal modes. In order to understand the fundamental characteristics of these coupled two modes, an one-dimensional 'box model' has been used by considering the inhomogeneity of Alfvén velocity in the radial direction. The results indicate that Alfvén resonances and global resonances are excited at close frequencies, and that the amplitude of pulsations in the inner magnetosphere becomes relatively small as the plasma density gradient at plasma-pause becomes large.

中低緯度で観測される Pc3 帯の地磁気脈動は、広いしに渡り同時に似た形の波がみられることがある。これを説明するにはローカルな Alfvén 共鳴だけ考えたのでは不十分であり、半径方向の global な共鳴、及び両者の coupling を考慮する必要がある。我々は磁気圏における Pc3 帯のプラズマ波動の様子を、一次元型のボックスモデル (Fig. 1) を用いて数値解析を行った。このモデルでは磁場の強さとプラズマ密度を、地球半径方向の距離だけに依る関数として与えている (Fig. 2)。

計算は MHD 方程式を基礎とし、これを線形化した上で波動による変動量 (A_1) が $A_1 \propto \exp(i\omega t)$ であることを仮定して、各位置に於けるプラズマ粒子の振幅を求めた。波は magnetopause から半径方向に振動する単色波が入射すると仮定して、magnetopause 及び地球表面を境界にした境界値問題として扱った。計算例を Fig. 3 に示す。解析の結果、次のことが明らかになった。

- ① 半径方向に global な共鳴状態になる周波数と、ローカルな Alfvén 共鳴を起こす周波数は、ほぼ一致する。
- ② plasma-pause でのプラズマ密度の変化が大きいと、inner magnetosphere での振幅は小さくなる。
- ③ 半径方向と方位角方向の振動の coupling は、方位角方向の波数が大きいと強くなる。

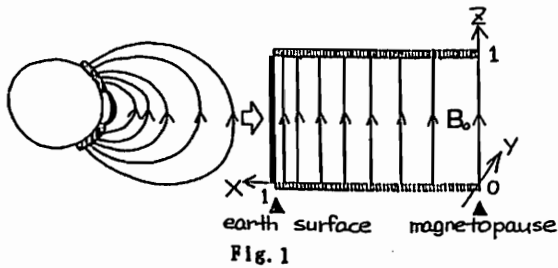


Fig. 1

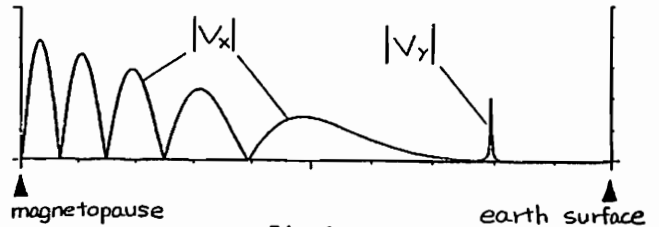


Fig. 3

Fig. 1 Geometry of a box model. The magnetic field is in the z direction. Boundaries at $z=0$ and 1 correspond to the southern and northern ionospheres, respectively.

Fig. 2 A model of plasma density (ρ), magnetic field (B_0) and Alfvén frequency (ω_A).

Fig. 3 An example of results. $|V_x|$ and $|V_y|$ denote the amplitudes of radial and azimuthal directions, respectively.

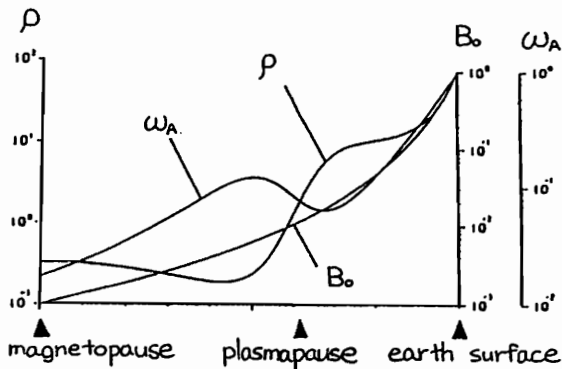


Fig. 2

K.Hayashi Y, T.Yamamoto and S.Kokubun
Geophysics Research Laboratory
University of Tokyo
Tokyo 113, Japan

T.Oguti
Research Institute of Atmospheric
Nagoya University
Aichi 446

Dynamic characteristics of magnetic pulsations during major magnetic storms (6-10 Jan., 6-14 Feb. 1986) were investigated based on global network data simultaneously detected with 20-30 induction magnetometers distributed in sub-auroral, auroral and cleft latitudes. Clear storm-phase dependencies of the pulsations, Pc 1-5, were observed in their occurrences and in the extents and dynamics of source regions. An improved dynamic spectral display was used for the sake of efficient and effective data analysis to compare multiple station data. The basic characteristics of each ULF pulsations were effectively discriminated in three types of color f-t displays; power density, sense of polarization and major-axis orientation of polarization ellipse.

(Pc5)

As soon as be in the recovery phase (09 Feb.) of the storm, likely correlatively with abrupt northward turning of IMF around 6 UT, Pc 5 band became or were left conspicuous at almost every station through subauroral zone (SA), auroral zone(A) cleft latitudes(C).

In SA region, Pc 5 was most active in the first day of recovery phase (9 Feb., and became weak in successive two days (10, 11 Feb.) and was very faint afterward. The center frequency of Pc 5 was 6 mHz in morning local time and 5 mHz in afternoon. The characteristics of polarization, that is, the sense of rotation and the major axis orientation of polarization ellipse at each frequency point, are left-handed and NWN in the morning sector and right-handed and NEN in the afternoon sector.

In A region, the center frequency was about 3 mHz for the days of 9, 10, 11, but increased in the following 3 days, 12, 13, 14, up to 5 mHz (morning) and ~4 mHz (afternoon). The amplitudes of the Pc 5 were intense even in the late recovery phase in contrast to SA region. Polarization characteristics are generally linear or left and NWN (morning), and linear or right (afternoon).

In C region, the frequency band is generally wide from 2 to 6 mHz. Polarization show a tendency; right-handed and NEN (before noon) and linear to lefthanded and NWN(afternoon). The activity is mostly limited in the dayside half sector and frequently coexists with wide band (~20-50 mHz) Pc 3.

(Pc4) There are many cases which can be regarded as extensions from Pc 3 or Pc 5 pulsations in this frequency range, below 25 mHz and above 6 mHz. Here we notice only a special type of Pc pulsation with very narrow frequency band observed in low latitude side of SA region (~60°). This pulsation is predominant 10-14 February in the recovery phase. The events were very localized

and observed only at selected stations, 10 February at WLL(58.1°), 12,13,14 February at PKS(61.1°) and at LCL(60.4°). The latitude of the active center was distinctively increased from day 10th to 11th, but the daily recurrences were limited within a longitudinal extent of 20 degrees. These indicate that generation of this pulsations is related to localized characteristics of the plasmopause during the recovery phase. The center frequency of the pulsation decreases with local time monotonously or slightly upward concave between 20 and 12 mHz (35 and 22 mHz at WLL) and reaches at the minimum or the smallest around 14 MLT. There are tendencies that polarizations are linear and E-W at the center frequency but right- or left- handed with N-S axis at off center frequencies. All above characteristics are similar to those of giant pulsations except that present cases were not limited in the morning side.

(Pc3) Here is included a type of pulsations with a band width of 20 and 30 mHz whose f-t spectral pattern are globally common or similar for a wide latitude range between cleft and sub-auroral zone. The band width is tend to be wider in region C than in regions A or SA, but enhancement in high frequency component is found in regions A and SA around 30 mHz and 35-50 mHz, respectively. The Pc 3 pulsations are observed in the local time between 9 and 15 MLT in C region, and polarization tends similar to concurrent Pc 5 pulsations. Polarization is generally similar among S, A, SA regions.

(Pc1-2)

Ssc effects and IPDP's were observed in the early phase of the storms.

Periodic Pc 1: Sporadic activities were observed in the initial phase, but intense and long lasting activities dominant in SA region especially in the late recovery phase.

THE CAVITY MODE NATURE OF LOW-LATITUDE P1 2 PULSATIONS,
 II. SPECTRAL STRUCTURE

P.R. Sutcliffe¹ and K. Yumoto²

1: Magnetic Observatory, CSIR, Hermanus 7200, South Africa.

2: The Research Institute of Atmospheric, Nagoya university, Aichi, Japan.

Magnetic pulsation data from ONW ($L \sim 1.35$, $MLT \approx UT + 9.0$ hr) in Japan and from SUT, GRF, GOI ($L \sim 1.78$), HER ($L \sim 1.83$, $MLT \approx UT + 0.3$ hr) and MRN ($L \sim 2.6$) in the South Africa (see Fig. 1) have been analyzed to clarify occurrence probabilities of daytime P1 2 pulsations at low and middle latitudes and differences in the spectral structure of Pc 3 and P1 2 pulsations at low latitudes.

The statistics of our findings can be summarized as follows:

- (1) P1 2 pulsations are observed at all local times at low latitudes ($L \sim 1.8$), whereas only 18% of nighttime P1 2's at ONW were accompanied by daytime P1 2's at middle latitude (MRN).
- (2) The spectral of P1 2's in the night and dayside hemisphere over the latitude range $L = 1.3 - 2.6$ are similar.
- (3) Longitudinal differences in the plasma density at $L \sim 1.78$, which affect the field line resonant frequency of Pc 3 pulsations, have no effect on P1 2 spectra (see Fig. 2).

These observational facts are indicative of a global cavity modes as the source of low-latitude P1 2 pulsations. The confinement of certain global characteristics to low latitudes points to a plasmaspheric mode.

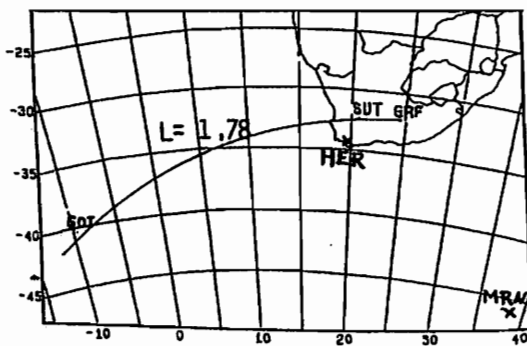


Fig. 1

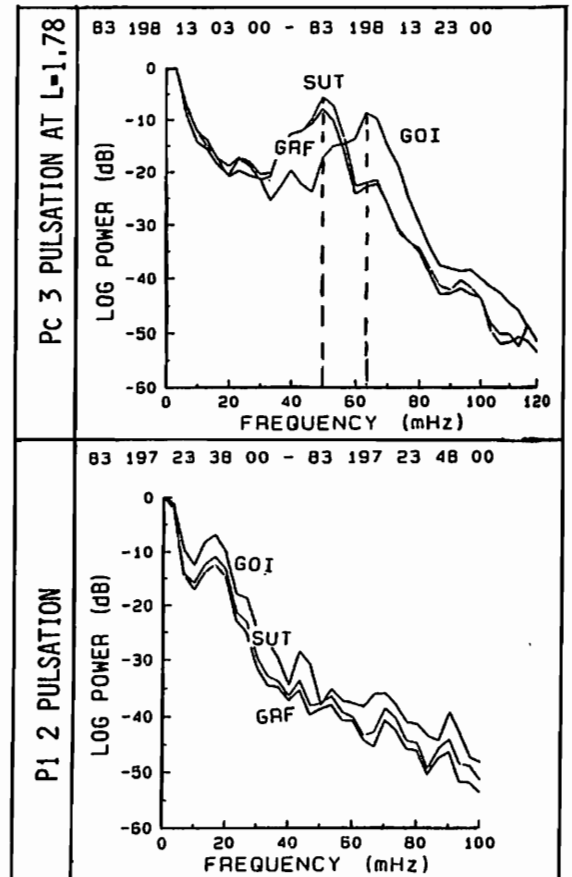


Fig.2

MULTIPOINT OBSERVATION OF A SI-ASSOCIATED PULSATION ON FEBRUARY 9, 1989

K. Yumoto¹, K. Takahashi², T. Watanabe¹, & R.D. Belian³

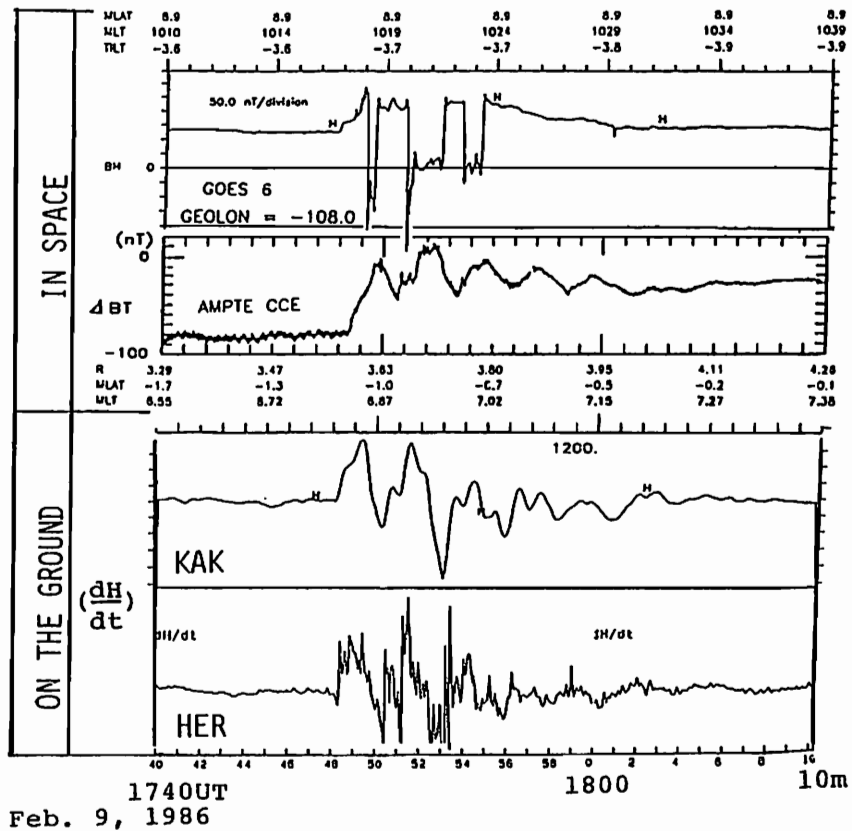
1: The Research Institute of Atmospheric, Nagoya University, Aichi, Japan.

2: The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Maryland, U.S.A.

3: Space Science & Technology Division, Los Alamos National Laboratory, N.M., U.S.A.

The largest geomagnetic storm in recent decades began with a sudden commencement at ~1312 UT on February 6, 1986, developed slowly over the next two days, and with a rapid intensification late on February 8, reached a minimum D_{st} of -312 nT during the first hour of February 9. The magnetosphere was strongly compressed several times during the storm. The geostationary satellites, GOES-5 and -6, entered the magnetosheath at ~1635 UT and ~2127 UT on February 7, at ~1442 UT and ~2017 UT on February 8, and at ~1750 UT on February 9, 1986. These compressions excited sc- and si-associated ULF oscillations.

Especially, the final compression at ~1748 UT on February 9 for a short time interval (~3 min) excited si variation with λ 60 nT and a 150-s oscillation both in the magnetosphere and on the ground during the compression (see Figure). Using data from 7 satellites and a number of ground-based stations, we will discuss whether the oscillation can be attributed to the global resonance of the magnetosphere or to the passive magnetospheric response to a periodic solar wind pressure change. We also discuss the propagation direction of the ULF oscillation with respect to the phase delays detected at the multipoints.



DE-2衛星で観測されたPscと
磁気嵐急始部の構造

荒木 徹¹, 杉浦正久², 家森俊彦¹, 亀井豊永¹, 花土 弘¹, N. C. Maynard⁴, J. A. Slavin⁵

1: 京大理, 2: 東海大開発技研, 3: 通信総研, 4: Air Force Geophysical Lab., NASA, GSFC

P_{SC} OBSERVED BY DE-2 SATELLITE AND GLOBAL STRUCTURE OF GEOMAGNETIC SUDDEN COMMENCEMENT

T. Araki¹, M. Sugiura², T. Iyemori¹, T. Kamei¹, H. Hanado³, N. C. Maynard⁴, J. A. Slavin⁵
1 Kyoto Univ., 2 Tokai Univ., 3 Communications Res. Lab., 4 AFGL, 5 NASA, GSFC

In the morning (0831 LT) of April 24, 1982 the DE-2 satellite detected magnetic and electric field oscillations associated with an SC above the vicinity of Midway Island in the Pacific Ocean at an altitude of about 752 km and at about 32° geomagnetic latitude. The maximum peak-to-peak amplitude of the oscillation was 28 nT for the east-west component of the magnetic field and 8 mV/m for the vertical and southward component of the electric field, respectively. The period was about 15 sec. Oscillations with a similar period were observed by the induction magnetometers at Memanbetsu (geomag. lat. 34.6°) and Kanoya (21.1°) nearly 3 hours to the west of the satellite. The 10 sec sampled data from the IMS magnetometer network stations in Alaska and Canada showed clear Psc's period of which decreased monotonically with decreasing latitude from 375 sec at Sachs Harbour (75.2°) to 170 sec at College(64.8°). Characteristics of the oscillation are discussed in relation to the global structure of the SC.

上記英文アブストラクトに要約された特性を持つ P_{sc} についての予備的解析の結果は以前に報告した。当時は、電場に関してはイオンドリフトのサマリプロットしか無かったので、十分な解析ができなかった。ここでは、その後入手した電場のデジタルデータを加えて進めた解析の結果について述べる。

Figure 1 に、磁場と電場の2分間のデータを示す。x, yは、それぞれ、衛星の進行方向(ほぼ南向き)、

鉛直下方向を表す。E_x, E_yは、同振幅同位相でほぼ静磁場に垂直に変化している。V_{iy}(イオンドリフト)から推定される E_zは E_x, E_yに比べてかなり小さい。磁場の振動は主として B_y(東西成分)に現れており、電場との位相関係を考慮するとポインティングベクトルは磁力線方向下向きに近くなる。

Figure 2 に電場の振動を衛星から1時間西の Wake Is. (磁気緯度13.2°)の磁場10秒値と共にプロットした。この振動は、地上SCの急激な立ち上がりの前に始まっている。これは一見奇妙であるが電離層上側ではSCの立ち上がり地上より早く、それにより振動が生じたと考えれば納得がいく。曲率を持つ電離層-地球系と平面HM波の相互作用についての我々の理論的考察(Ohnishi 1984)は、これを支持している。

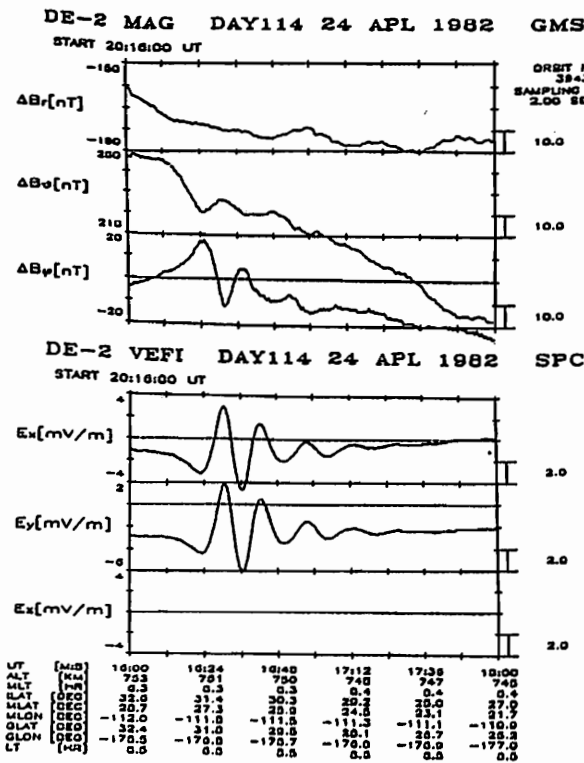


Figure 1

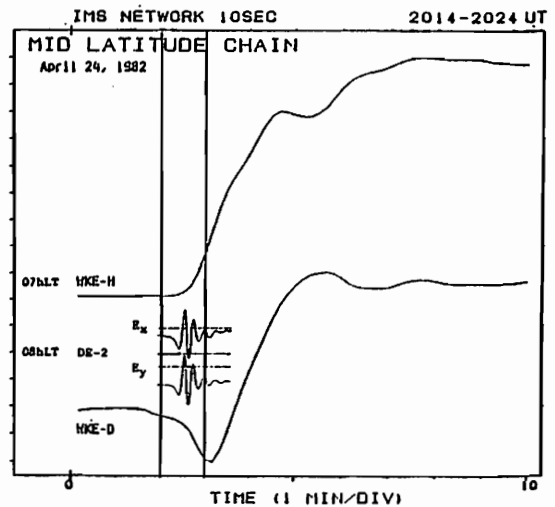


Figure 2

アイスランドと南極で同時観測されたPc1帯地磁気脈動の
強度及び偏波特性の比較

小林俊之¹、島倉信¹、佐藤夏雄²、早川正士³
¹千葉大工 ²国立極地研究所 ³名大空電研究所

Comparison of intensity and polarization of Pc1 geomagnetic pulsations simultaneously observed at Iceland and at Antarctica

T.Kobayashi¹, S.Shimakura¹, N.Sato² and M.Hayakawa³

¹ Dept. of Electrical Eng., Chiba Univ.

² National Institute of Polar Research

³ Res. Inst. of Atmospherics, Nagoya Univ.

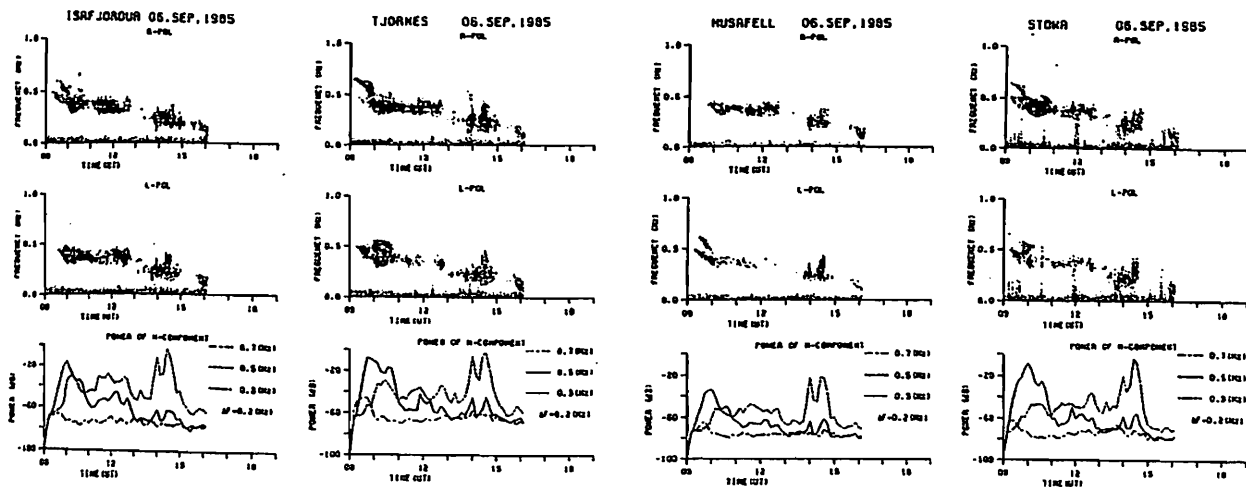
We compared the characteristics of intensity and polarization of Pc1 geomagnetic pulsation observed simultaneously at Syowa station in Antarctica and at three station in Iceland (conjugate point of Syowa station). The characteristics sometimes are different from one station to another and the emission frequency shows the same effect.

Pc1帯地磁気脈動の発生・伝搬機構を考察する上で、多地点及び磁気共役点観測を行うことが重要である。今回、アイスランドの Husafell(HS)・Isaforudur(IS)・Tjornes(TJ)の三地点と、その磁気共役点にあたる南極昭和基地(SYO)で観測されたPc1帯地磁気脈動の強度と偏波(H-D成分)の比較を行った。

下図は1985年9月6日にアイスランド3地点と昭和基地で同時に観測されたHMコーラスの、偏波特性と強度の関係を示している。偏波及び強度の比較から、その特徴を示せば、

1. 4地点でのスペクトル構造が類似している。
2. 9:00-10:00頃にかけて0.5Hz付近と0.6Hz付近のスペクトル構造が現れているが、ISでは両方とも右回り偏波であるのに対し、TJではそれぞれ左回り、右回りとなっている。さらにHSでは両バンド帯共々左回りになっており、数百kHz程度の距離間で偏波特性に相違が出ている。
3. HSやISに比べるとTJにSYOとの偏波の共役性が見られる。
4. 偏波及び強度の時間的な変化が確認できるが、両者の関係は複雑である。
5. アイスランドのHSは他の2地点に比べて強度が低い。高緯度側にEXIT REGIONが分布していると考えられる。

類似したスペクトル構造を持つPc1帯脈動でも、観測点(及び共役点)で偏波に相違があることがわかった。講演ではさらに多くの現象について詳しい偏波解析の結果を報告する。



静止軌道衛星GOES2によって観測されたPc3帯地磁気脈動の発生頻度と方位

青木右顕¹ 島倉 信¹ 早川正士²
¹千葉大工 ²名大空電研究所

Investigation of occurrence numbers and wave normal directions of Pc3 geomagnetic pulsations observed by GOES2

S.Aoki¹, S.Sinakura¹, H.Hayakawa²
¹Dept. of Electrical Eng., Chiba Univ.
²Res Inst. of Atmospherics, Nagoya Univ.

It is important for the study of generation mechanism of Pc3 geomagnetic pulsations to estimate their wave normal directions and occurrence numbers. This investigation is based on the satellite data obtained with GOES2 satellite.

Pc3帯地磁気脈動の発生機構を考察するとき、発生する時間帯、また波動の到来方位を測定することは重要な手がかりとなる。1981年1月1日から2月27日までに静止軌道衛星GOES2で観測されたデータから、発生頻度の地方時依存性を調べた。また、発生した右回り偏波の波動についてMEM法を用いて方位測定を行った。

Fig.1は、右回り、左回りの偏波別に地方時における発生頻度を表している。次に、Fig.2は、磁力線に対する波動の入射角を、Fig.3は黄道面に平行で地球から外向きにY軸、東向きにX軸、垂直にZ軸としたときの入射角と方位角を表している。これらから、Pc3の発生は主に昼間であるが夜間にも割合も多く発生している。また、右回り偏波の波動が太陽側から磁力線にほぼ垂直に伝搬してくと考えられる。

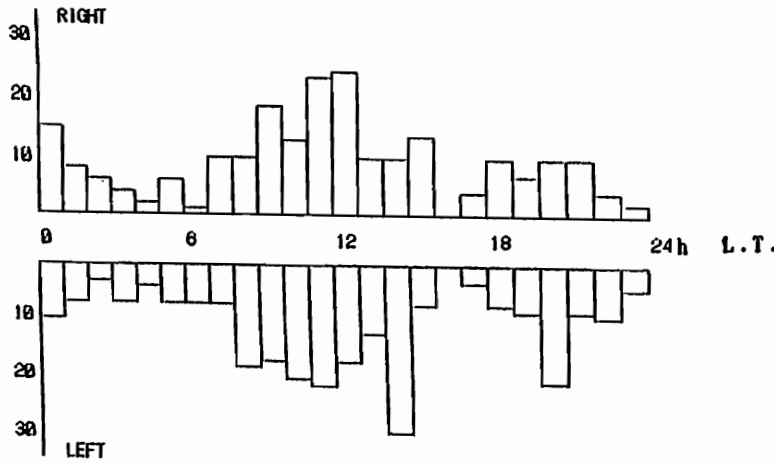


Fig.1

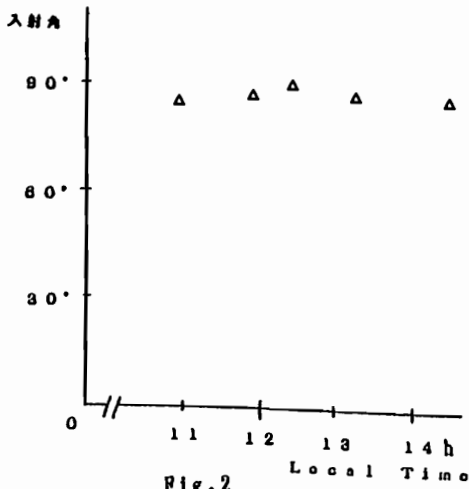


Fig.2

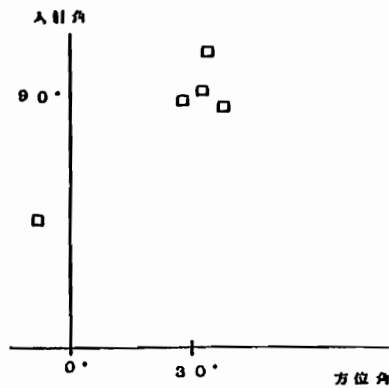


Fig.3

Conjugacy of PC 3-5 Pulsations as Observed in the H- and D-Component

Natsuo Sato¹, and Hiroaki Saito²

1. National Institute of Polar Research, Tokyo
2. Univerisy of Electro-Communications, Tokyo

Statistical characteristics of Pc 3-5 magnetic pulsations have been examined using 2 years of data from geomagnetically conjugate stations, Syowa in Antarctica and Tjörnes in Iceland. Power spectra with good coherency (>0.75) between the stations were selected first, then the power spectra for the H- and D-components were examined. From the analysis, the following interesting results were obtained:

i) Characteristics of the H-component

There are dominant frequencies around 6 mHz and 30 mHz. The occurrence maximum for the Pc 5 band is in the morning (~08 MLT), and there is no sub-peak in the afternoon. The occurrence of the Pc 3 band shows a broad single peak around 08 MLT. There is a diurnal dependence of the enhanced frequency band which frequency tends to be higher in the morning (~6 mHz for Pc 5 and ~30 mHz for Pc 3) than in the evening (~4 mHz for Pc 5 and 20 mHz for Pc 3).

ii) Characteristics of the D-component

There are dominant frequencies around 6 mHz, 20 mHz and 30 mHz. Occurrences at 20 mHz are higher than at 30 mHz. The occurrence maximum for the Pc 5 band is around 07 MLT, with a broad sub-peak in the afternoon. The occurrence of the Pc 3 band shows a broad single peak around 10 MLT. Interestingly, in this case the occurrence peak frequency does not change from morning to evening.

These characteristics observed at geomagnetically conjugate station should help us to understand the generation and propagation mechanism of Pc 3-5 magnetic pulsations.

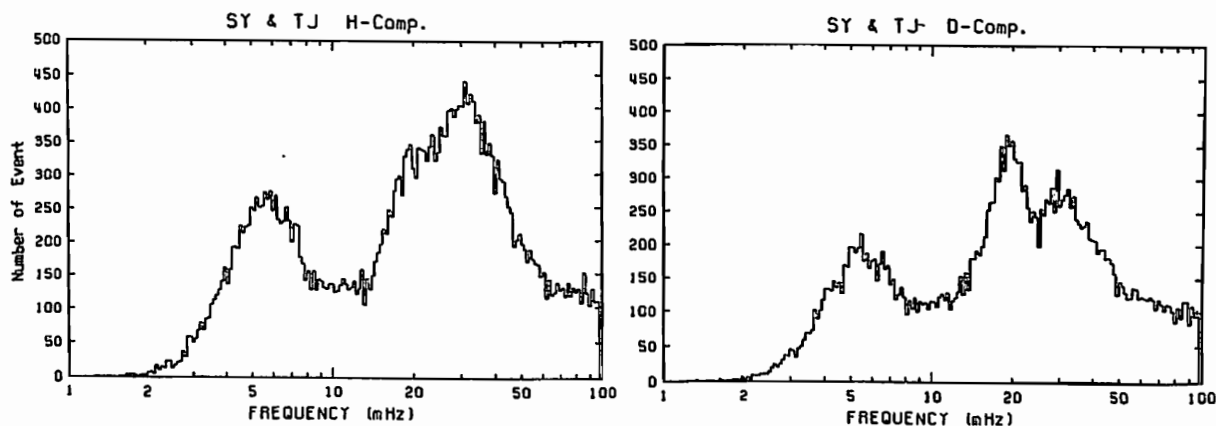


Figure 1. Frequency dependence of occurrence number of coherent (>0.75) pulsations between Syowa in Antarctica and Tjörnes in Iceland as observed in the H- and D-component

■第II会場

(11a-II-1~13p-II-12)

K. Murakami¹, Z. Fujii¹, T. Yamada¹, S. Sakakibara¹, H. Ueno¹,
 K. Fujimoto¹, K. Nagashima¹
 A.G. Fenton², R.M. Jacklyn², J.E. Humble² and else²

1. Cosmic Ray Research Laboratory, Nagoya University
2. Physics Department, University of Tasmania

At the end of 1981, we started continuous observations of cosmic ray air showers ($10^{13} \sim 10^{14}$ eV) in Tasmania, Australia as the conjugate site to Mt. Norikura, to determine the spatial structure of sidereal anisotropy by the conjugate observations in both hemispheres. The air shower telescope came into routine operation in Jul., 1982, after a preliminary operation of about half a year to examine all instrumental problems. In this report, we present the results obtained by analysis of data from Jul. 1982 to Dec. 1988.

To eliminate the contribution of day-to-day trend of intensity change due to the atmospheric temperature, difference from 24-hour running average are calculated from the observed hourly value data. Then, the solar diurnal and the semi-diurnal harmonic coefficients are derived on daily basis. Based on the harmonic coefficients thus obtained, we performed regression analyses given by the equation in Fig.1, to determine the sidereal, solar and anti-sidereal vectors simultaneously with meteorological coefficients. Some of the results are shown in Fig.2 and 3. The results are still not conclusive due to the existence of appreciable unknown solar and anti-sidereal vectors, and these will be discussed.

ANALYSES BASED ON DAILY HARMONIC VECTORS

$$v_{D^{sid}, D^{sol}, D^{ant}} = \beta_D^{PR} + \kappa_D^{VV} + \gamma_D^{sing} + \alpha_1 \phi_1 + \alpha_5 \phi_5$$

 $\beta_x / mb \quad \gamma$
 P3 -0.72 ~ -0.73 ~ 0.06
 P4 -0.77 ~ -0.80 ~ 0

D^{sid} : Sidereal
 D^{sol} : Solar
 D^{ant} : Anti-sidereal
 β : Barometric effect
 κ : Wind effect (through pressure measurement)
 γ : Accidental
 $\alpha_1 \phi_1$: Temperature effect of T_1 with delay time ϕ_1
 $\alpha_5 \phi_5$: Temperature effect of T_5 with delay time ϕ_5

Fig.1 Regression analyses

Fig.3 Solar and sidereal daily variations derived by analysis based on daily harmonic vectors

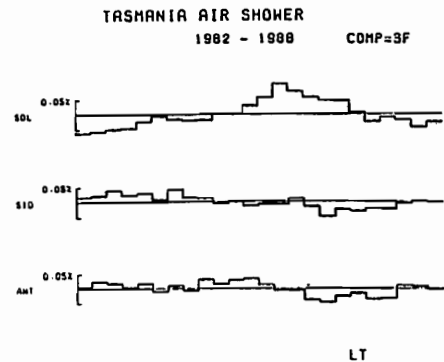
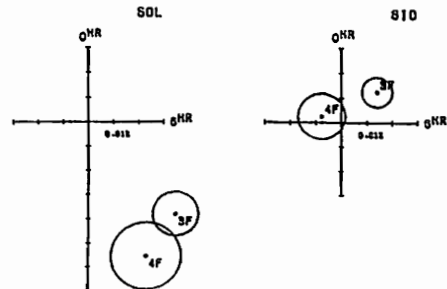


Fig.2 Solar, sidereal and anti-sidereal daily variations averaged for Jul. 1982 to Dec. 1988.



森 覚 安江 新一 鷺坂 修二
(信大理)

一之瀬 匡興
(信大教養)

SIDEREAL ANISOTROPY OF HIGH ENERGY ($\approx 10^{12}$ EV) AND HELIOSPHERE

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

The sidereal anisotropy of high energy cosmic rays ($\approx 10^{12}$ eV) are analyzed, by using data from the Matsushiro underground observatory (220 m.w.e. depth; median primary energy $6 \cdot 10^{11} \sim 10^{12}$ eV) for a full-five year period 1984-1989. The anisotropy observed will be discussed in terms of heliospheric modulation, and the electromagnetic conditions in the heliosphere will also be discussed.

図1は信大松代地下宇宙線観測所(220m.w.e.の深さ; 対応平均エネルギー $\approx 10^{12}$ eV)で観測された恒星時日変化ベクトルを示す。図は17方向成分について、5年平均(1984-89)で、誤差は分散からつけてある。この結果から、1) 恒星時異方性は確かに存在することが、2) N方向計の振幅が小さいこと、3) 各方向計は位相の相互関係に矛盾がないことから、4) $\approx 10^{12}$ eV近辺で、振幅 $\sim 0.1\%$ で、方向は ~ 3 hrであることを示す。

図2は、さらにこれらの結果と、他の地下及び空気シャワーの観測を含めて、 $10^{11} \sim 10^{14}$ eV領域での観測振幅のエネルギー依存をみたものである。この図から、 $>10^{12}$ eVでは、右下がりのスペクトル、すなはち、エネルギーが上がるとともに、振幅が小さくなることを示しており、これは長島等¹⁾によって指摘されている。一方、 $<10^{12}$ eVでは、左下がりのスペクトル、すなはち、エネルギーが下がるとともに、振幅が小さくなることを示す。これは、このエネルギー領域では、異方性は太陽圏内でのモジュレーションを受けていることを示唆する。このことは、このエネルギー領域では、宇宙線の異方性が、太陽圏の状態に敏感であると想像され、更に解析をすすめて、太陽圏の電磁状態の一端を調べることを試みる。

図3は、松代での観測恒星時半日変化を示す。この高次項も有意であり、これは、異方性のモデルの検討に重要である。

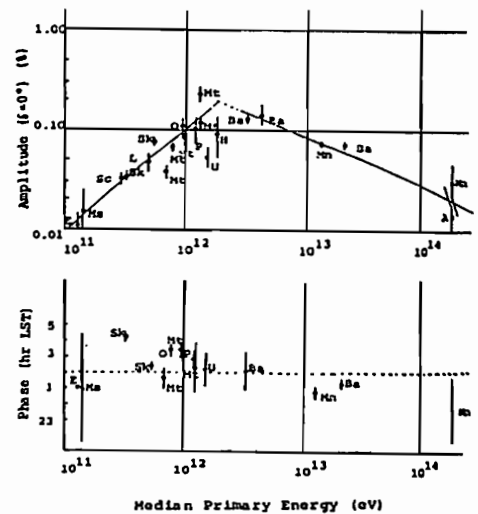


Fig. 2 The present observed amplitudes (at $f=0\%$) as functions of median energies, together with the other results from the stations as: E: Embudo, M: Misato, S: Sakashita, L: London, O: Ottawa; M: Matsushiro, P: Postina, H: Hong Kong, U: Utah, B: Baxan, Baxan (AS), M: Mt. Morikura, A: Akeno (AS). (AS) denotes air-shower measurements, otherwise underground observations.

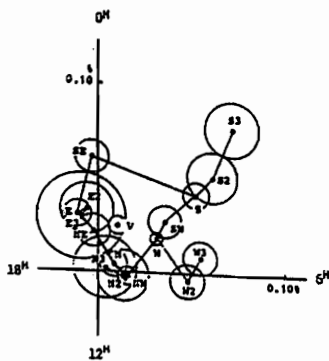


Fig. 1 The averaged sidereal diurnal vectors over 1984-1989. The errors are derived from dispersion from yearly averages.

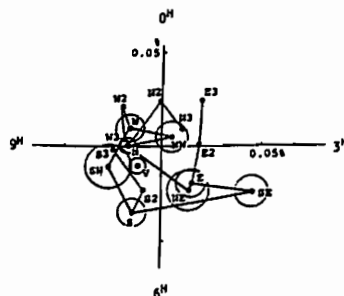


Fig. 3 The averaged sidereal semi-diurnal variations over 1984-1989 at Matsushiro.

1) Nagashima, K. et al. (1989), Nuovo Cimento (in press).

Y. MUNAKATA and S. MORI*

College of Engineering, Chubu University, Kasugai, 487
 *Department of Physics, Shinshu University, Matsumoto, 390

It has been well known that during the last declining phase of the solar activity (1973-75), high-speed solar wind stream from coronal holes show remarkable 27-day recurrence. Modulation of both the intensity distribution and anisotropic flows of galactic cosmic rays by such high-speed solar wind from long-lived coronal holes are of great interest. Recently Iuchi et al. (1983) and Dorman et al (1984) have analyzed this and revealed an interesting aspect of modulation in high-speed solar wind of solar diurnal variation of cosmic rays. However, cosmic ray data used in their analyses are limited, data from only one station of neutron monitor (Deep River). In the present paper, using data relative wide primary rigidity of cosmic rays (12-120GV), solar diurnal anisotropy (SDA) in free space are examined in 1973-75, and the relation rigidity dependence of SDA to high-speed solar wind are discussed.

In the present analysis, 20 components data sets are analyzed, which are listed in Table 1. The daily solar diurnal variations of those are obtained by harmonic analysis of the hourly data (deviation from 24 hour running average).

The 'high' speed wind day defined as the day have over velocity one standard deviation from mean velocity, and 'low' speed defined as the day have under velocity one standard deviation, another day have intermediate speed of wind defined as 'intermediate'. The mean SDAs are divided into three groups as shown Fig.1 following above three category; 'high', 'intermediate' and 'low' speed. The unknown (atmospheric etc.) vectors of neutron telescope are include in the divided harmonic vectors in Fig.1. To eliminate unknown vectors, we take a difference 'high' and 'intermediate' and also 'low' and 'intermediate'. The difference vectors are shown in Fig.2 on a harmonic dial. These figures tell us that the solar diurnal anisotropy enhance those amplitude (~0.15%) along the direction 17-18h in the 'high' speed days; and also that the amplitude diminish (~0.1%) along the direction 17-18h in the 'low' speed days.

To explain rigidity dependence of SDA related to wind speed, relation diagrams are drawn in Fig.3, the amplitude of difference vectors of SDA and effective primary rigidity; 'high' is top and 'low' is bottom. In Fig.3, unknown (atmospheric) vectors are eliminated as same as Fig.2. As the assumption of the spectrum of SDA is flat, it is expected that observed amplitude of SDAs are rigidity independent. But we can see in the top of Fig.3 ('high' wind speed), the amplitude of SDA is relative maximum around 50GV. This curved figure prove that the effect of solar wind speed to SDA is rigidity dependent. We found also the most sensitive rigidity is around 50GV.

Also in the bottom of Fig.3 (solar wind speed is 'low'), above situation is not change.

Table 1. Stations List (with thier median primary rigidity: Pm)

neutron monitors	Station	Pm# (GV)
	Alert	12
	Deep River	13
	Tokyo	35
Component		Pm# (GV)
neutron telescope (Nagoya)	V	60
	N	66
	S	64
	E	67
	W	63
telescope (Nagoya)	NE	73
	NW	68
	SE	71
	SW	67
	N2	83
	S2	81
	E2	88
	W2	80
	N3	110
	S3	104
E3	118	
W3	108	

* S. Yasue et al. 'Report of Cosmic-Ray Research Laboratory No.7', 1982
 # K. Fujimoto et al. 'Report of Cosmic-Ray Research Laboratory No.9', 1984

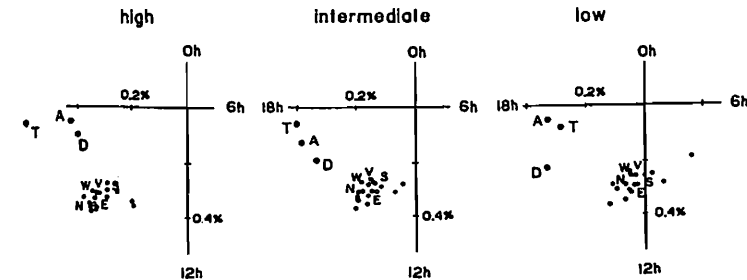


Fig.1 Divided averaged SDA according solar wind speed, closed circles denote neutron monitors and open denote muon telescope.

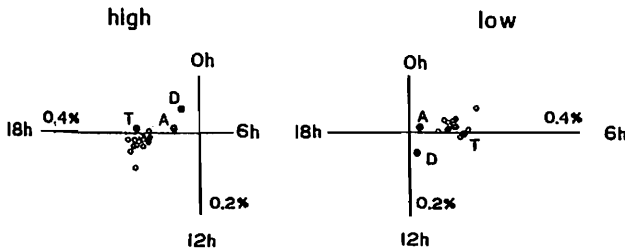


Fig2. Difference SDA, 'high and intermediate' and 'low and intermediate'

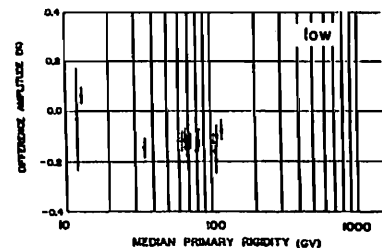
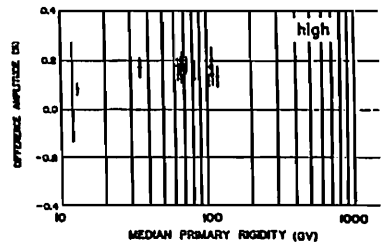


Fig.3 Relation Diagrams of difference amplitude of SDA and median primary rigidity of stations and components

宇宙線日変化の長期変化と惑星間プラズマパラメータ

奥谷 晶子、森 寛
理 研 信 大 理

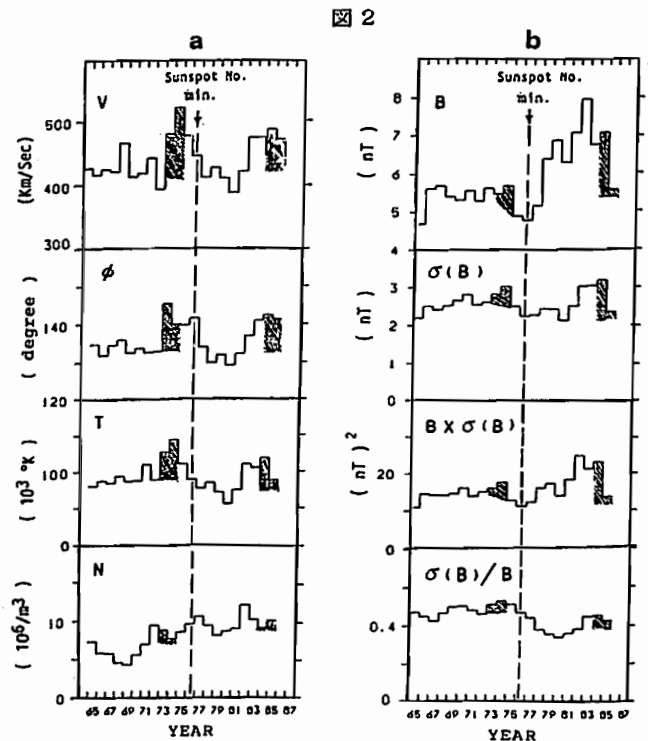
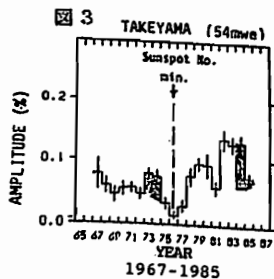
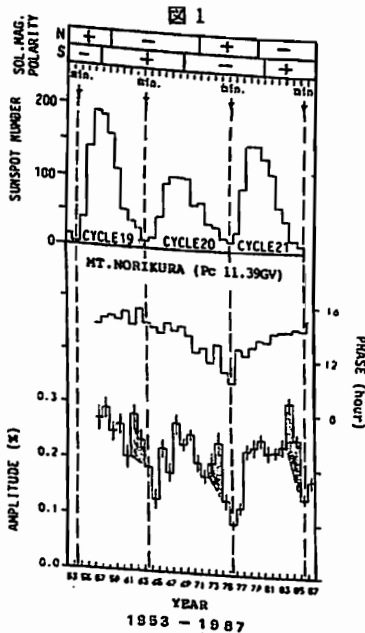
Solar Cycle Variation of Cosmic Ray Diurnal Variation and Interplanetary Plasma Parameters

S. Kudo S. Mori
I.P.C.R. Faculty of Science, Shinshu Univ.

The data from the worldwide network of neutron monitors over three solar cycles from No. 19 to No.21 are analysed to study the long term variation of solar diurnal variations of cosmic rays. The analysis shows that there are 11 year periodic enhancements of the diurnal amplitude in the declining periods of solar activity, other than those corresponding to the maximum solar activity periods. These enhancements of the diurnal amplitudes are discussed comparing with interplanetary medium data and cosmic ray muon data.

宇宙線太陽時日変化の振幅が太陽活動最盛期に増大することは広く知られているが、そのほかに、太陽活動の減衰期にも増大し、これも11年周期を持つことを前回報告した。このことは、3-solar cycle (No.19,20,21) に及ぶ中性子計の観測から見いだされたが、武山 (54mwe) の地下多方向中間子計でも 2-solar cycle (No.20,21) にわたり観測されている。これらと惑星間プラズマパラメータとの関連を調べた。

図1の下は乗鞍の中性子計で観測された太陽時日変化の位相と振幅である。位相には太陽磁場の極性反転に伴う22年変化がみられる。振幅には太陽活動の増減に伴う11年変化と共に、明瞭な増大が減衰期(ハッチの部分)に見られる。図2は cycle 20,21の 惑星間プラズマ資料 (King et.al., 1977, 1986) を年平均したものである。a: 太陽風の速度 (v)、IMFの方向(φ)、プラズマの温度(T)と密度(N); b: IMFの大きさ(B)と分散(σ(B))、Bとσ(B)との積と比である。ハッチで示した図1と同じ年(73,74,84,85)に増大がみられる。ただし、図2の立ち上がりは cycle 21では図1より2年早く、図3の地下の中間子計による振幅の増大と一致する。



1965 - 1985

11a-II-5 宇宙線強度変化と太陽風パラメータ

三貞靖, 石井宏明
愛媛大学 理学部

On the Relations between Cosmic Ray Intensity Variation and Solar Wind Parameters

Y. Mishima and H. Ishii
Department of Physics, Ehime University

The relation between cosmic ray intensity and solar wind parameters is investigated, using daily averages of neutron intensity at Deep River and solar wind parameters for solar rotation 1840-1932. In order to study the relation between cosmic ray intensity variation and solar wind parameter variations, we use deviations from the data of the preceding day. We found a tendency that solar wind increase makes cosmic ray intensity decrease.

太陽風パラメータの変化が宇宙線強度変化に及ぼす影響を日平均値の変化（その前日との差）を用い、1968～1974年の期間を調べた。宇宙線データにDeep River中性子強度を用いた。

宇宙線強度変化（その前日との差）は太陽風速度が増加するとき減少傾向を示す（Fig. 1）。これに対し宇宙線強度（27日移動平均との差）は太陽風速度が速いとき弱い傾向を示す（Fig. 2）。

次に、太陽風速度の変化と磁場の強さの変化の両者を太陽風パラメータとして宇宙線強度変化の分布を調べた。その結果、宇宙線強度変化は磁場の強さの変化に影響を

受けないことがわかった。これに対し太陽風速度と磁場の強さの両者を太陽風パラメータとして宇宙線強度変化の分布を調べた。その結果、太陽風速度が非常に速かつ磁場が非常に強い日はないことがわかった。また、宇宙線強度が比較的大きく減少する傾向を示す日は、太陽風速度が速いときは平均的な磁場の強さのときとして平均的な太陽風速度のときは強い磁場のときに変わられる。

この他の太陽風パラメータとしてALFV速度の変化が宇宙線強度変化に及ぼす影響についても述べる。

ALFV DATA Deep River

2900															
2950															
3000															
3050															
3100															
3150															
3200															
3250															
3300															
3350															
3400															
3450															
3500															
3550															
3600															
3650															
3700															

Fig. 1 太陽風速度 (VW) とその前日からの差 (ΔVW) をパラメータとした宇宙線強度変化の分布 (+増加, -減少)

ALFV DATA Deep River

2900															
2950															
3000															
3050															
3100															
3150															
3200															
3250															
3300															
3350															
3400															
3450															
3500															
3550															
3600															
3650															
3700															

Fig. 2 太陽風速度 (VW) とその前日からの差 (ΔVW) をパラメータとした宇宙線強度の27日移動平均との差の分布 (+強, -弱)

Atmospheric Ozone Variations
Observed by a Tunable Diode Laser Heterodyne Spectrometer

M. Taguchi, S. Okano, H. Fukunishi
Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University

Observations of atmospheric ozone have been carried out with a tunable diode laser heterodyne spectrometer (TDLHS) at Sendai on 36 days from January to July, 1989.

The observed time series of total ozone column density has shown a maximum in late April to early May and large-amplitude day-to-day variations in this period with values between those observed by Dobson spectrophotometers at Sapporo and Tateno. These tendencies are consistent with the general feature of latitudinal and temporal variations of ozone in the middle latitude.

The vertical profiles of ozone mixing ratio often exhibit significant changes in the upper troposphere and lower stratosphere in spring. Fig. 1 shows the retrieved vertical profiles on two consecutive days, April 13 and 14. It is apparent that the ozone mixing ratio significantly decreased in the altitude range between 10 and 20 km on April 14; the corresponding decrease in total ozone was as large as 65 DU. Total ozone at Sapporo and Tateno also decreased on April 14.

The horizontal distributions of total ozone near Japan obtained from TOMS data on April 13 and 14 are shown in Fig. 2. The ozone rich region (>400 DU) covering over eastern Japan on April 13 had moved eastward resulting in large decrease in total ozone in eastern Japan on April 14. According to the meteorological data along the 140°E meridian, a strong westerly jet was observed at the southern bound (33°N) of the region with a large latitudinal gradient of total ozone on April 13, and the westerly jet moved southward and subsided on April 14.

The total ozone data obtained from Dobson spectrophotometer and TOMS observations and the meteorological data were provided by Japan Meteorological Agency.

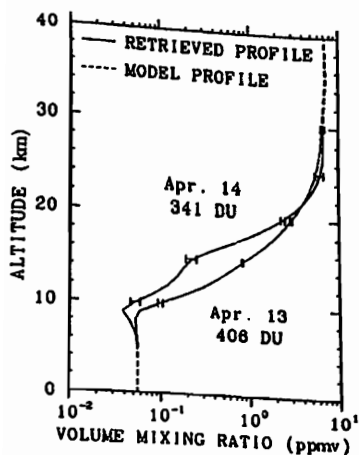


Fig. 1. Ozone vertical profiles observed with TDLHS.

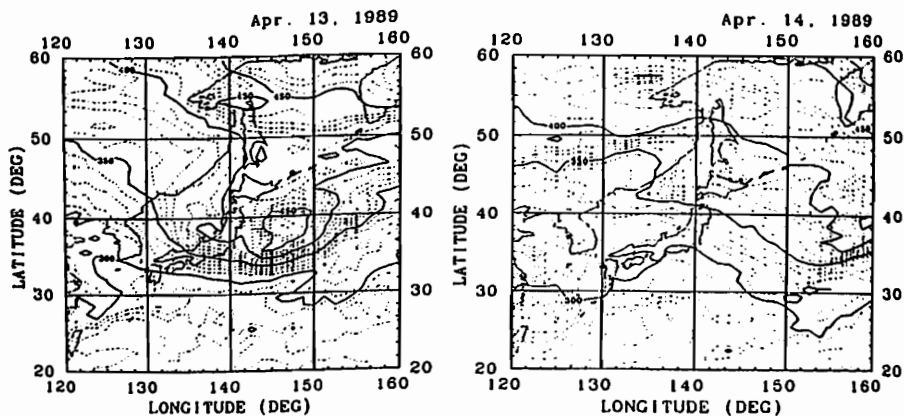


Fig. 2. Horizontal distributions of total ozone (DU) measured by TOMS.

日本上空下部成層圏におけるオゾン変動の解析

高橋修二、岡野章一、福西 浩 (東北大理)

An Analysis of Ozone Variations in the Lower Stratosphere over Japan

S. Takahashi, S. Okano and H. Fukunishi

Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University

In order to investigate the transport of ozone in the lower stratosphere, which leads to large short-term variations in some limited areas, ozonesonde data at Sapporo, Tateno and Kagoshima in the period from Dec. 1968 through Nov. 1986 have been analyzed. The results show that (1) large variations in ozone partial pressure are seen in the lower stratosphere above Sapporo, Tateno during winter and spring, and that (2) the region in which seasonal variations are significant is also the lower stratosphere. Concurrent ozonesonde observations over the three stations suggest that the flow around jet-stream strongly contributes to the transport of ozone in the lower stratosphere and even into the troposphere.

オゾン変動にとって下部成層圏における輸送は重要であり、そうした力学効果の年々変化がオゾン層の長期変動を引き起こす可能性も考えられる。特に日本付近はジェット気流の通過により下部成層圏と対流圏の間のオゾン輸送が存在することも指摘されており、こうした問題を調べるのに緯度的に適した地域であるといえる。今回我々は下部成層圏での輸送による効果がオゾン層の経年変化に及ぼす影響を調べることを目的として次のような解析を行なった。

まず日本におけるオゾンゾンデ3観測地点(札幌、館野、鹿児島)について1968年12月から1986年11月までのオゾン鉛直分布データの平均と標準偏差を求めた。その結果は図1に見られるように、

- ・オゾン分圧のピーク周辺から下層の成層圏下部領域で変動が大きいのは札幌、館野の冬、春である。
- ・各観測地点で季節変動を見ると、変動が顕著に現われているのは成層圏下部領域である。但し鹿児島は年間を通じて季節変動は小さい。

次に、この3観測地点でのオゾンゾンデ同時観測例(図2)を見ると、この例では札幌のデータのみが下部成層圏で大きな変動を示している。この日のジェット気流は札幌と館野の間を通過しており、ジェット気流付近での輸送の効果が大きいことを示している。また札幌の圏界面はオゾン増加の始まる高度より高く、オゾンは輸送により対流圏にまで広がったと考えられる。

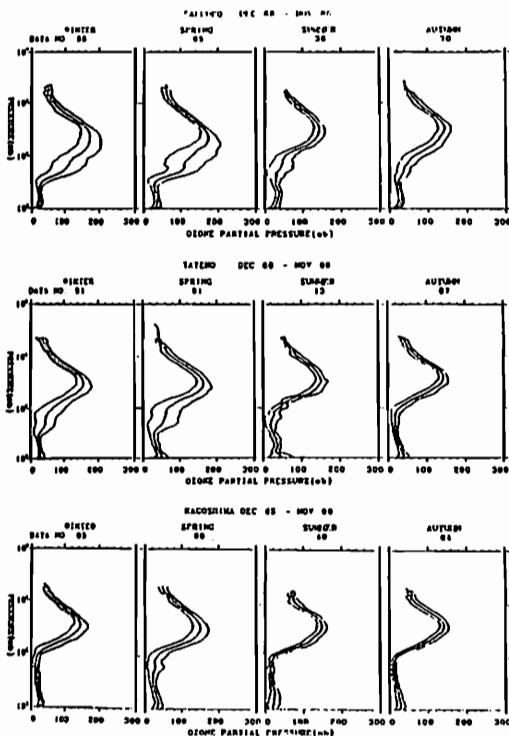


Fig. 1. Seasonal mean vertical profiles of ozone with ± 1 standard deviations obtained from ozonesonde data at Sapporo, Tateno and Kagoshima in the period from Dec. 1968 through Nov. 1986.

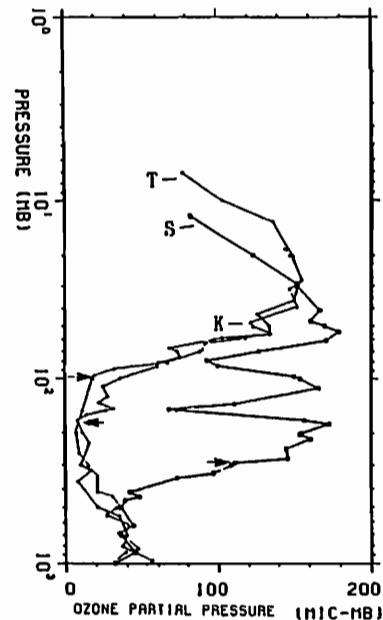


Fig. 2. Vertical profiles of ozone obtained on May 21, 1970 at three stations in Japan. The letters S, T and K indicate Sapporo, Tateno and Kagoshima, respectively. Arrows indicate the tropopause.

11a-II-8 オゾン全量のTOMS観測結果とドブソン観測結果の比較 - 昭和基地の場合 -

柴崎和夫
国学院大

COMPARISON OF NIMBUS7 TOMS AND GROUND-BASED DOBSON TOTAL OZONE MEASUREMENTS
: IN THE CASE OF SYOWA STATION

SHIBASAKI Kazuo
Kokugakuin University

Nimbus 7 TOMS total ozone data are compared with ground-based Dobson data at Syowa Station, Antarctica during the period of 1979 through 1988. Seasonal variation of the monthly average of the percent difference between TOMS and Dobson data is clearly identified as pointed out by Bojkov et al. (1988). Also shown is the nonuniform decrease of TOMS total ozone data, by an average of 0.4% per year, which might be due to the degradation of diffuser plate used in TOMS instrument. The comparison result revealed an anomalous behavior of the total ozone record at Syowa station around 1981 which suggests the malfunction of the Dobson spectrometer.

NIMBUS 7号搭載のTOMSによる昭和基地上空のオゾン全量観測結果をDOBSON観測結果と比較した。TOMSのデータは格子点データで与えられており、昭和基地の緯度では緯度1°×経度2.5°の領域を代表する。

図1に両者を比較した例を示した。図2には両者の差(%)の月平均値の年々変動を示す。これらの比較から得られた主な結果は以下の通りである。

1. 図2に示したように、両者の差の月平均値には明確な季節変化が見られる。
2. 図2に見られるように、両者の差の年平均値は年と共に減少する。このことからTOMSのデータに経年変化が存在する事が分かる。
3. 図2からもう一点示唆されるのは、昭和基地の1981年頃のデータが他の年と質的に異なっているらしい事である。この原因としては、この年のドブソン分光計が不調であったのではないかと推測している。

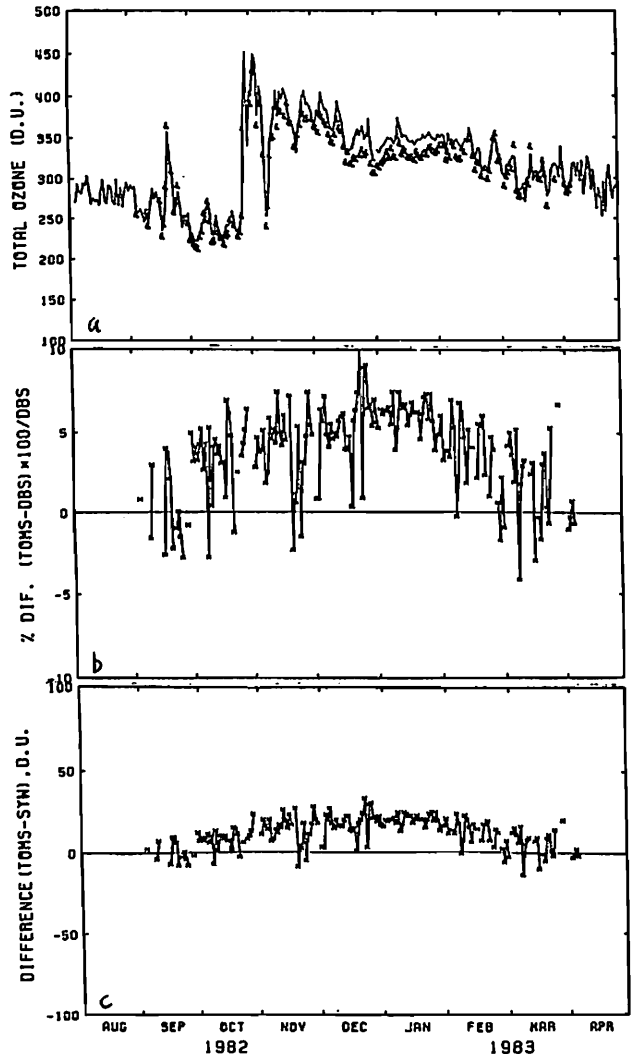
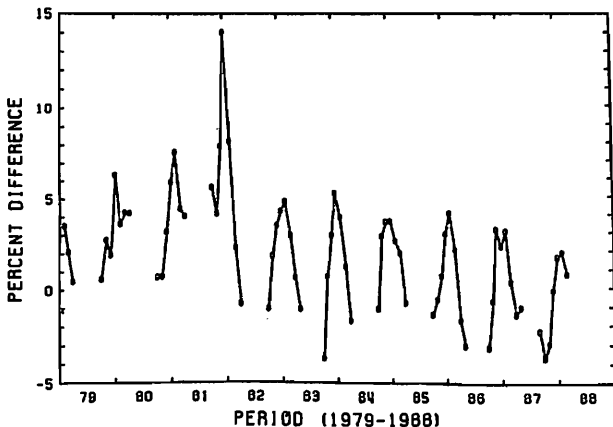
1と2の結果はBojkov等(1988)の報告を確認したものである。3については昭和基地に特有の現象であるが、オゾン全量の変動を研究する場合に対象とする観測点のデータの吟味が大変重要であることを示している。また、人工衛星のデータが、地上観測点のデータの定性的な校正に威力を発揮することも改めて確認できた。

謝辞

TOMSのデータは国立極地研究所の神沢氏から提供していただいた。TOMS格子点データはNASA/GSFCのA. J. Fleig, A. J. Krueger両博士とNimbus衛星TOMS観測、オゾン解析チームにより作成され、WDC-Aから提供されている。

参考文献

Bojkov, R. et al., J. Geophys. Res., 93, 1988.



↑ Fig.1 Daily differences between TOMS and ground-based Dobson data for Syowa. (a) Solid line shows TOMS data, and symbol & Dobson data. (b), (c) Solid line is only for clarity.

← Fig.2 Monthly mean differences for Syowa.

笹野泰弘、林田佐智子、中根英昭、M. P. McCormick¹国立公害研究所大気環境部、NASA ラングレー研究センター¹Measurements of the ozone and temperature by the multiple-wavelength laser radar for the troposphere and the stratosphere.
(3) Comparison with SAGE II ozone dataY. Sasano, S. Hayashida-Amano, H. Nakane, M. P. McCormick¹
The National Inst. for Environ. Studies, NASA Langley Research Center¹

The present paper describes the results of comparison between NIES ozone DIAL and SAGE II measurements of ozone profiles. The DIAL data was critically investigated about their systematic errors caused by instrumental problems. Selected dataset was used for analysis of ozone profiles, which were compared with ozone profiles derived from SAGE II measurements.

1. はじめに

フロン等の人工起源物質によるオゾン破壊の理論モデルによれば高度40 kmあたりを中心にオゾンの破壊が進むものと考えられており、また、既存のオゾンデータの解析でもその傾向が見いだされたと報告されている。そこで上部成層圏のオゾン計測法を確立することが最重要と考え、これまで装置の整備、測定手法の検討、性能評価、誤差評価等を行ってきた。今回はさらに、米国NASAの人工衛星センサーSAGE IIのオゾンデータを入手したので、レーザーレーダーによる測定結果と比較した。

2. データ

国公研オゾンレーザーレーダーによる成層圏オゾンの観測は、昨年の秋頃より実施してきた。そのうち検出部の光電子増倍管の特性に起因する信号誘起雑音、フォトンカウンティングの同時計数ロス、レーザービームと受信望遠鏡光軸のミスアライメント等によると考えられる系統的な信号の歪のない良好なデータを選び出した。それぞれの観測ではレーザーを60~100万パルス発射し信号を積算した。以下に示すオゾン濃度は波長308 nmと351 nmの信号の組合せで求めた。

ここで用いたSAGE IIデータは、このようにして選り出されたレーザーレーダー観測日の前後数日の間に、北緯36°±5°の間で観測された全データ(平均で約40プロファイル)を経度方向に平均したものであり、高度分解能は約1 kmとされている。

3. 比較結果

図1に1989年2月7日に行ったオゾンレーザーレーダー、オゾンゾンデの同時観測データを例として、SAGE IIとの比較結果を示す。いずれもよい一致を示している。

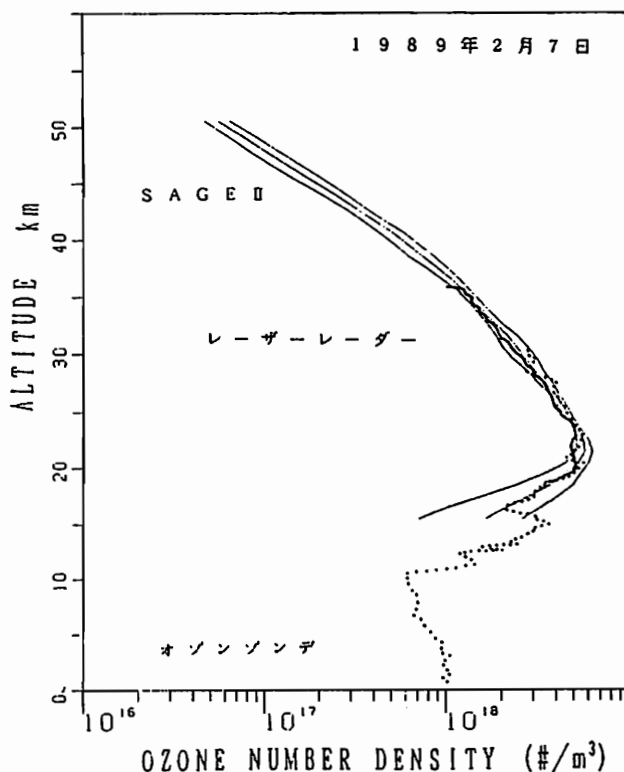


図1 レーザーレーダー(太実線)、オゾンゾンデ(点線)、SAGE II(細実線; 北緯30~40度帯の平均と標準偏差)によるオゾンプロファイル

小川 利 紘 (東大 理)

オゾン、成層圏においてはもちろんのこと、対流圏の物理化学過程においても、主役を演じているようである。すなわち、

- (1) 波長 $9.6 \mu\text{m}$ 帯域領域において放射活性のため、大気の赤外放射加熱に強い影響を与える、
- (2) オゾンの光解離によって生じる準安定電子状態の酸素原子 $\text{O}(^1\text{D})$ は、反応によって一酸化水素 (OH) を作り、それによって対流圏の光化学反応を活性化する。また、オゾン自身は酸化窒素と炭化水素の光化学反応生成物である。

対流圏オゾン濃度が倍増すると、地表平均気温が 0.9K 増えるという、1次元放射対流モデルによる計算結果がある。一方、前世紀末から今世紀初頭 (1876-1910年) の約30年間にパリ郊外で得られた地表オゾンの観測データを注意深く検討した結果、当時のオゾン濃度は平均 10ppbv であったことがかなりの正確さで言えるようになった。最近のヨーロッパにおける平均値は約 30ppbv であるから、この間の増加は相当なものである。もしこの増加が対流圏全域に (高度方向も接地境界層より上に、水平方向もヨーロッパ以外に) 広がっているのであれば、前世紀末以来のグローバルな温暖化は、二酸化炭素の増加による寄与より、はるかに大きな寄与をしたはずである。実際の温暖化は、高々全球平均で 0.4K 程度であり、これは大雑把に言くと、二酸化炭素の増加によると考えて矛盾しない。したがって、オゾン濃度の増加は、地域的にも高度的にも、限定された領域内のことなのであろう。

地表付近だけでなく、接地境界層より上の対流圏でもオゾン濃度が経年的に増えていることは、1980年代以降ヨーロッパ観測所のデータに見られる現象である (1980年代にも増加傾向が続いていると考えている人は多いが、これにはまだ疑問が残る)。その結果、光化学反応が促進され、降水の酸性化がグローバルにも進行しているのではないかと言われている。実際、グリーンランドの雪氷分析により、硝酸イオンや硫酸イオン濃度が年々増加していることが明らかになっている。

こうした、ヨーロッパで顕著に見られる対流圏オゾンの増加は、日本や北米でも見られるのであろうか。既存のデータによって、どの程度まで明らかにできるのか、議論を試みる。

データのほとんどない熱帯域や南半球における観測の重要性を強調したい。各種プラットフォームを用いた観測、特に人工衛星による観測を対流圏オゾンに対しても適用できるよう測器とデータ解析方法を考案することは緊急課題であろう。

大沢 敬一・久野 俊明・近藤 豊・岩坂 泰信・岩田 晃・柴崎 和夫
 (名古屋大学空電研究所) (国学院大学)
 DEVELOPMENT OF A SPECTROSCOPIC SYSTEM FOR NO₂, O₃

K.Ohsawa, T.Kuno, Y.Kondo, Y.Iwasaka, A.Iwata, and K.shibazaki
 Research Institute of Atmospherics, Nagoya University, and kokugakuin University

A spectroscopic system to measure stratospheric NO₂, O₃ using long path visible absorption at twilight has been developed. The system consists of four major parts; a zenith viewing spectrometer a X stage to drive a spectrometer, a detector system, and a personal computer to control the whole system. The characteristic of the system is checking wavelength by using Hg lump. Through it, accuracy of wavelength is found to be ±0.033 (nm).

成層圏のオゾンの収支には、窒素化合物が重要な役割を果たしている。成層圏化学の長期変動を研究する上で NO₂ やオゾン を長期間測定することが今後必要となってくる。現在我々は種々の場所で NO₂ やオゾンの長期分光観測を計画している。ここではこの分光法による観測の精度について我々が独自に制作した分光器を用いて実験した結果を、中心に述べる。

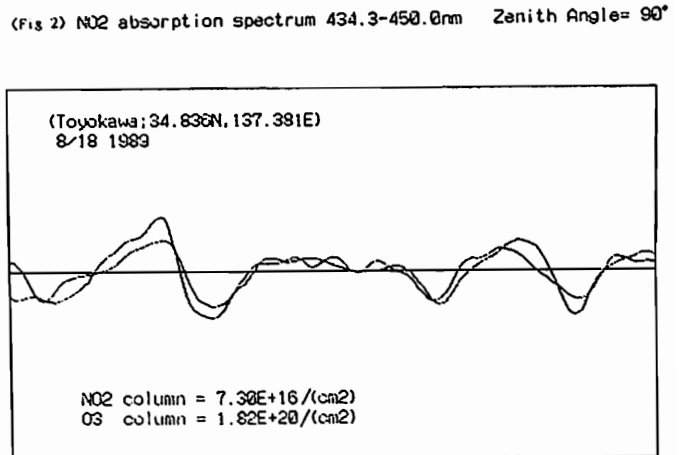
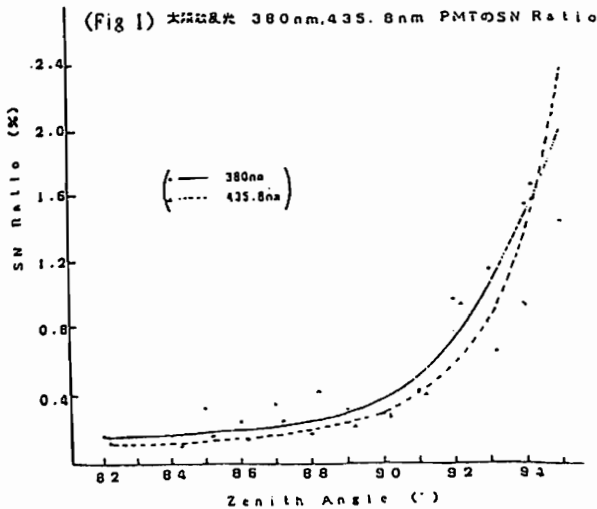
我々が現在開発を進めている観測システムにおいては、分光器を高精度の X ステージを使用して回折格子を駆動し、必要な波長の光を取り出し、PMT で電流出力として測定している。以下の観測システムの機能はパーソナルコンピュータ(PC-9801)で制御している。

- a) 回折格子に運動した X ステージの駆動
- b) PMT の高圧電圧の制御
- c) 電圧に変換した PMT の出力信号の取り込み
- d) ポテンショメータによる波長位置信号の読み取り

このようなシステムを用いた場合、まず問題となるのは分光器の波長精度及び波長再現性である。これをチェックするため、常時、分光器の角度と連動しているポテンショメータの電圧から波長位置を読み取り、また随時、水銀スペクトルで波長校正をおこなっている。

太陽天頂角が 90° 以上になると太陽散乱光の強度の減少が急速に起こる。また曇などの影響により光強度の変動が生じる。これらの影響を最小にするためには、なるべく短時間での掃引が望ましい。今回の観測システムでは 2.52 sec/1 scan (21.0 nm) を採用している。

太陽天頂角が 90° 以上になると太陽散乱光の強度の減少により S/N 比の低下が生じる。そこで、S/N 比を改善するために統計的処理をしなければならない。そのため多くのデータが必要となる。今回の観測システムでは、25200 DATA/1 scan (21.0 nm) を実現している。以下、S/N 比の測定結果 (Fig 1) と NO₂, O₃ の観測結果 (Fig 2) を示す。



近藤 豊、岩坂泰信、小口 高、岩田 晃 (名大空電研)

国際北極気球観測グループ

Observations of Stratospheric Ozone in the Arctic

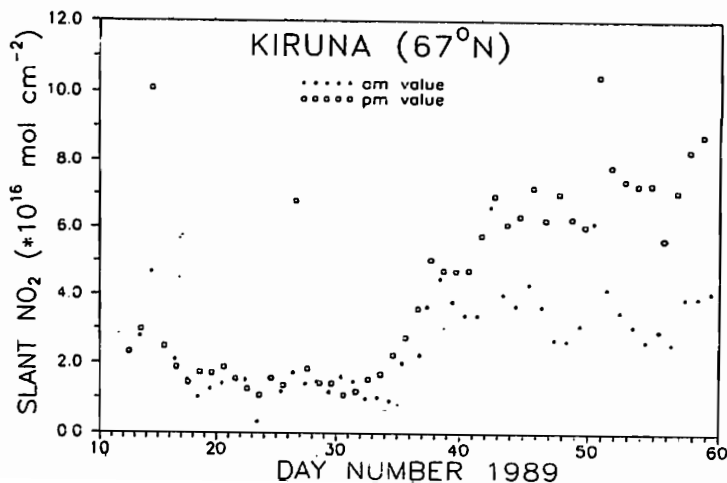
Y. Kondo, Y. Iwasaka, T. Oguti, A. Iwata (RIA, Nagoya U.)
 W.A. Matthews, P. V. Jhonston (DSIR, NZ),
 P. Amedieu (CNRS, France), D.J. Hofmann (U. Wyoming)

The observational results obtained during the Arctic Ozone Campaign carried out in January, 1989 have been analyzed. The rapid and large decrease in total ozone on January 24 and 31 is quite probably due to the effect of the mini-hole developed over the north-Atlantic. The very low NO_2 can be interpreted from the point of denoxification by PSCs. However the relationship between NO_y and PSCs at the observed low temperature are not quantitatively understood.

前回の学会で報告したように、我々はスウェーデンのキルナ (68°N) において1989年冬に成層圏オゾン及び窒素化合物を中心とした大気球及び地上分光観測を実施した。観測結果の概要は既に報告してある。

今回は観測結果について、より詳しくデータの見直しを行った。

1. オゾンが1月24日、31日近くに大きく減少するが、これはTOMSのデータとの比較よりMini-holeを観測していた可能性が強い。
2. 1月の中頃から2月の初めにかけて、 NO_2 密度は極めて小さく、しかし、日変化はほとんどみられない。このことはheterogeneous反応により、脱 NO_x 化 (denoxification) が起きていたことを示している。
3. 観測された気温から予想される高度領域に必ずしもPSCsの発達が見られない。同じことであるがgas phaseの NO_y 、あるいは HNO_3 濃度が NAT と HNO_3 との平衡から計算される濃度をはるかに上回っている。このことは北極上空での脱窒化 (denitrification) が極めて弱かったことと関係しているかもしれない。いずれにせよ、PSCsと NO_y の関係は平衡状態の関係からは定量的に説明することが困難である。



岩坂泰信 (名大・空電研) ; 林 政彦 (名大・水圏研) ; 近藤 豊 (名大・空電研) ; 大和政彦、古賀聖治 (名大・水圏研) ; 小口 高 (名大・空電研) ; W.A. Matthews (DSIR), P. Aimeieu (CNRS)

ROLE OF NITRIC ACID PARTICLE IN OZONE HOLE FORMATION

- INTERNATIONAL OZONE BALLOON MEASUREMENT IN WINTER AT ARCTIC -

Y. Iwasaka*, M. Hayashi**, Y. Kondoh*, H. Yamato**, S. Koga**, T. Oguti*,

W. A. Matthews***, P. Aimeieu****

* Research Inst. Atmospheric, Nagoya Univ., ** Water Research Inst. Nagoya Univ.,

*** DSIR/NZ, **** CNRS/France

Balloon measurement made at KIRUNA, Arctic on January 1989 showed that particles containing NO₃- distribute from 20km to 22km. The particles containing NO₃- and H₂SO₄ droplet were externally mixed, and an internally mixed articles were not observed.

1989年春の発表で示したように、今年の年明け早々に行なわれた北極オゾン気球観測 (スウェーデン: キルナ) で、硝酸を含むエアロゾルが高度20km以上で採集された。オゾンホール形成には、成層圏エアロゾル (特にPSCと呼んでいる) が大きな役割を果たしていると考えられている。しかし、そのPSCの詳細については不明の点が多い。提案されている代表的なエアロゾルは、硝酸3水和物の粒子 (PSC-I) あるいは水粒子 (PSC-II) である。しかし、これらの見解は人工衛星やライダーによるリモートセンシングの結果に、熱力学的な解釈を加えた結果から得られており、直接的な観測が待たれていた。今回の観測は、北極でオゾンホールが形成されたと判断されている時の気球観測である点、エアロゾル (PSC粒子) 採集が、アメリカがNOZEでおこなったバルクサンプリングではなく個々の粒子の採集であること、あるいは高度変化が観測されたこと、等、オゾンホール形成とPSC粒子の関係を考えるうえできわめて興味のもたれるものである。以下の2点が、硝酸粒子の存在に関する大きな特徴である。

1、硝酸粒子の発見された領域は、(硝酸蒸気濃度や水蒸気濃度が、中低緯度での観測値とさほど変わらないとの条件下で)

PSC-I粒子が形成可能な領域に入っている。しかし、逆にPSC-Iの形成可能領域すべてにわたって、硝酸粒子が存在したわけではない。

2、ほぼ1km以内の高度内で、硝酸粒子と硫酸粒子が同時にみついている領域が存在する。このことは、いくつかの解釈が可能であるが、仮に硝酸粒子が生成された場所で検出されたものであるとすると、バックグランド粒子 (硫酸粒子) と関わりなく形成された可能性もある。

結果の1については、脱窒を通してオゾン濃度減少に関わっている可能性が指摘し得る。結果の2については、オゾンホールの発達段階がどの程度であったかに大きく解釈が左右される。詳細については、会場にて発表する。

謝辞: 本研究は、日産科学振興財団より財政支援を得て行なわれている。ここに深く感謝します。

極域成層圏における氷粒子の成長と沈降

— H₂O, HNO₃の輸送に関連して —

林 政彦¹ , 岩坂泰信²

1:名大・水圏研, 2:名大・空電研

GROWTH AND SEDIMENTATION OF ICE PARTICLE FORMED IN THE POLAR STRATOSPHERE

— RELATION TO TRANSPORT OF H₂O AND HNO₃ —

M. Hayashi¹ and Y. Iwasaka²

1: Water Reserch Institute, Nagoya University

2: Reserch Institute of Atmospherics, Nagoya University

Ice particles, PSC-II, can grow large enough to sediment rapidly in the winter polar stratosphere. Numerical calculations "Test Particle sedimentation Model" suggest that the ice particles affect the transport and heterogeneous chemical reaction, not only in the layers in which ice particle is actively formed, but also in the layers which are lying below the particle formation layers.

1. はじめに

冬の極成層圏雲 (Polar Stratospheric Clouds : PSCs) は、硝酸三水和物 (NAT)、あるいは、氷を主成分とする粒子により形成されていると考えられており、PSC粒子は、重力沈降の効果が無視できなくなるほど成長し、沈降によって、成層圏物質の輸送に重要な寄与をしている可能性がある。

また、氷粒子は、その表面における化学反応を通して、オゾンホール形成に関係していると考えられており、粒子の沈降は、このような reaction site の輸送という点でも興味もたれる。

そこで、成層圏における氷粒子の振舞いと硝酸・水蒸気の輸送について数値モデルを用いて検討した。

2. 結果 <氷粒子の成長・沈降>

冬のはじめの PSC event を想定したモデル大気中の 22~14km の様々な高度におかれた半径 0.5 μm の初期粒子の高度変化と大気との物質収支量を、Figure 1, 2 に示す。成層圏最下層に達するまでの時間は、数日程度で、下層ほど早くなっている (Figure 1)。また、個々の粒子は、より上層からより多くの硝酸の除去を行っているが、水蒸気の除去量は、硝酸とは異なった鉛直プロファイルとなっている (Figure 2)。

これらの結果は、ある高度の硝酸蒸気・水蒸気の輸送や、Heterogeneous Reaction が、その高度で生成した粒子だけでなく、より

上層で生成した粒子にも影響を受けることを示唆している。

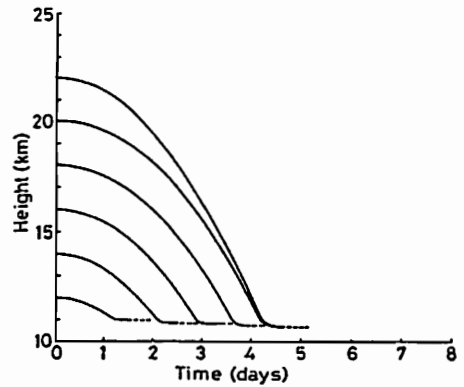


Figure 1. Change of height depending on time for stratospheric particles growing by condensation of water and nitric acid. (Super saturation ratio : 0.01)

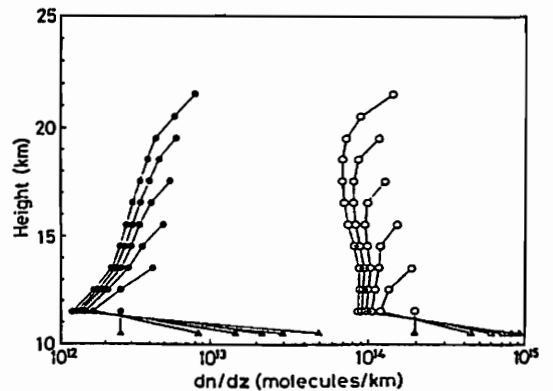


Figure 2. Amounts of nitric acid and water exchanged between PSC-II (ICE) test particles and the atmosphere. (●: condensation, ▲: evaporation, nitric acid) (○: condensation, △: evaporation, water)

山本博聖、安孫子文昭、久田裕介、内藤一郎、関口宏之、牧野忠男
立教大理学部

Ground-based measurement of the O₂ 1.27 μm, the OH(3-1) and (4-2) bands

H. Yamamoto, F. Abiko, Y. Hisada, I. Naito, H. Sekiguchi, T. Makino
Rikkyo Univ.

The O₂ 1.27 μm, the OH(3-1) and (4-2) bands have been measured by means of a filter radiometer from dusk to dawn at Dodaira(850m, 36° N). A twilight decay profile of the 1.27 μm is used to deduce the mesospheric ozone density. The nightglow intensity of the 1.27 μm is inferred to be 60~70kR. Correlations between the nocturnal variations of the OH(3-1) and (4-2) bands are very good. The nighttime intensity of the (3-1) band is about 40kR, and is nearly equal to that of the (4-2) band.

1989年1~2月に堂平にて近赤外大気光の地上観測を行なった。対象はO₂ 1.27 μmならびにOH(3-1)、(4-2)バンドでありバンドパスフィルターを順次入れ換えて測定を行なった。検出素子はGe(LN₂)を用いた。各フィルターの特性ととらえている大気光のBand Capture functionを表に示した。図1~3に得られた大気光の時間変化を示す。図1はO₂ 1.27 μm光の変化を表わしている。この図のように光量は日没直後から減少し日没後4~5時間で一定値を示し、日出直前に急激に増加するパターンが標準である。夕方の時間変化の様相から昼間に存在していた75~90kR領域のO₂密度の情報が得られる。また夜の一定値から透過率(6.4%)を考慮して上層で発光しているO₂ 1.27 μm光量を求めると2/5 75kR, 2/6 90kR, 2/7 60kRとなる。他の例もほぼ60~70kR程度にある。一方OH大気光の(3-1)と(4-2)の変動は良い相関を示しており、これらの強度は夕方の変化も小さく夜間を通して10-20%の変動内にある場合が多い。また(3-1)/(4-2)の強度比はフィルターCへのO₂ 1.58 μmの寄与をさしひいて比べるとほぼ1となる。2/6-2/7の結果はO₂、OHとも他の日の結果と比較すると夜間の変動が大きく、また0330頃にO₂ 1.27 μmに見られるピークに対応するピークが、OH側については0400過ぎに現われているようにみえている。他の観測日にはこれほど顕著にはでない。大気波動の影響がO₂とOHの発光層のピークの遅いにより光量の時間差となっておりと思われる。

フィルター特性

Filter	A	B	C
λ ₀ (Å)	12666	15073	15758
Δλ (Å)	93.4	134	91.2
T _{max}	46.5	46.5	21.8
O ₂ (0-0) 1.27 μm	0.324		
O ₂ (0-0) 1.58 μm			0.105
BCF OH(3-1)		0.120	0.0015
OH(4-2)			0.0208

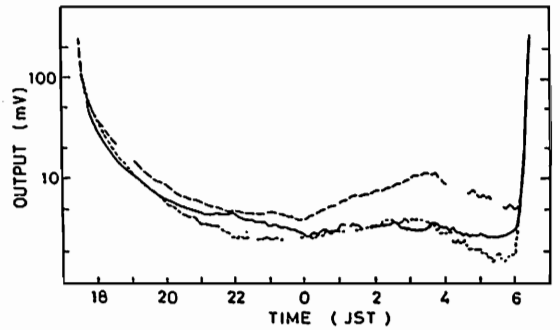


図1. O₂ 1.27 μmの変化
—— Feb. 5-6, - - - Feb. 6-7, ····· Feb. 7-8

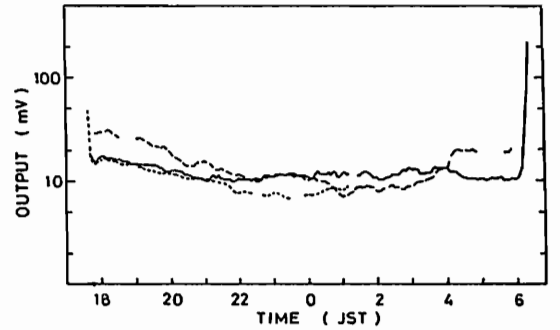


図2. OH(3-1)

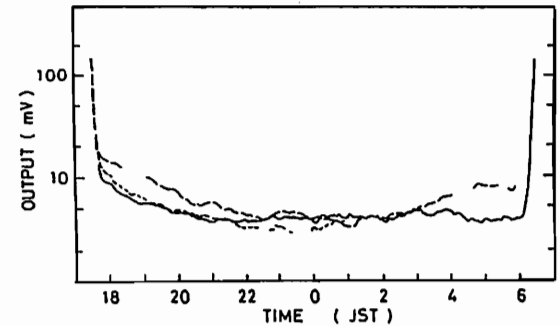


図3. OH(4-2) (O₂ 1.58 μmも含む)

北 和之・岩上直幹・小川利紘
東京大 理学部

A ROCKET OBSERVATION OF THE O₂ HERZBERG I SYSTEM AND THE OI GREEN LINE
IN THE NIGHT AIRGLOW

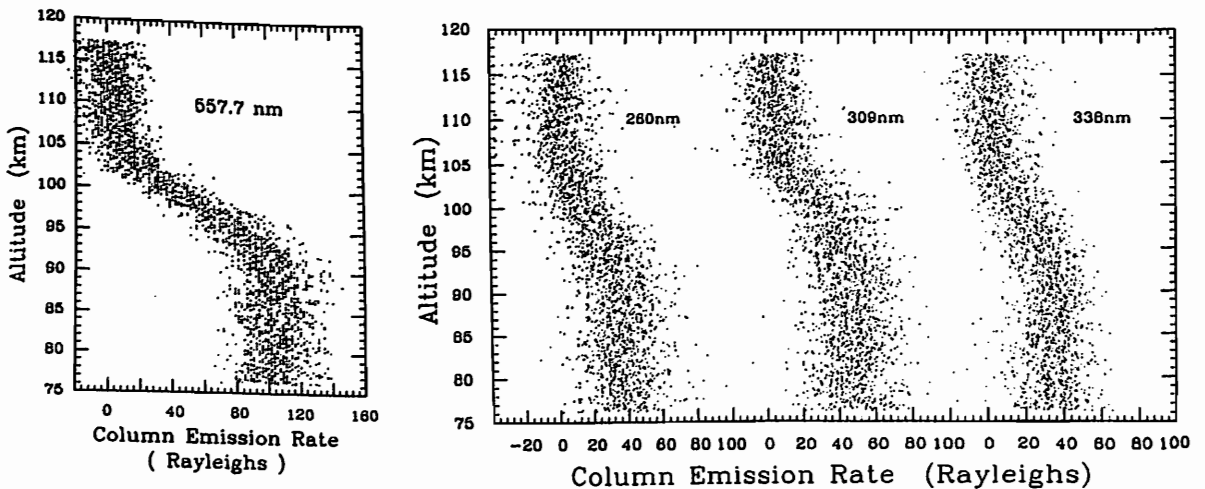
Kazuyuki KITA, Naomoto IWAGAMI and Toshihiro OGAWA
Geophysics Reserch Laboratory, University of Tokyo

The airglow emissions at three different bands of the Herzberg I system, originating from higher, middle and lower vibrational states of O₂(A'³Σ_g⁺), as well as the OI green line at 557.7 nm were simultaneously observed by using photometers on board the sounding rocket S310.19 flown from Uchinoura (31°N) on Feb.1, 1989. The data are now being analyzed in detail, and being compared with the data obtained in the before rocket observation (Sep.6, 1986). Some implication to the excitation mechanism of these emissions will be discussed according to the results.

高度 95km 付近に発光領域を持つ夜間大気光, O₂ Herzberg I system 及び OI green line は, 早くからその存在が知られており, そのエネルギー源が酸素原子の再結合であることも知られているが, しかしその励起過程の詳細についてはなお議論の対象となっている. 今回我々は, この励起過程の解明を目的として, 酸素原子密度の直接観測 及び 兩大気光の高度分布の同時観測を計画し, 1989 年 2 月 1 日之内浦 (31°N, 131°E) において観測ロケット S310.19 により実施した.

今回初めて行った酸素原子密度の直接観測では, 残念ながら芳しい結果が得られなかったが, 大気光強度の観測は成功した. 下図は, ロケットの上昇時に得られた各波長における鉛直柱放射強度である (1 Rayleigh = $10^6/4\pi$ photons per cm²-str-s-column).

現在, より詳細な解析をおこなっており, その結果及び, 以前観測したこれら大気光の高度分布 (第 82,83 回講演会にて発表) と比較しての議論など講演会時には発表できるものと期待している.



Figures : Vertical column emission rates of the night airglows, the OI green line at 557.7nm and the O₂ Herzberg I system at 260, 309 and 338nm.

岡野章一、塩川和夫、中島英彰、福西 浩 (東北大理)

A technique for recovering two-dimensional distribution of
thermospheric winds and temperatures using a Fabry-Perot Doppler Imaging System

S. Okano, K. Shiokawa, H. Nakajima, and H. Fukunishi (Tohoku Univ.)

A data analysis technique for retrieving two-dimensional distribution of thermospheric winds and temperatures from fringe data obtained with a newly developed Fabry-Perot Doppler Imaging System (FPDIS) has been developed based on the method given by Killeen and Hays (1984) in which quasi-linear least-squares fitting process involving matrices is used. Simulated observational data were analysed to evaluate the adequacy of the method. Actual fringe data obtained from the FPDIS airglow observation will be processed by this analysis method.

ファブリーペロー干渉計による原子輝線の干渉フリンジから発光層の風、温度を導出する方法として、通常は観測された一周期分のフリンジのフーリエ級数展開と発光層の風、温度および装置関数をパラメータとして級数展開で計算される理論フリンジとの最小二乗フィッティングが行われる。しかしながら 2 次元ドップラーイメージングの場合、記録されるフリンジの自由波長域の数 (フリンジ本数) を i 、方位角方向の分割数を j としたとき 1 画面のデータについて $i \times j$ 個のフリンジの解析を行うことになり、従来の非線形最小二乗フィッティング法では計算に膨大な時間を必要とし不适当である。そこで我々は Killeen and Hays (1984) による行列を用いた最小二乗フィッティングの方法を採用し、これを 2 次元ドップラーイメージングに適用できるように改良を加えることにした。この方法は本来は DE 衛星に搭載のファブリーペロー干渉計による膨大なデータ処理のために考案されたもので 2 次元ドップラーイメージングのように多量のフリンジを処理する際に最も効率的といえる。実際の観測データへの適用に先だて、新たに製作されたファブリーペロードップラーイメージングシステム (FPDIS) の装置パラメータを用いて行ったシミュレーションの結果によると、

- (1) 1 自由波長域に含まれる CCD ピクセル数の有限性のために、温度導出にあたって 10-20K の系統誤差が生ずるが風の導出には影響しない。
- (2) S/N ~ 20 の観測データに対して風について 15-20m/s、温度について 40-60K の偶然誤差が生ずる。
- (3) 超高層大気中での温度の水平勾配は風および温度の導出にあまり影響しないが、風速分布の勾配が大きい場合温度の導出に影響がでる

ことがわかった。シミュレーションの一例として図 1 に、S/N ~ 20 の疑似観測データ (点線) と行列による最小二乗フィッティングで得られた理論フリンジを示す。

口径 116mm のエタロンを用いた新 FPDIS は最近蔵王観測所に設置され、現在晴天待ちの状態であるが講演では大気光による 2 次元ドップラーイメージングに実際に適用した結果を紹介する予定である。

参考文献 Killeen, T., and P. B. Hays, Doppler line profile analysis for a multi-channel Fabry-Perot interferometer, Appl. Opt., 23, p612, 1984.

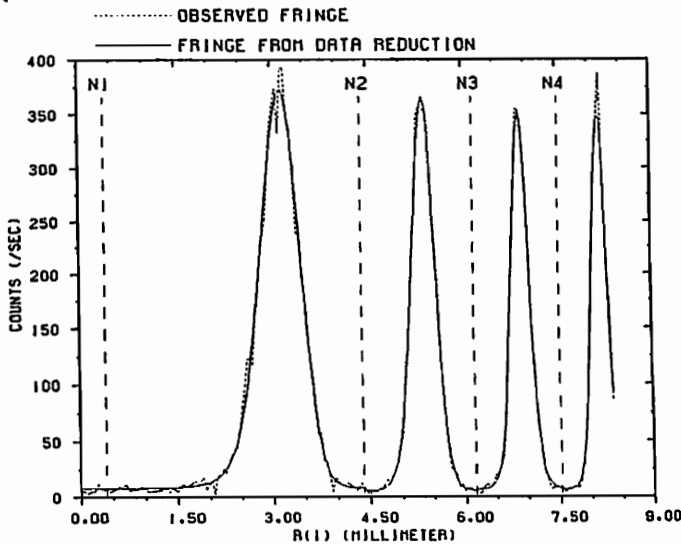


Fig. 1. An example of simulation results. Dashed line is simulated observational data for 630nm. Solid line is the best fit theoretical fringe retrieved from the analysis.

D / H 比測定用吸収セル付き
真空紫外分光計の開発

川原琢也、岡野章一、福西浩
東北大理

DEVELOPMENT OF A VUV SPECTROMETER EQUIPPED WITH
ABSORPTION CELLS FOR MEASUREMENTS OF D/H RATIOS

T. Kawahara, S. Okano, H. Fukunishi
Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University

D/H ratio is an important value which provides information concerning the evolution of planetary atmosphere. We are developing a VUV spectrometer equipped with a set of absorption cells which will enable us to measure the D/H ratios. The spectrometer is a Wadsworth mount type containing two absorption cells. Each cell has a tungsten filament to produce hydrogen atoms through thermal dissociation. It has been confirmed that the spectrometer can isolate HLy α line from radiation of H $_2$ capillary lamp, and that HLy α emissions are absorbed by switching on a filament within the cell containing H $_2$ gas.

D/H比は、太陽系生成過程の重要な値である。水素と重水素のD/H比を測定する目的は、惑星の進化に関する情報を得ることにあり、これは惑星の形成過程を知る上で重要な手がかりとなる。本研究では、真空紫外分光計を開発し、H α 線とD Ly α 線を同時に測定できるようにした。この装置は、Wadsworth型分光計であり、2つの吸収セルを備えている。各セルには、熱分解によって水素原子を生成させるためのタングステンフィラメントが設置されている。H $_2$ キャピラリーランプからの放射からH Ly α 線を分離し、H $_2$ を含むセル内のフィラメントをスイッチングすることで、H Ly α 線が吸収されることを確認している。

(1) 真空紫外分光計の原理
H Ly α 線 (121.566 nm) と D Ly α 線 (121.533 nm) は、波長が非常に近い。このため、単に分光鏡だけでは分離できない。そこで、吸収セルの構造を工夫し、H Ly α 線は透過させ、D Ly α 線は吸収させるようにした。具体的には、セル内にH $_2$ とタングステンフィラメントを封入し、H Ly α 線は透過させ、D Ly α 線は吸収させるようにした。

(2) 実験装置
実験装置は、真空紫外分光計、吸収セル、検出器、真空システムから構成されている。真空システムは、拡散ポンプとガスシリンダーで構成されている。また、検出器は、MgF $_2$ 窓を有する検出器である。

観測の目的は、D/H比を測定することである。H Ly α 線とD Ly α 線の強度比を測定することで、D/H比を算出することができる。本研究では、この装置を用いて、惑星大気中のD/H比を測定する実験を行っている。

真空紫外分光計は、太陽系生成過程の重要な値である。水素と重水素のD/H比を測定する目的は、惑星の進化に関する情報を得ることにあり、これは惑星の形成過程を知る上で重要な手がかりとなる。本研究では、真空紫外分光計を開発し、H α 線とD Ly α 線を同時に測定できるようにした。この装置は、Wadsworth型分光計であり、2つの吸収セルを備えている。各セルには、熱分解によって水素原子を生成させるためのタングステンフィラメントが設置されている。H $_2$ キャピラリーランプからの放射からH Ly α 線を分離し、H $_2$ を含むセル内のフィラメントをスイッチングすることで、H Ly α 線が吸収されることを確認している。

(3) 吸収セル
吸収セルは、10 cmの長さを持つ。セルの一端には、MgF $_2$ 窓があり、検出器が取り付けられている。セルの内部には、H $_2$ とタングステンフィラメントが封入されている。セルの構造は、Fig. 2に示す通りである。

水素を封入したセルは、H Ly α 線を透過させ、D Ly α 線を吸収させるように設計されている。このセルを用いて、D/H比を測定する実験を行っている。

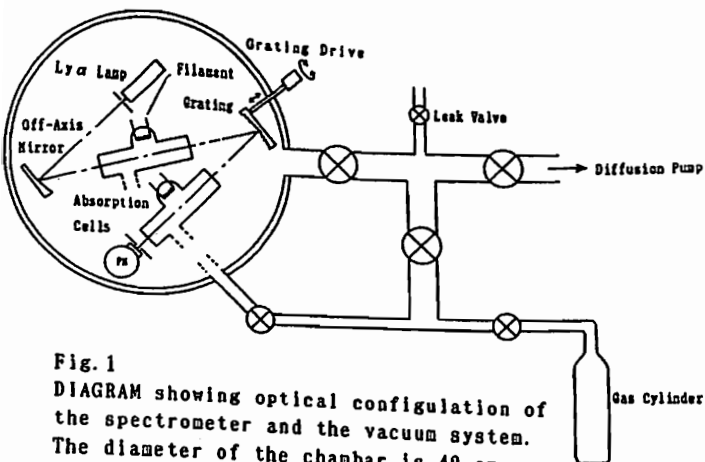


Fig. 1
DIAGRAM showing optical configuration of the spectrometer and the vacuum system. The diameter of the chamber is 40 cm.

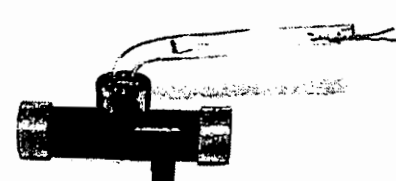


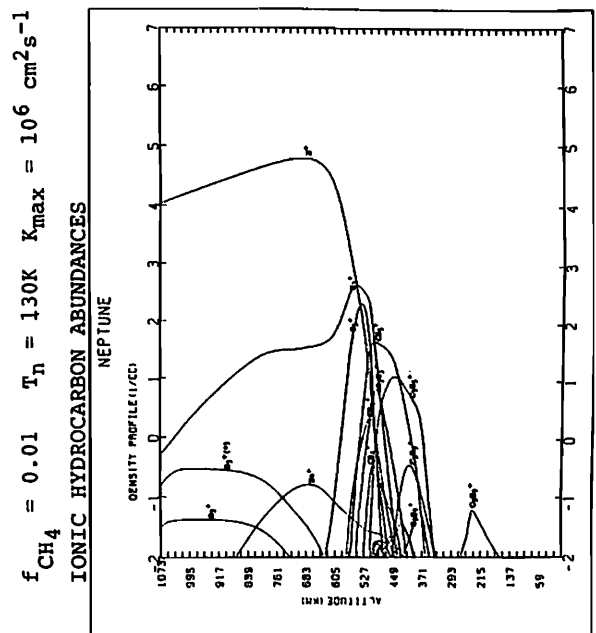
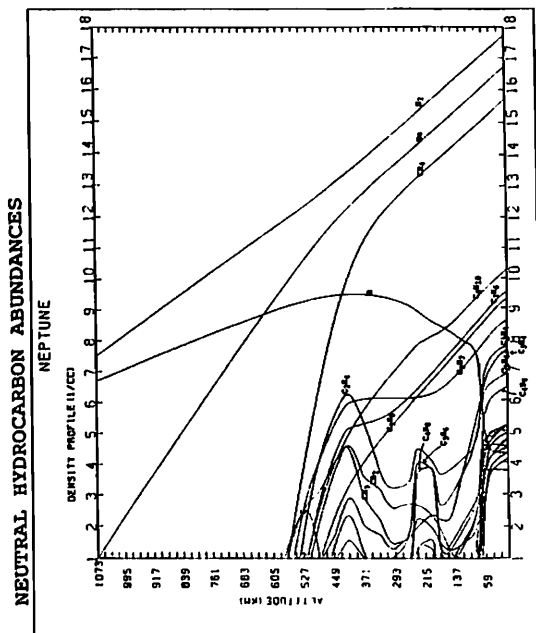
Fig. 2
ABSORPTION CELL equipped with tungsten filament which produces hydrogen atoms through thermal dissociation.

HYDROCARBON ABUNDANCE IN THE NEPTUNIAN ATMOSPHERE

OSAMU ASHIHARA
 UNIV INDUSTRIAL TECHNOLOGY, DEPT INFORMATION TECHNOLOGY

The author once made a detailed study on methane photochemistry in the outer planets (ISAS RN 602, 1983) and therein quite a small mixing ratio of methane was given for the stratospheres of the remote outer planets such as Uranus and Neptune (respectively, 3×10^{-6} and 1×10^{-6}). While at present the value seems still valid for Uranus (G.S.Orton et al., ICARUS, 70, 1, 1987), a significant revision is very probably necessary for its Neptunian value. Recent theoretical studies on the thermal structures of these outer planets (J.A.Appleby, ICARUS 65, 383, 1986) and re-interpretation of the old infrared data which had suggested a strong depletion of methane, have both brought about a rather high value of methane abundance (-0.02) for the Neptunian stratosphere. It is to be noted that such a large mixing ratio as posed is not necessarily a matter of immediate understanding, since according to the usual way of thinking the extremely low temperature at the tropopause (55 - 60K) will strongly prevent CH_4 to distribute above the region (cold trap): some ideas of making CH_4 forcibly distribute at the stratospheric altitudes are currently being presented and the most interesting is the so called convective penetration mechanism, which states that the convective motion is so violent that the methane molecules are, without suffering significant condensation, swept upward to the region where the temperature is higher. (in other words the time scale for transport is much shorter than that for condensation).

From the circumstances as described above and also from related to the coming Voyager-Neptune encounter, methane photochemistry in the Neptunian atmosphere has again been investigated, adjusting the parameters (solar, planetary, radiometric and photochemical parameters) as appropriate as possible under the current status of knowledge. Shown below are the typical figures of the density distributions of the neutral and ionic hydrocarbon species calculated for the Neptunian atmosphere.



$f_{CH_4} = 0.01$ $T_n = 130K$ $K_{max} = 10^6 \text{ cm}^2\text{s}^{-1}$

11p-II-10 下部対流圏 3次元風速の
M U レーダー観測 (速報)

前川泰之¹ 深尾昌一郎² 横田友昭¹ 阿尾直樹² 山中大学² 津田敏隆² 山本衛²
中村卓司² 加藤進² 1:大阪電通大 2:京大超高層

MU radar observation of three-dimensional motions
in the lower troposphere: Quick looks

Y. Maekawa¹, S. Fukao², T. Yokota¹, N. Ao², M. D. Yamanaka², T. Tsuda², M. Yamamoto²
T. Nakamura² and S. Kato² 1:Osaka Electro-Commun. Univ. 2:RASC, Kyoto Univ.

MU radar has a potential tool to investigate synoptic- or meso-scale atmospheric motions due to its extremely high time and height resolutions compared with conventional techniques. We discuss wind fluctuations associated with passage of cold vortex in the lower troposphere, which may affect radio telecommunication links in microwave and millimeter wave frequencies. This study reveals another cell-like structure with time scale of about 5 h at the heights lower than 4 km. This suggests the height variation of cloud convection characteristics below the cold front.

MUレーダーは、非常に高い時間分解能(1分程度)と高度分解能(150m程度)を持ち、複数のビームにより大気の3次元的な風速を観測できるなどの数多くの特長を有する。またバルーンや気象レーダーに比べ分解能・連続性・全天候性に優れ、大気中の中小規模擾乱現象を解析するのに格段に有利な観測手段であるといえる。

中層大気下部においては、主に上部対流圏~下部成層圏(5~25km)についてこれまで解析が行われてきたが、地上~5kmの下部対流圏も数々の気象現象を含んでおり、中層大気下部全般を研究する上で非常に重要な領域である。またこの地上近く(5km以下)の大気は、マイクロ波・ミリ波等の通信回線に対しても電波の減衰やシンチレーション等多大な影響を与える領域であり、本研究からこれらの諸問題についても有用な情報が得られるものと期待される。

図1は1985年6月6日~7日に観測された南北・鉛直方向成分からなる風速ベクトルの高度分布を2~12kmの範囲で示したものである。高度10km以上において6日の16時以後に見られる南向き風速の顕著な強まりは、前線の寒冷渦通過に伴うものであり、この直下に周期2時間程度のセル状構造(寒冷渦周囲の雲対流と思われる)が存在することが既に指摘されていた。今回の解析により、この構造は高度6km当りで一旦消失し、さらに下層の4km以下では別の周期5時間程度のセルが見られることが明らかになった。講演では、これらのセル状構造の高度変化と背景の平均流やエコーパワーとの関係についてさらに詳しく検討する。

参考文献: Fukao et al.(1989) Pure Appl. Geophys., 130 (2/3) 463-479.

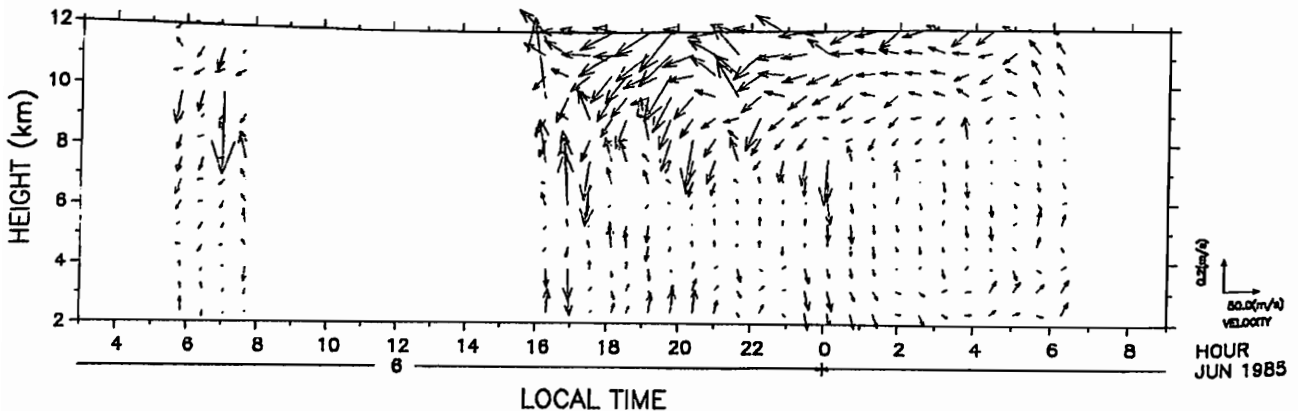


図1 1985年6月6日~7日の南北・鉛直方向風速ベクトルの時間高度変化

MU レーダーで検出された
対流圏界面ジェットの上における鉛直流逆転現象
深尾昌一郎・山中大学・古川 浩・津田敏隆・山本 衛・中村卓司・加藤 進
(京都大学超高層電波研究センター)

A REVERSAL OF VERTICAL WINDS AT THE TROPOPAUSE JET
FOUND BY THE MU RADAR

Shoichiro Fukao, Manabu D. Yamanaka, Hiroshi Furukawa, Toshitaka Tsuda
Mamoru Yamamoto Takuji Nakamura and Susumu Kato

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

The MU radar has been used on a regular basis for tropo/stratospheric wind observations on four consecutive days in each month since December 1985. In the thirteen months out of 36 months for which the data have been analyzed so far, four-day mean vertical winds show a velocity reversal from positive to negative near the jet stream only when the jet stream velocity exceeds approximately 50 m/sec. This reversal cannot be explained by adiabatic geostrophic motions only, and an additional contribution of transverse circulations, which are essentially diabatic and geostrophic, is necessary.

大型レーダーの他の高層気象観測手段に対し卓越した長所の一つは、鉛直流の直接測定が可能なことである。MU レーダーでは、これまで毎月4～5日ずつ連続して上部対流圏～下部成層圏(高度5～25km)の、鉛直流を含む3次元風速の観測を行ってきた。このほど、1985年12月～1988年11月の3年間にわたる観測結果をそれぞれ平均して整理したところ、対流圏界面ジェットを境にして上側で上昇流、下側で下降流となる鉛直流逆転現象が、冬季を中心とする多くの月において見出された(図1)。その出現確率は、10～5月では23観測例中14例つまり約60%であり、風速極大値が約50m/sを越える場合には100%に達する。

この現象について、まず測定精度や統計的な面から検討したが、系統的な誤差が混入する可能性は全く存在しない。次に、等圧面や等温位面の起伏で生じるであろう、気象学的な準水平流成分のレーダー観測する幾何学的鉛直流への混入を計算したところ、鉛直流の向きについては数例において極めて良い一致を得たが、絶対値についてはほとんどの場合レーダー観測に比べて非常に小さい。また、各観測例について細かい時間変化を調べると、一部時間帯に平均値とは上下とも逆向きとなっている場合もあるが、過去に報告された全高度範囲同じ向きに突発的に起こる強い鉛直流(山岳波などが原因と考えられている)などとは全く規模も構造も異なる現象であることが確認された。さらに、気象庁の天気図と比較検討すると、周知のようにジェット風速の増大に対応して、温帯低気圧の発達(cyclogenesis)が見られた。

1960年代までの気象力学・総観気象学の研究(例えば Palmén and Newton, 1969)を参照すると、ここで見出された現象は、低気圧発達に伴いジェット軸(あるいは前線)と直交する面内に励起されると理論的に予想されていた非断熱的循環と良く似ている。上下逆向きのもの(低気圧消滅の場)は一般に日本上空では起こりにくく、また循環の強さも劣るため、MUレーダー観測の4～5日平均では見つからなくても不思議ではない。しかし、古典的な理論で予想されているような強い極向きの流れとは、必ずしも良い対応が取れていないなど、なお検討の余地は多い。

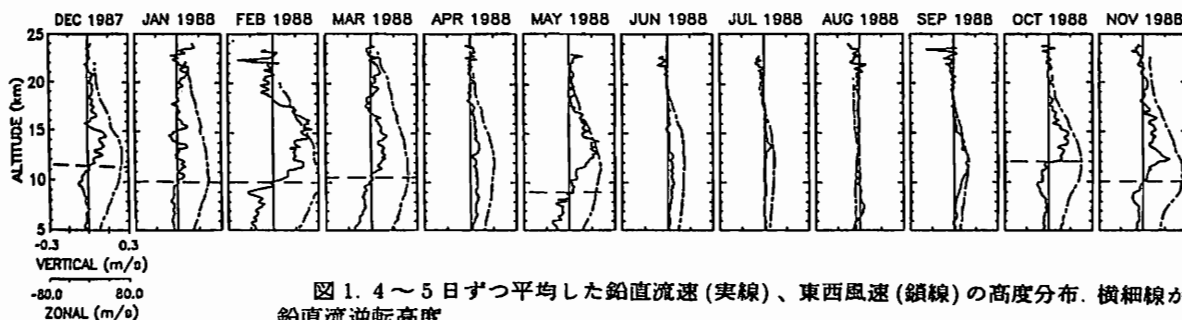


図1. 4～5日ずつ平均した鉛直流速(実線)、東西風速(鎖線)の高度分布。横細線が鉛直流逆転高度。

THE STRUCTURE OF TURBULENT LAYERS AND THEIR INTERPRETATION

R. D. Palmer ¹, R. J. Doviak ², D. S. Zrnic ², J. R. Cruz ³, and S. Fukao ¹

¹ RASC, Kyoto Univ., ² NSSL, NOAA, ³ CSPLab, Univ. of Oklahoma

The structure of tropospheric turbulent layers is examined. This is done by analyzing data collected with the Middle and Upper (MU) atmosphere radar (34.85° N, 136.10° E) on March 17, 1987 at approximately 19:36 local time. The 16 antenna beam directions of the MU radar used were for azimuth angles 90°, 210°, and 330°, with zenith angles from 0° to 10° in 2° steps. The Nyquist velocity was set at 42 ms⁻¹. With coherent and incoherent averaging, a 128 point Doppler spectra is recorded from each of the 16 beams and 64 gates (gate spacing is 150 m) every 9.83 s.

The range-height-indicator (RHI) contour plot of normalized power (echo power multiplied by range squared, also proportional to reflectivity) is shown on the left side of Figure 1. A threshold is used so that the contour plot shows only the largest 50% of the normalized power levels, which makes the observation of high reflectivity layers easier. As one can observe, there exist distinct high reflectivity layers at 11.8, 12.9 and 13.9 km.

The structure of the refractive index irregularities is an important topic if we are to understand the scattering of electromagnetic waves. The shape of these refractive index variations is related to the three-dimensional autocorrelation of the refractive index. Aspect sensitivity of reflectivity has been observed at VHF wavelengths [Johnston and Balsley, 1987; Hocking et al., 1986]. Consequently, one deduces that aspect sensitivity of reflectivity is significantly influenced by the structure of those refractive index irregularities that contribute significantly to the reflectivity, which changes as the zenith angle is changed (see Figure 2). Layers of high reflectivity have been known to be formed in regions of a very stable potential temperature gradient (i.e. regions of strong buoyancy forces). These buoyancy forces compress the irregularities, and therefore, more anisotropic effect should be observed in thin layers. This is seen in the middle of Figure 1, where 10log(P₀/P₁₀) which is a measure of the aspect sensitivity of reflectivity is plotted versus height, and one can clearly see more anisotropic behavior in the high reflectivity layers. This has also been observed by Tsuda et al. [1986].

By examining the potential temperature and wind profiles, one can deduce a profile of Richardson number (Ri). This is seen on the right side of Figure 3. Ri is seen to drop below the critical value of 0.25 at heights 8.5 and 12.0 km. From this information, it is hypothesized that the region from 11.5 to 13.0 km is actually one large turbulent layer, with higher reflectivity on the outside portions of the layer. Such a reflectivity structure has also been observed for a smaller layer thickness by Rottger and Schmidt [1979]. The theoretical layer structure is shown in Figure 3.

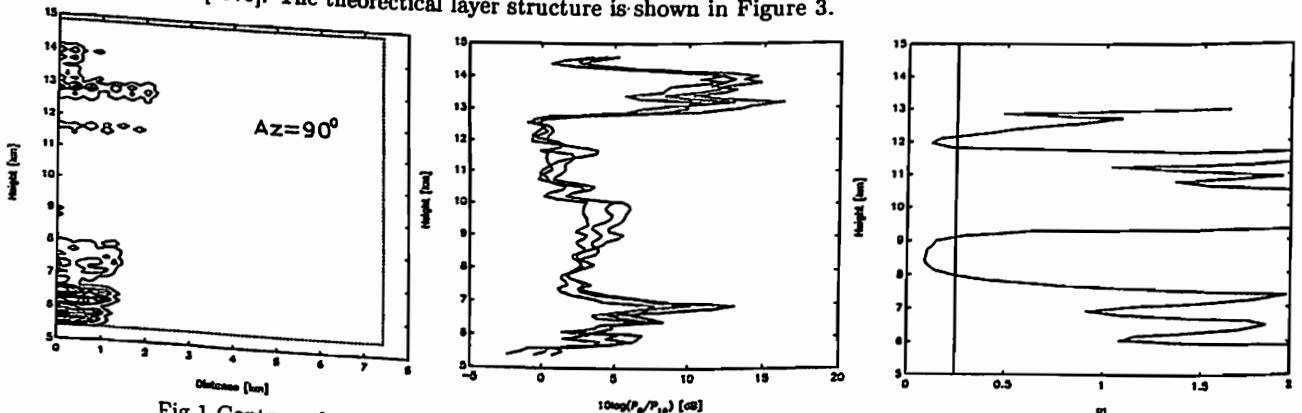


Fig 1 Contour plot of echo power compared to profiles of anisotropy and Richardson number.

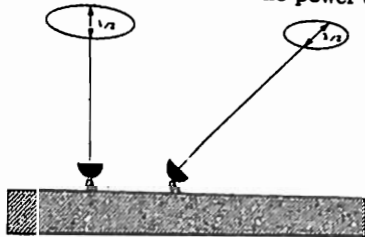


Fig 2 Depiction of anisotropic eddies for off-zenith pointing angles.

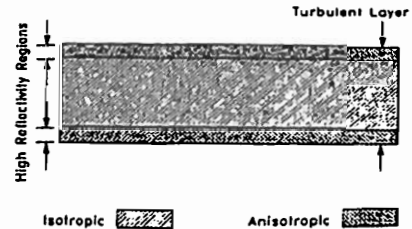


Fig 3 Hypothesized structure of a turbulent layer.

津田 敏隆¹・足立 樹泰¹・増田 悦久²・高見 友幸¹・加藤 進¹・深尾 昌一郎¹

1: 京大超高層 2: 通総研

An Optimum Ratio between the Acoustic and Radar Pulse Lengths for RASS (Radio Acoustic Sounding System) Temperature Measurements

T. Tsuda¹, T. Adachi¹, Y. Masuda², T. Takami¹, S. Kato¹, S. Fukao¹

1: Radio Atmospheric Science Center, Kyoto Univ. 2: Communication Research Laboratory

In the last several years we have been working on temperature monitoring in the troposphere with RASS, which consists of a high-power acoustic transmitter and the MU radar. We report in this paper that a ratio between acoustic and radar pulse lengths has important effects on the accuracy of temperature measurements. From numerical computations, we have found that RASS echoes usually include both Doppler and transmitted acoustic frequency components, where the former is related to sound speed, and therefore, atmospheric temperature. Numerical model also shows that an optimum acoustic wave cycle is about 20 for the MU radar/RASS experiment with 150 m resolution, which has been verified by the actual experiment.

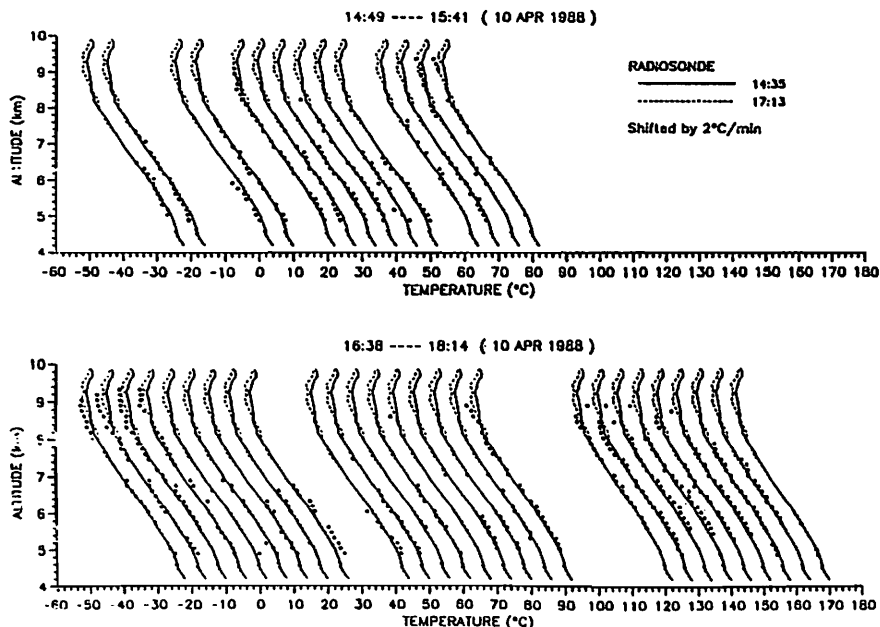
本研究ではMUレーダー/RASSによる対流圏における大気温度プロファイルの測定精度を数値計算によって考察し、実際の観測結果と比較して適切な観測パラメータを求めることを主要テーマとしている。

RASS観測において有意なエコーを受信するためには2つの条件が必要である。第一にRASSエコーが後方反射されるためにアンテナビームと音波面が直交すること、二番目に複数の音波面からのエコーが同位相となり強め合うこと(ブラッグ条件)である。従来の研究によって第一の条件を満たすために音波面のレイトレイシングを行い、アンテナビームを適切に走査しなければならないことが知られている。ブラッグ条件は音波波長が電波波長の1/2である場合に満足されるが、背景の温度、風速により音波波長が微妙に変化するためすべての観測対象高度でブラッグ条件を完全に満足させることは困難であり、連続した高度プロファイルを得るためにブラッグ条件を完全には満たしていない高度においても測定を行わなければならないのが実状である。ブラッグ条件からのずれの許容度を調べるためにRASSエコーの数値モデルを考案し、音波及び電波パルス長が温度の推定精度に与える影響を考察した。

数値計算の結果、ブラッグ条件を満足しない場合にドップラー周波数偏移の推定値が真の値から音波周波数側へずれるため温度推定に誤差を生じ、誤差は音波パルスがレーダーの電波パルスに対して長い場合に顕著であることが判明した。従って温度測定の精度を向上させるためには、必要なエコー強度と高度分解能を考慮して音波パルス長は小さく電波パルス長は大きくすることが望ましいという結論が得られた。

実際の観測結果と数値計算の結果を比較すると、1989年2月24日の観測から音波パルスが長い場合には推定された温度勾配は背景の値より小さくなるという数値計算で推定された誤差が現れた。

これらの点を考慮して、最適な観測パラメータとして電波パルス長を150m(1μsec)とし音波パルス長を約60m(約20周期分)とすると良いことが判明した。1988年4月10日の観測ではこれらの観測パラメータを用いて観測されたため下図に示す様に推定された温度プロファイルはラジオゾンデの観測結果とよい一致を示した。



阿尾直樹、山中大学、深尾昌一郎、山本衛、中村卓司、津田敏隆、加藤進、
京都大学超高層電波研究センター

Temporal and Spatial Variability of the Middle Atmospheric Turbulence Observed by the MU Radar

Naoki Ao, Manabu D. Yamanaka, Shoichiro Fukao, Mamoru Yamamoto,
Takuji Nakamura, Toshitaka Tsuda, and Susumu Kato
(Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University)

Atmospheric turbulence is observed by the MU radar with an altitude resolution of 150m in the lower stratosphere and the upper troposphere since 1986. It is found that turbulence occurs in thin layers in the stratosphere. We computed the energy dissipation rate and the eddy diffusivity every month from the observed width of the echo power spectra. We found seasonal variations of these turbulence parameters.

中層大気では、乱流による拡散作用が鉛直輸送過程において重要であるが、これまで化学物質等による推定はあるものの、季節変化、緯度変化等についてはわかっていない部分が多い。本研究では、MU レーダーにおいて1986年以來毎月得た散乱エコーのスペクトル幅のデータを用い、散乱領域内の大気速度分布との関係式(Hocking, 1985)を用いて乱流パラメータを定量的に求める。この報告では、おもに上部対流圏から下部成層圏におけるエネルギー消散率及び鉛直拡散係数の計算結果について述べる。

一般に乱流の強度は対流圏界面付近で極小となり、中層大気では上方ほど増大する。各月の観測例を細かくみると(図1)、対流圏内では塊状あるいは鉛直に伸びた分布、成層圏側では層状の分布をしていることがわかる。これらはそれぞれ対流活動や内部重力波の碎波と関係しているものと考えられる。特に平均的乱流強度の小さい上部対流圏における変動は非常に大きく、鉛直輸送過程が時間的にも空間的にも一様でないことを示している。

一方約3年間にわたる観測結果をまとめると、夏の成層圏付近に1つの極大がみられる。これは内部重力波の伝播状況にみられる特異性や、碎波理論による推定とも矛盾しないものである。なお、MU レーダーにおける観測値はオーダー的に他の場所におけるものと大差なく(エネルギー消散率で $10^{-4} \sim 10^{-3} m^2/s^3$)、緯度や季節による変化は鉛直変化ほどには顕著でないものと考えられる。

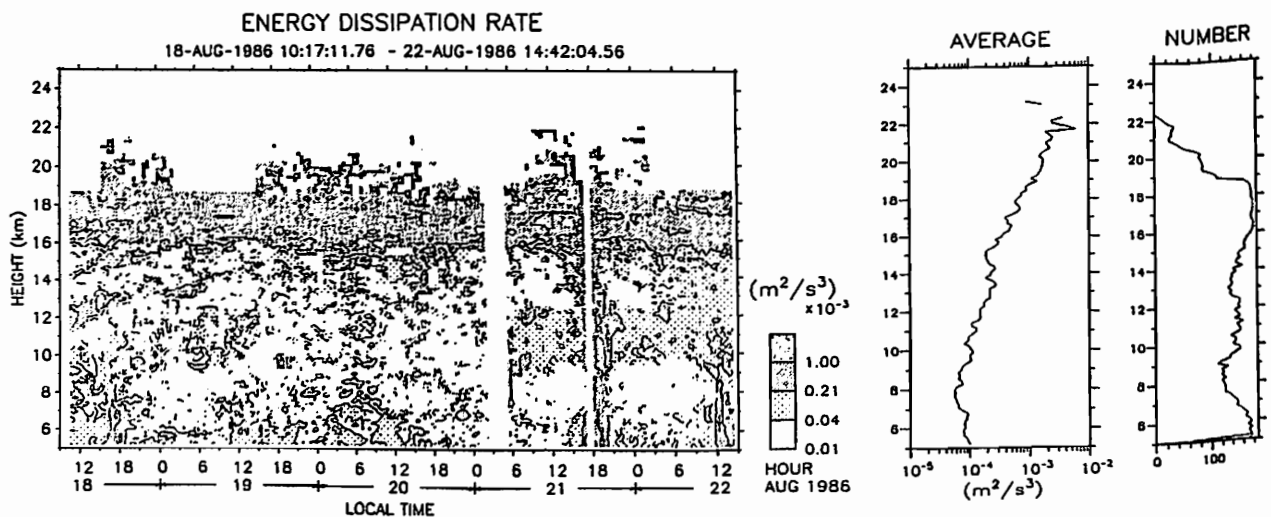


図1: 1986年8月のエネルギー消散率の時間高度変化

MUレーダーで観測される 中間圏散乱エコー層の特性

村岡良和・杉山卓也・深尾昌一郎・山本衛・山中大学・津田敏隆・中村卓司・加藤進
(兵庫医大物理) (京大理) (京大超高層電波研究センター)

CHARACTERISTICS OF MID-LATITUDINAL MESOSPHERIC SCATTERING ECHO OBSERVED WITH THE MU RADAR

Y. MURAOKA (HYOGO COL OF MEDICINE), T. SUGIYAMA (KYOTO UNIV), S. FUKAO,
M. YAMAMOTO, D. YAMANAKA, T. TSUDA, T. NAKAMURA and S. KATO (KYOTO UNIV RASC)

A stable layered structure of VHF echoes has been frequently seen in the daytime in the mesospheric observation with the MU radar. The height of the echoing layer seems to be dependent on time of year and on the latitude of observation point. As a trial to make clear the primary mechanism generating such echoing layers, we examined the aspect sensitivity of the echo power. It is shown here that an isotropic scattering mechanism is dominant in the mesospheric echoing layer at middle latitudes.

中間圏でのVHFレーダービームの散乱エコーはある高度で強くなり、数時間持続する層構造を示す事が多い。しかしながら、その発生高度は普遍的ではなく、観測地や観測日の条件(季節変動等)によって変化する。このためエコー層の形態は多様であり、その発生機構について合理的解決はまだ得られていない。ただし、これまでの研究から大気の組織的な運動がエコー層の発生に関連している事には間違いはないと思われる。今回は、散乱エコー層の発生機構を明らかにする為の試みとしてエコー強度の天頂角依存性を調べてみたので、その結果を報告する。

MUレーダーによる中間圏散乱エコー強度の観測は1988年9月と10月に実施された。エコー強度の天頂角依存性を調べるためにビームが天頂と天頂から 10° と 20° のそれぞれの方向に向けられた。図1に9月5日に観測された天頂方向でのエコー強度の高度-時間変化の例を示す。中間圏でしばしば観測される様に、高度75 km付近に安定したエコー層が見られる。図2には、図1の10:00-16:00の間の平均エコー強度の高度分布が各ビーム方向ごとに比較して示されている。エコー層内での強度は明らかに等方的であり、天頂角にも方位角にも依存していない。このような等方散乱を示す例はこの時期に行なわれた観測に共通して見られた特徴である。講演では、このような中緯度中間圏エコー層の特徴を示すと共に、その散乱機構について議論する予定である。

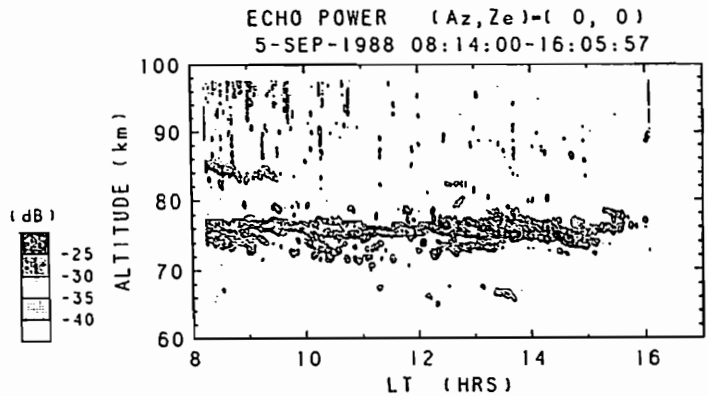


Fig. 1 Time-height section of mesospheric echo power observed with the MU radar.

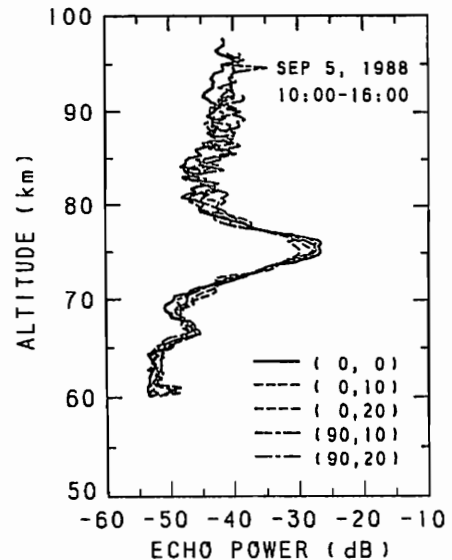


Fig. 2 Comparison between echo power profiles with different beam directions.

北 一麻呂, 津田 敏隆, 山本 衛, 中村 卓司, 加藤 進, 深尾 昌一郎
京大超高層

METEOR ECHO OBSERVATION BY THE MU RADAR
K. Kita, T. Tsuda, M. Yamamoto, T. Nakamura,
S. Kato, S. Fukao

Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

We have observed meteor echoes using the MU radar for 24 hr on 13-14 July 1989. Location of meteor trails were calculated from the range and arrival angles measured by 4-channel radio interferometer. A profile of ambipolar diffusion coefficient (D) at 76-96 km were determined from a relation between D and a decay time constant of amplitudes for underdense meteor echoes. We also report wind velocity profiles and meteor trail distribution.

MUレーダには各種の観測に対応できる柔軟なシステム構成を持つという特徴があるが、本研究ではそのなかで複数の受信機チャンネルによるアンテナの分割使用を利用して電波干渉計を構成し、流星エコーの観測を行なった。1989年7月13-14日にかけて24時間連続観測を行ない、流星飛跡の分布、風速プロファイル更に両極性拡散係数の高度分布を解析したのでその結果を報告する。

MUレーダのアンテナアレイを構成する475本の入本アンテナのうち4本を削いで干渉計とした。このうち3本は0.7波長間隔の正三角形配置であり、受信エコーの位置比較から到来角を抽出するのに用いられる。更に精度を向上させるために、2.2波長の基線長を持つ4本目のアンテナをも付加的に用いた。

計算機の経路によりデータは複素パワースペクトルの形で取得し、これを逆フーリエ変換して復素時系列データを求めた。このエコー強度により流星エコーの判定を行ない、有意なエコーについてのみ更に各受信チャンネル間の位相差を求めた。こうして個々の流星飛跡についてレンジ及び到来角から空間位置を計算した。得られたデータの一部を図1に示す。ところで拡散係数 D について真層の大気の両極性拡散係数 D とエコー強度減衰の時定数 T の関係は次式で与えられる。

$$D = \lambda^2 / (32\pi^2 T)$$

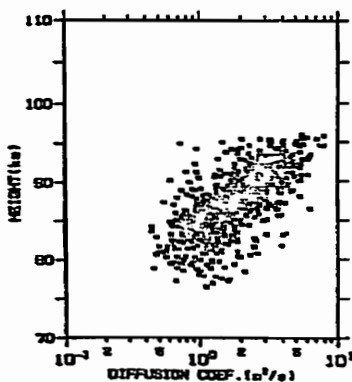
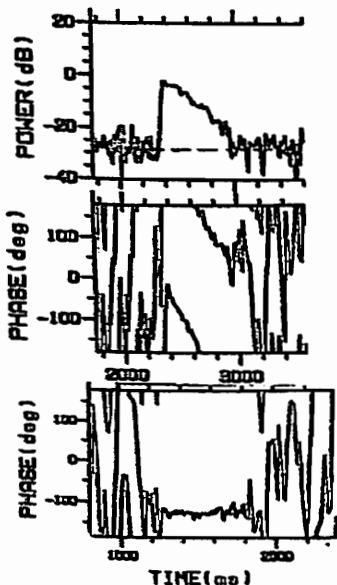
図2は流星個数の比較的少ない高度76-96kmにおいて個々の流星エコーから求めた D の高度分布((A))及び高度2km毎の各層におけるメジアン値((B))を示す。図2(B)中のエラーバーは中央値からの標準偏差を示し、被験は Greenhow et al. (1955) の観測結果である。図2の D の値は一般に高度と共に指数関数的に増大するという従来のモデルとよく一致するが、高度84km以下では高度変化が小さくなっている。1986年に行われた同様の観測でも類似した結果が得られており興味深い。これは低高度では分子状態に対して乱流拡散が卓越している事によると考えられ、turbopause の位置を示しているのと考えられるが、今後、多量のデータについて統計的解析を行っていく必要がある。

図 1. 時系列データの一つ例

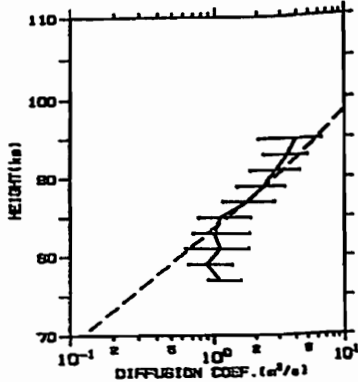
(A) パワー

(B) 位相

(C) 位相差



(A) D の高度分布



(B) 高度2km毎のメジアン値

図 2. 拡散係数 D の高度分布

中村卓司、津田敏隆、山本衛、加藤進
 京大超高層
 R.A. ビンセント
 アデレイド大学

Atmospheric Tides and Planetary Waves in the Mesosphere
 and Lower Thermosphere during the Co-operative Observations
 between Japan and Australia

Takuji Nakamura, Toshitaka Tsuda, Mamoru Yamamoto, Susumu Kato
 (Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University)
 R.A. Vincent
 (The University of Adelaide)

Continuous radar observations of winds at the geographically conjugate stations (Kyoto (35°N,135°E) and Adelaide (35°S,139°E)) were carried out from 1983 to 1986. We report in this paper comparative results on transitions of atmospheric tides and the planetary waves.

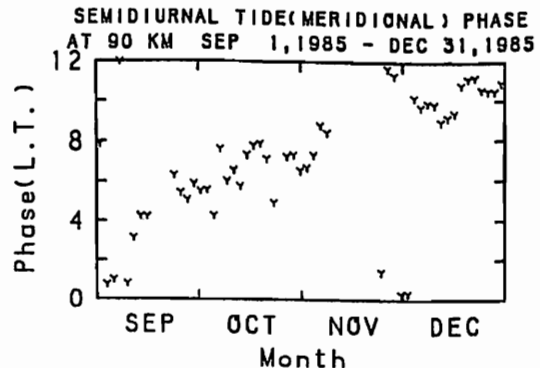
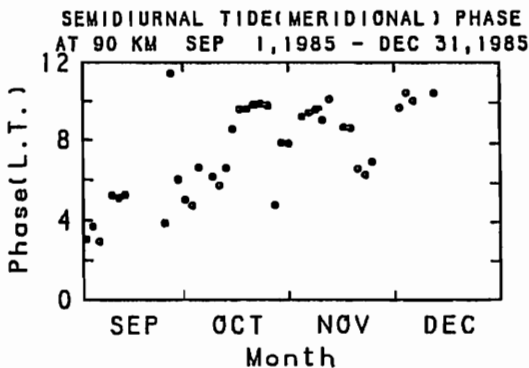
As for semidiurnal tides, it is known that there are summerlike and winterlike profiles occurring in each hemisphere. The transition of the state (Figure 1) seems to coincide.

While, diurnal tides show significant asymmetries throughout a year. But their amplitude transience has positive correlation between the hemispheres, which suggests the global enhancement of symmetric propagating mode.

大気潮汐波・プラネタリ波の観測においては全地球的に分布した観測点を持つことが必要となるが、中間圏上部・熱圏下部においては、その観測点の分布は誠に限られているのが現状であり、しかも長期間の信頼できる観測を行なっているところは僅かである。今回は、赤道をはさんで対称点である京都大学流星レーダー(35°N,135°E)とアデレイド大学分反射レーダー(35°S,139°E)の1983年~1986年の長期間同時観測のデータを用い、その大気潮汐波の変化の相関性およびプラネタリ波の同時観測についての結果を報告する。

半日周期大気潮汐波に関しては、南北各半球において夏の時期には鉛直波長が長く(>100km)、冬には短い(~数十km)というパターンを繰り返しており、しかもそれぞれにおいて潮汐波の位相は比較的安定しているという観測結果が報告されている。夏、冬の入替わりの時期を特定高度の潮汐波の位相の変化として調べると(第1図)、緯度35°付近では南北半球同時に起っていることがわかる。この変化は北半球の夏から冬(南半球の冬から夏)には短期間で変化するが、北半球の冬から夏(南半球の夏から冬)の変化は緩やかであり、このことは半日周期大気潮汐波に影響を及ぼす要因が南北半球で同時に変化していることを示唆する。一方、一日周期大気潮汐波に関しては変化はより複雑であり、半日周期波のように明確な状態変化を定義することはできない。一年を通じて南半球のアデレイドは振幅が強く、鉛直波長が短く(~30km)、京都はこの逆であり、やはり非対称を示すことが観測されている。しかし、振幅の変化をみると、1カ月程度のずれを許せば南北半球で正の相関をもつ。また北半球で鉛直波長の短くなったところを南北半球で比較すると、その位相の鉛直プロファイルは赤道に対して対称であることを示し、鉛直波長は15~30kmである。これらは全球的に伝搬性の対称モードが強くなることを示唆する。

またプラネタリ波についても南北同時観測結果を紹介する予定である。



第1図 高度90kmにおける半日周期大気潮汐波の位相の変化(北向き風) 左:京都 右:アデレイド

13a-II-1 中緯度電離圏F領域におけるE×B不安定

丸山 隆
(通信総研稚内)

E×B INSTABILITY IN THE IONOSPHERIC F REGION AT MIDLATITUDES

Takashi Maruyama
(CRL/ Wakkanai Radio Wave Observatory)

Ionospheric instability in the F region at midlatitudes is examined when zonal electric fields exist. The instability growth rate is calculated considering plasma in the entire flux tube. Ion density distribution is obtained by a modeling approach, in which ion continuity equation is solved. The gravitational Rayleigh-Taylor mode is stable at midlatitudes, while the E×B mode is unstable when the ambient electric field is eastward. As a net effect, the midlatitude ionosphere becomes unstable against strong eastward electric fields. The instability accounts for midlatitude ionospheric irregularities such as conjugated ducted echoes on topside ionograms, plasma blobs observed as in-situ method, and some of midlatitude spread-F phenomena.

1. 序

電離圏F領域における不規則構造は緯度に関して大別し、3つの地域に分けて議論することができる。第一は赤道地域で、プラズマ・バブルの発生に伴う。第二は極域で、高エネルギー粒子の降下と関連している。第三はこれら領域に挟まれた中緯度地域である。中緯度電離圏における不規則構造の強さは他の地域に比較して弱いが、明かに中緯度に特有の形態を示し、発生機構も異なると考えられる。しかし、観測データが豊富であるにも関わらず、その説明は最も遅れている。

2. プラズマ不安定

不規則構造が発達するためには、特別の場合を除き、電子密度分布の勾配が重要である。中緯度電離圏では、水平方向に層を成すF領域にたいして磁力線がほぼ45度の角度でこれを貫く。すなわち、電子密度勾配の方向が互いに逆である topside と bottomside とが高い導電率の磁力線によって電気的に結ばれている。このため、不安定性に与る topside と bottomside からの局所電場は互いに打ち消し合うことになる。

3. 中緯度電離圏不安定モデル

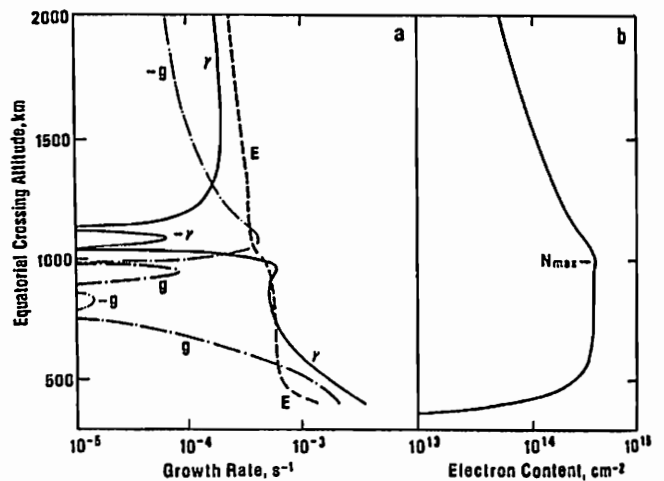
実際の電離圏においては不安定性に関与する各パラメータはF層ピークを挟んで完全な対称分布をしているわけではない。従って、密度分布の揺らぎによる局所電場が完全には打ち消されず、不安定性が生ずる可能性がある。この問題は定量的な注意深い議論を要する。我々は、実際の電離圏に近い電子密度分布をモデリングによって求め、磁力線を等電位であると仮定して非局所的な電離圏不安定性を計算した。

4. 結果

図に東向き外部電場を与えた時の不安定性成長率 (γ) が示してある。モデルは磁力線を等電位であると仮定しているため γ は同一の磁力線上で同じ値となる。図は磁力線

が赤道を横切る高度で示してある。F層ピークの高度が与えられれば緯度に換算される。成長率は重力 (Rayleigh-Taylor) モードと電場 (E×B) モード及びそれらの和について示してある。大略、重力モード (g) は赤道異常の crest より低緯度側で不安定、高緯度側で安定となる。低緯度での不安定性はプラズマ・バブル発生に対応している。これに対して、東向き電場による効果 (E) はすべての緯度で電離圏を不安定にしている。総合的には中緯度でも東向き電場によるE×B不安定が生ずることが分かる。

図の結果は topside sounder によって観測された電離圏、磁気圏ダクトの緯度分布とも一致する。また、1988年11月30日の電離圏大擾乱にともなうシンチレーションの発生時刻と $h'F$ 変動との関係をよく説明している。



Calculated growth rate (a) and flux tube electron content (b). Shown in panel a are the gravitational term (dash-dotted curve), the EXB term (dashed curve), and their sum (solid curve). Negative values are indicated by light curves. In panel b, N_{max} corresponds to the crests of equatorial anomaly.

13a-II-2 ANISOTROPIC ENERGY DISTRIBUTION OF THERMAL ELECTRONS IN THE TOP-SIDE IONOSPHERE

Takumi ABE¹, Koh-ichiro OYAMA², Shigeto WATANABE³,
Hiroshi ANEMIYA⁴, and Takashi OKUZAWA¹

¹Denki-Tsushin University ²Institute of Space and Astronautical Science
³National Research Council, Canada ⁴Institute of Chemical and Physical Research

An instrument for the measuring the energy distribution of thermal electrons (TED) is installed in the Akebono satellite which was launched on February 22, 1989. The instrument was designed to reveal global characteristics of the thermal electrons in the energy range of 0 to a few eV. We describe observational results of the TED measurements concerning both the velocity distribution and the temperature of thermal electrons.

We obtained some of the interesting phenomena during the initial stage of the satellite operation. Among them, anisotropy of the electron temperature was significantly observed in the topside ionosphere. This result is generally consistent with earlier observation, which reported that the parallel component of the electron temperature with respect to the magnetic field is higher than the perpendicular component.

Figure 1 illustrates the electron temperature with the satellite potential obtained on April 18, 1989. The satellite traversed the polar region between 0442 and 0457 UT. Immediately after that, the satellite entered the trough region and passed out into the low latitude region. During this interval the satellite altitudes varied between 272 km (the perigee height) and 1,700 km. The change in electron temperature is generally remarkable in the polar region, and is thought to be associated with the energetic particle precipitations, which affect considerably the satellite potential. When the satellite was passing the trough region (from 0456:40 to 0458:20 UT), the electron temperature increased up to 5,700 K. Such temperature increase has been so far considered to result from the heat conduction from the plasmasphere where the electron energy is higher than that of the ionosphere. Figure 2 was constructed to show angular distribution of electron temperature, whose data was obtained on the same day. Electron temperature was represented as a function of the angle between the sensor normal and the geomagnetic line of force. As shown in Fig.2a whose data was observed in the polar region, perpendicular component of electron temperature is lower than parallel component. However, the angular distribution of electron temperature shown in Fig.2b became to show isotropic distribution at the time when the satellite moved to the low latitude region. Further details of the anisotropic energy distribution will be described.

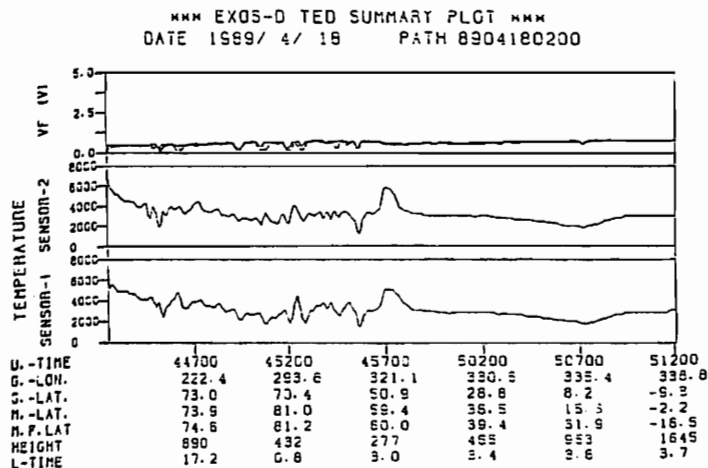


Figure 1. Electron temperature obtained on 18th of April 1989.

1989/ 4/ 18

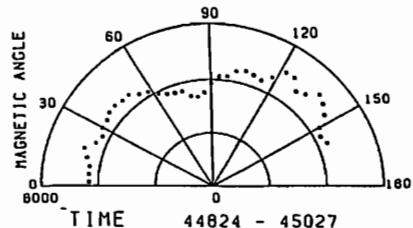


Figure 2a. Angular distribution of electron temperature.

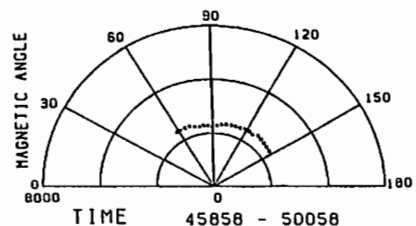


Figure 2b. Angular distribution of electron temperature.

13a-II-3 大振幅電磁波放射に対する宇宙プラズマの非線形応答の

1次元及び2次元計算機実験

矢代 裕之 松本 紘 大村 善治
京都大学超高周電波研究センター

1-D and 2-D computer experiments on the nonlinear response of space plasma to an intense EM wave

Hiroyuki YASHIRO Hiroshi MATSUMOTO Yoshiharu OMURA
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

In order to predict possible ionospheric plasma response to the future SPS microwave energy beam, we have studied nonlinear interactions between intense EM waves and a magnetized plasma by computer experiments. We use an open boundary model. A steady HF current source is applied at the edge of the model to transmit an intense EM wave. We will present three main results: (1) Nonlinear ES plasma wave excitation, (2) Plasma heating due to ES wave damping, and (3) Filamentation instability.

近未来に達成されるべき新しいエネルギー入手方法であるSPS(太陽発電衛星)を想定し、電離層プラズマ中に大振幅マイクロ波を放射して、そのときに引き起こされる非線形現象を観測することを目的に1983年、MINIX ロケット実験が行われた。この結果マイクロ波放射時には、特に電子サイクロトロン波の1/2の奇数倍周波数や電子プラズマ波が強く励起されることがわかった。

そこで我々はこれら静電波の発生の機構や、大振幅マイクロ波が起因するその他の諸現象を解明するため計算機実験を行ってきた¹⁾。今回用いた計算機実験のモデルは空間依存性を認めた自由境界モデルを使用した。SPSやMINIX ロケット実験により近い状況を設定するため、ある地点において電流を連続励振することによって電磁波を放射し続けてその後の諸現象を観測した²⁾。さらに今までは1次元モデルのみを採用してきたが、今回はそれに加えて初めて2次元モデルを用いた(Fig. 1)。こうすることにより従来では不可能であったビームの自己収束等の問題を扱うことが可能となった。

実際に計算機実験を行った結果、従来の研究と共通した現象も確認された。その一つは非線形波動-波動相互作用(三波共鳴)による静電サイクロトロン波の励起である。もう一つは非線形波動-粒子相互作用によるプラズマ加熱である。三波共鳴によって発生した静電波は位相速度が速く、粒子に直接エネルギーを与え加熱し、その結果三波の共鳴関係はくずれて静電波は減衰していくことが示された(Fig. 2)。

一方で新たな現象もいくつか確認された。まず自由境界モデルを用いて境界値問題を扱ったことにより、励起波動の発生する場所などその空間構造がはじめて観測された。同様にプラズマ加熱に対しても電磁波放射付近において早く加熱が起きるなどの空間構造が確認できた。さらに2次元モデルを用いることにより、放射電磁波が自らの非線形伝搬特性の結果として縦幅変調を受ける filamentation instability を現在計算中である。発表当日には結果を示し、議論を行う予定である。

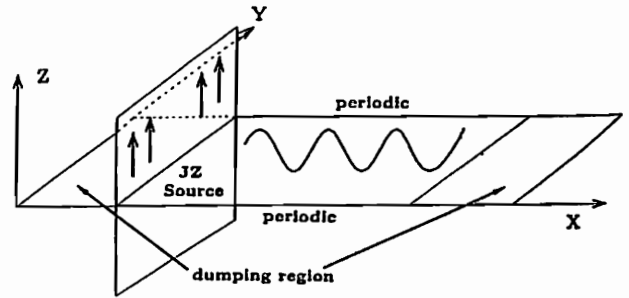


Fig. 1: The model of 2-D computer experiment.

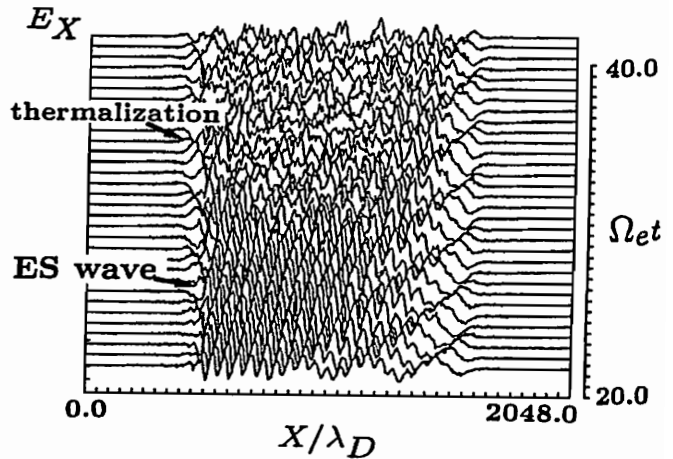


Fig. 2: Time evolution of ES wave generated by three wave mode coupling.

参考文献

- [1] 橋野 他、第 84 ~ 86 回 SGEPPS、講演予稿集
- [2] 矢代 裕之 京都大学特別研究報告書

大電力マイクロ波と電離層プラズマとの 非線形相互作用 (II)

橋野嘉孝 松本 紘 大村 善治
京都大学超高層電波研究センター

The Nonlinear Interaction between an Intense Microwave and the Ionospheric Plasma

Yoshitaka HASHINO Hiroshi MATSUMOTO Yoshiharu OMURA
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

We present the results of 1-D and 2-D computer experiments on the nonlinear interaction between an intense EM wave and the ionospheric plasma. In 1-D computer experiments, we found parametric excitation of ES waves(SX mode) by an intense EM wave (O mode) and associated plasma heating via the ES wave excitation.(Fig.1) To study additional effects such as self-focusing and ponderomotive force effects,we performed 2-D computer experiments for two different models. One is an uniform wave model where an EM wave has an uniform intensity profile in a plane perpendicular to the k-vector. The other is a non-uniform model where an EM wave is localized in the y-direction as shown in Fig.2.

前回、前々回の発表においては一次元の周期境界モデルのEM-CODEを用いて大電力マイクロ波による電離層プラズマとの非線形相互作用の計算機実験を行い、複雑な三波共鳴や、低周波の励起と粒子の加熱機構について探求した。¹⁾ また、非線形三波相互作用による低周波の励起を定量的に評価する意味でモード結合方程式を適用して理論的考察を行った。²⁾

しかし、これらの一次元のシミュレーションでは非線形現象の概略は説明できるが、二次元の空間依存性を持つ空間送電を想定した物理現象を完全に記述出来るものではない。

一次元では平面波伝搬しかシミュレーションで扱えず、励起する波動も一方向の伝搬しか許されておらず、かなり制限の大きな条件での非線形現象しか実現できない。Fig.1にその厳しい条件での三波共鳴による、低周波の励起、及び三波間(o-o-sx wave)のエネルギーのやりとりの様子を示す。

そこで今回は、二次元の周期境界モデルのEM-CODEを用いて、一次元で観察できなかった物理現象を解明することを目的とする。

二次元では、(1)一様(y方向)マイクロ波ビームを与えた場合、(2)局在(y方向に対して非一様)マイクロ波ビームを与えた場合(Fig.2)の両方について非線形三波相互作用を検討する。self-focusingやponderomotive forceの効果等が問題になる。

参考文献

- [1] 橋野 他、第 84,85 回 SGPSS、講演予稿集。
- [2] 平田 尚志 京都大学修士論文(1989)

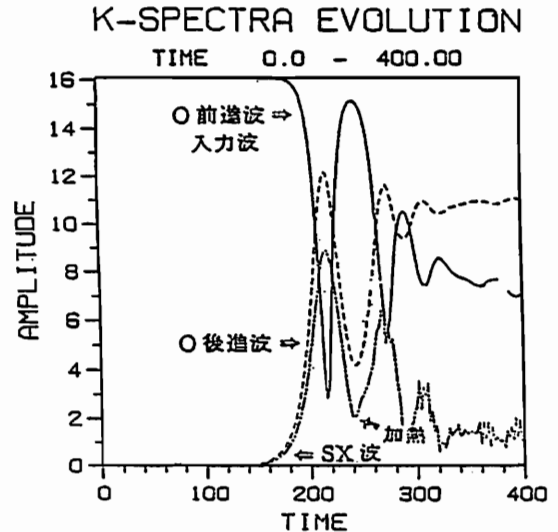


Fig. 1: The continuous three wave coupling in 1-D simulation

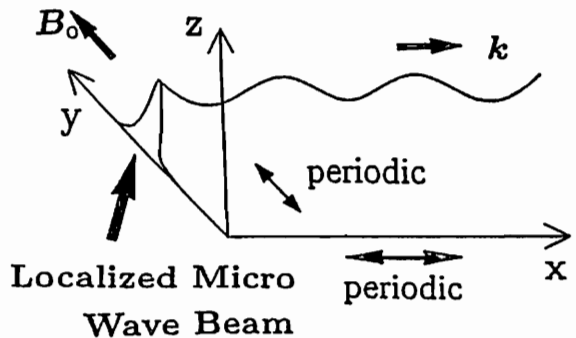


Fig. 2: The model of 2-D periodic simulation

13a-II-5 MUレーダによる夜間のEs層不規則構造の観測

小川忠彦(*), 犬木久夫(*), 加藤 進(†), 深尾昌一郎(†), 津田敏隆(‡), 山中大学(‡),
山本 衛(‡), 中村卓司(‡) * 通総研 † 京大超高層電波研究センター ‡

HU RADAR OBSERVATIONS OF NIGHTTIME Es IRREGULARITIES

T. OGAWA(*), H. INUKI(*), S. KATO(†), S. FUKAO(†), T. ISUDA(‡), D. YAHANAKA(‡),
H. YAHAMOTO(‡), T. NAKAHURA(‡) * Communications Res. Lab. † RASC, Kyoto Univ.

Using the Kyoto University HU Radar (frequency: 46.5 MHz, peak power: 100 kW) at Shigaraki (34.85° N, 136.10° E), Japan, almost continuous observations of the nighttime mid-latitude irregularities associated with sporadic-E layer were made with a spatial resolution of 600 m for 78 hours around the middle of July 1989. Five pencil beams with zenith and azimuth angles of (55, -30), (50, -15), (51, 0), (53, 14), (56, 32) were directed in such that the beams are nearly perpendicular to the geomagnetic fields at 100 km altitude, by which coherent radar echoes are most effectively detected. We here present a capability and usefulness of the HU radar for exploring the mid-latitude nighttime E-region irregularities and a production mechanism of the Es-layer by showing some observational data.

1989年6月16日21:00 JST から6月20日06:30 JST までの78時間(途中4時間欠測)にわたって、信楽のMUレーダを用いて、Es層に伴う波長3.2mの電子密度不規則構造によるコヒーレント散乱エコーの観測を高時間(約20秒)・空間分解能(600 m)で行った。この期間、Es活動は極めて活発で、夜半前から朝方にかけて連日レーダエコーが受信できた。スプレッドF層に伴う夜間のF層不規則構造のMUレーダによる観測結果は既にFukao et al. (GRL, Vol. 15, 768-771, 1988)によって報告されているが、今回の観測により、初めて夜間の中緯度Es層不規則構造の微細構造が明らかにされた。今報告では、観測の概要とデータ解析の初期結果を報告する。

観測で用いたレーダ諸元は以下の通りである。

- レーダ周波数=46.5 MHz (波長=6.45m)
- ピーク出力=100 kW
- パルス圧縮=シングルパルス
- パルス繰返し間隔=1500 μs (PRF=667 Hz)
- パルス幅=4 μs (距離分解能=600 m)
- (高度分解能~360 m)
- ビーム幅=4.5° (垂直) / 2.3° (水平)
- 観測レンジ=120.0-196.2 km (128点)

電離圏不規則構造はfield-aligned であるので、コヒーレントレーダエコーを検出するためにはレーダビームベクトル(k)と地球磁場ベクトル(B₀)を直交させる必要がある。Es不規則構造が100 km高度にあるとして、KとB₀が直交する場所をレーダビームの方位角と天頂角の関数として表したのがFig. 1のカーブである。黒丸は今観測で用いた5つのビーム方向である。これらのビームにより、E×Bドリフトや不規則構造域の移動方向が2次元的に分る。

観測例: 興味深いエコーパルセーションの例をFig. 2に示す。7~15分周期のエコーパターンの次から次へと下降している(レーダサイトへ近づいている)。00:10~00:30 JSTに注目すると、周期=7~8分(プラントパイサラ周期に近い)、鉛直波長~10 km(従って、鉛直位相速度~22 m/s)と見られる。重力波の理論から水平波長=10 km、水平位相速度=20 m/sとなる。エコーの下降高度は10分間で約17 kmであるが、これは鉛直位相速度から計算した値(13 km)に極めて近い。00:30 JST以後では、パルセーションの周期と垂

直波長は更に大きくなっており、より低周波、長波長の重力波が関与しているものと考えられる。このように、エコーパルセーションは大気重力波によるものであることが結論できる。

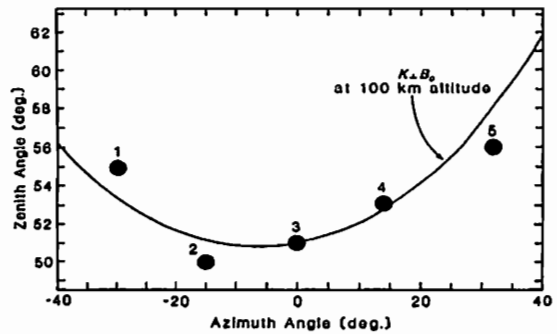


Fig. 1 Contours of perpendicularity between radar wave vector and geomagnetic fields at 100 km altitude (solid curve) and five radar beams used for the experiment (dotts).

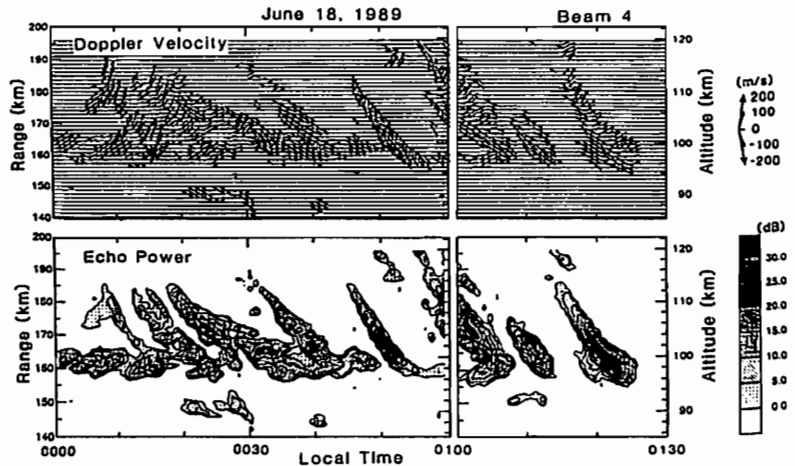


Fig. 2 Doppler velocity and echo power maps at E-region altitudes observed during 0000-0130 JST on July 6, 1989.

W. L. オリバー・深尾昌一郎・高見友幸・山本 衛・津田敏隆・山中大学・中村卓司・加藤 進

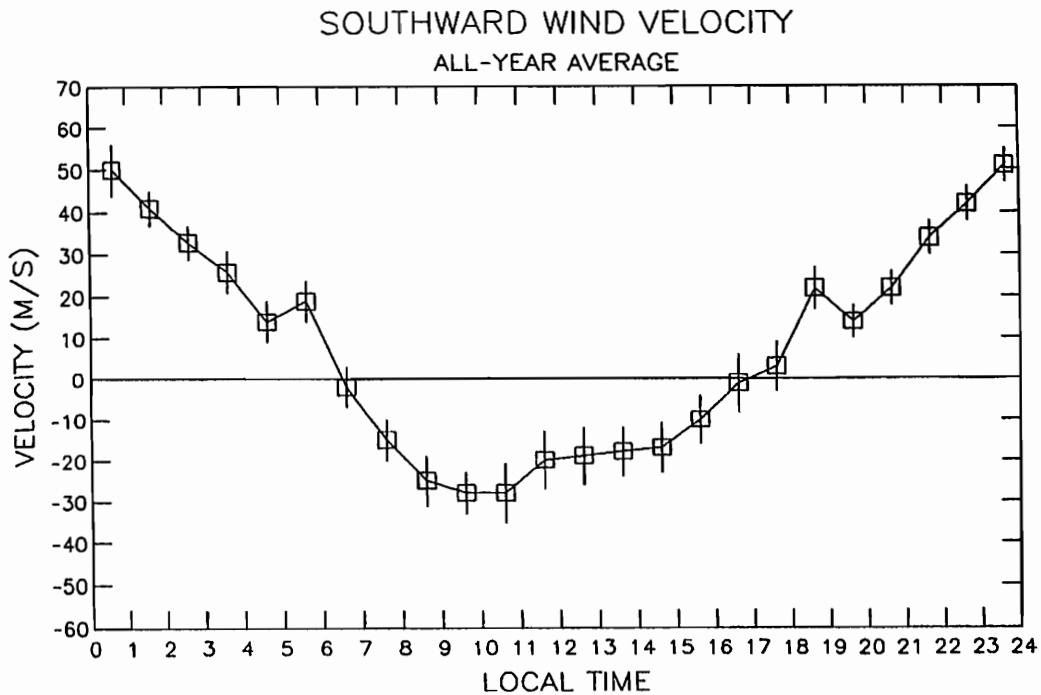
(京都大学超高層電波研究センター)

THERMOSPHERIC MERIDIONAL WINDS MEASURED BY THE MU RADAR

WILLIAM L. OLIVER, SHOICHIRO FUKAO, TOMOYUKI TAKAMI, MAMORU YAMAMOTO,
TOSHITAKA TSUDA, MANABU D. YAMANAKA, TAKUJI NAKAMURA, SUSUMU KATO

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

We use full-year and seasonal averages of F region electron density and ion velocity measurements made by the Japanese MU radar to compute the neutral meridional winds for this location. The average winds are highly diurnal in nature. The all-year average winds are poleward by day and equatorward by night. Maximum daytime winds are reached near 10 LT and maximum nighttime winds are reached at midnight. This is consistent with the accepted picture of global circulation consisting of winds driven in great circle paths from the dayside sub-solar point to the anti-subsolar point in the nighttime hemisphere. Dependence on ion drag is seen in the form of larger nighttime winds and the pre-noon daytime velocity maximum. In winter the winds are strongly northward for the entire day while in the summer the winds become northward for only a few hours before noon and then turn southward for the remainder of the day. The MU radar winds are consistent with the majority of other such winds results reported in the literature for other midlatitude locations concerning the phases and times of wind direction turnings. The amplitudes of the MU radar winds, however, are generally smaller than the amplitudes reported elsewhere by a factor of 1.5 to 2. We see no trace of a midnight abatement in the southward wind as seen at lower latitudes or of large 200+ m/s nighttime winds as reported for locations near the polar regions.



The all-year average southward wind velocity at F region heights as measured by the MU radar.

13a-II-7 MUレーダーによるF領域電子密度、電子・イオン温度、イオンドリフト速度の同時観測

高見 友幸¹ 深尾 昌一郎¹ 加藤 進¹ 津田 敏隆¹ 佐藤 亨² 山本 衛¹
¹ 京都大学超高層電波研究センター ² 京都大学工学部

MU Radar Observations of Electron Density, Electron/Ion Temperatures and Ion Drift Velocity in the Ionospheric F Region.

T.TAKAMI¹, S.FUKAO¹, S.KATO¹, T.TSUDA¹, T.SATO², and M.YAMAMOTO¹
¹Radio Atmospheric Science Center, Kyoto Univ. ²Dept. of Electr. Eng. II, Kyoto Univ.

We have simultaneously observed electron density, electron/ion temperatures and ion drift velocity in the ionospheric F region with the MU radar. These quantities are derived only from the ACF obtained by the 2 pulse method. We present the preliminary results.

現在MUレーダーによる電離圏F領域のIS観測では電子密度 N_e (パワープロファイル観測による)、電子・イオン温度 T_e, T_i (4パルス観測による)、イオンドリフト速度 V_d (2パルス観測による) の推定が可能である。今回はじめて2パルス観測により N_e, T_e, T_i, V_d を同時に推定し、良好な精度のデータを得たので報告する。観測ではパルス間隔の異なる2種あるいは3種の2パルスモードを交互に切り換えることで T_e, T_i の推定に必要なACFを求める。ACFの虚数部絶対値 $|P_i|$ は V_d の推定精度に大きく影響するため大きな $|P_i|$ をもつ時間ラグでACFが求まるように観測モードを随時選択する。 N_e の推定にはACFの0ラグを用いる。この際、パルス間隔に対応した離れた高度からのエコーが混在するため高度分解能は劣化するが、 N_e の高度プロファイルの推定にはほとんど影響を及ぼさない。(この点は2パルス観測とパワープロファイル観測との比較観測によって確認された。)

図は本観測モードにより推定された (a) F層ピーク高度 h 、(b) 高度 h におけるエコー強度 P (N_e に対応している)、高度 350km ~ 400km におけるイオンドリフト速度 V_d の (c) 磁力線に平行上向き成分と (d) 磁力線に垂直北向き成分、(e) イオン温度 T_i の時間変動である。観測日時は1989年7月26日22時~27日4時、パルス巾 256 μ sec、ビーム方向は南北の2ビームである。 V_d は16分、 T_i は8分、 h と P は4分の時間分解能で推定されている。23時すぎから起こる h の上昇及び夜間0時~2時における P の増加はMU観測所内のアイオノゾンデから得られた $h'F, f_oF_2$ の変動とも合致している。23時~0時におけるデータの欠損はスポラディックE層発生に伴って生じたE層FAIエコーを混信したことに起因する。(a) (b) において実線は北ビーム(天頂角20度)、破線は南ビーム(同)の観測から得られた値であり、 h が最大になる時刻及び0時~1時における P の揺らぎにビーム間差がみられる。また、 V_d の変動は23時~0時30分における h の上昇が電場の影響であることを示唆している。講演では一連の観測データの詳細を示し、観測された現象に考察を加える。

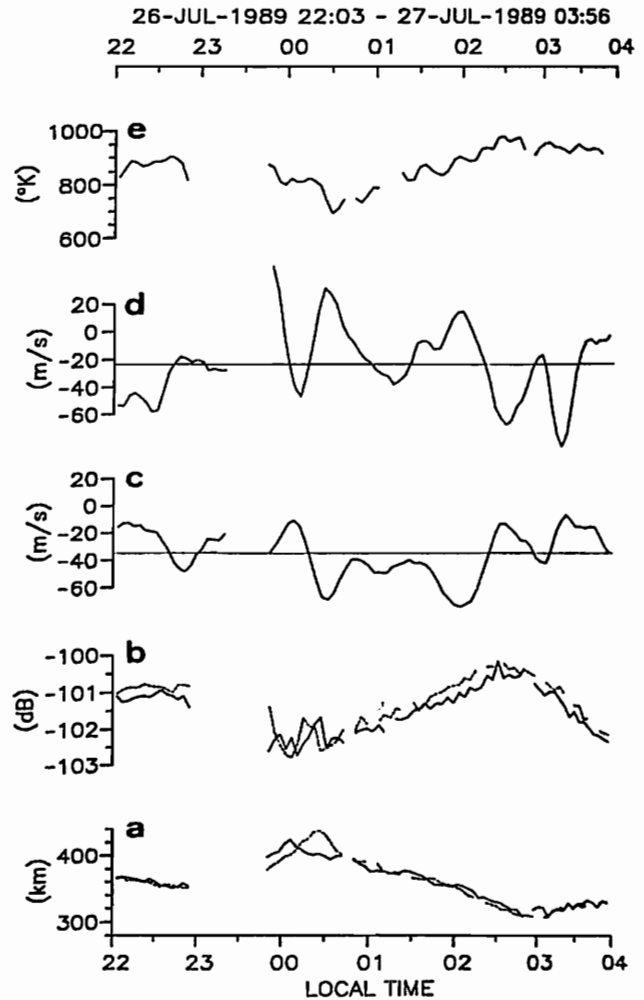


Fig. : (a) F2 peak altitudes, (b) signal intensities at the F2 peak, (c) upward ion drift velocities parallel to the geomagnetic field, (d) northward ion drift velocities perpendicular to the geomagnetic field and (e) ion temperatures at the height of 350km from LT2200 JUL 26 until LT0400 JUL 27, 1989.

単周波 VLBI の電離層補正
— 日本周辺の電離層 foF2 の推定モデル —

近藤 哲朗、雨谷 純
(通信総研鹿島)

IONOSPHERIC EXCESS DELAY CORRECTION IN SINGLE FREQUENCY VLBI
— PRACTICAL ESTIMATING MODELS OF foF2 AROUND JAPAN —

Tetsuro KONDO, Jun AMAGAI
(Kashima Space Research Center, Communications Research Laboratory)

Some practical models for estimating the foF2 around Japan using the foF2 data obtained at five domestic ionosonde stations (Wakkanai, Akita, Kokubunji, Yamakawa, and Okinawa) have been developed to calibrate the excess delay caused by the ionosphere in the case of single frequency band VLBI observations. We adopted two different kinds of model in the estimation. One is the polynomial approximation model (model a) and another is the spherical approximation model (model b). These models were tested by using the data calculated from the global ionospheric foF2 model obtained by the ISS-b satellite observations. By comparing estimated foF2 around Japan with ISS-b model, it is shown that the spherical approximation model is better than the polynomial one.

測地を目的とする VLBI (Very Long Baseline Interferometer) では通常 Xバンド (8GHz) および Sバンド (2GHz) の 2 周波数帯を受信し電離層で生じる余分な遅延を補正する。もし電離層遅延を他の方法で補正することができれば 1 周波数帯だけの受信でよく、受信系を簡単な物にでき、特に移動小型局には好都合である。そこで、国内での VLBI 実験に的を絞り、国内 5ヶ所 (稚内、秋田、国分寺、山川、沖縄) で観測されている foF2 データを用いて、日本近辺の foF2 および TEC (Total Electron Content) を推定するための実用モデルを開発した。

日本近辺の foF2 を推定する実用モデルとして a. 緯度方向に多項式近似、b. foF2 のコンターを球面の一部と考えて推定 (球面近似モデル) の 2 種類を考えた。a. についてはさらに経度方向にローカルタイムの差に換算して補正するモデルと経度方向の補正をしないモデルを考えた。a. における多項式および b. の球面を記述するパラメータを国内 5ヶ所のデータを用いて最小二乗フィッティングするが、b は非線形モデルであり、線形近似の最小二乗法を繰り返すことにより収束解を求める。

これらのモデルの有効性を、ISS-b 衛星観測で得られた foF2 汎地球モデルを用いての以下に示すような手順により評価した。(1) ISS-b foF2 モデルを用いて国内 5ヶ所での foF2 を計算する。(2) この 5ヶ所での値を用いてモデル a および b により日本近辺 (20N-50N, 120E-150E) での foF2 を推定する。(3) 推定した foF2 とその場所での ISS-b モデルで計算される foF2 を比較する。(4) 比較にあたっては電離層等価層厚モデル (ここでは AFCRL モデルを用いた) により foF2 を TEC に変換し、さらに 8GHz での電離層遅延に換算して 0.1nsec (3cm に相当) の誤差を数居値とし、誤差がこの数居値内に収まる範囲を有効領域とする。(5) 有効領域をモデル a と b で比較する。

図 1 に有効領域の例を示す。この例はモデル b の 12h JST を示す。白く抜けている部分が誤差が数居値内に収まった領域であり、概ね

これらの範囲を見るような VLBI 観測に対しては十分な電離層補正が行えると考えてよい。図 2 には白く抜けている面積の比率 (図 1 においてすべてが有効領域であった場合を 1 とする) の JST 依存性をモデル毎に示すがモデル b すなわち球面近似モデルがこれらの中では一番 JST 依存性が少なく、また有効領域も広い。

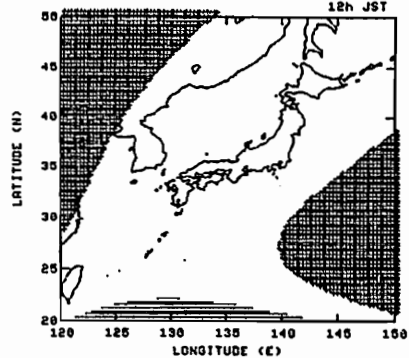


Fig. 1. An example of effective approximation area of model b (spherical approximation model) at 12h JST. Cross hatched or hatched area means the area where error converted into excess delay exceeds 0.1nsec.

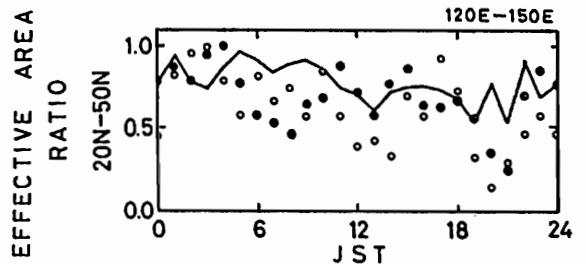


Fig. 2. Comparison of effective area ratios between model a and b. Model b is represented by open circles (no local time correction) and solid circles (local time correction). Model a is displayed by solid line.

満保 正喜 齋藤 剛 長野 勇
(金沢大学工学部)

A Simulation of Estimating the Electron Density in the D Layer
by Receiving Omega Vertical Polarization Waves

Masayoshi Mambo , Tsuyoshi Saitoh , Isamu Nagano
(Faculty of Technology, Kanazawa University)

A method of estimating electron density profiles in the D Layer is developed. This method based on a Full Wave calculation is used both amplitude and relative phase values of the Omega Signal vertical polarizations received by a dipole antenna and a loop antenna. In this method, the following conditions and technique are used; (1) the ground waves are known and the ionospheric reflections are treated up to two times. (2) the phase errors caused by the relative phase measurement are eliminated. A simulation with respect to the practically measured profiles as test profiles shows a good result.

我々は以前に、D層で反射されたオメガ波(10.2, 11.33, 13.6kHz)の入射面内及びそれに垂直な面内の電磁界を地上観測することを想定し、得られたデータをFull Wave法の繰り返し計算により、D層領域の電子密度推定のシミュレーションを行ってきた。すなわち、各オメガ波の電離層2回反射までの垂直偏波、水平偏波をダイポール1基、ループ2基で受信し、そのアンテナ出力電圧より得た垂直、水平偏波の振幅及び相対位相から電子密度を推定していた。しかし、水平偏波成分は非常に微弱で技術的に実測困難である。今回、地上波成分を理論的に除去できるという前提で垂直偏波成分のみをダイポール、ループの2基により受信し、そのアンテナ出力電圧を用いて、電子密度の推定を試みた。その結果、推定精度が高く、推定範囲が広いという好結果を得たので報告する。

伝搬モデルは図1に示すように電離層1回反射、2回反射までを考慮した。N^oより計算したダイポール、ループの出力から、地上波を既知として除去した電圧をV_{U^o}, V_{L^o}、相対位相誤差exp(jφ)を含む観測値をV_{Uⁱ}, V_{Lⁱ}とすると、高度zにおけるN(z)の変分δN(z)との関係は、

$$V_{U^o} - V_{U^i} \exp(j\phi) - \delta A_U = \int_{z_0}^{z_n} K_U \delta N(z) dz \quad (1)$$

$$V_{L^o} - V_{L^i} \exp(j\phi) - \delta A_L = \int_{z_0}^{z_n} K_L \delta N(z) dz \quad (2)$$

となる。K_U, K_Lは感度関数でN^oより計算可能、δA_U, δA_LもN^oより計算可能な定数である。式(1)、式(2)よりexp(jφ)を消去すると、次の電子密度推定の基本式を得る。

$$V_{U^o} V_{L^i} - V_{L^o} V_{U^i} - V_{L^i} \delta A_U + V_{U^i} \delta A_L = \int_{z_0}^{z_n} (V_{L^i} K_U - V_{U^i} K_L) \delta N(z) dz \quad (3)$$

式(3)を解き、δN(z)を得、N(z)を補正する。そして、式(3)の左辺が小さい値に収束するまで繰り返し計算を行い、推定結果を得る。

Vⁱに試験用電子密度Nⁱより計算した値を用い、計算機シミュレーションを行った。N^oに実際のモデルであるHechtly & Smith報告のロケット観測分布を用いた場合、広い高度範囲に渡ってかなり収束する結果を得た。その一例として天頂角84°の推定結果を図2に示す。

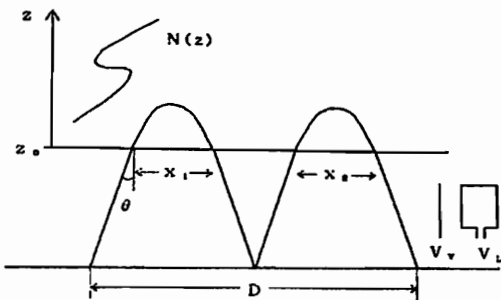


図1 伝搬モデル

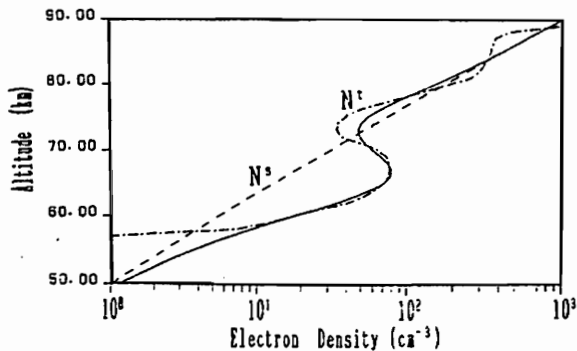


図2 シミュレーション結果

皆越尚紀、上敷領昭五、満留博人

(通信総合研究所)

DEPENDENCE OF MID-LATITUDE IONOSPHERIC SCINTILLATION ON SOLAR ACTIVITY

Hisamitsu MINAKOSHI, Shogo KAMISHIKIRYO and Hiroto HITSUDOME

(Communications Research Laboratory)

Observations of ionospheric scintillation using radio transmission from ETS- II have been carried out in Japan since 1977. It became clear after long-term observation that the nighttime scintillation has a negative correlation with the sunspot number, while the daytime scintillation has almost no correlation.

通信総合研究所では、ETS-IIをはじめ、各種衛星電波を利用して、日本付近で発生する電離圏シンチレーションの特性を明らかにしつつある。ここでは、長期観測した136 MHz シンチレーションの太陽活動依存性について報告する。

第1図に、1977年3月から1982年12月の約6年間、東京で観測されたシンチレーションの発生頻度と太陽黒点数の時間的推移を示す。横軸が年月で、(a)は縦軸に地方時[JST]を取り、シンチレーションの強度指数SI[dB]が1dBを越える月間発生頻度を等値線で示したもので、(b)は太陽黒点数である。これによると、シンチレーションは主に正子を中心に夜間に発生し、季節的には夏季に最も高く、太陽黒点数の上昇につれて低下する傾向がみられる。ただし1981年夏季の異常に高い発生頻度は、この間、衛星の静止位置が130°Eから144°Eに移されたために、地磁気と伝搬路の成す角度が14°から5°になり、電離圏不規則構造の沿磁力線性によるシンチレーション増大が起こったためである。また、正午付近にも極大があり、夏・冬季に高いが、太陽活動に対しては顕著な依存性が見られない。

電離圏シンチレーションの太陽活動依存性について定量的に見るために、第2図にシンチレーションの発生頻度と太陽黒点数の12か月移動平均値の散布図と回帰線をしめす。これから、夜間については、負の相関となり、昼間は太陽黒点数に対しては、ほとんど無関係であることが、一層はっきりする。

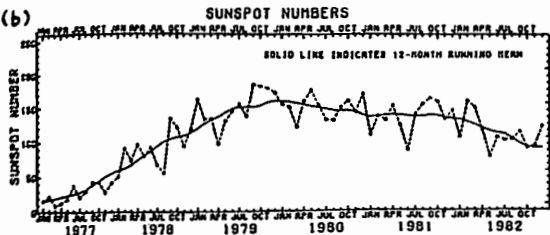
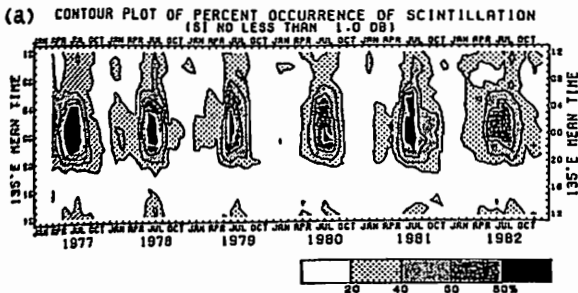


Fig.1 Variations of Ionospheric Scintillation Occurrence Observed at Tokyo and Sunspot Numbers for the Complete Observing Period.

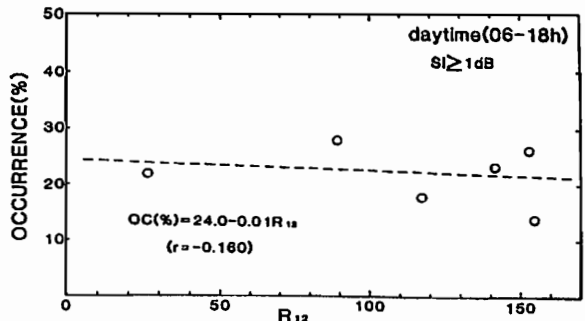
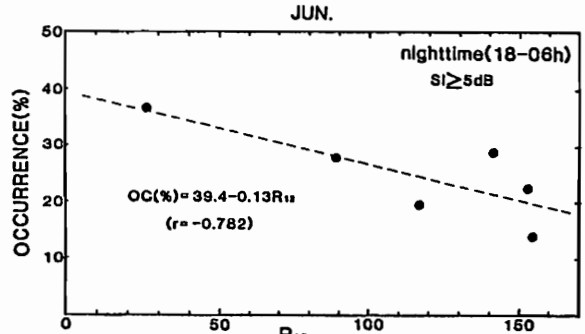


Fig.2 Dependence of Ionospheric Scintillation Occurrence at Tokyo on Sunspot Number(R_{12}). r is the regression coefficient.

13a-II-11 夜間D領域中の電離の棚構造と中波吸収

若井 登
東海大

緒木 誠二
通総研

犬木 久夫
郵政省放送行政局

EFFECTS OF LEDGE STRUCTURE IN NIGHTTIME D REGION ON MF WAVE ABSORPTION

N. WAKAI
TOKAI UNIV.

S. IGI
COM. RES. LAB. MPT

H. INUKI
BROADCAST. POL. BUREAU MPT

In order to confirm the solar activity dependence of nighttime MF field strength as revealed by Kohata et al. (1989), the absorption of radio waves incident on the nighttime D region having ledge structure of ionization was calculated by means of ray tracing technique. The result shows very sensitive and complicated responses in absorption depending on the operation frequency, the incidence angles and the height and peak electron density in the ledge.

本論文は、ray tracing法を用い、ロケット、地上観測から得られた、棚構造をもつ夜間のD、E領域N(丸)プロファイルに、中波帯の電波を種々の角度で投射したときの吸収量を計算し、受信電界強度の太陽活動依存性について検討している。

南極観測船ふじによる、約10年に及ぶ船上観測から、夜間中波電界強度の明瞭な太陽活動依存性が明らかになった(根本他)。しかし太陽活動が大きい程度電界強度が高いという、この観測された依存性は、従来北米などで観測され、広く認められている傾向と正反対であり、その食い違いに対する説明が求められていた。高畑他(1989)は、

夜間D領域に存在する電離の棚が緯度により変化すると仮定することにより、上記の相反する依存性が説明できることを、Full Wave法による解析を用いて示した。

本論文は、表に示す観測されたプロファイルと理想化されたプロファイルに、中波帯の5周波(0.5, 0.75, 1, 1.25, 1.5 MHz)電波を、仰角1°から25°まで1°おまに変えながら投射したときの吸収量の変化を、ray tracing法を用いて計算した結果についてのべる。

結果の一例を図に示すが、太陽活動度による吸収量の差($A_{max} - A_{min}$)は、運用周波数、発射仰角(伝搬距離)とともに複雑に変化することが分かる。

Table. Observed and idealized profiles used in the calculation

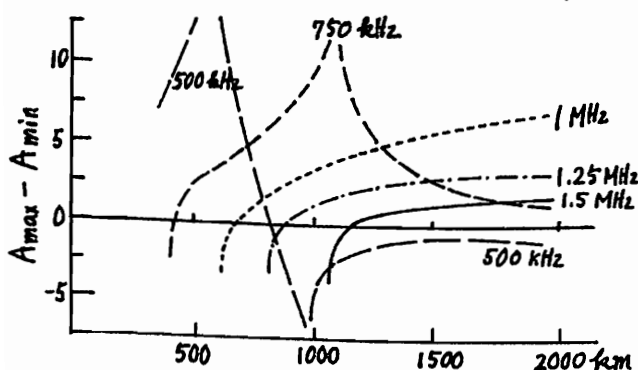


Fig. Difference in absorption ($A_{max} - A_{min}$) with ground distance as calculated for 5 frequencies incident on nighttime D region profiles (Maeda 1971)

Method	SSN	Time	Place	Ref.
Rocket	44	21:30-23:20		K. Maeda 1971
Rocket	120	0009	Wallops	L.G. Smith 1970
Wave Interac.	20	night	Armidale	R.A. Smith 1966
LF prop.	max. min.	night	mid. lat.	D.G. Deeks 1966
Ionosonde	50, 200	midnight	Boulder	N. Wakai 1971
Idealized Model	4 sets of ledge structure			1989
	2 sets of ledge			Kohata & Kimura

文献

- 根本他. 電波研要報, 33, 157-182, 1987
- 高畑他. 電情通学会, 春全大会, 1989

森泉美穂子* 島倉信* 早川正士**

*千葉大工 **名大空電研

Measurement of the ionospheric height and the location of lightning discharge by means of the Earth-ionosphere waveguide effect

Mihoko Moriizumi*, Shin Shimakura*, Masashi Hayakawa**

*Department of Electrical and Electronics Engineering, Chiba University.

**Research Institute of Atmospherics, Nagoya University.

We report on the measurement of the ionospheric height and the location of lightning discharge on the basis of Earth-ionosphere waveguide effect in tweeks.

トウィーク (tweek) は、雷放電が電離層-大地導波管内を伝はんし、分散を受けたものである。その典型的なダイナミックスペクトルをFig.1.に示した。

さて、このトウィークの電離層-大地導波管伝はん特性を利用すると、空電の発生位置を求めることができる。平面大地モデルを仮定すると、n次モードの空電信号X(t)は次のように表すことができる。

$$x(t) = a(t) \cos \left[2\pi f_{nc} \sqrt{(t-t_{\infty})^2 - \left(\frac{d}{c}\right)^2} + \phi(t) \right]$$

ただし、a(t)は振幅、f_{nc}はn次モードの遮断周波数、(t-t_∞)は空電の伝はん時間、dは空電発生位置からの距離、cは光速、φ(t)は位相差である。

周波数の変動が大きいため、Fig.2.のような処理を施して(Fig.3.参照)、2地点(佐久島、鹿児島)までの伝はん距離及び電離層の高さを求めた。空電発生位置は、球面三角法を用い、Fig.4.に示した。また、気象衛星写真によって、A地点付近に厚い雲の存在が確認された。

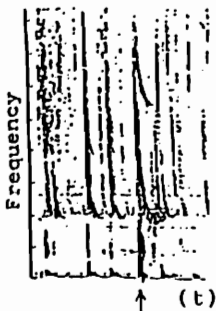


Fig.1. 空電のダイナミックスペクトル

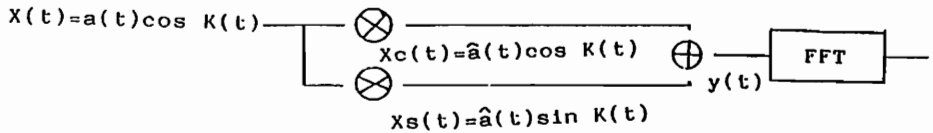


Fig.2. 空電の信号解析過程

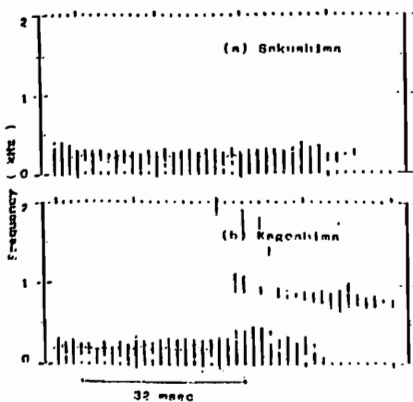


Fig.3.

類似空電によって周波数変換された
空電のダイナミック・スペクトル

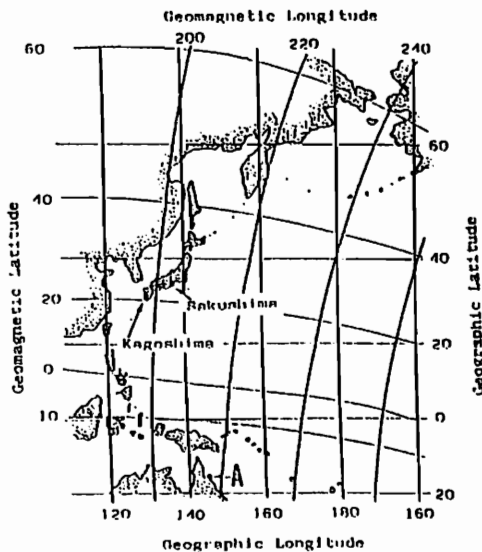


Fig.4. 空電発生位置(A)

渡辺 勇三
(宇宙研)

Characteristics of the Sheath Resonance Observed by the
Impedance Probe onboard the rockets to the Space Plasma

Yuzo Watanabe
(I S A S)

Abstract : Various characteristics of the sheath resonance (SHR) observed by the impedance probe are discussed. Three phenomena about SHR on the fSHR-fP diagram have been observed at the sounding rocket experiments of S-310-18 and K-9M-69. Those are as follows : first, at the lower E region on both rockets, a frequency at SHR (fSHR) increases slightly, the Q value of SHR decreases, and the equivalent probe-capacitance at the low frequency (CL) increases slightly ; second, at the higher region in the case of S-310-18, the CL value which is interpreted to be equal to the equivalent ion sheath capacitance around the probe (CS) decreases with the simultaneous increase of the fSHR frequency ; third, in the electron beam ejection experiment from the K-9M-69 rocket, the CS (=CL) value increases rapidly when the electron beam is emitting, the fSHR frequency also increases in spite of the large CS increase during the beam experiment. Above observed results are explained by taking into account of an effect of collision frequency (ν) in the first case, a negative change of the probe-potential in the second case, and an effective idea of the modified mutual impedance probe in the third case, respectively.

[I] Observation

The fSHR-fP diagram and the CS-fP diagram observed by these rockets are shown in Fig.1~Fig.4. They have the fSHR or CS ordinate and the fP abscissa with the theoretical curves that are calculated in typical ratios of the sheath thickness (S) to the local debye length (S/λ_D).

① Characteristic time-variations of the fSHR frequency on the fSHR-fP diagram have been observed by the impedance-probe on board the S-310-18 rocket, launched at 11:00 JST on January 26, 1988. The S/λ_D value has changed from 1.0 to 1.5 at about 75 second after launch. The height is about 100 km. Below this height, the CL capacitance has increased slightly and the fSHR frequency also increased slightly. The Q value of SHR has decreased. These are interpreted to be due to the ν effect, and adequately explained by using a unique sheath model. The sheath thickness in this model increases together with ν .

② At the higher region in the same rocket, the S/λ_D value has changed from 1.5 to 1.75 at about 140 second, at 170 km. The CL value has decreased gradually and the fSHR frequency increased discontinuously. This variation is interpreted to be due to the bias effect at the probe potential.

③ Several interesting data have been observed at the electron beam ejection experiments from the K-9M-69 rocket which has been launched at 12:00:00 JST on January 18, 1980. The CS (=CL) value has increased rapidly from 50-80pF to 180-200pF when the electron beam (1kV, 30mA) with a diameter of 35 mm at an outlet has been emitted to the space from the electron gun which has been installed about 400 mm apart from the probe. The fSHR frequency has unexpectedly increased from about 2.5 MHz to 3.0-4.5 MHz in spite of the large CS increase during this beam experiment. This abrupt enhancement of CS is explained to be due to the positive charging effect at the probe potential. The obvious enhancement of fSHR in the fSHR-fP diagram is due to the change from the self impedance probe to the mutual impedance probe.

[II] Discussion

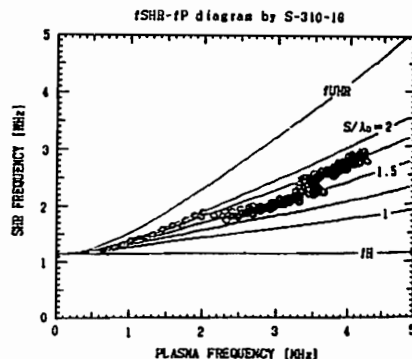
① The collision frequency is ignored at the higher altitude, as is generally known. The ν effect can't be neglected in the lower E region. The equivalent probe capacitance at the lower frequency increases obviously because the plasma capacitance increases together with ν . The Q value of SHR decreases because of resistance-components both in the ion-sheath area and in the uniform plasma region. The fSHR frequency increases due to increasing of the sheath thickness because it becomes difficult for electrons in the plasma to reach to the probe surface in the sheath. These observed facts can be explained sufficiently with the new sheath model which has a different physical structure.

② At the altitude of about 170 km (about 140 second after launch), the ratio of the sheath thickness to the local debye length has changed from 1.5 to 1.75. This is explained by a natural bias change in the probe potential. This bias change which has been due to some unknown origin has produced the following two results in the impedance probe experiment. One is the gradual decrease of CS in the CS-fP diagram, and another is the abrupt increasing of fSHR in the fSHR-fP diagram.

③ The impedance probe measures the frequency spectrum of the total impedance from the probe-surface to the rocket-surface at the frequency range between 0.1 and about 15 MHz. The modified mutual impedance probe is got in the case when the electron beam is regarded as a kind of electrode stuck out from the rocket. The total impedance is determined by integrating the plasma space from the probe to the beam.

[III] Conclusion

The fSHR frequency is determined from the electron density (N_e), the electron temperature (T_e) and CS. Only CS can be changed by the probe potential. The electron density can be sometimes deduced from fSHR frequency when the fSHR frequency or the CS is saturated or unmeasurable by some reasons. The electron density can not be deduced from fSHR frequency when the fSHR-fP diagram is disturbed by the rocket-wake effect, the spin-modulation, the unknown charge effect of the probe or the ν effect in the lower E region. Above mentioned phenomena about SHR will become clear by the explanation previously described in the proceeding. Some important assumptions such as the unique sheath model and the modified mutual impedance-probe model, must be verified by the laboratory experiment. The unsolved cause of the minus potential shift at about 140 second on the S-310-18 rocket must be investigated by the simultaneous researches with other plasma-probes and physical instruments.



デカメータ帯における
昇音型太陽電波バースト

胃山 隆司 大家 寛

(宮城職訓短大) (東北大理)

Rising tone solar radio bursts
in decametric wave length range

Takashi Aoyama Hiroshi Oya

(Miyagi Polytechnic Col.) (Tohoku Univ.)

Most of rising tone bursts in decametric wave length range are observed with two typical frequency drift rates; i.e., several tens kHz/s and several MHz/s. Considering that the slowly drifting rising tone bursts are observed after very intense solar surface phenomena such as strong flares, we can state that the generation of slowly drifting rising tone bursts are closely related to the large scale deformation and disturbance of the magnetic field in the outer corona. On the other hand, the rising tone bursts with fast drift rate are almost always associated with type III bursts as precursor events. Therefore, it is considered that this type of bursts are generated by the returning electron beam which may be caused by a reflection mechanism.

度.

デカメータ帯 (20-40MHz) での太陽電波バーストは、その大部分が降音型 (falling tone) バーストである。これは、電波の exciter が太陽表面近くから外部コロナ域に向け移動するためである。しかし、稀にはあるが昇音型 (rising tone) の電波バーストが観測されることがある。今回は、現在までに観測された昇音型電波バーストの drift rate に着目し、解析した結果について報告する。

解析結果.

昇音型バーストの drift rate は非常に大きな広がりを持っている。現在までに我々の太陽電波観測施設で観測された35例の昇音型バーストを drift rate に対し分類した結果、drift rate が約2桁異なる2つの集団A (数十 kHz/s) とB (数 MHz/s) に分かれることが明らかになった (1図参照)。この大きな drift rate の違いは、2つの集団に属するバーストの発生条件が明らかに異なることを示唆している。

ゆっくりした drift rate を持つ集団 (

集団A) に属するバースト (2図参照) は、1例を除いて全て、1986年2月 event および1989年3月 event (多くの大フレアを伴い、数日間にわたって断続的なバーストが続いた event) の際に発生している。集団Aのバーストは、大フレアを伴う非常に活発な太陽活動の結果、例えば、大きなスケールの磁気ループの生成および放出等、外部コロナ域の特殊な磁場構造にかかわっていることが示唆される。その磁場に沿う exciter の運動により、ゆっくりした drift rate を持つバーストが生まれたと考えられる。

これに対し、速い drift rate を持つ集団 (集団B) に属するバーストは、フレアとは直接の関係を持っていない。そして、強い Type III バーストの直後に現れる場合が多く、Type III バーストを励起した電子ビームが、比較的狭い領域に於いて、局所的な電磁場により、太陽方向に向きを変えられることによって生成されたものと考えられる。

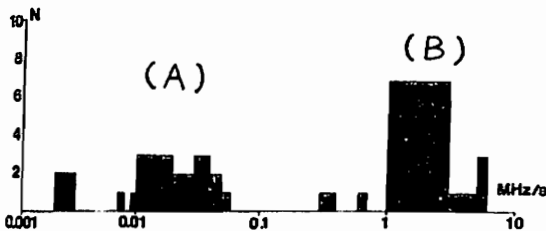


Fig.1. Number of occurrence of rising tone bursts versus drift rate.

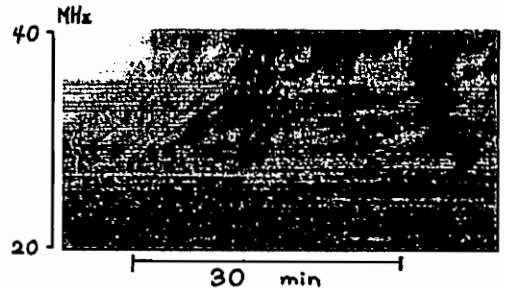


Fig.2. An example of slowly drifting rising tone bursts (Mar. 15, 1989).

太陽風速度とコロナ磁場の発散

袴田 和幸 (中部大工)

SOLAR WIND SPEED AND DIVERGENCE OF CORONAL MAGNETIC FIELDS

Kazuyuki Hakamada (Chubu University)

The photospheric magnetic fields and magnetic neutral lines on the source surface of 2.5 solar radii were relatively steady during CR1748-CR1752 in 1984. Then it is possible to estimate average distributions of the photospheric magnetic fields and the solar wind speeds (SWS) on the source surface during this time intervals by the superposed epoch analysis. The distribution of the SWS on the source surface is constructed by projection procedures along the interplanetary magnetic field from the P-point assuming that the SWS is constant during a transit time from the sun to ≈ 1 AU. The distribution of the SWS is then projected onto the photosphere along magnetic field lines in the corona computed by the potential model of the coronal magnetic field. Locations of source regions of the solar winds on the photosphere are thus estimated. Intensity ratios between radial components of magnetic fields on the photosphere and ones on the source surface are compared as shown in Figure 1. In this figure, the ratios are multiplied by the sign of B_r , the sense of polarity of the field, and classified into three groups by the SWS. It is found that high speed solar winds mainly emanate from regions of positive polarities. It is also found that the ratios become large from low speed group to high speed group. It means that the high speed wind blows out along magnetic field lines whose divergence is low in the corona.

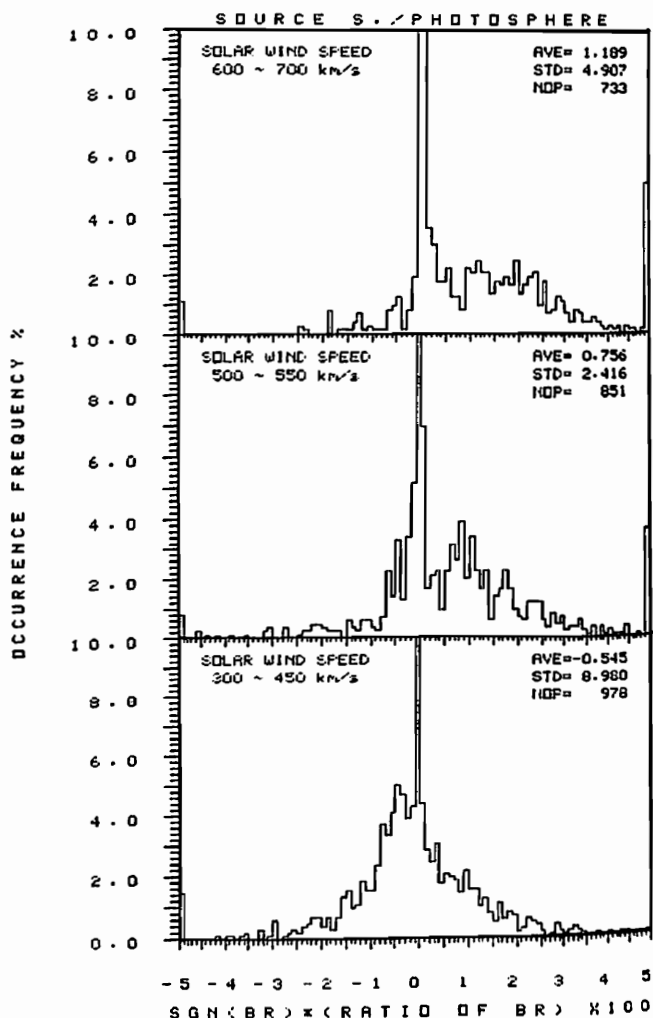
光球磁場の分布 (Kitt Peak) やソース面上の磁気中性線の形 (Wilcox Observatory) から、1984 年の 1748-1752 カリントンローテーションの間、コロナ磁場は比較的安定していたように見える。この間の光球磁場の視線方向成分の観測値を重ね合わせその平均的な分布を求めた。ここで、

1. コロナ中には電流が流れず (Current free) コロナ磁場はスカラーポテンシャルで表される。
2. コロナ磁場の磁力線はソース面と呼ばれる半径 $2.5 R_s$ の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もとにしたコロナ磁場のポテンシャルモデルを用いる。磁場のスカラーポテンシャルを球面調和関数の $n=90$ 項まで展開し、これらの係数を用いて計算される光球磁場の視線方向の成分が観測値に合うように係数の値を決めた。これ等の係数を用いてコロナ磁場の三成分を計算し、磁力線の方程式を数値的に解くことにより、コロナ中の磁力線をトレースすることが出来る。

一方、CR1748-CR1752 の期間の惑星間シンチレーションの観測から推定した太陽風速度の値を惑星間磁場に沿ってソース面まで投影しこの期間のソース面上での平均的な太陽風速度分布を求めた。この分布図をコロナ中の磁力線に沿って太陽光球面まで投影し太陽光球面上の太陽風速度分布を推定した。

コロナ中のある磁力線で結ばれる光球面とソース面上の点の磁場の強度の比を調べた。図 1 のように、この比の値を太陽風速度の高低により三つのクラスにわけ、その度数分布を描いた [(a) SWS = 600 ~ 700 km/s, (b) SWS = 500 ~ 550 km/s, (c) SWS = 300 ~ 450 km/s]。横軸はソース面と光球面上の磁場の動径成分の比にその符号を付けた値を 100 倍したものである。図 1(a) からわかるように、この時期には高速太陽風は光球磁場の極性が正 (太陽面から出る方向) の領域から吹き出している。また図から明らかなように、太陽風速度が増加するに伴い、正の側の比の値が増加している。これは、コロナ磁場の発散の度合いが小さい領域から高速の太陽風が吹き出すことを示しているの、磁場の発散と太陽風加速との間に何等かの関係がある可能性を示唆している。



鷲見 治一

名大空電研

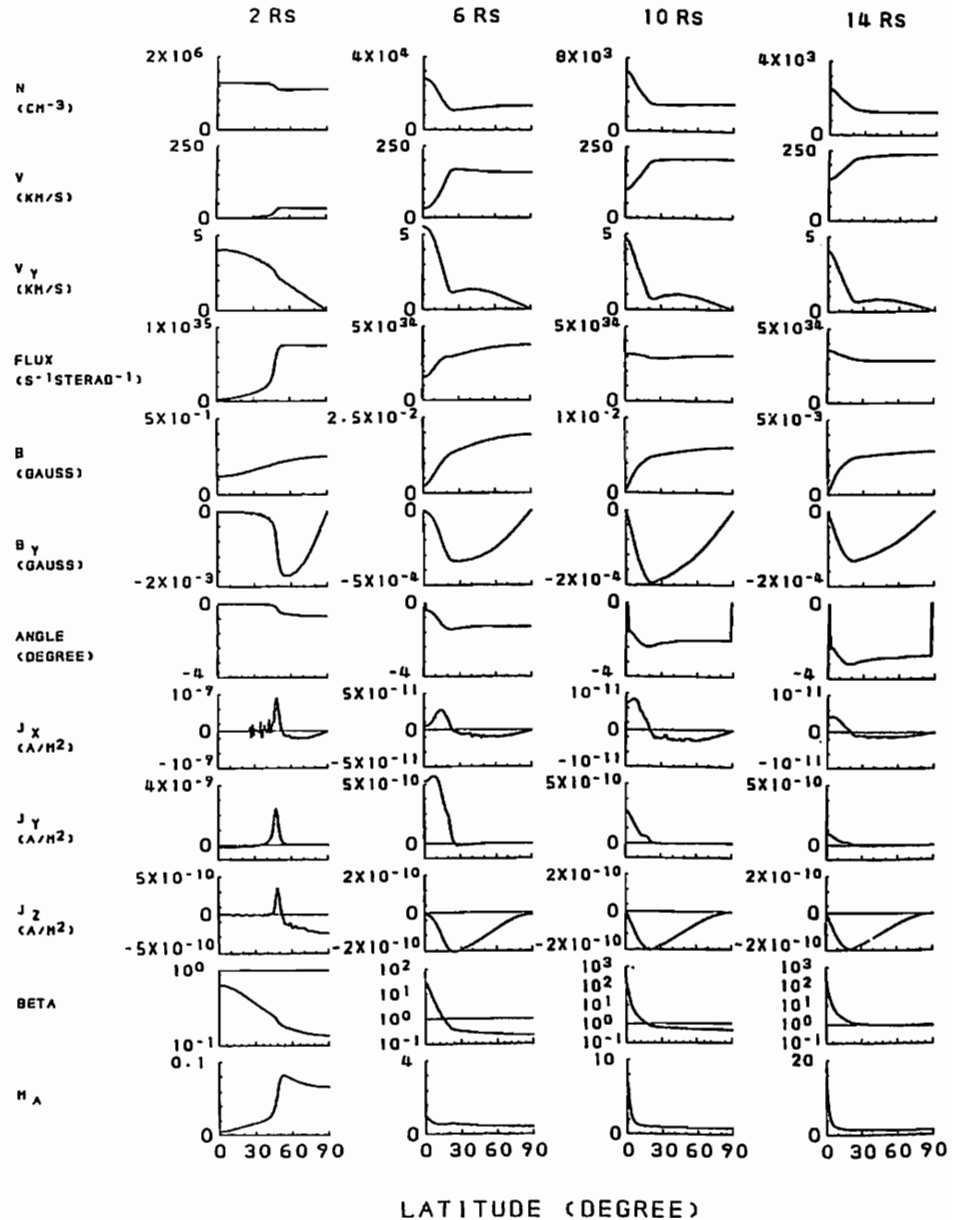
Solar Wind Structure with the Effect of the Solar Rotation (II)

Haruichi Washimi

Research Institute of Atmospheric, Nagoya University

The structure of the solar wind is analyzed with including the effect of the solar rotation by using an MHD simulation method. It is found that each component of the electric current becomes strong around the boundary between the closed and the open regions.

太陽の自転による効果を考慮に入れた太陽風構造のMHD解析を行っている。右図は太陽中心からの距離、 $2R_S$ 、 $6R_S$ 、 $10R_S$ 、 $14R_S$ における各物理量の緯度依存性をまとめたものである。物理量としては、上から、密度 N 、子午面内での速度 V 、回転方向の速度 V_y 、子午面内での磁場 B 、回転方向の磁場 B_y 、磁場の回転角、電流の各成分、 J_x 、 J_y 、 J_z 、ベーター比、及び、アルペーンマッハ数 M_A を示している。これより太陽の極く近傍では閉領域と開領域が明確に分離され、電流はその境界で強くなっている等の太陽風構造の基本的特徴が明らかに見い出される。



中川 朋子
(宇宙科学研究所)

PLANAR MAGNETIC STRUCTURES
OBSERVED BY SAKIGAKE AND ISEE 3

Tomoko NAKAGAWA
The Institute of Space and Astronautical Science

ISEE 3 magnetic field data were searched for planar magnetic structures (PMS), in which field vectors are highly variable but parallel to some fixed planes during several hours. The features of the PMS in ISEE 3 data were consistent with those in Sakigake data. It was also found that some PMS were recursive and were observed by one of the two spacecraft according as the rotation of the sun.

Planar magnetic structure (PMS) は、惑星間空間磁場の方向が数時間にわたりある平面に平行となる現象である。この現象は、「さきがけ」によって 0.8-1.0AU で発見され、high-beta plasma 中で観測されること、磁場変化が激しく tangential discontinuity を多く含むこと、太陽磁気圏の neutral sheet 近傍で観測され易いことなどが既に解っている。PMS が太陽表面の磁場構造を直接反映しているのか、あるいは惑星間空間の plasma dynamics を通じて初めて形成されるのかはいまだに明かでない。もし前者であれば、太陽面上の閉じた磁力線が惑星間空間に引き出されてゆく過程を捉えていると考えられ、また後者であれば惑星間空間での磁場の再結合が関与する可能性が高い。

今回、新たに ISEE3 のデータを用い「さきがけ」観測と重複する期間について解析を行なった。ISEE3 は観測時間が長く、現象の継続時間を知ることが出来、また「さきがけ」と同じ source から出発した太陽風をモニターすることができる。さらに地球と位置が近いので太陽面磁場の地上観測と対応付けやすいという利点がある。1983年10月から1986年12月の間にみつかった39例のPMSについて以下の結果を得た。(1)PMSの継続時間は数時間から1日程度である。(2)plasmaや磁場変化の性質は「さきがけ」で観測されたPMSとほとんど同じであるが、ISEE3で観測されたPMSのは Archimedean spiral の方向を含まないものが多い。(3)太陽風速度の shear と明確な関係は見られない。(4)太陽面上に戻した時、磁場の neutral line に対応するものが多い。またいくつかのPMSは filament の活動域に対応するが Flare に対応するPMSは少ない。(5)PMSの発生域に回帰性が見られる。(6)太陽面上の同一の経度に対応し、連続する3か月にわたりほぼ同様のPMSが ISEE3 と「さきがけ」の両方で観測された例がある(図1)。(6)磁場の揃う面の方向が異なるPMSが近接して観測されることもある。

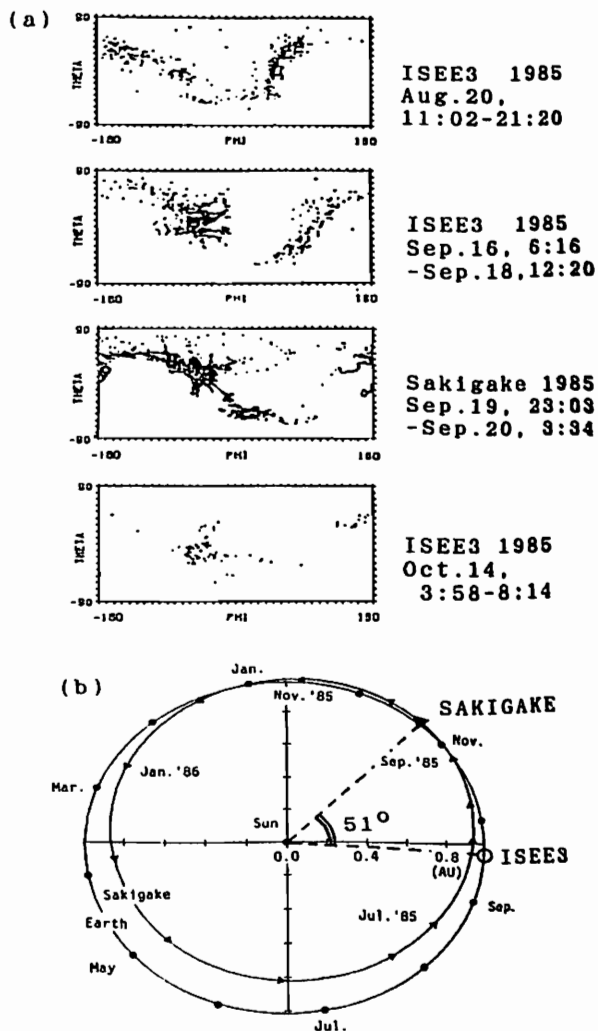


Fig.1 (a) Phi-theta diagrams of recurrent PMS events. Here $\phi = \tan^{-1} B_y/B_x$ and $\theta = \tan^{-1} B_z/B_r$. These events correspond to 200° in longitude on the sun. (b) Positions of Sakigake and ISEE3, which were separated by 51° in September, 1985.

太陽風の温度と速度との関係 およびその定常性

岩田 聡、前沢 洌、向井利典
(名古屋) (宇宙科学研)

CONSTANCY OF THE SOLAR WIND TEMPERATURE-SPEED RELATIONSHIP AND DEVIATIONS FOUND IN THE SUISEI DATA

S. Iwata, K. Maezawa(*), and T. Mukai(**)

(*)Dept. of Physics, Nagoya University
(**)Institute of Space and Aeronautical Science

Study of 23 years of solar wind data using the NASA-NSSDC summary dataset suggests that the solar wind proton temperature(T)-speed(V) relationship has been very stable at 1AU during these twenty-three years. On the other hand, T - V relationship for 1985-1986 deduced from the plasma instrument on board Suisei recognizably deviates from the average curve. Possible causes and their implications are discussed.

人工惑星「すいせい」に搭載されている静電型イオン分析器によって長期間にわたる太陽風プロトンのパラメータ変化のデータが取得され、太陽風加熱に関する興味深い報告がなされている(Miyake et al., 1988)。ここでは太陽風プロトンの温度と速度の間に存在する関係を、他の衛星データとも比較して調べてみた。すいせいのデータに関しては、観測されたイオンの速度分布を2次元Bi-Maxwell分布で近似し、プロトンの速度 V 、温度 T 、密度 N などのバルクなパラメータを求めた。さらに、比較のために1965~1987年の23年間の太陽風サマリーデータ(NSSDC 編集、1時間値)を用いた。

太陽風プロトンの温度 T と速度 V の間には正の相関関係があることが知られているが、23年間のデータを年ごとにかけて調べてみると、 T - V の間の関数関係は非常に安定して存在し、11年変化などの変動は少ないことがわかる。(図1に23年間の各年の $\log T$ - V プロットを重ねあわせて表示したが、そのカーブは年毎によく重なりあっている。)これは T - V の関係が、太陽風の加熱(加速)機構の中で、他のパラメータの変動にはよらないかなり基本的、本質的な過程によるものであることを示していると思われる。

図2は「すいせい」によって得られたデータの散布図である。折れ線は同時期(1986)のNSSDCの平均値である。なお、太陽風の温度には太陽からの距離依存性があるので、「すいせい」が1AU近辺にいる期間のデータを選んだ。こうして比較すると、「すいせい」の T - V 関係も図1と同じ様な右上がりの曲線を示すが、明らかに同時期の地球軌道の衛星のデータより全体的に高温側にシフトしている。(なお、我々と独立に解析を行った Miyake et al. の解析結果も同様の傾向を与えることがわかった。)この温度差の原因については現在調査中で

ある。

図1

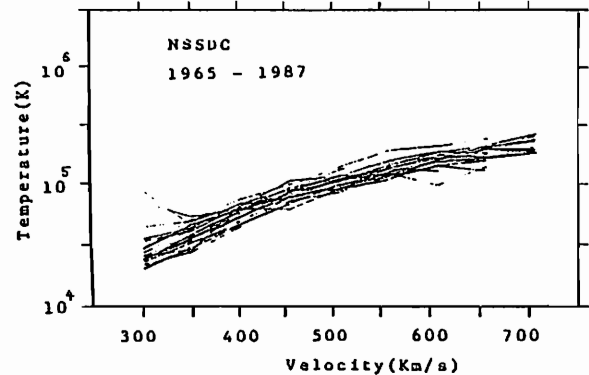
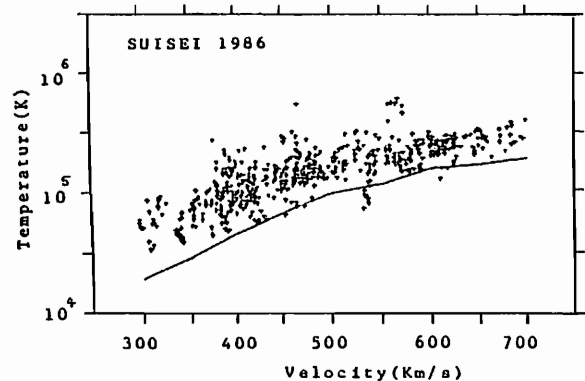


図2



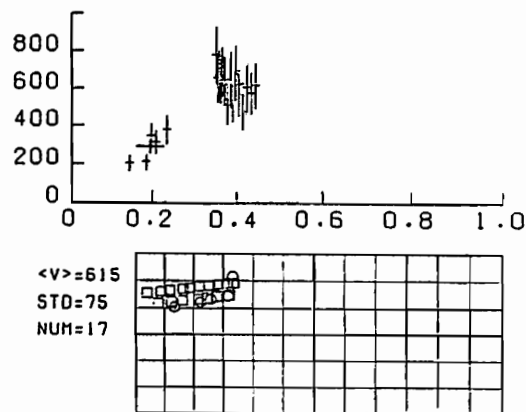
ACCELERATION OF THE SOLAR WIND OBSERVED BY IPS AT HELIOCENTRIC DISTANCES
FARTHER THAN 0.1 AU - III

Masayoshi Kojima

The Research Institute of Atmospherics, Nagoya University

Solar wind acceleration has been studied on the basis of IPS observations. Figure at the bottom was obtained in the Carrington number of 1759. The solar wind observed at 0.4 AU can be traced back to regions on the source surface shown by symbol of a square, and those observed at 0.2 AU are traced back to regions indicated by circles. Since locations of squares and circles are close together, the solar wind observed at 0.2 and 0.4 AU can be considered to have originated from the same source region. We found 16 data sets that the solar wind was observed on the same stream line but at different distances as shown in Figure. This study shows that acceleration continues beyond 0.1 AU by 0.3 AU.

これまでの学会で、電波星の惑星間空間シンチレーション観測を基に、太陽風加速は、0.1AU 以遠においても続いており、0.1-0.3AU の間で高速風は低速風より大きな加速を受けていることを示した。これまでは、一年間の観測データを重ね合わせ、太陽風の平均的な様子について議論してきた。従って、加速による太陽風速度の距離に伴う変化と、太陽風速度の時間的な変化とが混在していた危険性があった。そこで、同一 stream line を異なる距離で観測したような事例を探し出して調べてみた。図は、Carrington number 1759 における観測例である。下の格子図は、太陽面上の緯度・経度座標を表している。0.4 AUの辺りで観測された太陽風は、constant & radial flow の仮定をすると、図の□で表した領域に源を持つと考えられる。同様に 0.2 AU で観測されたものは、○印から吹き出したものと考えられる。もし、太陽風が、先の解析が示すように0.3AU 以内で、太陽に近づくに連れて速度が 600から300km/s に減ったとすると、□の位置は、15度程右にシフトする。何れにしても、図で、□と○印が近接或は混在することから、0.2AU でのデータと 0.4 AU でのデータは、ほぼ同じ領域から吹き出してきた太陽風を観測したものと考えて良い。すなわち、同一 stream line を異なる距離で観測したと考えられる。このようなデータセットで、0.3AU 以遠で平均速度 500~650km/s になるもの(高速風)を、1984~1987年の観測データ中に16例見付けた。そこで、0.25 AU 以遠の平均速度と0.25 AU 以内の平均速度の差をとり、データの統計分布をとってみた。16データセット中の10データセットが、50 km/s 以上の速度差を持ち、100km/s 以上の速度差を持つものが7データセットあった。同様に、0.4AU 以遠で400km/s 以下の速度となる(低速風)データセットは、14例あり、12データセットは、速度差が100km/s 以下であり、8データセットは、50km/s以下であった。このように高速風と低速風は明らかに加速の様子が異なる。



アルフェン波の崩壊プロセスに基づく 太陽風加速モデル

梅木秀雄 寺沢敏夫
京都大理

A SOLAR WIND MODEL BASED ON DECAY PROCESS OF ALFVEN WAVES

H.Umeki and T.Terasawa
Department of Geophysics, Kyoto University, Kyoto 606, Japan

Nonlinear effects of Alfvén waves on the solar wind acceleration and heating are studied. Finite-amplitude Alfvén waves propagating along the magnetic field are unstable against decay into sound waves and backward-propagating Alfvén waves. The sound waves are then subjected to the strong Landau damping and heat the ions. We present a quantitative solar wind model, in which the solar wind plasma obtains its kinetic energy from outward-propagating Alfvén waves of the solar origin through the wave decay process.

高速太陽風の加速機構については、単力学的な太陽風モデルでは説明できない。そこで太陽風プラズマへのエネルギー供給源として太陽起源のアルフェン波に注目し、その崩壊不安定性による寄与を考える。

有限振幅のアルフェン波は、周辺プラズマの密度及び磁場擾乱とカップリングして、主にイオン音波と逆伝播のアルフェン波に崩壊することが知られている。励起されたイオン音波は、無衝突プラズマ中ではランダウ的なる減衰によって、周辺プラズマを加熱すると考えられる。そこでまず太陽面で励起される単色アルフェン波を仮定し、その振幅の発展を局所的な崩壊率を考慮した運動論的波動方程式によって記述する。さらにそれをプラ

ズマの密度・速度・温度を決定する方程式と連立させることで、アルフェン波の崩壊プロセスを考慮した、太陽風に関する諸量のプロファイルを求めることができる。また、単色アルフェン波の周波数別の太陽風に対する加速及び加熱効果の違いなどにも注目し、検討する。崩壊不安定性に関するMHDシミュレーションの進行、その崩壊過程の局所的な構造の解明も試みる。境界条件は非周期系とし、ある点で励起された単色アルフェン波の伝播に伴う崩壊過程を記述する。また、シミュレーションに関する問題点についても、計算スキームや境界条件を含めて、議論することにする。

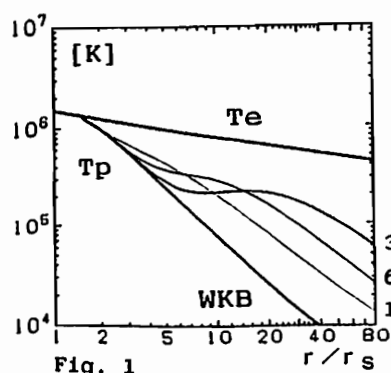


Fig. 1

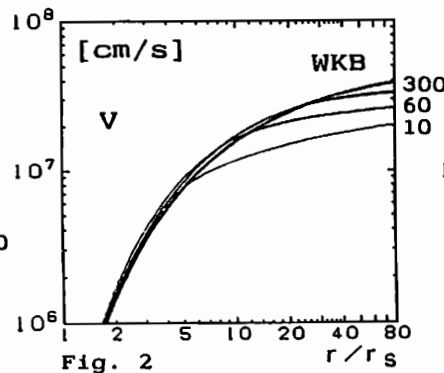


Fig. 2

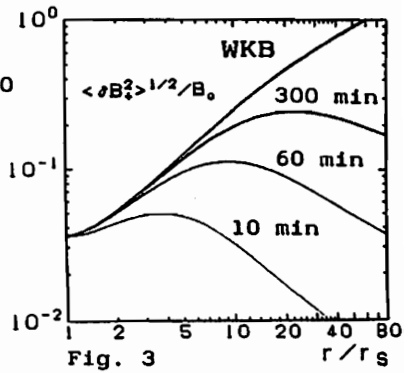


Fig. 3

Figures. Radial profiles of the electron and proton temperature (Fig. 1), velocity (Fig. 2), and ratio of outward-propagating Alfvén wave amplitude to ambient magnetic field (Fig. 3) for different wave periods (10, 60, and 300 minutes) with an Alfvén wave velocity amplitude 15 km/s at the sun.

乱雑な ALFVEN 波の
変調不安定 (II)

浜端 広充
大阪市大理

MODULATIONAL INSTABILITY OF
RANDOM ALFVEN WAVES (II)

Hiromitsu Hamabata
Faculty of Science, Osaka City University

The evolution equation of the wave spectrum as well as the nonlinear forces generated by random Alfvén waves in a finite beta plasma with phenomenological Landau damping effects and dispersive effects are derived. The effect of microscale random Alfvén waves propagating along the magnetic field on the propagation of large-scale hydromagnetic waves is also investigated by solving the mean field equations. It is shown that the parallel propagating random Alfvén waves are modulationally unstable to produce large-scale Alfvén waves and that they are also modulationally unstable to excite acoustic waves if the Landau damping effect is small.

春の学会で Fourier 解析と摂動法を用いて現象論的なランダウ減衰の効果を持つ有限 β プラズマ中の乱雑な Alfvén 波に関連した平均場の磁気流体力学方程式を導出したことを示し、それらを用いて小規模の乱雑な Alfvén 波が大規模の磁気流体波に如何なる影響を与えるかについて解析した結果を報告した。そこでは、軸対称なスペクトルを持つ沿磁力線伝播の乱雑な Alfvén 波は、変調不安定を起こし、ほぼ磁場に垂直に伝播する磁気音波にエネルギーが移行することを明らかにした。

今回は、前回用いた解析方法を分散性のある (ホール効果を考慮した) プラズマ中の乱雑な Alfvén 波に拡張した。まず、小規模の乱雑な Alfvén 波は沿磁力線伝播するとした。これは、有限な β の無衝突プラズマ中の斜め伝播の波は圧縮性のモードとカップルし強いランダウ減衰をするからである。左右の偏波をもつ乱雑な Alfvén 波による非線形力 (ponderomotive force, mean electromotive force etc.) の評価を行い乱雑な磁場の相関テンソルに関する発展方程式を得た。得られた平均場の方程式を用い大規模の磁気流体波の伝播を解析した。解析の結果次の様なことが判った。軸対称なスペクトルをもつ沿磁力線伝播の Alfvén 波は、変調不安定を起こし同方向に伝播する大規模の Alfvén 波にエネルギーが移行するという。ここでは、ランダウ減衰の影響が本質的であること。又、ランダウ減衰の影響が小さければ変調不安定を起こし同方向に伝播する音波を励起する可能性もあることが判った。解析結果の詳細については、講演時に報告する。

13p-II-9 Nonlinear Wave Phenomena: Cometary Environment

Bruce T. Tsurutani^{1,2}, Edward J. Smith², and H. Matsumoto¹

1. Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

2. Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Tech.

Cometary ULF waves have provided us with a rich source of nonlinear wave phenomena, perhaps the richest in space plasmas. In previous publications, we have already discussed the nonlinear amplitudes of steepened magnetosonic waves with $\Delta B/B \approx 1.0$ and $\Delta|B|/B \approx 0.5$. In this talk, we will address what we believe is the further development of steepened waves, specifically, the evolution of the wave phase as a function of distance from the steepened front. We will show that essentially all of the phase rotation occurs in discrete intervals in the first half of the wave length and almost no phase rotation in the latter half of the wave. Detailed descriptions will be given. Another interesting new phenomenon at comets are solitary magnetic pulses. These have 4:1 peak amplitude-to-ambient ratios, are not steepened and are propagating at large angles to the ambient magnetic ($60^\circ - 80^\circ$). They have circular polarization, a feature very difficult to explain theoretically. These waves were detected near the Giacobini-Zinner outbound shock and may represent wave features present only during (quasiperpendicular) shock formation (see numerical simulations of Omid and Winske, JGR. 1987).

13p-II-10 最近のデータから推定された太陽活動の惑星環境への影響

桜井邦朋
神奈川県大工

A POSSIBLE EFFECT OF THE SOLAR ACTIVITY ON THE PLANETARY ATMOSPHERES AS ESTIMATED FROM THE SOLAR-GEOPHYSICAL DATA CURRENTLY AVAILABLE

Kunitomo Sakurai

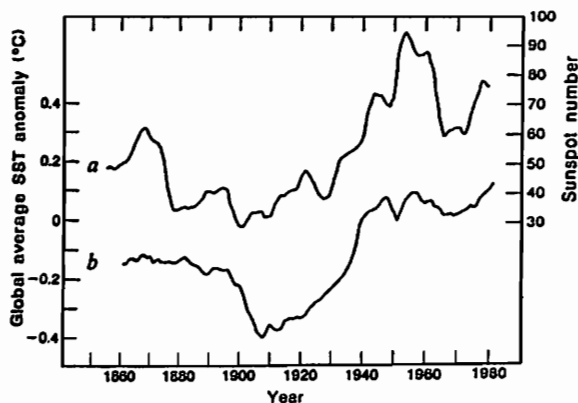
Institute of Physics, Kanagawa University, Yokohama 221

Abstract

Using the solar geophysical data for the last eighty years, it is first shown that the long-term variation of the solar activity is responsible for that of the mean sea-surface temperature of the earth. This means that the earth's and planetary environments are necessarily controlled by the output of the solar radiation, which is now evaluated using the relative sunspot numbers.

Furthermore, it is shown that the quasi-biennial changes as found of the ozone contents, the east-west equatorial wind system and some other parameters are also varying with the short-term variation of the solar activity with a quasi-biennial period.

These results just mentioned of both the long- and short-term variations of the solar activity may be generated by some physical processes deep in the sun.



The 11-yr running means of sunspot number (a), global mean SST anomalies (b).

GEOMAGNETIC STORM AND INTERPLANETARY SHOCK

Tohru SAKURAI

Department of Engineering, Tokai University

Development of a geomagnetic storm is studied in connection with the interplanetary shock based on the solar wind plasma and magnetic field data measured by the ISEE-3 satellite. Used data of the solar wind and geomagnetic disturbance are based on the published data book, containing summary plots of ISEE-3 magnetic field and plasma data and AE, Dst and Kp Indices for August, 1978 - July, 1982. Geomagnetic field data are based on the middle and low latitude ground stations. The analysis has been performed during one year from January 1 to December 31, 1979. The most important result in the present study is that a strong interplanetary shock is not necessarily to yield a large Dst decrease. The large Dst decrease is caused by a prolonged large southward magnetic field (Bz) associated with the interplanetary shock. The prolonged southward Bz is not always accompanied directly with onset of the shock and followed by several types of discontinuity contained in the shock structure. One of the most typical example will be discussed with the April 3, 1979 storm. The shock was very weak and was followed by a relatively steady shocked plasma with a prolonged northward magnetic field for about five hours after the shock. During this period the horizontal component of the middle latitude magnetic stations maintained positive value and Dst recovered gradually toward zero value. The Dst decrease as a beginning of the main phase of the storm occurred about one hour after a southward excursion of Bz associated with the directional change (a rotational discontinuity with a broad discontinuous surface) without any significant enhancement or depression of the solar wind plasma parameter, and then was more intensified with another successive southward excursion of Bz associated with a tangential discontinuity occurred at 1930 UT. The discontinuities followed the interplanetary shock seem to have an important role on the southward turning of the interplanetary magnetic field, Bz. The resultant regulates the geomagnetic storm.

岡田 雅樹 松本 紘 大村 善治
 京都大学超高層電波研究センター

Computer Experiments on Photoelectron Emission from Satellite Surface

Masaki OKADA Hiroshi MATSUMOTO Yoshiharu OMURA
 Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

We have performed 2D computer experiments to analyze photoelectron emission effects around a satellite in the geomagnetic tail region. We use the two-dimensional electromagnetic particle code (KEMPO2) with an internal boundary which corresponds to the satellite moving across a geomagnetic field line. In the geomagnetic tail region, the geomagnetic field B is weak enough that the photoelectrons emitted from spacecraft surfaces have an average gyroradius much larger than typical dimension of a small spacecraft. This allows photoelectrons to escape from the satellite surface and to have large influence on the satellite observations. We will compare the frequency spectra of the electromagnetic waves in the geomagnetic tail with those in the ionosphere.

衛星表面における光電子放出が、衛星における観測に与える影響については、これまで経験的に理解されている部分が多かった。そこで、我々は計算機実験によって、光電子が衛星による観測に与える影響について解析を行ってきた。¹⁾

前回までの講演では、外部磁場に対し平行に衛星が飛行するというモデルを用い、主に磁気圏尾部におけるパラメータで、計算機実験を行なった。そして、衛星周辺での密度擾乱及び、周波数スペクトルの変化について報告した。

今回の発表では、さらに一般的な議論を行なうために衛星が外部磁場を横切って、飛行するモデルを用いて、計算機実験を行なった。図1はそのモデル図である。2次元のシミュレーション空間内部に衛星本体に相当する内部境界を置き、シミュレーション平面内の任意の角度で外部磁場を与える。シミュレーション空間は衛星と共に移動する系に取り、外部磁場と共に x 軸方向にプラズマと磁力線のフローが存在するものとする。

光電子による衛星本体からの逃避電流は、 $E \times B$ ドリフト速度と光電子の平均熱速度との比をパラメータとした理論的な計算が Laframboise によって行なわれている。²⁾ しかし、これは電離圏程度の磁界強度が大きい傾城の場合であり、磁気圏尾部におけるような磁場強度が非常に小さい傾城では、これとは異なり電子のラーマー半径は 1km 程度に達するため、逃避電流が増大すると考えられる。図2は衛星の左側の面から放出された、光電子の密度を濃淡で示したものである。衛星の大きさは光電子のラーマー半径よりも小さいためにほとんどの電子は衛星のデバイ遮蔽距離を離れ逃避電流になると考えられる。主に、磁気圏尾部における衛星観測の周波数スペクトルデータに光電子放出が与える影響に焦点をあて、電離圏における場合と比較しながら議論を進める予定である。

参考文献

- [1] 岡田他、第 83 ~ 85 回、SGEPSS、講演予稿集。
- [2] Laframboise, *J. Geophys. Res.*, 99, 1933, 1988

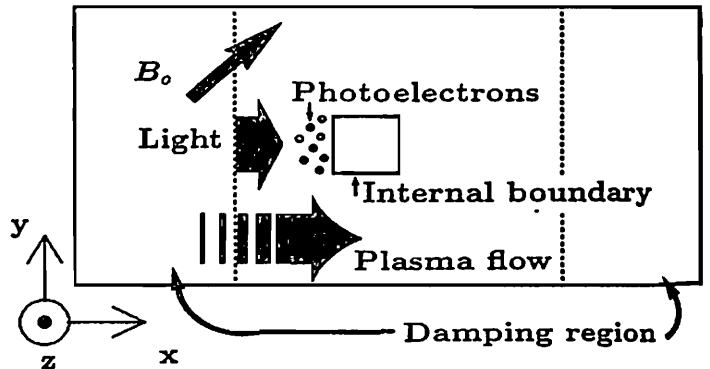


Fig. 1: Simulation model with an internal boundary. External magnetic field B_0 can have an arbitrary angle to the satellite velocity vector. Wave damping region is attached on the left and right outer boundary.

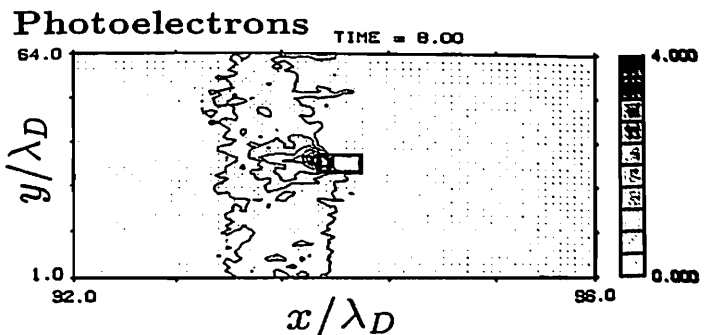


Fig. 2: Photoelectron density contour. The angle between B_0 and the satellite velocity vector is 45° .

■ 第Ⅲ会場

(11a-Ⅲ-1~13p-Ⅲ-16)

石川清彦 服部克巳 早川正士

名古屋大学 空電研究所

A STUDY OF RAY FOCUSING OF WHISTLER-MODE WAVES
IN THE OUTER MAGNETOSPHERE

Kiyohiko ISHIKAWA Katsumi HATTORI Masashi HAYAKAWA

Research Institute of Atmospherics
Nagoya University

Abstract - The purpose of this paper is to investigate the ray focussing of whistler-mode waves in the outer magnetosphere which results in an enhanced wave-particle interactions. The critical frequency in a homogeneous plasma is first studied, at which the refractive index surface of whistler-mode waves indicates a zero curvature at a longitudinal wave normal angle. This critical frequency is also found to be consistent with the zero diffraction coefficient in the full-wave theory for a slightly inhomogeneous plasma. The two-dimensional ray-tracing computations for varying the frequency and initial wave normal direction in an inhomogeneous realistic model of the outer magnetosphere, have yielded that although the critical frequency for the homogeneous case has its importance even in the inhomogeneous plasma, the strongest ray focussing seems to occur at a frequency slightly below the above critical frequency, and hence that an enhanced gyroresonance wave-particle interaction is anticipated at this frequency.

磁気圏プラズマ中では種々のプラズマ波動が発生しているが、そのうちのホイストモード波は $f < f_u$ (f : 波の周波数, f_u : 電子ジャイロ周波数) の周波数領域で伝播可能である。磁気圏内のサイクロトロン共鳴波動・粒子相互作用ではホイストモード波が同じ磁力線に永くとどまることが重要な条件であるため、磁気圏内のホイストモード波のレイフォーカシング(集束)は重要な課題であり、本論文で詳しく論じられている。

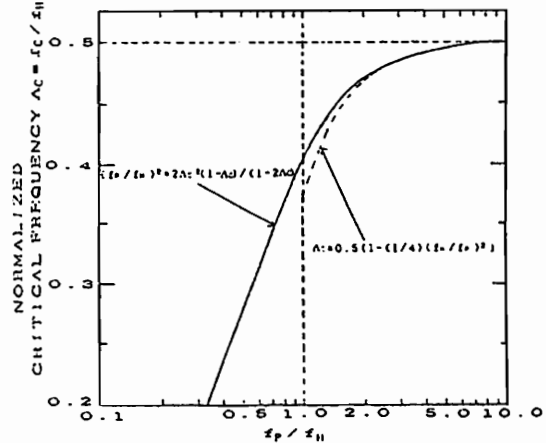


図1. 臨界周波数の ω_p / ω_{pe} による変化 (破線は近似)。

まず、均一な外部磁気圏プラズマを考えると、ある臨界周波数にてホイストモードの屈折率曲面の θ (波面法線方向と地球磁場とのなす方向) $= 0^\circ$ における曲率が0になり、この周波数ではレイ方向は磁力線と平行となり、強いレイフォーカシングが予想される。この周波数の解析的表式が ω_c / ω_{pe} (ω_{pe} : 電子プラズマ周波数) の関係式として与えられる (図1参照)。幾何光学に基づいて得られたこの臨界周波数は、弱い不均一性を考慮した波動方程式において、回折係数が零となる周波数と完全に一致することも確かめられた。更に、外部磁気圏を模倣するように、不均一なプラズマモデルを用いて、波の周波数と初期波面法線方向を変化させ、二次元レイトレーシングを行った。その結果、均一プラズマに対して評価された臨界周波数が不均一なプラズマの場合でも重要な意味を持つことがわかったが、最も強いレイフォーカシングは、この臨界周波数よりも幾分小さい周波数にて発生することが、初めて明かになった。これらの事実、磁気圏内の波動・粒子サイクロトロン相互作用が強く予測される周波数を示し、VLF/ELF放射の発生周波数を考察する際の重要な手がかりを与える。

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

Computer Experiments on Wave Propagation in Nonuniform Plasmas

Satoshi YAGITANI* Isamu NAGANO* Yoshiharu OMURA** Hiroshi MATSUMOTO**
 *Kanazawa University **Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

The full wave method, which is valid for only linear process, has been widely used to analyze the wave characteristics in a nonuniform plasma. On the other hand, computer experiments are expected to give exact solutions including nonlinear processes. We have confirmed that computer experiments using one dimensional particle code (KEMPO) showed the same solution as obtained by the full wave method under the same plasma conditions. We will present some interesting results such as density modulation and excitation of ES wave due to EM wave, which are solely obtained in the computer experiments. We will also discuss the limit of the validity of the full wave method.

空間的に不均質なプラズマ媒質における電磁波の伝搬を解析するためには、従来より Full Wave 計算法が広く用いられているが、この方法はコールドプラズマ近似や線形近似を用いているため、例えばプラズマの熱効果や非線形現象などを取り扱うことは困難であり、これらが不均質プラズマにおける電磁波の伝搬に及ぼす影響などを見ることできない。そこで、このような Full Wave 計算法で取り扱えない現象を調べるために、我々は、新たな試みとして、不均質プラズマにおける波動伝搬の計算機実験を行なっている。シミュレーションコードとしては一次元の粒子コード (KEMPO コード) を用いた。電子密度に勾配を持たせたシステム中で電磁波を伝搬させ、システムにおける電磁界や粒子分布の空間的、時間的変化などを調べている。また、この結果を Full Wave 計算法による結果と比較することにより、Full Wave 計算法による電磁界が、その近似が成立しない場合においてどれだけ有効であるかを調べることも可能となる。

前回の発表では、この第一ステップとして、外部磁場と平行に電磁波が伝搬する場合に対して、Full Wave 計算法と同じ近似の下で計算機実験を行ない、その場合、計算機実験により解かれた電磁界は、Full Wave 計算法により解かれたものとほぼ一致するという結果を紹介した。このことは、このような不均質プラズマにおける波動伝搬の解析において、我々の計算機実験が有効であることを示している。

今回は、静電波や非線形効果などの Full Wave 計算法で取り扱えない現象に焦点をあて、その発生条件や現象の解析などについて議論を行なう。その一例として、非線形現象の例を Fig.1 および Fig.2 に示す。これらは、システム内を伝搬する電磁波の磁界振幅 B_w が外部磁場 B_0 に対して無視できない程度 (この例では $B_w/B_0 \sim -40\text{dB}$) になった場合に発生する非線形現象を示したものである。この場合、粒子は波の磁界により2次のローレンツ力をx方向 (外部磁場の方向) に受け、密度擾乱や、静電波などを発生させる。Fig.1 はその密度擾乱の発生する様子を示したものである。不均質プラズマ中では、電磁波の振幅が空間依存性を持つため、特定の場所において大きな密度変動が起こっている様子が見られる。また、Fig.2 はこのように密度が変化することにより生じるx方向の静電解 E_z の時間発展を示したものである。この静電解にも、興味ある空間依存性が見られている。

発表では、このような計算機実験でのみ取り扱えるような現象をいくつか紹介し、それらの解析を行ない、また Full Wave 計算法の有効範囲なども議論する予定である。

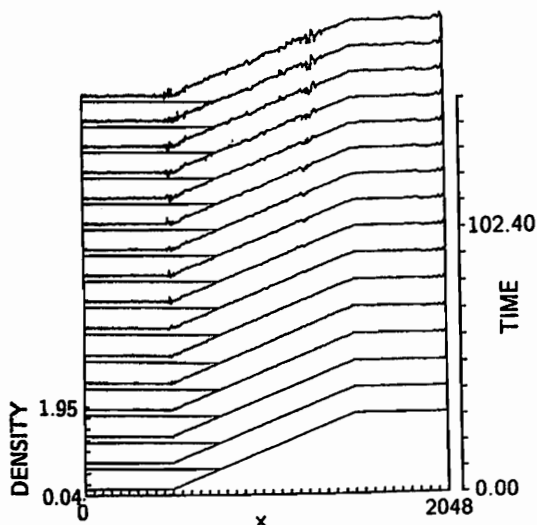


Fig. 1 Time evolution of electron density in a nonuniform plasma.

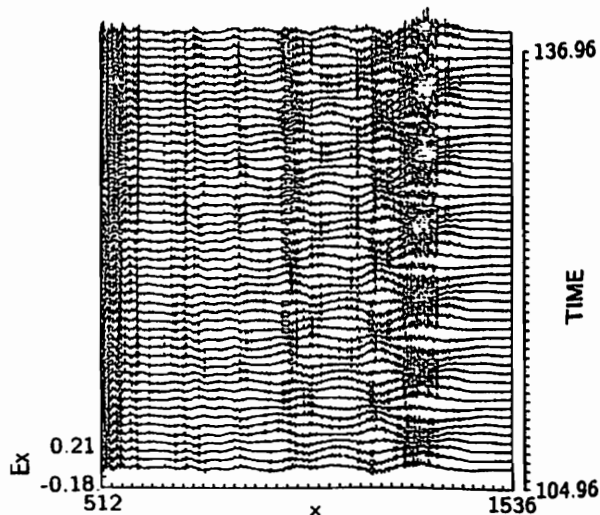


Fig. 2 Time evolution of electrostatic field generated by electrons accelerated by nonlinear Lorentz force.

太田健次** 早川正士***

中部大学工学部 *名古屋大学空電研究所

ON THE OBSERVATION AND INTERPRETATION OF PATCHED STRUCTURES IN THE SPECTRA OF LOW-LATITUDE WHISTLERS

Kenji OHTA Masashi HAYAKAWA

Department of Electronics Research Institute of Atmospherics
Chubu University Nagoya University

Abstract-- In order to study the propagation mechanism of whistlers, we have developed a new analyzer system using PCM recorders and an FFT analyzer. By using this equipment, we can investigate easily the fine structures in whistler spectra, especially the patching structures. We have found the patched structures in frequency spectra which are not seen in the corresponding spectra of causative atmospherics, and their generation mechanism in terms of the wave interference effect due to an irregularity in the F region of the ionosphere.

通常、ホイ斯拉の観測はルーチン観測法によって行なわれ、毎時50分より52分までの2分間に発生する空電雑音をあらかじめテープレコーダに録音し、後に解析者の聴覚によりホイ斯拉の発生数を数え、その時間におけるホイ斯拉の発生頻度としている。またソナグラフ装置（音声帯域における周波数解析装置の一種）を用いて解析した周波数軸と時間軸（以下 $f-t$ と記す）上のホイ斯拉の傾きよりホイ斯拉分散値を決定している。これらホイ斯拉発生頻度と分散値の変動を知ることにより、電離層と磁気圏プラズマ中のホイ斯拉伝搬路における電子密度、及びホイ斯拉ダクトの生成と消滅などの物理情報を推定することができる（Helliwell, 1965）。従来よりホイ斯拉とその先行空電の周波数解析にはソナグラフ装置が広く用いられている。この装置で解析された $(f-t)$ のスペクトルよりホイ斯拉分散値の測定はもとより、電離層と大地との多重反射による遮断周波数の測定、周波数成分の有無等の解析に大きな成果を挙げている（Iwai and Otsu, 1958）。しかしながら、ソナグラフ装置では周波数成分の強度が放電記録紙上の放電量で示されるため細かな強度変化を解析するには必ずしも最適とは言えない。

我々は PCM レコーダと FFT 解析によりホイ斯拉の到来強度の周波数依存性を細かに調べた。その結果、ホイ斯拉の周波数スペクトルの強度分布に特徴的な強弱の斑が存在することを見いだした。この強弱の斑はホイ斯拉に対応する先行空電の周波数スペクトルの強度分布とは関係がなく、ホイ斯拉の伝搬路における物理状態により発生するものと考えられる。

これら強弱の斑を Band と呼び、この斑を持つホイ斯拉を Paynar (1972) と同様に Banded whistler と名付け、細かな解析を行なったのでここにその結果を報告する。

低緯度の山岡において観測されるこれら Banded whistler の特徴を以下に示す。

- 1) Band の周波数間隔は 200Hz より 2.5kHz 程度まで種々多様である。
- 2) 数秒間の短い時間帯に到来するホイ斯拉は異なる先行空電によって発生しているにもかかわらずほぼ同一の Band 状態となる。
- 3) 先行空電の強度スペクトルとホイ斯拉の強度スペクトルとは一般に関係がない。
- 4) 数十秒間の間隔において発生したホイ斯拉では Band 状態は一般に異なる。
- 5) Banded whistler は主として昼間時に観測されるが夜間時においても観測される。

11a-III-4 DE-1 衛星で観測された極冠域帯域ヒスの解析

中村義勝、恩藤忠典、渡辺成昭、佐藤正樹

郵政省 通信総合研究所

POLAR CAP BAND HISS OBSERVED BY DE-1

Y. Nakamura, T. Ondoh, S. Watanabe and M. Sato

Communications Research Laboratory, Tokyo, 184

We are receiving of plasma wave data from DE-1, at Kashima under the support of NASA and the University of Iowa. In a pass of 1987 (Fig. 1), a continuous band of hiss emissions was received in the polar cap region as shown in Fig. 2 and 3. This clear band hiss thought to be identical with those analysed by Persoon et al. (JGR, Dec, 1983), but we can see the structures in the band hiss as shown in Fig. 2 and 3. Especially, Fig. 2 shows the band hiss is composed of whistler mode and Z mode emissions having the same upper cutoff at the plasma frequency. We try to make clear the relation between the cutoff frequencies observed in Fig. 2 and examine the possibility that the spectral pattern in Fig. 2 occurs as the result of the mode conversion mechanism.

通信総合研究所においては、米国NASA及びアイオワ大学との共同研究プログラムに基づいて鹿島宇宙通信センターにおいてDE-1のプラズマ波動データのテレメトリ受信を行っている。第2図、第3図は1987年

3月24日、第1図に示す2130UT-2205UTのパスにおいて観測された帯域ヒスを示す。この帯域ヒスは上限、及び下限において明瞭な遮断周波数を持っており、Persoon等が解析した極冠域帯域ヒス(Persoon et al., JGR, Dec., 1983)と同種のものと考えられる。第2図、第3図において注目すべきことは、帯域ヒスの中に構造が見られることである。特に第2図は帯域ヒスがホイスタモードとZモード放射から構成されていることを示している。本講演では、第2図の放射パターンに見られる遮断周波数相互間の関係を明らかにし、第2図の放射パターンがモード変換によって発生している可能性について検討する。

DE-1 ORBIT
MARCH 24 1987

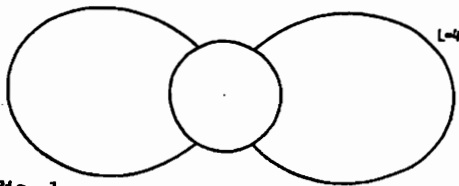
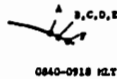
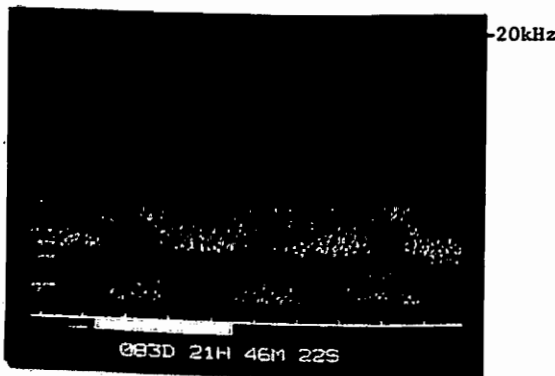
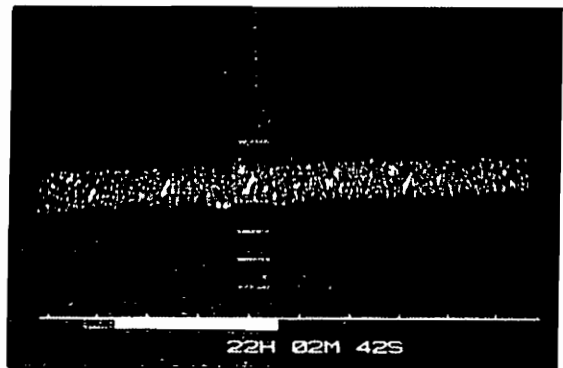


Fig. 1



A
Fig. 2
1 SECOND



F
Fig. 3
18 SECONDS

服部克巳、 早川正十、 島倉信

(名古屋大学空電研究所) (千葉大学工学部)

ON THE EXPERIMENTAL RESULTS AND THE MECHANISM OF HISS-TRIGGERED CHORUS IN THE OUTER MAGNETOSPHERE

Katsumi HATORI Masashi HAYAKAWA Shin SHIMAKURA
 1) Research Institute of Atmospherics, Nagoya University
 2) Department of Electrical Engineering, Chiba University

Abstract:

Satellite observations have indicated the simultaneous occurrence of the hiss and chorus, and it is likely that a chorus is triggered by hiss. We investigate, in detail, the detailed spectral analyses of hiss band, the correlation of hiss intensity and and chorus one, direction finding results etc., and we arrive at the conclusion that a chorus is strongly correlated with the underlying hiss band and that some wavelets near the upper edge of the hiss band are responsible for a chorus triggering.

磁気圏プラズマ中で発生するプラズマ波動の中で最もポピュラーなものがVLF帯の電磁放射で、VLF放射と呼ばれている。このVLF放射は、突発的に発生するspontaneous emissionと他の波によって励起されるtriggered emissionとに分類され、本研究では、後者を取り扱う。VLF放射には、従来インコヒーレントと考えられていたバンド幅の制限された連続性の雑音であるヒスと、コヒーレントで時間とともに周波数が上昇する孤立的なemissionであるコーラスと二種類のものがある。このコーラスとヒスは、しばしば衛星上で同時観測されることがある。コーラスのバックグラウンドにヒスが存在しているイベントが観測されるのである(図1)。近年、このヒスが、コーラスemissionと重大な関係を持っていると考えられている。このヒスが、コーラスemissionの励起波であることを示す。

る。また、コーラス励起のオリジンをヒス中に見つけるため、contour mapを描いた。図2はその一例で、コーラスの構造がはっきりわかり、ヒス中にwaveletが存在することもわかるが、コーラスのオリジンにあたるwaveletをはっきりと特定することはできなかった。しかし、ヒスからコーラスが励起される可能性が否定されたわけではない。さらに、11秒間連続してMeans法を用いた方位測定を行い、ヒス及びコーラスの到来方位を調べた。その結果、oblique instabilityによって生じた可能性があることが明らかとなった。

図1は、解析したコーラスの一例で、0.5-0.9kHzのヒスバンドの上限周波数付近からコーラスが発生している。このイベントは、GEOS-1衛星で、磁気緯度7.23度、L値6.67で観測されたものである。この図について735, 918, 1010, 1198Hzの各周波数の電界成分 E_y 及び磁界成分 B_x の時間的変化を求めた。この結果、コーラスが活発に生じている時はヒスの強度も強くなっていることがわかった。磁界成分についてコーラス励起のために必要なヒス強度のthreshold値を求めると15-20nV/√Hzとなる。この値は、定量的解析値とよく一致す



図1 hiss-triggered chorusの一例

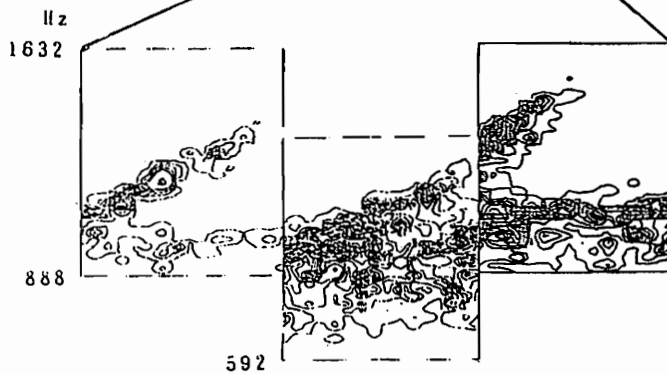


図2 contour mapの一例

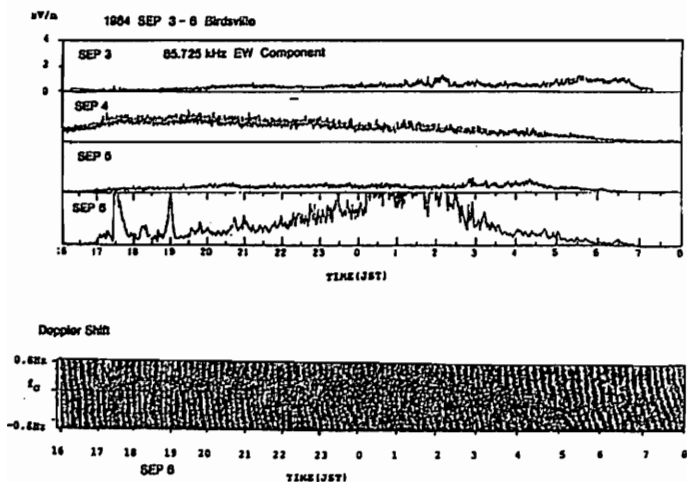
11a-III-6 Enhancements of LF whistler-mode wave intensity and energetic electron flux around L=1.54 associated with magnetic disturbances

Y.Tanaka and M.Nishino

Research Institute of Atmospherics, Nagoya University, Toyokawa 442

The whistler-mode waves of LF Decca signals (85.725 kHz) were measured around the magnetic conjugate point of the Decca station, Birdsville (L=1.54), Australia. At magnetically severely disturbed times, the whistler-mode waves appeared almost continuously during the nighttime, and were intensified by more than 20 dB. And their frequency shifted from a positive to the zero, which is deduced to be due to the drift of the whistler-ducts caused by westward convective electric fields penetrated into the low-latitude magnetosphere in association with magnetic disturbances. Also, such the electric fields are expected to inject energetic electrons into the midnight sector of the low-latitude magnetosphere from the magnetotail. Then, quasi-trapped and azimuthally drifting energetic electrons interact with LF whistler-mode waves, resulting in the increase of the wave intensity. Energetic particle measurements by NOAA 6 satellite have indicated the remarkable increase of energetic electrons more than 30 keV in the low latitude below L=1.5 in association with magnetic disturbances.

Hence, it is deduced that the intensity increase of the whistler-mode Decca signals at magnetically severely disturbed times is attributed to the wave growth caused by cyclotron resonance interactions of ring current electrons (50-100 keV) injected into the low-latitude magnetosphere below L=1.5.



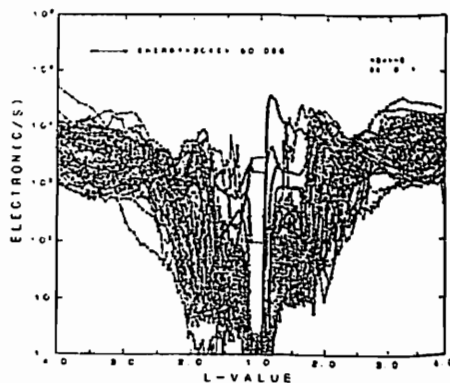
(Fig.1)

Fig.1; Intensities of whistler-mode waves (85.725 kHz EW component) and Doppler shifts associated with magnetic disturbances.

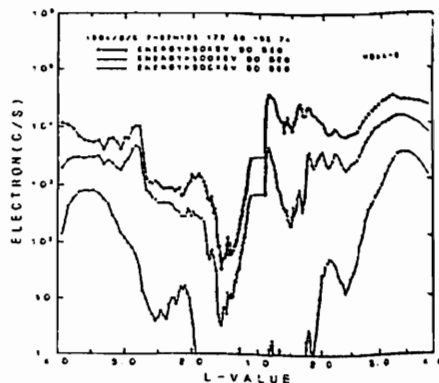
Fig.2; Variations of count rates of energetic electrons (>30 keV) with pitch angle 90° versus L value, observed by NOAA 6 on orbits of 100-180° in longitude for the period of Sept.1-10, 1984.

Fig.3; Enhancements of energetic electrons (>30, >100, >300 keV) on low L shells, associated with the magnetic storm (Sept. 4-5, 1984).

(Fig.2)



(Fig.3)



西野正徳, 田中義人
名古屋大学空電研究所

PROPAGATION TIME OF VLF WHISTLER-MODE SIGNALS DEDUCED FROM
CONJUGATE MEASUREMENT AT A MIDDLE LATITUDE

M. Nishino and Y. Tanaka
Research Institute of Atmospheric, Nagoya University

VLF whistler-mode signals from Komosomol'sk-mur (Eastern USSR, $f=14.881$ kHz) were observed at Ceduna (geomagnetic latitude, 40.2° S), South Australia in Australian winter of 1984 and 1986. Using these waveforms data, we have analyzed the propagation time of the whistler-mode signals around the sunset time with regards to the geomagnetic activities (K_p index).

ソ連高出力 V L F 局 (Komosomol'sk-mur) からの磁気圏伝搬ホイッスラモード波 ($L=1.9$) を磁気共役点のオーストラリアのセドナ (磁気緯度 40.2° S) で観測した。1984年及び1986年北半球夏季における観測データからホイッスラモード波の伝搬時間、到来方向及び偏波を解析し、レイバスの理論計算との比較検討から、ダクト伝搬を確認した。これらの諸量の測定は、磁気圏内ダクトのダイナミクスを解明する上に重要であり、今後も多量の観測データを解析する必要がある。

本講演では、日没前後のホイッスラモード波の伝搬時間の解析結果を地磁気活動に関連して (図1及び図2) 報告する。図1に示すように静穏日 ($\Sigma K_p < 24$) には

全体に伝搬時間の時間変動のばらつきは小さく、日没前から送信局日没時 (19 h JST) に減少し、その後、夜間に増大する傾向を示す。一方、図2に示す擾乱日 ($\Sigma K_p > 24$) には、全体に伝搬時間の時間変動のばらつきは大きく、静穏日のように時間的変動の傾向は明らかでない。Andrews et al (1978) 及び Andrews (1980) は $L=2.3$ における V L F 局ホイッスラモード波 ($f=18.6$ kHz) のドブラシフト及び伝搬時間の測定から磁気圏電場と電離層・磁気圏 coupling flux を推定し、その結果、ドブラシフトの大半は $E \times B$ によるダクトドリフトが原因であると報告している。この結果に基づいて $L=1.9$ におけるホイッスラモード波の伝搬時間から磁気圏電場を推定する。

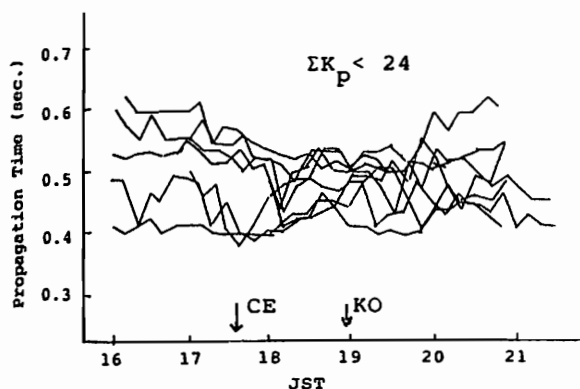


図 1

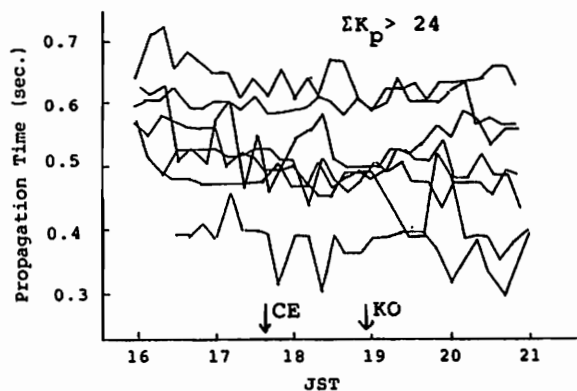


図 2

Figs. 1 and 2 show the time evolutions of the propagation time of the VLF whistler-mode signals at geomagnetically quiet and disturbed days, respectively.

シャトル・テザー衛星の電磁力学過程の計算機実験 (IV)

白井 英之 松本 紘 大村 善治
 京都大学超高周波研究センター

Computer Experiments of
 SETS(Shuttle Electrodynamic Tether System)

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

By using a 2-dimensional full electromagnetic particle code, we studied the SETS dynamical interactions with the ionosphere by computer experiments. Our model includes two conductive bodies representing the satellite and shuttle and an electron gun on the shuttle in a plane intersecting the magnetic field obliquely. We investigate the subjects such as the electrical properties of the tether system, the formation of a plasma cloud by emitted electrons, and the local excitation of the LHR waves. We also present the mechanism of the local excitation of LHR waves by a separate computer experiment with a plasma cloud at the center of the simulation plane.

我々は、将来の宇宙大型建造物とプラズマ環境との相互作用の研究の手始めとして、SETS と呼ばれるスペースシャトルを用いた大規模なテザー衛星実験¹⁾の計算機実験を行っている。今までは、テザーシステムの速度方向と地球磁場が垂直に交わる場合について行って来たが、今回は、より一般的なモデルとして、斜めに交わる場合についての計算機実験を行い、前回までの結果と比較検討を行う。

過去3回の講演では、自由境界2次元電磁粒子コード²⁾を用いた SETS の計算機実験についてその結果報告を行ってきた。モデルとしては、 $V \times B$ 効果により周辺プラズマに対して高電位となる衛星のみを内部導体として取り入れたもの、また、テザー衛星、シャトルに相当する電位差を持つ2つの導体とシャトル上の電子銃を取り入れたもの、の2種類を用いて実験を行った。各々の計算機実験において見られた現象としては、次のことが挙げられる。

まず衛星切り取りモデルでは、高電位テザー衛星周辺における電子の $E \times B$ ドリフトによる環状電流、また周辺のプラズマ振動に起因した衛星電位の変動、波動励起がみられた。シャトルとテザー衛星の2つの内部導体を含んだモデルでは、テザーシステムの電気的特性、シャトルから

放出された電子ビームの挙動、それによるプラズマ雲の形成、また、局在 LHR 波動の励起などが明らかになった。

今回は、テザーシステムの速度方向と地球磁場が斜めに交わる一般的な場合について計算機実験を行い、システムの電気的特性、電子ビームの挙動、またプラズマ雲、局在 LHR 波動の有無、などについて前回までの結果と比較検討を行う。それにより、より総括的に SETS 実験の理論的予測を行い、まとめる予定である。また、局在 LHR 波動励起については、シャトルからの放出電子によるプラズマ雲を2次元空間に取り入れたモデルを用いて計算機実験を行い、lower hybrid drift 不安定性理論³⁾を考慮した上で検討を加える予定である。

参考文献

- [1] P.M.Banks and P.Byers, 'SETS Development Phase Proposal'.
- [2] 白井 他、第82~84回 SGEPPS、講演予稿集
- [3] Winske, D., Short-Wavelength Modes on Expanding Plasma Clouds, *J. Geophys. Res.*, 93, 2539, 1988

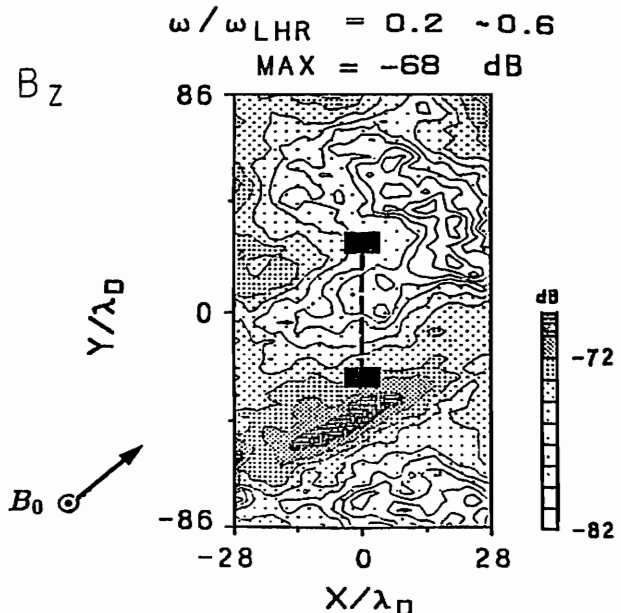
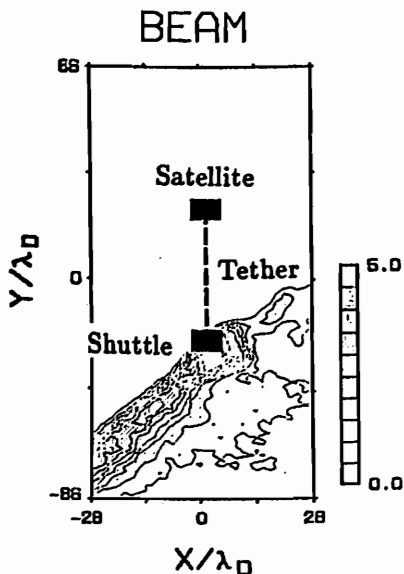


Fig. 1: Contour map of the charge density of the beam Fig. 2: Spatial distribution of B_z for $\omega/\omega_{LHR} = 0.2 \sim 0.6$.

計算機実験におけるプラズマの“ゆらぎ” (I)

上田 裕子¹ 松本 紘² 大村 善治² 宮武 貞夫¹ 奥澤 隆志¹
¹ 電気通信大学 ² 京都大学超高層電波研究センター

Plasma Fluctuations in Computer Experiments (I)

H. Ueda¹ H. Matsumoto² Y. Omura² S. Miyatake¹ and T. Okuzawa¹

1. University of Electro-Communications

2. Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

Fluctuations have been of interest in computer simulations of plasmas because they interfere with modeling of phenomena and their spectrum have also been useful to check out new simulation codes. Although in electrostatic simulations with superparticles and grids, fluctuations have been studied, never been in electromagnetic models. We present analysis of fluctuation spectra and correlations of electromagnetic and electrostatic plasma in KEMPO1 (Kyoto university ElectroMagnetic Particle cOde).

1. 研究目的

粒子コードを用いたプラズマの計算機実験において、“ゆらぎ”は研究対象として取り扱われたり新しいコードのチェックに用いられたりしてきた¹⁾。“ゆらぎ”にはもともとプラズマの線形および非線形な性質の情報が含まれており、理論的研究がソ連の研究者を中心として精力的に行われてきた²⁾。一方、プラズマを超粒子でモデル化する粒子モデルシミュレーションにおいては、プラズマの“ゆらぎ”の性質はプラズマを連続媒質とした場合のそれとは異なる面が現れる。この点に関しては Langdon^{1), 3)}による静電粒子コードについての研究があるが、電磁粒子コードについてはこれまでほとんど詳しい研究が行われていない。さらに“ゆらぎ”の性質は超粒子の形状や空間格子構造などにも影響されるので、コードに固有の特性が付加的に現れる場合がある。

本研究の目的は京都大学超高層電波研究センターで開発された KEMPO 電磁粒子コード (1次元版) を用いて計算機実験における磁化プラズマの“ゆらぎ”の性質を明らかにし、“ゆらぎ”のスペクトルを用いた新しいプラズマの診断方法を開発することである。

2. 1次元電磁粒子プラズマの“ゆらぎ”

今回は最も基本的な情報として、電磁粒子シミュレーションにおける電場および磁場の“ゆらぎ”のスペクトル、自己相関関数を示し、これまでに調べられた静電粒子シミュレーションおよび理論との比較によってその性質を検討する。電場のスペクトルについては静電モデルの場合に類似した結果が得られている。

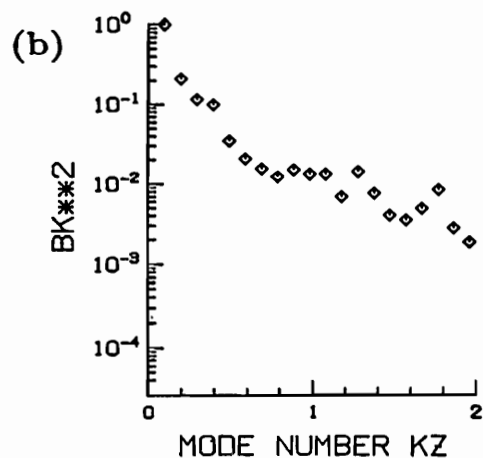
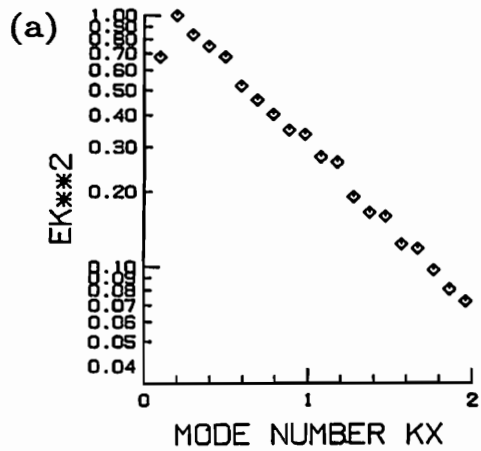


Fig. 1: Fluctuation spectrum in KEMPO1 [$\omega_{pe}t = 0 - 200$, $\omega_c/\omega_{pe} = 5$, direction of B_0 is X] (a)electric field (b)magnetic field

参考文献

- [1] A. B. Langdon, Phys. Fluids 22, 163 (1979)
- [2] A. G. Sitenko, "Fluctuations & Non-linear Wave Interactions in Plasmas" (Pergamon Press, 1982)
- [3] A. B. Langdon, J. Comput. Phys. 30, 202 (1979)

Computer Algebra for Kinematic Dynamos

Masaru Kono

Department of Applied Physics, Tokyo Institute of Technology

A computer program was developed to solve various types of kinematic dynamo problems using Bullard-Gellman formulation. The program relies on the principle of computer algebra by which functional forms rather than numerical values are analysed and reduced to the forms suitable for numerical solution. The principal points in developing such programs is presented below.

Bullard and Gellman(1954) によって定式化されたキネマティックダイナモの自動的解法及びそれをうたいくつかの例についてはすでに本学会で報告した(遠藤・河野, 1988; 河野, 1989)。今回はこの解法を数式処理という点から取り上げる。

普通の計算機のプログラムでは、多数のデータ(数値)に演算処理(数値計算、論理演算)を施し、短時間内に結果を得ることを目的としている。これらの演算はいずれも数値(論理値)に対してなされるものである。こうした演算の例としてダイナモの計算に必要な Gaunt 積分

$$K_{lmn}^{ijk} = \int_{-1}^1 Y_l^i(x) Y_m^j(x) Y_n^k(x) dx$$

を求めるプログラムについて考えてみよう。この積分が値を持つためには、いくつかの選択規制を満たさなければならない。この部分は、整数の組 (l, m, n, i, j, k) 及び各調和函数の中成分が \sin であるか \cos であるかについての論理演算としてプログラムに取り入れることができる。選択規制が満たされると、あとはこれらの整数の組み合わせから作らる複雑な数例の和をとれば良いことが Gaunt(1929) によって示されている。従ってこのプログラムを外から見るとある入力 (l, m, n, \dots) を与えたとき有理数 number/denom を戻す一種のフィルタとして認識される。

この例のように、普通のプログラムでは数値又は論理値を入力として受け取り、数値又は論理値を出力として戻す。どのような入力の組み合わせに対しても正しい出力が得られるように、入力値 (l, m, n, \dots) は変数として扱われているが、ある値(数値、論理値)が入力された時、別の値を戻すのが基本であることは変わらない。

プログラムの抽象化を進めると、入出力に値だけでなく概念を用いることが考えられている。概念にはいろいろな可能性があるが、ここで扱うのは関数の場合であり、具体的にはある速度場(トロイダル又はポロイダル場の組み合わせ)が入力として与えられたとき、インダクション方程式を展開して解くべき微分方程式系を与えるプロ

グラムの作成である。Gaunt 積分のプログラムとの比較でいえば、入力として T_1 と S_2^c を与えれば、Bullard-Gellman 方程式を出力し、別の速度場の組み合わせを与えれば、それらの速度を入れてインダクション方程式を展開した場合の方程式系を出力するものである。このプログラムは以下のような要素から実現される。

1) 入力

nv (速度場の数)、 nl (打ち切り次数)、各速度場、標的磁場 (S_1)

2) 相互作用チェーン

S_1 を U_β の組に入れる。($U_\alpha, U_\beta, U_\gamma$) が選択規制を満たすかどうかを全ての U_α (nv 個) と全ての U_γ ($2*nl*(nl+2)$ 個) について調べ、満たすものを U_β の組に入れる。全ての U_β についてサーチを繰り返す。

3) 各相互作用項の計算

各 ($U_\alpha, U_\beta, U_\gamma$) の具体的な表現は Bullard and Gellman (1954) によって与えられている。これには Gaunt 積分または Elsasser 積分の計算と $U_\alpha, \partial U_\alpha / \partial r, U_\beta, \partial U_\beta / \partial r$ などの関数を組み合わせることが必要。

以上の操作の結果は、 nl 次までの展開をしたときに登場する磁場の各項 $U_{\gamma i}$ 及びそれらの間の相互作用 ($U_\alpha, U_\beta, U_\gamma$) の係数(有理数)であるが、これは Bullard-Gellman 型の方程式が与えられたことに相当する。

解くべき方程式が与えられれば、それを実際にどう解くかはすでに在来のプログラムで実現されていたことであり特別な困難はない。従って上に述べた 1) から 3) の部分がキネマティックダイナモの自動解法の中心部分であり、これらは数式処理の手法によって実現された。

11p-III-2 キネマティック・ダイナモの固有値のパラメーター依存性

中島 崇裕 ・ 河野 長
東京工業大学理学部

The dependence of the eigenvalue of kinematic dynamo on the parameter
Takahiro NAKAJIMA and Masaru KONO
Department of Applied Physics, Tokyo Institute of Technology

We have a computer program to solve the kinematic dynamo problem following the Bullard-Gellman's scheme. With this program we will check on the dependence of the eigenvalue and eigenfunction on parameters, such as velocity fields, truncation level of order etc. Previous results of kinematic dynamo are not sufficient to know the behavior of it. In these search critical magnetic Reynolds number can be obtained with every dynamo. For a comparison of dynamos, magnetic Reynolds number cannot be used in itself, because the typical fluid velocity can be selected arbitrary. So for a comparison of the efficiency of various dynamos, normalization of critical magnetic Reynolds number is needed. With this normalization we will discuss the dependence of eigenvalues on parameter.

Bullard and Gellman (1954) は球形の電磁流体におけるダイナモ作用を考えるうえで、Induction 方程式

$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = \nabla^2 \mathbf{B} + R_m \text{curl}(\mathbf{u} \times \mathbf{B})$$

$$R_m = \frac{Vc}{\eta}$$

を球面調和関数による展開を行い、適当な速度場を与えることにより、定常解を固有値問題として求める方法を確立した。この方法の問題点は生成される磁場の chain をある次数で打ち切らなければならないことで、この次数が変わると固有値や固有関数が大きく変化する事が珍しくないことがわかっている。

現在までの Bullard and Gellman の定式化による解法で計算された速度場は

Bullard and Gellman (1954)

Gibson and Roberts (1969) $T_1 + S_2^{2c}$

Lilley (1970) $T_1 + S_2^{2c} + S_2^{2a}$

Gubbins (1973) $T_n + S_n$

Pekeris et al. (1973) $T_2^{2c} + S_2^{2c}$

Kummer and Roberts (1975) $T_1 + S_2 + S_2^{2c} + S_2^{2a}$

等である。

しかしこれらの結果だけでは、Bullard and Gellman の定式化における固有値の変化を知るには不十分である。そこで任意の速度場でも自動的に固有値を求めるプログラムを開発し（地球電磁気学会予稿集 1988 年春 I-1,2）様々な場合について計算を行った。

現在のプログラムにおいて指定するパラメーターは

- 速度場の種類
- 速度場の動径関数
- 磁場の打ち切り次数
- 動径方向分割数

であり、以前の地球電磁気学会でも、動径関数を変化させた場合（1987 年秋 I-18）、単一速度場で計算した場合（1989 年春 III-17）が報告されている。

ダイナモを維持するのに必要な流体運動の速度は磁気レイノルズ数の大小で判断することができる。しかしパラメーターを変化させた場合、また以前の異なった速度場で計算を行ったときにおいて、磁気レイノルズ数の V のとりかたに任意性があるので R_m の値だけ比較しても意味がない。そこでダイナモの起こりやすさを比較するような絶対的な尺度が必要である。そのために、磁気レイノルズ数の V として速度の最大となるものを取る、あるいは R_m のかわりにダイナモを維持するのに必要な kinematic energy を用いる等のが考えられる。

このようにダイナモの起こりやすさに注目して様々な場合についての比較を行う。

11p-III-3 MAGNETIC BRAKING PROBLEM — A TWO-DIMENSIONAL CASE

Y.SANO, T.TERASAWA, and T.ARAKI

Faculty of Science, Kyoto University, Kyoto, 608, Japan

When a plasma moves across a magnetic field line, the Lorentz force $\vec{j} \times \vec{B}$ works to decelerate the flow ("the magnetic braking problem.") The magnetic braking is believed to be one of the major mechanisms of transferring angular momentum in the primordial solar nebula. Mouschovias and Paleologou (1980) found an analytic solution of the one-dimensional magnetic braking problem for a rotating plasma disk imbedded in a uniform magnetic field parallel to its rotating axis. In reality, of course, the problem may not be one dimensional in nature: The rotation axis may not be parallel to the magnetic field, or the radial variation of fields and plasmas may be quite important. This paper presents preliminary results of our two-dimensional MHD simulation with open boundary conditions.

As an initial condition, we set a rotating plasma cylinder in a uniform magnetic field perpendicular to its rotating axis (the left panel). We assume uniformity of the variables along the rotating axis of the cylinder, but not axisymmetry. From the numerical solutions, disruption of the original cylindrical vortex into two parts is detected: Elongation of the vortex takes place immediately after the onset (the mid-left panel), and the disruption is completed in a time $t_0 \approx R/V_A$ ($=6.0$ in the simulation unit; the mid-right panel) where R denotes the radius of the cylinder and V_A the Alfvén velocity. After the separation, the vortices are seen to travel along the field lines with the Alfvén velocity in the opposite directions (the right panel). Though the initial velocity of the plasma is sufficiently large (comparable to the Alfvén velocity), the field line does not show significant distortion. This suggests that the Lorentz force is dominant in the equation of motion even in this high β case ($\beta = 25.0$) and that the component of the velocity, which is perpendicular to the field lines, changes readily. In the pressure distribution (lower panels), we see the appearance of a quadrupole-like profile at the center. This is due to the mass condensation and depression in the region where the Lorentz force and the velocity field become respectively antiparallel and parallel.

We emphasize difference between our MHD calculation and previous calculations in connection with kinematic dynamo theory: In the previous results (e.g. Galloway and Weiss, 1981), it has been reported that the field lines are strongly twisted by the rotational flow. However, the velocity field in these calculations was not self-consistently solved but given a priori. Our self-consistent MHD simulation revealed not only that the plasma velocity was decelerated enough by the Lorentz force before field lines distorted greatly, but also that even the topology of the flow pattern itself was affected significantly such as the disruption of the vortex. We expect that the obtained results shed a new light upon the role of the Lorentz force in the dynamics of the solar nebula and MHD dynamo problem.

References:

Galloway and Weiss, *Astrophys.J.* 243, 945-953, 1981.

Mouschovias and Paleologou, *Astrophys.J.* 237, 877-899, 1980.

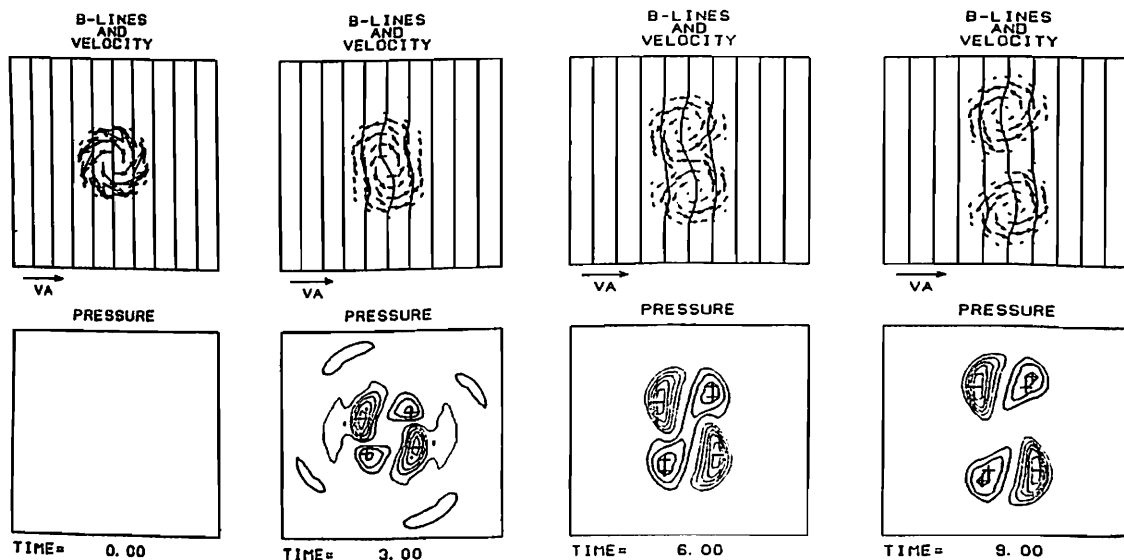


Figure. Disruption of the rotating region, field-line distortion (upper panels), and the associated pressure distribution (lower panels). The system width is 40.0×40.0 (mesh size=1), magnetic Reynolds number 600, plasma beta 25, the radius of the initial rotating region 8, and the time is normalized so that the Alfvén wave travels the unit length in the unit time.

加藤 浩文、 大家 寛
(東北大理)

NUMERICAL SIMULATION OF THREE-DIMENSIONAL MAGNETOCONVECTION WITH THE PLANE BOUNDARIES

H. Kato and H. Oya
Geophysical Institute, Tohoku University

Numerical simulations of three-dimensional thermal convection with the plane boundaries both for the non-magnetic case (i.e. the Bénard convection) and for the magnetic case (i.e. magnetoconvection) have been carried out to study the effects of the magnetic fields on convection. When the relatively strong magnetic fields in parallel to the gravity field vector exist initially, the convection is weakened and the Nusselt number becomes low.

Our final aim is to simulate magnetoconvection in the rotating spheres, which is needed for the study of the Earth's dynamo; the results of these simulations have presented progress toward this aim.

§1 地球の内部には、地核と地殻があり、地核は高温で流動している。この流動は地球のダイナモを生成する。本研究では、地球の内部の対流を数値的にシミュレーションし、磁場の影響を調べる。

§2 基礎方程式と数値計算
基礎方程式として、Boussinesq系の方程式を用いる。速度場を u, v, w とし、温度場を θ とする。境界条件は、 $z=0$ と $z=1$ で、 $w=0$ と $\theta=0$ とする。初期条件は、 $t=0$ で、 $u=v=w=0$ と $\theta=0$ とする。計算パラメータは、 $Pr=1$ 、 $Ra=1000$ 、 $Cl=0.40$ 、 $Prm=1$ とする。

§3 磁場のない場合の熱対流
図1は磁場のない場合の $t=2$ (時間は熱拡散時間を用いて無次元化してある) における $y=\pi$

の境界速度場を示す。この場合、Nusselt数は $Nu(z=+1)=2.79$ 、 $Nu(z=-1)=2.80$ である。

§4 磁場の影響
磁場の影響を調べる。初期速度場を $u=v=w=0$ とし、初期温度場を $\theta=0$ とする。計算パラメータは、 $Pr=1$ 、 $Ra=1000$ 、 $Cl=1.20$ 、 $Prm=1$ とする。

§5 MHD対流のシミュレーション
MHD対流のシミュレーションを行う。計算パラメータは、 $Pr=1$ 、 $Ra=1000$ 、 $Cl=1.20$ 、 $Prm=1$ とする。

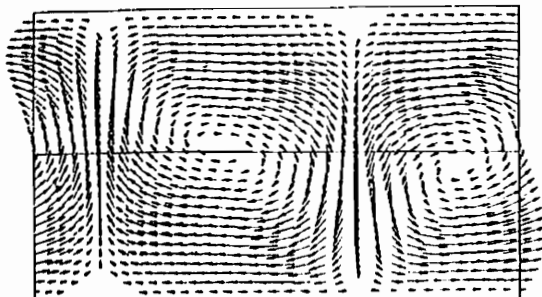


Fig. 1 $Cl = 0.40$ $Pr = 17$ X

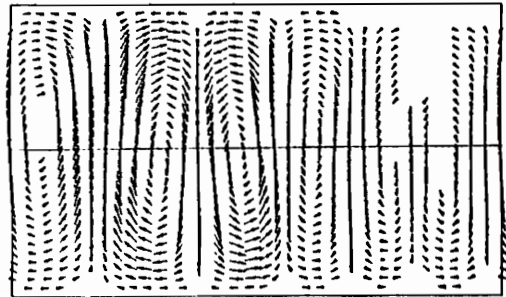


Fig. 2 $Cl = 1.20$ $Pr = 17$ X

Fig. 1 and Fig. 2 : Velocity vectors in the x-z plane ($y=\pi$) at $t=2$ for the non-magnetic case (Fig. 1) and for the magnetic case (Fig. 2).

11p-III-5 磁気流体波の厳密非線型解

並川 富一
大阪市大理

EXACT NONLINEAR SOLUTIONS OF HYDROMAGNETIC EQUATIONS

Tomikazu Namikawa
Department of Physics, Osaka City University

Exact wave solutions of nonlinear hydromagnetic equations for a highly conducting fluid in a non-uniform magnetic field, helically symmetric and other several solutions, were obtained. These solutions may be useful and applicable to the astrophysical and laboratory plasmas.

前回トロイダル磁場内の非線型磁気流体波について述べた。その後いくつかの非一様磁場内の厳密非線型波動解を得たが、基礎方程式を形式的に stationary form にすることにより更にいくつかの解が容易に得られることが判り、helically symmetric な解も議論する。これらの解は、任意のスカラー関数を含むので地球核、天体物理、実験室内のプラズマ内の波動を議論するのに有用であると思われる。

11p-III-6 地球外核内部における磁場および流体運動の相互作用

北村 文乃、松島 政貴、本蔵 義守 (東工大 理)

A Study on the Interaction Between the Magnetic Field and the Fluid Motion in the Earth's Core

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

In order to describe, quantitatively, the dynamo action in the Earth's outer core, we must solve the induction, the Navier-Stokes, and the energy equations. We have tried to solve them together, but reliable results could not be obtained because of the instability arising from the inappropriate scheme of finite difference. The magnetic field, the velocity field, and the deviation of the temperature can be expanded by a spherical harmonic series as in the B-G-L model. Furthermore, in order to avoid the problem of instability, we expand the radial-dependent terms by Chebyshev Polynomials. Then partial derivatives with respect to r can be exactly calculated to the maximum order of Chebyshev Polynomials. In this preliminary study, we ignore spherical harmonics higher than two and Chebyshev Polynomials higher than nine, and investigate time-dependent behavior of the magnetic field, the velocity field, and the temperature based on three fundamental equations with some assumptions and appropriate initial conditions.

地球外核内部におけるダイナモ作用を、数学的に記述しようとするならば、Maxwellの方程式から導かれるインダクション方程式、流体の運動を記述する Navier-Stokes の方程式、およびエネルギー方程式を連立させ解かなければならない。B-G-L モデルに従い、磁場、速度場をトロイダル・ポロイダル分解し、さらに温度の変化分も (θ, ϕ) 方向に球面調和関数展開して、スカラー関数 $S_n^m(r, t)$ から成る、合計5つの方程式から各成分の時間発展を追うことを以前試みた。しかし、高次微分項を差分化するスキームに不安定性や誤差の問題があり、結局このように多数の方程式によって、変数同士の相互依存性などを取り扱う問題に対しては、差分法によっては精度の高い結果は得られなかった。本研究の目的は、より信頼のおける計算方法を用いて誤差などの問題を取り除き、磁場、速度場、および温度の相互作用をできる限り正確に数値シミュレーションし、磁場生成のメカニズムを探ることにある。

まず問題となることは、偏微分項の計算方法である。そこで、動径方向の微分をより正確に得るため、スカラー関数をChebyshev多項式で展開する。 r_{oc} , r_{ic} をそれぞれ外核半径、内核半径とし、変数変換

$$x = (2r - r_{oc} - r_{ic}) / (r_{oc} - r_{ic})$$

を行ない、Chebyshev多項式 $T_i(x)$ を用いて、 $S_n^m(r, t)$ を展開すると、

$$S_n^m(r, t) = S_n^m(x, t) = \sum_{i=0}^N {}_n s_m^{(i)}(t) T_i(x)$$

となる。したがって、Chebyshevの最高次数までは、 r に関する微分項の正確な値が求められる。時刻 t に関する微分方程式は、ルンゲ・クッタ法を用いて解く。Chebyshev多項式は直交関数なので、ある次数の $T_j(x)$ を作用させ、 $[-1, 1]$ で積分すると、 $i \neq j$ の項は積分が0になり、方程式は ${}_n s_m^{(i)}(t)$ のみに関する式になる。今回は予備段階として、球面調和関数を2次まで、Chebyshev多項式を $N=9$ まで展開する。内核は、固体で外核と等しい電気伝導度を持ち、一方、マントルは絶縁体、2つの境界は、rigidな境界面であると仮定し、 ${}_n s_m^{(i)}(t)$ の時間変化を計算する。

強いトロイダル磁場に基づく 地球核内部流体運動

松島 政貴, 本蔵 義守
東工大理

FLUID MOTION IN THE EARTH'S CORE BASED ON STRONG TOROIDAL MAGNETIC FIELDS

Masaki Matsushima and Yoshimori Honkura

Department of Applied Physics, Tokyo Institute of Technology

The creation and maintenance of the Earth's magnetic field are due to the dynamo action in the Earth's fluid core. Fluid motion in the electrically conducting outer core should primarily be responsible for the characteristics of the Earth's magnetic field.

It has generally been considered that a strong toroidal magnetic field $B_{T_2^0}$ is generated by the interaction between the dipole magnetic field $B_{S_1^0}$ and the differential rotation $V_{T_1^0}$. At the previous annual meeting, we reported zonal toroidal velocity fields which are obtained using an extended method of Watanabe and Yukutake (1975), and concluded that differential rotation which generates toroidal magnetic fields is not restricted to $V_{T_1^0}$ and that we must take into account higher modes of toroidal magnetic field.

It is therefore assumed that non-zonal magnetic fields observed on the Earth's surface are generated by the interaction between zonal toroidal magnetic fields $B_{T_n^0}$ ($n \leq 6$) and poloidal velocity fields $V_{S_n^m}$. Then we estimate fluid motion in the Earth's core. It is expected that the obtained velocity fields provide a better initial state for evaluating time evolution of magnetic and velocity fields.

地球磁場は、地球流体核内部におけるダイナモ作用によって維持され、その特徴は流体運動の現れであると考えられる。地球磁場成因論の一つの立場に、外核内部に強いトロイダル磁場を考える場合がある。強いトロイダル磁場 (BT_2^0) は、双極子磁場 (BS_1^0) と差分回転 (VT_1^0) との相互作用 (ω 効果) によって生成される。地球表面で観測される non-zonal 磁場が、 BT_2^0 とポロイダル速度場 VS_n^m との相互作用のみによって作られると仮定して、外核の流体運動を推定した例がある (Rikitake, 1967; Honkura and Rikitake, 1972; Matsushima and Honkura, 1989)。

前回、我々は Watanabe and Yukutake (1975) の方法を拡張して、外核内部の zonal トロイダル速度場を求めた。その結果、zonal トロイダル速度場は VT_1^0 に限られるわけではなく、したがって、速度場を推定するときには、 BT_2^0 以外のトロイダル磁場も考慮しなければならない。

今回は、地球表面で観測される non-zonal 磁場が、 BT_n^0 ($n \leq 6$) と VS_n^m との相互作用のみによって作られるという仮定に基づき、外核の流体運動を推定し、高次のトロイダル磁場の影響を考察する。また、このように得られた速度場は、磁場および速度場の時間変動を求めるとき、適切な初期状態を与えると考えられる。

横山 由紀子・行武 毅
東大地震研

Fluid Motion near The Core-Mantle Boundary
Derived from Geomagnetic Sixty Year Variations

Yukiko YOKOYAMA and Takesi YUKUTAKE
Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

Geomagnetic sixty year variation has three remarkable spatial characteristics. Fluid motion near the core-mantle boundary will be constrained with the characteristics, because the variation is originated near the core-mantle boundary. Using the Navier-Stokes and induction equations with kinematic viscosity and magnetic diffusion, possible oscillating solution will be derived. Comparing the solution with observed sixty year variation, it is possible to determine fluid motion near the core-mantle boundary.

1. 地磁気60年変動

地磁気永年変化にはおよそ61年周期で変動するものがある。“60年変動”は地球核内に起源をもつと考えられており、核の電気伝導度を 10^8 S/m とするとその変動周期より核-マントル境界下30 Km以浅に起源が存在しなければならない。もし、それよりも深いところに起源がある場合、この程度の周期の磁場は核内で減衰してしまい、地表で観測することはできなくなる。

地磁気“60年変動”を解析すると、次のような空間的性質があることが分かる。

- i) “60年変動”は地球規模で起る変動である。
- ii) 4階までの球関数モードのほとんどに“60年変動”が共通して存在する(図1)。
- iii) 変動の観測されるモードでは変動が同位相、もしくは逆位相で起る(図2)。

これらii)、iii)の性質は非常に特徴的であり、核-マントル境界付近での運動はこれらの空間的性質を説明できるものでなければならない。

2. 基本方程式

問題となる核-マントル付近での運動は主にローレンツ力、粘性抵抗によって支配されると考えられる。従って、基本となる流体方程式と誘導方程式は以下のように表される。ただし、簡単化のために慣性項は無視している。

$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = -\frac{1}{\sigma \mu_0} \nabla \times (\nabla \times \mathbf{B}) + \nabla \times (\mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} = -\frac{1}{\rho} \nabla P + \nu \nabla^2 \mathbf{v} + \frac{1}{\rho \mu_0} (\nabla \times \mathbf{B}) \times \mathbf{B}$$

上式で \mathbf{v} 、 \mathbf{B} 、 σ 、 μ_0 、 ν 、 ρ は速度、磁束密度、電気伝導度、真空透磁率、動粘性、核の密度である。対象とする流体層は30 Km以下と考えられるので、磁気拡散や動粘性も考慮する必要がある。

3. 核-マントル境界付近での流体運動

流体方程式と誘導方程式を連立させて解くと振動解を得ることができる。この解と観測された“60年変動”を比較することにより、流体運動を決定することができる。核-マントル境界付近で起る現象を直接的な観測量から決定した例は数少ないので、この研究により境界付近での現象について新たな事実が分かるものと考えられる。

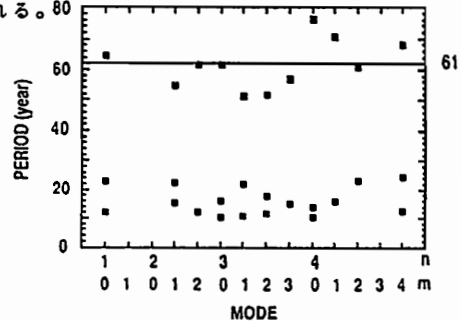


Fig. 1. Periods of the variation

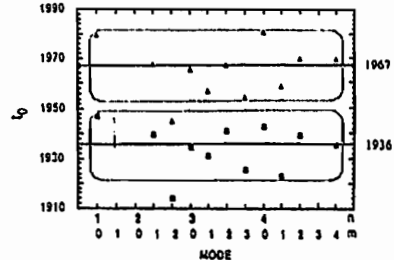


Fig. 2. Phases of the variation

電磁流体波による移動性磁場解釈の 問題点

行武 毅 ・ 横山 由紀子
東大地震研

Weakness of Magnetostrophic Wave Theory
for Interpretation of The Geomagnetic Drifting Field
Takesi YUKUTAKE and Yukiko YOKOYAMA
Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Among the characteristic features of the drifting part of the geomagnetic field the pronounced are (1)predominance of sectorial harmonics and (2)no clear dispersion in the drift velocity. It was examined whether these nature of the drifting field can be explained by magnetostrophic waves propagating along an intense toroidal field. The result has turned out rather negative. No distinction is seen between the sectorial modes and the other modes in the generation process. The wave velocity has become very dispersive.

1. 移動性磁場の解釈

移動性磁場について現在ふた通りの解釈がある。

(1)移動性磁場は地球核表面近くに存在する東西方向の流体の流れによって運ばれている磁場である。

(2)地球核内のトロイダル磁場にそって伝播する電磁流体波である。

という考え方である。ここでは電磁流体波によって観測事実を十分に説明できるかどうか、を検討する。

2. 移動性磁場の特徴

移動性磁場の性質を簡単にまとめると、

(1)移動性磁場はおもに階数と次数が等しい ($n=m$) sectorial 項からなる。

(2)Sectorial 項の位相速度には顕著な分散性は見られない。

(3)西方移動に加えて東方に移動する磁場が存在するらしい。

などとなる。ここでは(1)と(2)の性質が球殻内の電磁流体波として導けるかどうかを検討する。

3. Magnetostrophic wave

地球核内のトロイダル磁場とポロイダル型の流体運動によって移動性磁場が誘導されると仮定する。このようにして誘導された磁場によるローレンツ力とコリオリ力とのバランスによって電磁流体波の一種である magnetostrophic wave が発生する。この過程では、いわゆる "selection rule" が作用して、必ずしも最初に考えた流体運動と同じ型の電磁流体波が励起されるという保障はない。もし sectorial 項の運動のみが sectorial 項から出発して sectorial 型の波を発生するという self-closed system をつくり、他の型の運動はそのようなことがないとすると、移動性磁場が sectorial 項からなるという性質が説明されることになる。

トロイダル磁場として P_2^0 型の磁場を、流体運動として P_n^m 型のポロイダル運動をとって検討した結果、sectorial 項のみが self-closed system をつくるのではなく、すべての項が self-closed system をつくるのが判明した。すなわち、このようなモデルでは移動性磁場が sectorial 項からなるという性質は説明できない。

トロイダル磁場と流体運動の動径方向の分布に簡単な形を仮定して、位相速度の計算を行ったが、この場合もやはり顕著な分散性が得られた。

これらのことから移動性磁場を P_2^0 型のトロイダル磁場にそって伝播する波と考えたのでは観測事実を説明することは困難なように見える。したがって、現在ではまだ核表面の東西方向の流れによって運ばれるという考えを捨てることはできない。

佐柳敬造・玉木賢策

東大海洋研

Global Analysis of Marine Magnetic Anomalies II

Analysis of amplitudes of marine magnetic anomalies from the Northeast Pacific

Keizo SAYANAGI and Kensaku TAMAKI

Ocean Research Institute, University of Tokyo, Japan

The reduction of the topographic effect on marine magnetic anomalies is required to infer distributions of magnetizations of the oceanic crust from distributions of magnetic anomaly amplitudes. The topographic effect can be reduced by continuing observed data to a surface parallel to ocean bottom. We present distributions of peak to trough amplitudes of total intensity anomalies at a constant elevation of 6000 m from ocean bottom in the Northeast Pacific. The result shows the four features as follows: (1) High-amplitude zone (>300nT) exists over the Juan de Fuca ridge. The maximum value of amplitudes is 779.5 nT. (2) Middle-amplitude zones (>200 nT) are distributed in four areas denoted by A, B, C, and D in Fig. 1. (3) Amplitudes over the Juan de Fuca ridge are larger than over the Gorda ridge. (4) Low-amplitude zone extends to the west of the Juan de Fuca ridge. It is considered that above features suggest distributions of magnetizations of the oceanic crust in this area.

1989年春の本学会で北東太平洋の地磁気異常振幅強度の分布図を示し、その空間的特徴と地殻年代に対する変化について述べた。その振幅強度は海面上の磁気異常に対して求めたものであった。このためその振幅強度は磁化物体からの距離の影響は考慮されていなかった。しかし解析海域の水深は海嶺上で約1400m、最も深いところで約5900mになり、その差の4500mは無視することができない。このような地形の影響を取り除くために海面上の磁気異常から海底面から一定の高さの磁気異常を計算し、この値から磁気異常振幅を求めた。ここでは地形効果を考えた磁気異常振幅強度の特徴について述べる。

解析海域はJuan de Fuca ridgeとGorda ridgeから西へ延びる2つのlineation群のAnomaly 0~Anomaly 32の範囲である。使用したデータはNGSDC(National Geophysical and Solar Terrestrial Data Center)の1961年から1984年の航海ファイルと1987年の白鳳丸KH88-3のデータである。

解析は次の手順で行なった。まずIGRF85を使って航跡に沿った磁気異常を求めた。このランダムデータを5'×5'のグリッドデータに変換した。次に海面上の磁気異常値を海底面から6000mの高さに上方接続した。このとき、ある点の値を上方接続するのにその点を中心として2'×2'の範囲のデータを使用した。また水深はETOPOS(5'×5'の水深グリッドデータ)を使った。こうして得られた磁気異常データ(5'×5')に対して緯線に沿った断面を取りPeak to Troughの振幅を求めた。この振幅値のランダムデータをグリッドデータに変換しコンターマップを作った。

解析の結果、Fig. 1に示されるような磁気異常振幅強度マップが得られた。この振幅強度分布の特徴は次の4つである。

(1) Juan de Fuca ridge上は300nTを越える振幅(最大値: 779.5nT)があり、他の海域に比べて振幅が非常に大きい。

(2) off ridgeにおいて200nT以上の振幅が見られる場所はFig. 1のA, B, C, Dの海域である。

(3) Juan de Fuca ridgeの振幅の方がGorda ridgeの

振幅に比べて100~200nT大きい。

(4) 海嶺から遠ざかる向きに(東から西へ)変化を見た場合、300nT以上の大振幅海域、200nT以下の小振幅海域、200~400nTの振幅が分布する海域へと変化していく。この傾向はSurveyor F.Z.の北側で明瞭に現われている。

(1)~(3)の特徴は海面上の振幅強度分布と共通する。しかし(4)は、小振幅海域について海面上の分布と違う点がある。海面上では西経134度線に沿ってAの海域と同程度の強さの振幅が分布し、その両側に振幅の小さい海域があった。しかし地形補正をした結果、西経131度から西経139度の海域は一様に200nT以下の小振幅の海域になった。

今回の解析海域において地形補正は前回の講演で述べた振幅強度の4つの補正(地形、位置、磁化物体の走向および厚さ)の中で特に大きな項である。その点から上記の振幅強度の特徴は海洋性地殻の磁化分布に強く影響されたものだと考えられる。今後この海域での詳しい解析と解析海域をグローバルに展開することによって海洋性地殻の磁化の特徴がより明らかになると考えられる。

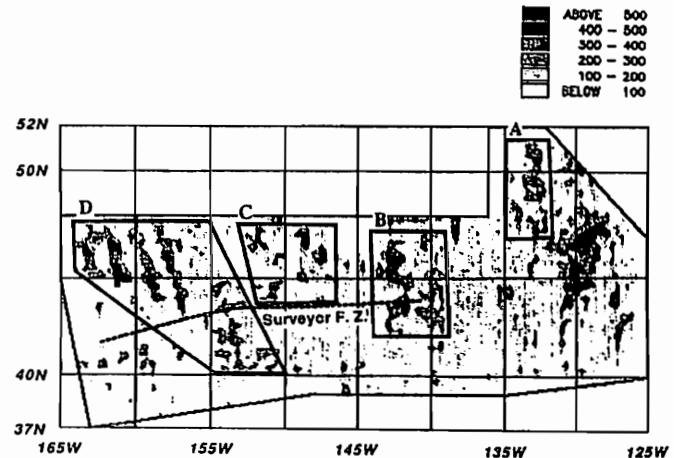


Fig. 1 Peak to trough amplitudes of total intensity anomalies at a constant elevation of 6000 m from ocean bottom in the Northeast Pacific.

11p-III-11 地磁気静穏日日変化によって 海洋中に誘導される電流 (III)

竹田雅彦
京大理

ELECTRIC CURRENTS IN THE OCEAN INDUCED BY THE GEOMAGNETIC SOLAR QUIET DAILY VARIATION (III)

Masahiko Takeda

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

Electric currents in the ocean induced by the observed external Sq fields are simulated for a realistic distribution of the electric conductivity based on the bathymetry. The effect of the finite conductive mantle is taken into consideration by the method of Winch (1989). It is shown that the intensity of the current vortex in the ocean is 58 kA at its maximum at 19h UT. The internal current system has fairly large north-south asymmetry especially when the external current vortex comes above the Indian ocean, because of the induced currents in the ocean.

前回の発表(第84回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会、金沢)では、実際の地磁気Sq場によって海洋中に流れる誘導電流をHewson-Browne (1978)の方法により、マントルを深さ400kmにある完全導体と近似して評価した。しかしこの方法では海洋中に流れる誘導電流によって地上で観測される磁場を評価するには適当ではなく、また、マントルを完全導体と仮定している点も、地磁気Sq場を用いて地球内部の電気伝導度を求める際に海洋中の誘導電流の効果の評価しておく目的からみて好ましくない。ここでは、Winch (1989)の方法によって、球関数展開を用いて、海洋-マントル系のSq外部磁場に対する応答を調べた。地球外部のinducing成分としては、前回と同じように1980年3月1日-20日のUT別に求められたSq解析の結果の地球外部項をフーリエ解析して得られるUT変化成分を用い、海陸分布は薄層球殻上の $1' \times 1'$ メッシュ上の海洋の深さに応じた電気伝導度分布として与えた。マントルのモデルは、深さ400kmの $1S/m$ の電気伝導度の一様導体球である。球関数展開の次数は、時定数と計算の精度・手間を考慮し、25次までとしたが、計算結果は20次までの場合とほとんど同じであった。

Figs. 1, 2は今回のシミュレーションによって求められたそれぞれUT19時と06時での海洋中を流れる誘導電流を示している。太平洋、インド洋にはそれぞれ58kA, 25kAの誘導電流が流れている。またFig. 3は、マントルを流れる誘導電流をも考慮したUT06時での内部等価電流系を示している。これを見ると用いたSq外部磁場は南北対称であるにもかかわらず、海陸分布によって内部等価電流系にはかなりの南北非対称性が現われることがわかる。

学会時には、さらにSqの各項の外部-内部項の振幅比、位相差に及ぼす海陸分布の効果についても議論する。

References

- Hewson-Browne, P.C., *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, **55**, 645-654, 1978.
Winch, D.E., *Phys. of the Earth and Planet. Inter.*, **53**, 328-336, 1989.



Fig. 1 Calculated induced currents in the ocean at 19h UT.



Fig. 2 Same as in Fig. 1 but at 06h UT.

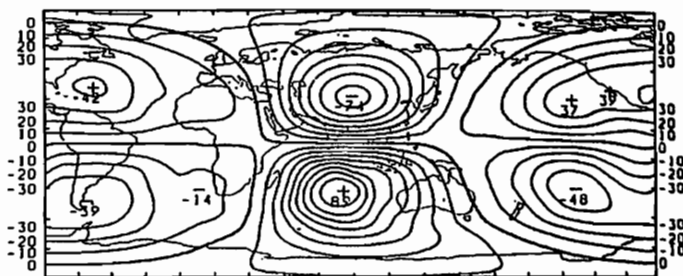


Fig. 3 Total Internal Equivalent current at 06h UT.

小嶋美都子
地磁気観測所

森 俊雄
地震観測所

高山寛美
気象研究所

ANALYSIS OF THE EARTH-POTENTIAL DATA WITH BAYTAP-G

— on the role of the Z-component of the geomagnetic field as associated data —

Mituko Ozima¹⁾, Toshio Mori²⁾, and Hiromi Takayama³⁾

- 1) Kakioka Magnetic Observatory
- 2) Matsushiro Seismological Observatory
- 3) Meteorological Research Institute

With the use of BAYTAP-G, we have analyzed the earth-potential data observed near Mito (Fig. 1), where the values of the geomagnetic field at Kakioka were used as associated data. We found that the use of the Z-component as the third associated data does not necessarily improve the separation of the induced earth-potential.

我々は1985年以来水戸と沼津においてNTTの通信施設を利用して長基線地電位観測を行っている(Fig.1)。そのうち、水戸で得られるデータをBAYTAP-Gを用いて解析した結果について報告する。並行観測値として、柿岡地磁気観測所に於ける地磁気X, Y, Z成分を使用した。これまでに述べてきた結果のうち、「並行観測値としてX, Y成分のみを使用する場合と比較して、X, Y, Z成分を使用した場合の方が地磁気による誘導成分をよりよく分離することができる」について、今回更にくわしい検討を加えた結果、このことが必ずしも成り立たない場合があることが判明した。Fig.2に月毎に求めたZ成分の応答係数の時間変化を周期別に表した。これは、いままでに述べてきたように、一見地磁気変動(例えば、Dstまたはk-index等)に対応しているが、1988年内では地磁気活動とは関係なくZ成分の応答係数が極端に小さくなる期間があることを示している。当然のことながら、これらの期間では、他の期間とは反対に、Z成分を用いない方がABIC値が小さくなる。これらの期間と他の期間とでは、地磁気変動にどのような違いがあるのかを調べた結果を報告する。

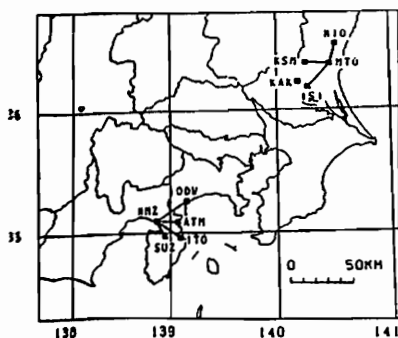


Fig. 1

Observation networks for the geoelectric field with a long electrode span.

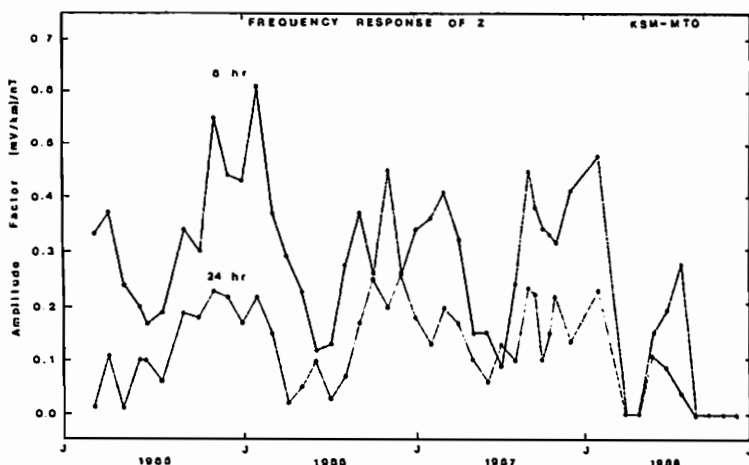


Fig. 2 Frequency response coefficient of Z-component of the geomagnetic field.

高山寛美
(気象研究所)

AN APPLICATION OF MT METHOD TO GEOELECTRIC FIELD OBSERVED WITH A LONG ELECTRODE SPAN

H. Takayama
Meteorological Research Institute

Observation of geoelectric field with a long electrode span have been carried out by making use of the communication facilities of NTT at Mito and Numazu since 1985. Geoelectric variations observed at Mito include little artificial noise and are mainly induced variations by geomagnetic variations. MT method is applied to geoelectric variations at Mito and geomagnetic variations at Kakioka Magnetic Observatory whose locations are shown in Fig.1. An example of the result is shown in Fig.2. Geoelectric field is KSM-MTO(N87°W) and geomagnetic field are parallel(X) and perpendicular(Y) to it.

1985年以来、日本電信電話株式会社(N T T)の通信施設を利用して関東地域(水戸)と東海地域(沼津)で長基線地電位観測を行っており、長期的に安定したデータが得られている。このうち水戸で得られる地電位差データは人工的ノイズが少なく、大部分は地磁気変化による誘導電位変化である。したがって、近傍の地磁気データを使うことによってMT法を適用することができる。今回は水戸の観測網に近い柿岡の地磁気観測所の地磁気データを使用した。

観測点の位置をFig.1に示す。随時に観測した毎秒値、通常観測している毎分値およびその平均値を用いることによって広い周波数範囲について解析することができる。結果の一例をFig.2に示す。電場はKSM-MTO(N87°W)、磁場は同一方向(X)とそれに直交する方向(Y)にとった。左側が Z_{xx} 、右側 Z_{xy} がであり、上からインピーダンス・テンソル、その絶対値と位相である。

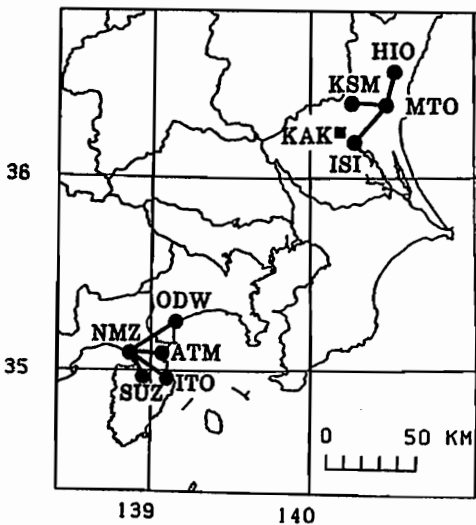


Fig.1 Location map of observation points. Circles are NTT repeater stations and square is Kakioka Magnetic Observatory.

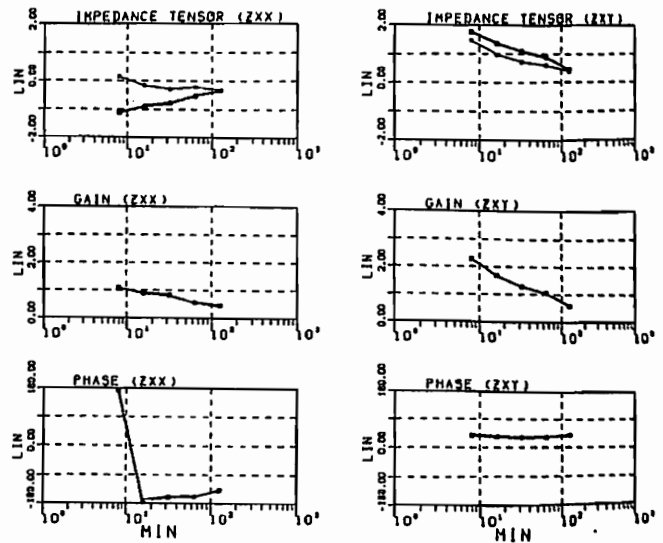


Fig.2 An example of the result. Impedance tensors (thick lines : real part, thin lines : imaginary part), their absolute values and phase, from top to bottom. Left hand is for Z_{xx} and right hand Z_{xy} .

ダム の 水 位 変 化 に よ る 地 磁 気
全 磁 力 変 化 お よ び 自 然 電 位 変 化
序 報 一 〇

宮 原 潤 一 郎 西 田 良 平 笹 井 洋 一 大 志 万 直 人
鳥 取 大 教 養 東 大 地 震 研 日 大 文 理

TECTONOMAGNETIC AND TECTONOELECTRIC CHANGES DUE TO GROUND
LOADING BY WATER LEVEL CHANGES OF A MAN MADE-LAKE

J. Miyakoshi¹⁾, R. Nishida¹⁾, Y. Sasai²⁾ and N. Oshiman³⁾
1)Institute of Earth Sciences, Tottori University
2)Earthquake Research Institute, University of Tokyo
3)Department of Earth Sciences, Nihon University

We started to make observations of the total intensity at the Sugisawa reservoir in order to detect the dam-magnetic effect due to surface load of a man-made lake. Water levels at this dam are fully controlled throughout the year. Total intensity changes amounting to 2~3nT are expected from the difference between the highest and lowest water levels of the reservoir. A macroscopic value of the stress sensitivity β can be estimated from changes in the total intensity.

ダム地磁気効果の検出をねらった、全磁力連続観測を、鳥取県日野郡日南町に建設された総貯水量1,980万トンの多目的ダム、菅沢ダムにおいて、7月下旬から開始した。この菅沢ダムでは、年間を通じて、その水位は、計画的に維持管理されている。水位が最も下がるのは、台風の時を予想した9月で、この一ヶ月間は、満水時の水位から約30m下がった水位となる。そして、10月から11月にかけて徐々に水位を上げ、次の年の6月までは、ほぼ一定の水位を保つように管理されているようである。

我々は、このダム周辺に4点の全磁力連続観測点（内1点はレファレンス用）を設けた。図1にその観測点配位置を示す。DAVIS(1974)、DAVIS and STACEY(1972)などのダム地磁気効果の観測及び、理論的な計算によれば、ダムに水を溜めたことにより、ダムの周辺では、ほぼ全磁力の減少が期待される。しかも、その変化量は、図2に示すように湖の中央で最も大きく、湖岸に行くと急激にその変化量は減少してしまう。図2は、DAVIS(1974)のモデル計算の結果である。そこで、できるだけ湖に突き出した位置に観測点を設置した。また、このダム周辺での岩石の帯磁率の測定を行っていないので確かなことは言えないが、DAVIS(1974)の例から考えて、このダムでは、年間の水位変化から、2~3nTの変化が期待でき、毎年比較的規則的な水位変動があるため、2~3年のスタッキングによりダム地磁気効果の検出が十分期待できる。これにより、巨視的な意味での岩石のストレスセンシビティ β の計測ができる。また、ダム水位操作が生み出す岩盤中の応力変化が流動電位現象を介して、ダム周辺の自然電位にどのように現われるかを明かにする目的で、ダム周辺において地電位差の観測も合わせて開始した。

DAVIS(1974)による

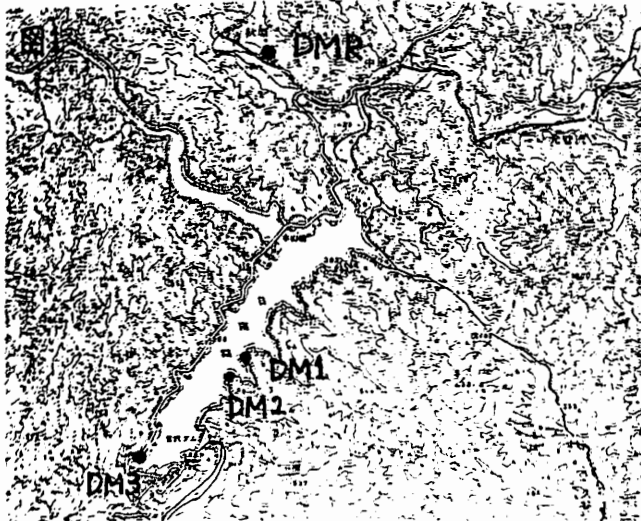
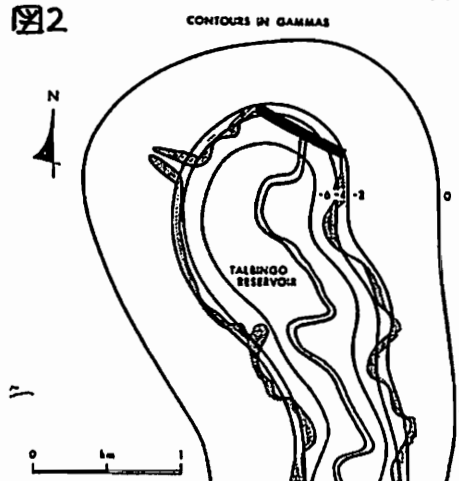


図2



森 俊雄

気象庁地震観測所

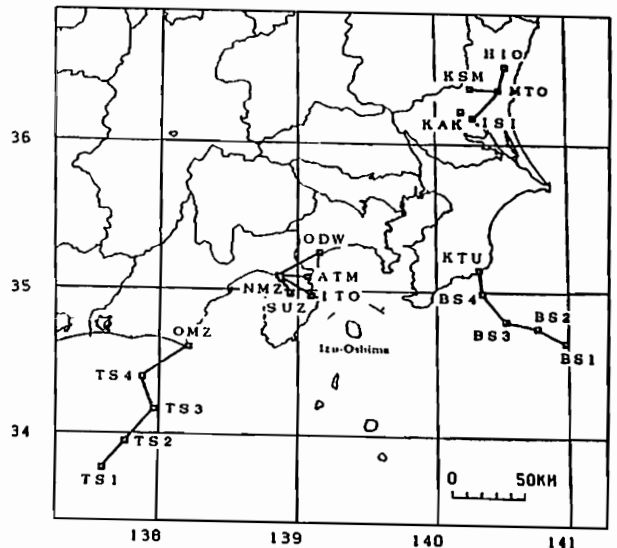
Goelectric observation by making use of the ocean-bottom seismograph.

Toshio MORI

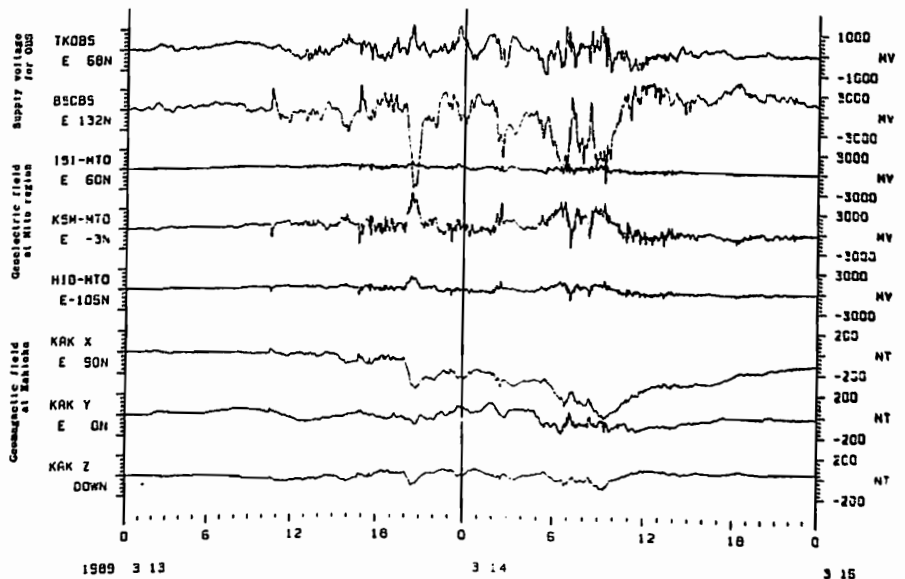
Matsushiro Seismological Observatory

The electric fields on the sea-floor has been observed by making use of the electric-power feeding arrangement for the permanent ocean-bottom seismograph observation system (TKOBS and BSOBS) which was installed off the Tokai and Boso regions. The electric fields on the sea-floor are analyzed with the electric fields at MTO and NMZ regions and the magnetic field at Kakioka. These data are useful for the prediction research of earthquake and volcanic eruption.

気象庁では、東海沖および房総半島沖に海底地震計 (TS1~4, BS1~4) を設置し、地震および海面水位の観測を行っている。このうち、東海沖海底地震計の給電電圧を利用した地電位観測についてはすでに報告してある (Mori, 1987等) が、今回は新たに観測し始めた房総半島沖のデータについて主に紹介する。勝浦 (KTU) から供給された電流は、先端部 BS 1 の海中アースから放出され、KTU の海中アースで回収される。供給される電流は、定電流方式が採用されているため外部電位の変動に対応して、給電電圧を変動させる。従って、BS 1 と KTU (約 82km) の電位変化を観測することができる。下図は 1989 年 3 月 13 日の大磁気嵐の時の記録で、TKOBS および BSOBS は、東海沖および房総沖の地電位変化を表わしている。柿岡の地磁気変化および水戸や沼津で行っている長基線地電位変化と比較して、矛盾しない変化をしている。KTU は鉄道に近いため、電車の発車時には大きなノイズが入る。このため利用する場合には、それらを考慮する必要があるが、東海沖海底地電位および陸上での地磁気・地電位とも組み合わせ、種々の利用方法が考えられる。また、海洋学的利用も考えられる。



1989 3M 13D 0H 0M 05 - 15D 0H 0M 35 (JST) INT- 1MIN



ELECTRICAL SOUNDING OF THE SEA FLOOR USING CONTROLLED
ELECTROMAGNETIC SOURCE METHOD (MOSES)

J. Oubina, J. Segawa, J. Motta and C. S. Yang
Ocean Research Institute, University of Tokyo

Over the past two decades, the electrical conductivity beneath the sea has been estimated by means of magnetotellurics method (MT).

The MT methods are a valuable tool for studying the deep earth structure, but unfortunately, they are not applicable for resolving shallow electrical structures because the natural magnetic fields originated above the earth's surface are attenuated by the conductive ocean and masked by several forms of oceanic background noise, so that temporal variations in periods shorter than a few minutes can not be observed.

The weak electromagnetic field propagating through the underlying sediments, crust, and lithosphere from an artificial source installed in water are measurable at significant source receiver separations.

The controlled source (CS) electromagnetic techniques are the obvious solution to resolve this problem. This methods minimize the problems that arise due to the presence of the conductive sea water layer.

The controlled source (CS) method has been proposed by many geophysicists and some experiments on this subject were carried out from 1981.

The main objective of this study is to investigate the shallow resistivity structure beneath the sea water layer by means of an off shore controlled source electrical sounding method.

To carry out this study, galvanic technique with vertical electric dipole source named magnetometric off shore electrical sounding (MOSES) method was selected. By this method, the magnetic field on the sea floor, due to the galvanic current flowing from a vertical bipolar transmitter extending from the sea surface to the sea floor is measured.

The controlled source electrical sounding by employing the MOSES method was conducted in the cruise KII89-1 at one site around the off shore Ibaraki Prefecture: the site CS-4 with coordinates 36° 14' N in latitude and 141° 10' E in longitude where the sea floor depth is about 800 m.

The principal aspects on the MOSES theory, experimental equipments, and data processing will be presented and preliminary results of this study will be described in some details.

From apparent resistivity curve as a function of source receiver separations, defined under quasi static DC limit criterion, the sea floor resistivity structure model is constructed. This was done by minimizing the difference between the measurements and the 1-D model curve while assuming layer of different thicknesses and resistivities.

The obtained 1-D model for site CS-4 is considered the sea water layer with 0.31 Ω m in resistivity and 800 m in thickness overlying a layer of 15 Ω m and 500 m and a homogeneous half space with 150 Ω m is assumed underneath.

In Fig. 1 the resistivity curve and the 1-D model are shown.

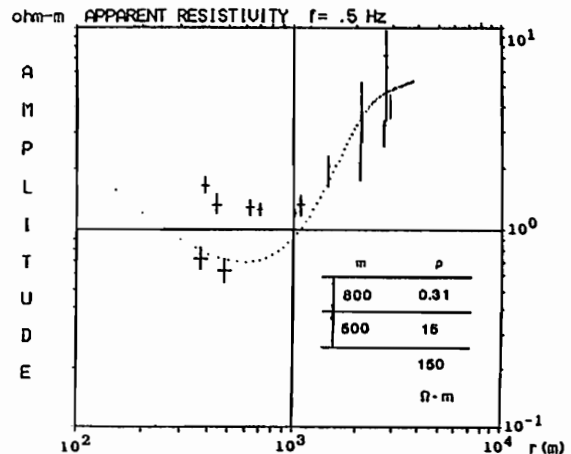


Fig. 1 The apparent resistivity is expressed as a function of source receiver separation. The vertical bars represent the error in magnetic field estimation (maximum noise level) while the horizontal bars is the error in the distance measurements (RMS). The dots curve is the apparent resistivity calculated from the simple model presented in the right part.

地殻比抵抗研究グループ

一北岳夫¹⁾、堀崎一郎²⁾、藤田清士¹⁾、西岡浩¹⁾、糸田千鶴²⁾、安川克己¹⁾、住友則彦³⁾
 1)神戸大学理学部、2)神戸大学自然科学、3)京都大学教養部

CRUSTAL RESISTIVITY STRUCTURE BENEATH THE CHUGOKU DISTRICT OF JAPAN

Research Group for Crustal Resistivity Structure

Takeo ICHIKITA¹⁾, Ichiro SHIOZAKI²⁾, Kiyoshi FUJITA¹⁾, Hiroshi NISHIOKA¹⁾, Chizu ITOTA²⁾
 Katsuni YASKAWA¹⁾, Norihiko SUMITOMO³⁾

1) Faculty of Science, Kobe University, 2) Division of Environmental Science, The Graduate School of Science and Technology, Kobe University,
 3) College of Liberal Arts and Sciences, Kyoto University

In the northern part of the Chugoku district, we carried out ELF-MT (8 to 20 Hz) and VLF-MT (17.4kHz) survey at 15 sites and ULF-MT (0.01 to 1 Hz) survey at the foot of Mt. Sanbe. Except for site C13 (Fig.1), MT sounding curves are similar to each other. We determined the crustal structure of the Chugoku district, especially paying attention to estimating CA structure beneath Mt. Sanbe.

1989年4月上旬、我々は中国地方北部において電磁気諸観測を行った。観測項目は、共同観測の湖線上でのVLF・ELF-MT観測および、三瓶山北の原でのULF-MT観測である。

1987年7月～11月にかけて、地殻比抵抗研究グループは中国・四国地方で電磁気共同観測を行った。観測項目は長周期地磁気変化（周期数分～数時間）、地磁気脈動（周期数秒～数分）およびそれらの周期帯の電場変化であった。この共同観測では三瓶山のインダクションベクトルの方向に他と異なる傾向がみられた。また、小川・高倉（1989）のULF帯の解析結果は三瓶山の地下に低比抵抗体が存在することを示唆している。

本研究では、三瓶山付近のCAを明らかにすることに主眼をおき、中国地方の地殻比抵抗構造解析を行った。

観測点の位置をFig.1に示す。VLF・ELF-MTの観測点は大田市（C13）から

三次市（C25）にいたる15点である。

VLF・ELF-MTで得た見かけ比抵抗値、位相差から以下のことが明らかになった。

- 1) 海岸線付近のC13の見かけ比抵抗値は数Ωm程度と低い。
- 2) C13以外の各点で得た見かけ比抵抗値、位相差は同様の傾向を示す。すなわち、見かけ比抵抗値は100Ωm～1000Ωm、位相差には周波数依存性があり、8Hz～20Hzになるにしたがって40°～60°と増加する傾向がある。Fig.2に、一例として頓原町上山C17で得た見かけ比抵抗値、および位相差の値を示す。

三瓶山付近では東西南北の4点C16、C27、C26、C15がある。上述の2点を考慮すると、三瓶山付近の浅部に低比抵抗異常は見られない。

本講演ではさらに比抵抗構造解析を進め、これまでの結果と総括して地殻比抵抗構造を報告する。

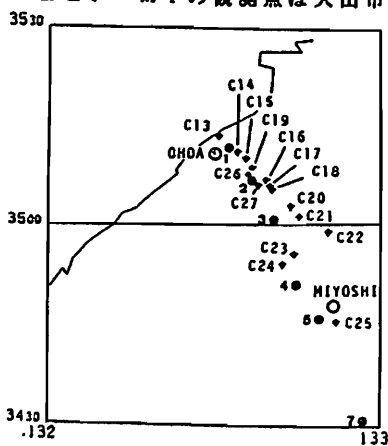


Fig.1 Distribution of observation sites.

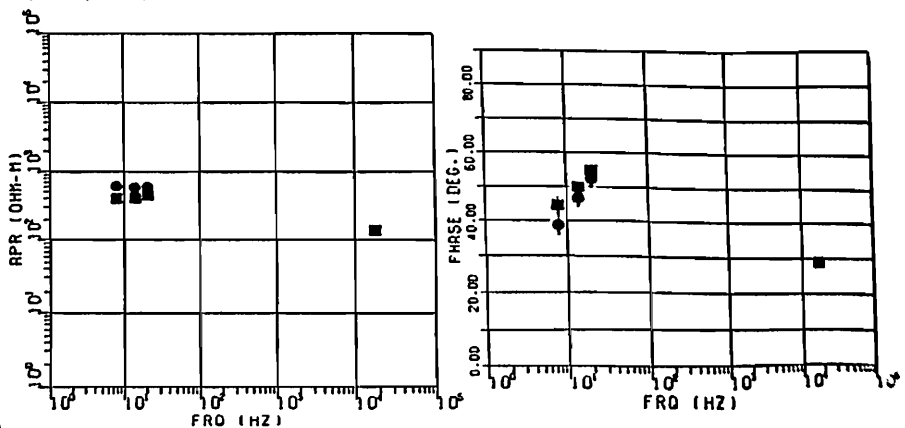


Fig.2 Apparent resistivity and phase data for site C17. Solid squares represent apparent resistivity and phase that are estimated from northward electric field and eastward magnetic field. Solid circles represent apparent resistivity and phase that are estimated from eastward electric field and northward magnetic field.

酒井英男、加藤隆司、中山武、土居光、加藤正明
(富山大 理) (京大防災研 上室)

ISLAND EFFECT IN THE GEOMAGNETIC TOTAL FORCE DEDUCED FROM THE DATA AT THE OBSERVATORIES IN NORTHWESTERN PART OF CENTRAL JAPAN

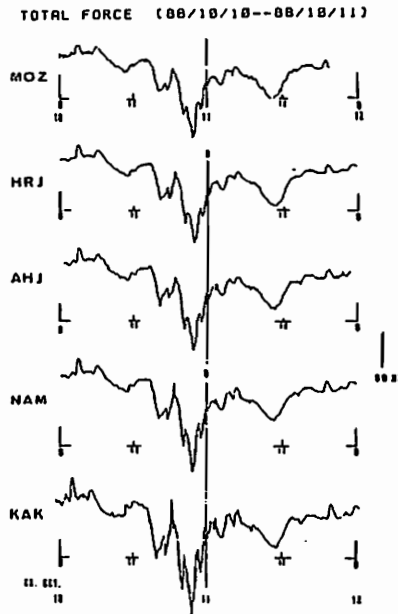
H. Sakai¹, T. Kato¹, T. Nakayama², H. Doi² and M. Kato²

1. Faculty of Science, Toyama Univ.
2. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ.

The simultaneous variation of the amplitude of total magnetic field at the five stations, Horyu, Monzen, Nisi-Amou, Asahi and Kakioka, with a period between five and a few tens of minutes were compared. There exists a tendency for the amplitude of variations to increase as the observation site becomes further from the Japan Sea. The inverse trend of geomagnetic field in the regions close to the Japan Sea and the Pacific Ocean (Sasai, 1969) was interpreted as the effect of induced magnetic field by sea water, introducing the schematic model of the "Island Effect".

1988年10月10-11日にかけて起きた地磁気擾乱を挟む約半月間の期間、館登半島門前町、富山県朝日町にて地磁気全磁力の臨時観測を行った。これらのデータに加えて、京大上室で従来から行っている館登半島宝立、岐阜県西天生での連続記録、更に地磁気観測所・柿岡のデータも使用させて頂き、地磁気全磁力の短周期変動の地域差を検討した。

図1では、10月10-11日における各地点の全磁力の5分値データを横軸に時間、縦軸に振幅をとって比較した。短周期変動(周期20-120分)に注目すると、日本海に最も近い門前(MOZ、日本海まで1.2Km)から朝日(AHJ、4.5Km)、宝立(HRJ、10Km)、西天生(NAM、80Km)と内陸に向い、変動の振幅は順に大きくなる傾向にある。太平洋に近い柿岡(KAK、海岸まで33Km)での変動の振幅は、門前に比べてかなり大きい。また、周期が短い変動程、海岸から離れるにつれて現れる、振幅の増大は

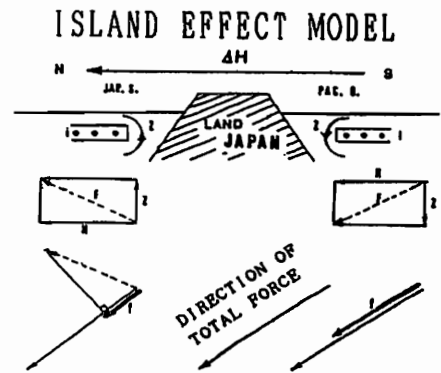


Variations of the total magnetic forces during the geomagnetic disturbance from Oct.10 to Oct.11 in 1988. Five stations (MOZ, HRJ, AHJ, NAM and KAK) are arranged from the Sea of Japan side to the Pacific Ocean side.

顕著であり、地磁気日変化に伴う様な比較的長い周期の変動では、各地点の振幅差は殆ど認められなかった。

こうした地磁気変動の地域差は、海中の誘導電流の影響による可能性が高い。従来の研究結果(宮腰:1971, 笹井:1989)も考慮し、図2に示すモデルによる解釈を試みた。

ここで地磁気水平成分の時間変化(ΔH)は南北方向で一様に変化し、また海の深さは一様と仮定している。 ΔH に伴う誘導電流*i*は、両側の海(日本海、太平洋)で同方向(裏から表向き)に流れる。電流*i*による誘導磁場のZ成分は、日本海側で上向き、太平洋側で下向きとなる。その結果、海水による誘導磁場*F*の全磁力方向の成分*f*は、日本海側では小さく太平洋側で大きくなる。この効果は海岸に近いほど顕著であり、今回の観測結果と調和的である。



- Z: vertical component of the geomagnetic field induced by the electric current in the sea water.
- : electric current directed from the back to the surface.
- f: induced geomagnetic force in the direction of total geomagnetic force.

中山 武¹, 加藤正明¹, 土居 光², 酒井英男³, 加藤隆治³,
 1. 京大防災研上室, 2. 京大防災研, 3. 富山大理

EARTH CURRENT OBSERVATION IN THE NORTHWESTEN PART OF CENTRAL JAPAN.

1.Kamitakara Obs.,Disast.Prev.Res.Inst.,Kyoto Univ., 2.Disast.Prev.Inst.,Kyoto Univ., 3.Fac.of Sci.,Toyama Univ.

Takesi Nakayama,¹⁾ Masaaki Kato,¹⁾ Hikaru Doi²⁾, Hideo Sakai³⁾, Ryuzi Kato³⁾

The Principal Direction (PD) of the induced earth currents around the Horyu station was obtained, using the data from the disturbance of geomagnetic field and/or lightning around the station. A PD of N15°W was determined. In the case of active faulting as the Atotsugawa fault (Nakayama et al.,1987), Kurobishiyama fault, and the Gofukuji fault, the PD vector was observed perpendicular to the azimuth of each fault. This was interpreted as the effect of the fracture zone of the fault having a low resistivity. The schematic model was introduced to explain the PD for induced electric potential in the low resistivity area.

はじめに, 地電位変化の主方向 (P.D. Principal Dircetion) は電気抵抗の不均一と考えられている。また, これは比抵抗構造の境界付近に現れる為地震予知や地殻構造などに関する重要な情報にもなるといわれている。そこで我々はこれらの事を勘案し次の様な所に重点を於いて観測をしてきた。跡津川断層上 (連続観測: NAM.MYG: その他臨時観測点) 又はその他の断層或いはその付近, また, 海岸や火山近辺等に於いても電磁気的な観測を実施してきた。ここでは, これらの観測の中から特に地電位差のP.D.に就いて, 観測の結果をmodel化し, それに実験検討を試みたので, 本講演では是までの観測結果を纏めて紹介したい。

観測点; 断層, 又は其の付近: 跡津川 (A), 黒菱山 (K), 牛伏寺 (G), 戸市 (T), 宝立 (H.?), その他の断層, 火山: 中尾 (Y.焼岳), 王滝 (O.御岳) 富山湾: 氷見 (H), 富大 (TU)

まとめ; 1) 地電位のP.D.と断層走向

図1.に於いて, P.D.は, 跡津川断層走向 (N60°E) 上5観測点で, 断層走向にほぼ直交している事が認められる。また, 見かけ比抵抗 (VLF.17.4KHz) に於いても各観測点で数 (0hm.m) から数K (0hm.m) 程度迄のコントラストが認められた。また, 牛伏寺断層 (N10°W) 松本. ではP.D.は東西方向に近く, 見かけ比抵抗も跡津川に似ている。

その他の黒菱山 (朝日), 能登半島北端部の断層 (宝立), 戸市 (古川) に於いても夫々P.D.は直交する傾向にあるものと思われる。2) 火山付近のP.D.: 中尾 (焼岳) 王滝 (御岳)。これらの観測点は何れも火山の山麓 (3km~10kmに山頂) にあって, P.D.は何れも山頂付近にある

ように思われる。3) 富山湾付近のP.D.: 海の近くでの地電位観測では, 海岸線効果と思われる海の方角に向く。氷見, 富山大橋内でのP.D.は何れも海岸線に直交する傾向にある。(富山湾深海の方角)。なお, 地磁気短周期変動 (全磁力) に関して, 海岸と内陸における地磁気変動の違いに就いては, P.D.と共に検討を加えている。

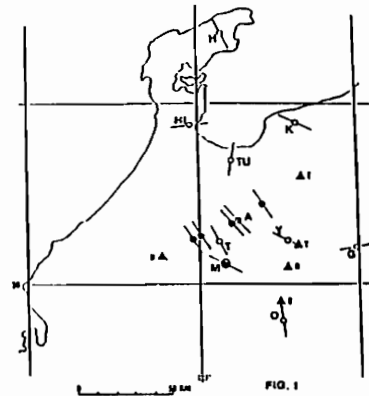


Fig.1. The principal directions (PD) of the induced earth current in the northwestern part of the Central Japan.

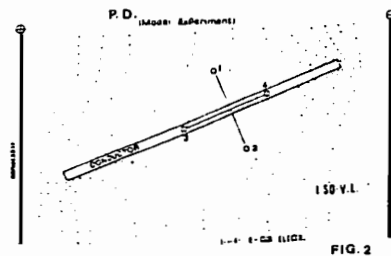


Fig.2. Model experiment of PD by equipotential contours around a conductor (layer of low resistance), which is located in an electric field. It is assumed that the flow of geoelectric current is in +>- direction. O: electrode for the observation of electric potential.

渡邊 誠 一 郎、 眞山 正 見、 関 谷 実
東 大 理 国 立 天 文 台 帝 京 大 理 工

NON-LINEAR EVOLUTION OF SHEAR INSTABILITIES

Sei-ichiro WATANABE¹⁾, Shoken M. MIYAMA²⁾, and Minoru SEKIYA³⁾
1) Faculty of Science, Univ. of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo 113
2) National Astronomical Observatory, Mikaka, Tokyo 181
3) Department of Technology and Science, Teikyo University, Utsunomiya, Tochigi 320

Shear instability is one of the candidates which makes the solar nebula turbulent and causes radial angular momentum transport. In the present study the non-linear evolution of the shear instabilities have been simulated numerically (using smoothed particle method) in order to clarify whether initial white noise evolves to turbulence or to a configuration with some disconnected 'planets'. We also estimate the final rotation law to which the nebula evolve and angular momentum transfer rate.

太陽は星間盤の収縮により形成された。星間盤は角運動量保存則により収縮にともないスピニアップするため、星間盤物質は直接中心に自由落下することはできず、原始太陽の周囲に円盤状の太陽系星雲を形成した。太陽系星雲内において物質を太陽に供給する角運動量輸送が生じるためには星雲は乱流状態にあったと考えられる。乱流の原因としてはいろいろ考えられるが、星雲の質量が太陽に比べ十分小さくなった段階ではシア不安定が重要である。

そこで中心重力源の周囲を回転するガス星雲のシア不安定について一般的に考えてみる。ガス星雲は自身の圧力と太陽の重力により中心からの距離に応じた差動回転しており、 $\Omega \propto r^{-q}$ (Ω : 円盤の回転角速度、 r : 中心からの距離) なる回転則で近似されることが多い。 q が2程度ではガスはトーラス状になり q が1.5に近づくと薄い円盤状になる。 $q < 2$ の場合は軸対称モードに対しては安定だが、非軸対称のゆらぎに対しては不安定となる場合がある。多くの研究者により様々な場合に対する線型解析が行なわれ、不安定は本質的に流れにシアがあることに起因することが明らかになった。

ではこの不安定の成長により系がどのような状態に至るのだろうか。この問いに対して Hawley (1987) は数値計算により、初期に与えられたモード解は成長しやがて回転角方向に分裂して塊 ("planets") となること

を示した。Goodman等(1987)は平衡解として類似の"planets"解が存在し、各planetでは外向きの潮汐力及び圧傾度力と内向きのCoriolis力が釣りあっていることを示した。しかし差動回転流体が塊に分裂すると考えるにはまだいくつかの疑問があり、星雲は不安定の成長により乱流状態となる可能性も大きい。

われわれはこうした疑問に答えるために、smoothed particle法を用いた数値シミュレーションによりシア不安定の非線型領域での成長を追うことを考えた。まずは不安定が顕著なトーラス状の星雲について計算を行なった。計算の精度を高めるためいくつかの単純化を行なった。(1)トーラスを1/6だけ切り出し曲がりをもたない円筒型にした。(2)赤道面に垂直な方向に積分して2次元化した。(3)ガスはpolytropeとした。基礎方程式は

$$\frac{d\mathbf{v}}{dt} = 3x\Omega_0^2 \hat{\mathbf{i}} - 2\Omega_0 \hat{\mathbf{k}} \times \mathbf{v} - \nabla Q$$

ただし、 x はトーラスの中心からの距離、 \mathbf{v} は速度、 Ω_0 はトーラスの中心での回転角速度、 Q はエンタルピー、 $\hat{\mathbf{i}}$ 及び $\hat{\mathbf{k}}$ は半径方向及び回転角方向単位ベクトルである。粒子数で10万程度程度の計算によりかなりの精度で進化を追うことができる。計算結果を基に差動回転系の進化、特に回転則がどのような値になるか、角運動量の輸送率がどの程度かを議論する予定である。

13a-III-2 原始太陽系星雲の進化における太陽輻射の影響

長谷川 正樹 中沢 清
東工大理

THE EFFECT OF THE SOLAR IRRADIATION ON THE EVOLUTION OF THE SOLAR NEBULA

Masaki Hasegawa Kiyoshi Nakazawa
Tokyo Institute of Technology Faculty of Science

We investigated evolution of the Solar nebula taking account of the effect of the solar irradiation at the nebula surface. The solar irradiation at the surface stabilizes the convection instability.

原始太陽系星雲 (Solar Nebula) とは惑星形成の初期の段階には存在していた H_2 , He ガスを主体とした、ガス雲である。この原始太陽系星雲の中で、固体が凝縮し、沈澱する結果、微惑星が形成される。従って、原始太陽系星雲の質量分布が、微惑星の質量、数密度分布を決定する。つまり、微惑星から惑星への成長を計算する際の初期条件を与える。又、原始太陽系星雲の温度構造は、太陽系内の化学組成を知るための不可欠な情報である。

原始太陽系星雲のモデルは、天文学における降着円盤 (accretion disc) の研究を参考にして、作られているが、代表的なものとして、乱流モデル (Lin and Papaloizou, 1985) がある。このモデルは、星間雲の accretion が大方終わった後の、比較的質量の小さいガス円盤の進化を記述する。ガスは、太陽の重力と遠心力がつりあって、殆んど Kepler 運動をしている。ところが、乱流による粘性のために、星雲の物質は太陽の方向に落ちこみ、角運動量は外へ運ばれる。このような星雲の準静的進化の結果として、原始太陽系星雲の構造が決められている。

乱流を起すメカニズムとしては、主として、対流が考えられている。Lin らのモデルでは、星雲は対流不安定の状態にあるからである。ところが最近 Watanabe et al (1988) によって、星雲の上面を太陽が暖

めるとすると、対流不安定に対し安定化されること示された。そこで今回は、この影響を考慮して、星雲全体の進化について述べる。

参考文献

- Lin, D. N. C., and J. Papaloizou 1985
On the dynamical origin of the star system. In *Protostars and Planets*.
- Watanabe, S. and Nakagawa, Y. 1988
submitted to *Icarus* (PP56-22)

13a-III-3 太陽系星雲内におけるダスト層の非軸対称重力分裂

中川 善次 (東大理) ・ 関谷 実 (帝京大理工)

Non-Axisymmetric Gravitational Instability of a Dust Layer in a Solar Nebula

Yoshitsugu Nakagawa and Minoru Sekiya
University of Tokyo Teikyo University

We have studied non-axisymmetric gravitational instabilities of a dust layer in a solar nebula. Shear in Keplerian rotation of the dust layer significantly affects gravitational stability in non-axisymmetric modes although it does not in axisymmetric modes.

円盤状回転流体の自己重力不安定性については、これまで軸対称な擾動に対する局所的線形解析によって、不安定の成長率や不安定波長が求められていた (Safronov, 1960; Toomre, 1964; Goldreich & Lindén-Bell, 1965)。

そして、その結果を太陽系星雲内のダスト層に適用し、分裂片としての微惑星の初期質量が見積もられてきた (Safronov, 1969; Goldreich & Ward, 1972; Hayashi, 1972)。

しかしながら、ダスト層の分裂による微惑星の生成過程は本質的に非軸対称である。軸対称モードの解析から求められた不安定波長は単に円盤が一縷重もリングに分裂する際の一本一本のリングの幅を与えているにすぎず、それが直ちに個々の微惑星の分裂長になるわけではない。

さらに、軸対称モードの局所的な線形解析においては、流体が差動回転しているという重要な効果——ゆらぎを押し縮めたり、引き伸ばしたり——が原理的に抜け落ちてしまう。差動回転の効果は、非軸対称モードにおいて初めて現れる。

そこで今回我々は、重力分裂に及ぼす差動回転の効果を明らかにし、微惑星の初期質量を改めて正確に求め直すために、非軸対称モードの重力不安定性を調べることにした。

その結果、非軸対称モードにおいては、差動回転は複雑微妙な影響を及ぼすことが明らかになった。特に、押し縮められていたゆらぎが引き伸ばしに転じる際、流体運動が極めて不安定になることで一方、波数が十分大きい場合やシアの効果の小さい場合には、従来の軸対称モードの固有振動解がよい近似で成立することも明らかになった。

中本泰史、 中川義次
東大理 東大理

SELF-GRAVITY EFFECTS ON THE PRIMORDIAL SOLAR NEBULA

Taishi Nakamoto, Yoshitsugu Nakagawa
Univ. of Tokyo Univ. of Tokyo

We have made up a model of a self-gravitating accretion disk. Making use of this model, we have studied the effects of disk self-gravity on the properties and the evolution of the accretion disk.

私たちの太陽系は、星間雲から原始太陽系星雲の状態を経て現在の姿に至ったと考えられている。この原始太陽系星雲については、静的なイメージのモデル (Hayashi 1981) もあったが、最近では動的なイメージの accretion disk (降着円盤) であったと考えられている (Lin & Papaloizou 1985, Cabot et al 1987)。

これら最近のモデルは次のようなものである。収縮してくる星間ガスは固有の角運動量をもっているために、いったん中心星の周りに Kepler 回転 (回転角速度: $\Omega = (GM_c/R^3)^{1/2}$) する disk を形成する。この disk は乱流状態にあり乱流粘性により角運動量が外側に運ばれる。同時に固有の角運動量を失った disk 中の物質は中心星に落ち込み、中心星に質量が供給される。なんらかの理由により中心星への質量の供給が停止したとき、残っている disk が進化してやがて現在の姿の太陽系になった。これらのモデルでは、重力場は中心星だけを考慮した中心重力場とし、乱流の原因としては対流不安定が想定されている。

ところが、中心星の質量に比べ disk の質量が小さくないときには、disk の自己重力は無視できない。このときにはまず、disk の回転角速度が Kepler 回転からずれる。一般には回転角速度の微分が小さくなるように変化する。角運動量輸送率は回転角速度の微分に比例するため、自己重力を考慮すると Kepler 回転の場合よりも角運動量輸送率が小さくなることになる。このため中心

星への質量輸送率も変化し、disk の特性や進化の時間スケールなどに影響を及ぼす。

さらに自己重力が強い場合には disk 自身が自己重力不安定になる (Tooure 1964, Goldreich & Lynden-Bell 1965)。これが乱流に発達し disk が乱流状態になるとも考えられる。この場合には、一般に自己重力不安定の成長率の方が対流不安定や shear 不安定の成長率よりも大きいと考えられるので、乱流粘性は主に自己重力不安定により維持されると考えられる。

このように accretion disk (原始太陽系星雲) において自己重力は大きな影響をもつと思われるが、計算の困難さにもより、これまで自己重力を考慮した accretion disk の研究はほとんどなかった。

今回私たちは、薄い disk の自己重力を考慮した accretion disk のモデルを開発し、このモデルを用いて disk の自己重力が disk 全体の特性、進化に及ぼす影響について調べたのでその結果を報告する。

相互重力散乱による
微惑星のランダム速度の変化

井田 茂, 中沢 清
東工大理

EVOLUTION OF RANDOM VELOCITY OF PLANETESIMALS
DUE TO THE MUTUAL GRAVITATIONAL SCATTERING

Shigeru Ida and Kiyoshi Nakazawa
Department of Applied Physics, Tokyo Institute of Technology

The random velocity of planetesimals is crucial to the accumulation of planets. Here we investigate gravitational scattering of planetesimals in the solar gravitational field, which is important factor to determine the random velocity; we statistically formulate the random velocity evolution due to the scattering and, according to it, calculate the scattering rate through a large number of orbital integration

地球型惑星、木星型惑星のコアは微惑星と呼ばれる小天体 ($10^{18}-10^{24}g$) が衝突合体して集積したと考えられている。その衝突確率は微惑星集団の(平均的)ランダム速度と決まるといえる。したがって、衝突確率とランダム速度の関数として求めること、微惑星集団のランダム速度を求めることが、惑星集積の key point となる。衝突確率については既に井田、中沢(1989)により求められているので、問題はランダム速度となる。微惑星集団のランダム速度は、相互重力散乱、非弾性衝突、原始太陽系星雲によるガス抵抗のつりあいで決まるといえる。ここではそのうちの相互重力散乱に注目する。

微惑星同士の encounter は太陽重力場内ではこのように、問題は注目する2つの微惑星に太陽を加えた3体問題となる。3体問題では解析的解は存在しないので、衝突確率を求めるときもそうであるが、計算は膨大な数の軌道の数値積分に頼らざるを得ない。また太陽重力という極めて大きな果敢性を持つ系を扱うので、重力散乱の数値計算結果を統計的に処理して微惑星集団のランダム速度に焼き直すというとても難しい問題である。このような理由から、これ迄の惑星集積の計算では、相互重力散乱に対して、太陽重力を無視した2体近似で、等方的な系に打てる Chandrasekhar (1949) の式が専ら使われていた。この式は遠距離散乱の寄与が LOG 発散し、その発散

を抑えるための遠方のカット・オフをとり任意パラメータを持つという特徴を持つ。

ここでは微惑星の散乱を3体問題として考える。惑星集積時の微惑星の軌道は円軌道に近く、また微惑星の質量は太陽の質量に比べて圧倒的に小さい。このような場合には Hill 近似と呼ばれる近似が成り立ち、3体問題は Hill 方程式で記述される。Hill 方程式は、質量、太陽からの距離について scaling が出来る、重心運動と相対運動が分離出来る等の著しい特長を持つ。このフレームにのっとって、軌道計算の結果を微惑星集団のランダム速度の変化に焼き直す統計的定式化を示し、これに従った数値計算の preliminary 的結果を示す。主な結果としては

- (1) 2体近似とは違つて遠距離散乱の寄与は有限で非常に小さい、
- (2) 太陽の赤道面方向とそれに垂直な方向でランダム速度変化の振舞が全く違つ、
- (3) その他、3体問題に特有な奇妙な軌道の振舞に起因するランダム速度変化がある、等である。

以上の結果と大槻(東大理工)が取り組んでいる非弾性衝突(3体問題)の結果等と合わせることによって、3体問題に基づいた、微惑星集団のランダム速度が計算できれば、惑星集積理論は大きくステップ・アップするだろう。

大槻圭史、中川義次 (東大理)

ORBITAL EVOLUTION OF KEPLERIAN PARTICLES DUE TO DIRECT COLLISIONS

Keiji OHTSUKI and Yoshitsugu NAKAGAWA

Geophysical Institute, University of Tokyo, Tokyo 113, Japan

In the study of planetary formation or origin of the planetary rings, it is essential to evaluate the rate of orbital evolution of the particles (i.e., planetesimals or ring particles) revolving around the central massive body. Taking fully into account the effect of the gravity of the central body, we have obtained analytic expression of position and velocity of colliding particles and examined the changes of orbital elements due to mutual collisions.

微惑星の集積過程においては、ランダム速度 v (離心率 e 、軌道面傾斜角 i 、円軌道公転速度 v_K を使って $v \approx v_K \sqrt{e^2 + i^2}$ と表せる) が重要な物理量となり、その値によって微惑星の衝突確率及び動径方向輸送率が決まる (e.g., Ohtsuki & Nakagawa (1988), Prog. Theor. Phys. Suppl. 96, 239-255)。また、惑星集積の最終段階で、原始惑星の暴走成長 (Runaway Growth) が起こるかどうかは、この v の値に非常に敏感によること Ohtsuki & Ida (1989, submitted to Icarus) により示された。ランダム速度 v の値は、微惑星同士相互重力散乱、非弾性衝突、ガス抵抗などの効果によって決まると考えられる。ここではとくに、これまであまり調べられてこなかった太陽重力場での非弾性衝突の効果について詳しく解析した (相互重力散乱については、Ida & Nakazawa (in this volume) が詳しく調べている)。

中心星の周りを公転する粒子集団という点では微惑星と惑星リングは類似している。従来、土星のリングの起源及び進化の研究において、上述の非弾性衝突の効果が調べられてきたが、天体力学的な考察に欠けていたため、この効果を見積る際に本質的である衝突時の位置と速度に関して、誤った簡単化がなされてきた (e.g., Goldreich & Tremaine (1978), Icarus 34, 227-239)。

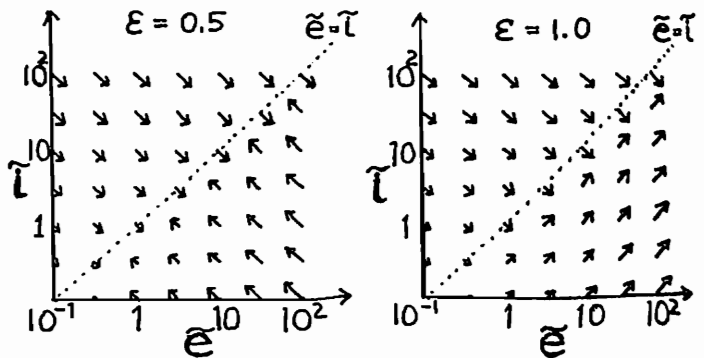
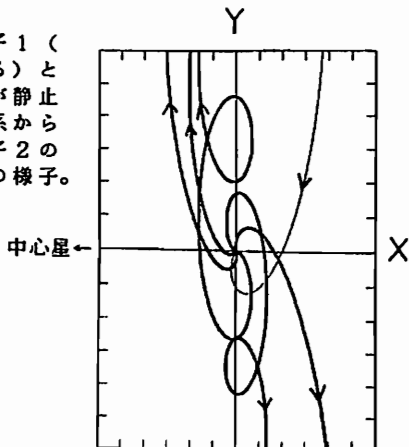
今回我々は、そのような仮定をせずに粒子のケプラー運動を正確に考慮して衝突位置と速度を解析的に求め、それに基づいて軌道要素の変化を計算し、微惑星・リング粒子の運動における非弾性衝突の効果明らかにした。図1に示すようにほとんど重なって見える五本の軌道も、軌道の位相がわずかに異なるために衝突位置が少しずつ、その結果、衝突後の軌道変化の仕方は大きく違ってくる。図2は、これらのことも考慮して平均的な e 、 i の増減がどのような方向に進むのかを計算した結果を反発係数の値を変えた二つの場合について示している。この図から解るように、増減の方向、大きさは反発係数に敏感によるため、微惑星の反発係数を衝突実験などにより正確に推定することが必要である。リングの構成粒子と考えられていた氷については反発係数の速度依存性を求めた実験があり、それを基に土星のリングの離心率を理論的に推定することができ、 $e \approx 10^{-1}$ という値を得た。

図2. 反発係数 $\epsilon = 0.5$ 、および 1.0 の場合の、規格化された e 、 i の変化の方向と大きさ。

$$\tilde{e} = e / h, \quad \tilde{i} = i / h, \\ h = (m_1 + m_2 / 3M_0)^{1/3}$$

m_1, m_2 : 粒子質量、 M_0 : 中心天体質量。

図1. 粒子1 (原点にある) と中心天体が静止している系からみた、粒子2の軌道変化の様子。



寺沢敏夫¹・佐納康治¹・林忠四郎¹・成田真二²・木口勝義³
¹京大理・²同志社大工・³近畿大理工

MAGNETIC BRAKING PROBLEM — RESISTIVE ROTATING DISKS

T. Terasawa¹, Y. Sano¹, C. Hayashi¹, S. Narita², K. Kiguchi³

¹Faculty of Science, Kyoto Univ., ²Dept. Engineering, Doshisha Univ.

³Dept. Science and Engineering, Kinki Univ.

The importance of magnetic effect on the evolution of the primordial solar nebula is well known. In the initial phase of the evolution, magnetic field lines were frozen-in with the nebula gas and the angular momentum of the nebula was effectively carried away by the Alfvén waves (magnetic braking process). As the condensation of the gas proceeded, the electric resistivity of the nebula increased so that the field lines became no longer frozen-in with the gas motion. We have derived a general formula for the characteristic time of the magnetic braking in such a resistive nebula and made a quantitative estimation based on the Hayashi's nebula model (1981).

太陽系形成時には、円盤状の原始太陽系星雲が持つ角運動量をなんらかの手段で捨てる必要がある。太陽系形成の初期の段階では、電気伝導度が比較的高く、円盤のガスはそれを貫く磁力線をほとんど凍結している。磁力線が円盤の外部へつながっている時、円盤の持つ角運動量はアルフェン波によって効率的に運び出される。星雲の収縮が進み、円盤中心部の電気伝導度 σ_E が低下すると、磁力線は円盤に凍結することを止め、角運動量損失率は低下する。本講演では、電気伝導度が有限であることを考慮したとき、磁気制動の特性時間は

$$\tau = \frac{\rho_{\text{disk}}}{\rho_{\text{ext}}} \frac{Z}{V_A} \frac{1}{\alpha} \quad (1)$$

と書けることをしめす。ここで円盤の厚さを $2Z$ 、密度を ρ_{disk} 、その周りの希薄なガスの密度 ρ_{ext} とし、これら全体を貫く一様磁場を B_z とした(アルフェン速度 $V_A \equiv B_z / \sqrt{4\pi\rho_{\text{ext}}}$)。 α は

$$\alpha = \left[1 + \frac{c^2}{4\pi\sigma_E Z V_A} \right]^{-1} \quad (2)$$

で定義される無次元パラメタである(c は光速)。円盤内の電気伝導度が高い極限($\alpha \rightarrow 1$)では、(1)はよく知られた Mouschovias らの結果に帰着する。一方、低電気伝導度の極限($\alpha \rightarrow 0$)では、

$$\tau = \frac{\rho_{\text{disk}} c^2}{\sigma_E B_z^2} \quad (3)$$

となる。面白いことに、この極限では τ は V_A 、 Z にはよらなくなり、円盤内のガスの密度と電気伝導度のみで決まる。

さて、次に(1)の結果を、原始太陽系星雲のモデル(Hayashi, 1981)に適用してみる。このモデルによればガスの密度分布は、

$$\rho(r, z) = 1.4 \times 10^{-9} r^{-11/4} \exp\left(-\frac{z^2}{Z^2}\right) \text{ g cm}^{-3} \quad (4)$$

$$\text{厚み: } Z = 0.0472 r^{5/4} \text{ AU}$$

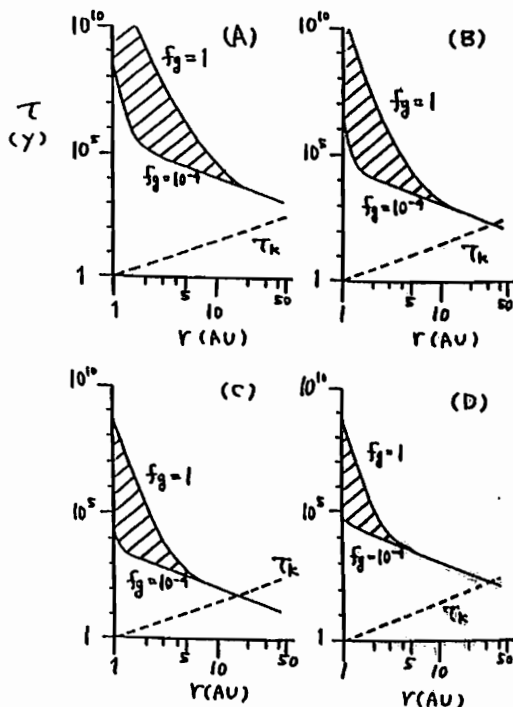
で与えられる。電気伝導度 σ_E は電離度 n_0/n_H と荷電粒子の組成(電子 e 、金属イオン M^+ 、荷電した grain G^- , G^+)により決まる。電離は宇宙線と放射性同位元素によるものであり、イオンと電子の recombination は星雲内に存在する微粒子の表面で起きる。磁気制動の時間を見積るためには磁場強度とアルフェン速度を与えなければならない。あまり頼るべき根拠がないので、次のいくつかのモデルについて計算することにする。

モデル (A) 磁場 10^{-2} G, アルフェン速度 1km/sec.
 モデル (B) 磁場 10^{-1} G, アルフェン速度 10km/sec.

モデル (C) 磁場 1G, アルフェン速度 100km/sec.

モデル (D) 磁場 1G, アルフェン速度 1000km/sec.

これらのモデルに対し、磁気制動の特性時間を求めた結果を図 A-D に示す。図で f_g とあるのは微粒子の存在量が星間空間の存在量に比べた位減っているかを示す係数であり、1は減っていない場合、 10^{-4} は微粒子の赤道面への沈殿により1万分の1に減った場合に対応する。 f_g が小さいほど recombination が減って電離度と電気伝導度が上がり、 τ が小さくなっている。ハッチした部分は f_g の違いによる計算値の幅に対応する。(この部分では $\alpha \leq 1$ であり、磁力線のスリップが起きている。)どのモデルでも 10AU 付近より外側では、電気伝導度が上がり、磁力線のスリップは起きなくなる($\alpha \rightarrow 1$)。図で破線で示したのはその場所における Kepler 時間である。モデル B-D では、海王星軌道(30AU)付近では磁気制動の特性時間が Kepler 時間と同程度か短くなっており、極めて強く制動が掛かることになる。一方、木星軌道付近より内側では、どのモデルをとるにせよ、磁力線は円盤に対しスリップし、磁気制動は効率的ではないことになる。



**惑星探査機ボエジャー2号海王星会合時における
日米共同電波科学実験速報**

河島信樹、水野英一[1]、高野忠、山本善一、春山純一[2]、鳥山 学[3]、佐々木進、小山孝一郎、寺沢敏夫[3]、広沢群
宇宙科学研究所、[1]東大、[2]京大、[3]東海大、

QUICK LOOK REPORT OF VOYAGER-NEPTUNE ENCOUNTER RADIO SCIENCE EXPERIMENT

ABSTRACT

NASA's interplanetary spacecraft Voyager-2 encountered Neptune on August 25. ISAS participated in the radio science experiment using Usuda 64 meter antenna. We will present a quick-look report on experimental results obtained in the experiment.

NASAが1977年に打ち上げた惑星探査機ボエジャー2号は1979年に木星、1981年土星、1986年には天王星と会合し素晴らしいテレビ画像などはなばなしい科学成果を上げてきたが、この8月25日には最後の海王星に最接近した。

今回は海王星に会合する時が太平洋地域でしか観測できないこともあり、これまでと違ってわが国も宇宙科学研究所が白田宇宙観測所の64メートル電波トラッキングアンテナを用いて電波科学観測に日米共同実験として参加した。ボエジャー2号が海王星の裏側にまわりこんだ時ボエジャー探査機からの電波が海王星のまわりの大気やプラズマで屈折されたり、リングで妨げられたりする様子を調べて海王星とその衛星のトリトンの科学を探求することを目的としたものである。

この観測には白田のアンテナのほか、オーストラリアのキャンベラにあるNASAのアンテナとオーストラリアのパークス天文台が参加しそれぞれで得られたデータを重ね合わせて観測の精度を向上させる新しい試みを行うことが共同研究の主目的である。わが国としては木星よりも遠方の惑星探査に参加する初めての機会であり、超遠距離通信技術の確立とともに惑星科学の新しい発展につながるものである。

1 海王星会合

海王星

最接近時刻	日本時間 8月25日17時06分
最接近距離	海王星の中心より約29,000 キロメートル
	表面より約 4,800 キロメートル

地球からみて裏側へ入った時刻	17時12分
裏側から出てきた時刻	18時01分

トリトン(衛星)

最接近時刻	22時20分
オカルテーション	22時49-53分
距離	38,000キロメートル

2 白田における観測

観測開始	日本時間 8月25日15時51分
観測終了	26日00時36分

3 観測諸元

アンテナ	直径 64 m
観測周波数	S-バンド
電界強度	約-155 dBm (最大)
記録周波数	0-40 kHz

本講演では、この実験で得られる科学成果：海王星の大気の構造と組成 海王星の電離層の構造 リング(アーク)の構造
トリトンの大きさ トリトンの大気の有無 等のなかでクイックルックデータで得られた結果の速報を行う。

鳥越紀子、島正子
 (東大・理、科学博物館)

THE ORIGIN OF PRIMITIVE E3 CHONDRITES

Noriko Torigoye and Masako Shima

Geophysical Institute, Univ. of Tokyo, National Science Museum.

Among chondritic meteorites, enstatite chondrites (E chondrite) are peculiar for that they contain various kind of sulfide minerals, such as CaS and MgS. It suggests that E chondrites were formed under the oxygen depleted condition. To clarify the detailed formation process, Rb-Sr internal isochron of primitive E3 chondrite Qingzhen have been determined and it was found to be disturbed. When compared with normal chondritic 4.5Ga isochron, sulfide fraction is depleted in Rb while silicates fraction enriched in Rb.

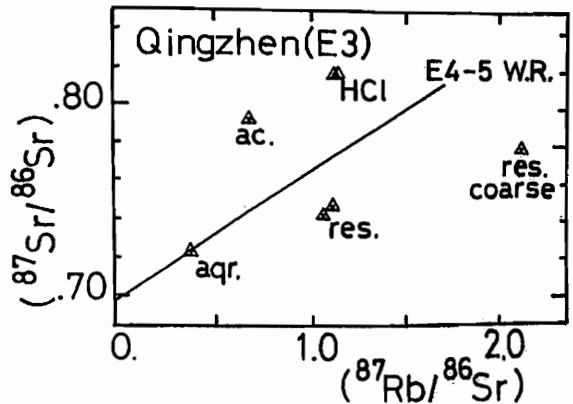
コンドライト隕石の中で珪酸塩成分がエンスタタイト ($MgSiO_3$) を主成分とするものをエンスタタイトコンドライトといい、他のコンドライトに比べ以下のような特徴を持つ。

- (1) 酸素の欠乏した環境でのみ生成可能な CaS, MgS が相当量含まれる。
- (2) Fe は金属か、或は硫化物として存在し、酸化鉄が存在しない。
- (3) 普通のコンドライトに欠乏する硫化物として存在したときの揮発性の高い元素や希ガスに欠乏がみられない。
- (4) 普通のコンドライトの主成分であるカンラン石 (Mg_2SiO_4) がなく、エンスタタイトが主成分である。

化学平衡の計算によると、このような鉱物組成が作られるには、酸素分圧が太陽大気組成よりも低くなければならないが、具体的に酸素の欠乏がどのようにして起こったかは、いまだ明らかではない。

今回我々は、酸素が欠乏した環境下での隕石の形成について考えるために隕石中の構成成分を分離し、各相中の Rb-Sr 系と化学組成を調べることにした。E コンドライトの Rb-Sr 系は構成鉱物間の化学平衡の度合が中程度である E4, E5 コンドライトについての報告があり、これらの隕石が Rb-Sr 系に対して完全な閉鎖系になかったことが知られている。今回は平衡度の低い始源的といわれる E3 コンドライトについて報告する。化学分離によって硫化物と珪酸塩を分離し Rb-Sr アイソクロンを得たのが図 1 である。E コンドライトの全岩アイソクロンの 45 億年を示す直線からは大きく外れ、さらに硫化物と珪酸塩の間に大きな違いがみられた。化学組成の結果も踏まえ、隕石形成時の硫化物の生成環境、そして形成後の変成の可能性について議論する。

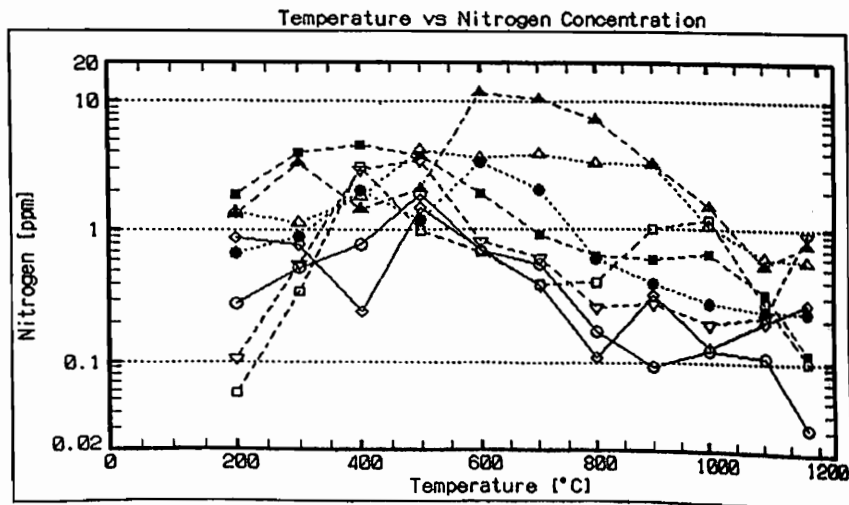
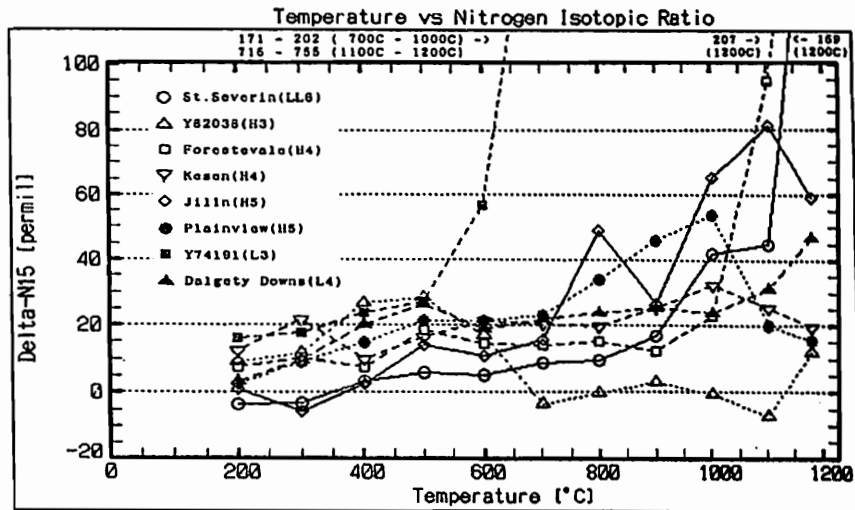
Fig 1. Rb-Sr isochron of Qingzhen (E3). Whole Rock isochron of E4-5 chondrites (Minster et al., 1979) is plotted as reference. Sulfide fractions are labeled "ac.", "HCl", and "aqr." and silicates fractions are labeled "res.".



K. Hashizume and N. Sugiura
Geophysical Institute, University of Tokyo

Isotopic ratio and abundance of nitrogen in chondrites were measured using a static mass spectrometer. Nitrogen was extracted from chondrites by stepped combustion and purified with liquid nitrogen traps. Interferences due to carbon monoxide and hydrocarbon are small but corrected using the measurements at masses 26, 28, 29 and 30. Argon and neon were also measured.

Spallogenic nitrogen (which correlates with spallogenic neon and spallogenic argon) is released at 1200 C. The major release of nitrogen occurs below 600 C. The isotopic ratio of this low temperature nitrogen is slightly positive (+15 per mill). It seems that this nitrogen is due to organic contamination, although argon 40/36 ratio < 300 indicates that some indigenous nitrogen may be released at low temperature. At 700 - 1100 C, isotopic ratio for various chondrites ranges from -20 to +80 per mill. In the case of H chondrites, a systematic increase in the isotopic ratio with increasing metamorphic grade is observed, which can be interpreted as a result of Rayleigh distillation during metamorphism in the parent body. In the case of an L3 chondrite (Yamato 74191), a large isotopic anomaly (750 per mill.) was observed at 1100 C. Since spallogenic neon and argon are not abundant in this chondrite, this is not due to spallogenic nitrogen. The nitrogen abundance in this chondrite is not low (not less than 2 ppm), the high isotopic ratio is not likely due to Rayleigh distillation. Therefore, we conclude that this anomalously heavy nitrogen is due to pre-solar grains.



13p-III-1 **Paleointensity high at 9000 years ago**
found from lavas in Fuji and Oshima Volcanoes

Hidefumi TANAKA

Dept. of Applied Physics, Tokyo Institute of Technology

Six paleointensities were determined from young lava flows of Fuji Volcano and Oshima Volcano whose ages range around 8000 to 15000 years B.P. (yr B.P.). Lava flows from Oshima Volcano and Fuji Volcano, precisely dated at 8970 ± 390 yr B.P. and 9260 ± 430 yr B.P., give large paleointensities of 70 ± 9 and 66 ± 7 μ T, respectively. Another lava flow of less accurate age also gives relatively large paleointensity of 62 ± 9 μ T. The new paleointensity data conform with extended trend of averaged paleointensity variation in Japan for the last 8700 years. They form a peak of paleointensity at around 9000 yr B.P. as high as at 2000 yr B.P. This suggests that there exists a dominant component of a characteristic period of about 7000 years in paleointensity variation. This probably reflects the nature of the dipole moment because European data for the last 8400 years show a coherent variation but a little larger values which may reflect the difference in mean latitudes of the two regions.

13p-III-2 中国南部石灰岩洞窟二次生成物 による地球古環境の研究

劉育燕¹、森永速男²、日下部爽³、安川克己¹

¹神戸大理、²神戸大自然科学、³岡山大地球内部研究センター

PALEO-ENVIRONMENTAL STUDY OF THE EARTH WITH SECONDARY CONCRETIONS OF LIMESTONE CAVE IN SOUTH CHINA

Yuyan LIU¹, Hayao MORINAGA², Minoru KUSAKABE³, and Katsumi YASUKAWA¹

¹Fac. of Sci., Kobe Univ., ²The Grad. School Sci. & Technol., Kobe Univ.,

³Institute for Study of the Earth's Interior, Okayama Univ.

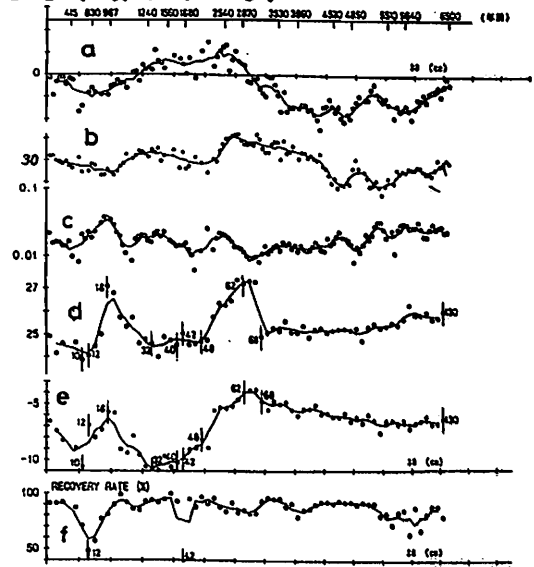
A stalagmite, one of secondary concretions of limestone cave, was used to clarify secular variations of the geomagnetic field and environmental factors such as climate. The remanence of the stalagmite was very stable and was suitable for the geomagnetic variation research. A comparison of VGP path obtained from the stalagmite paleomagnetism with that from archeomagnetism for central-east China resulted in a set of age estimations. The estimated age of the oldest part is 6500 years BP. Abrupt change in the stable isotopic ratios about 3200 years ago is fairly in harmony with change in the relative intensities at that time. This implies the causality between both records.

中国南部広西壮族自治区の平楽県の羅
胡子洞窟から、成長中であつた石筍(LHZ
1)を採取し、その磁化測定から古地磁気
と年変化(方位及び相対強度)の復元と
それに含まれる酸素及び炭素の安定同位
体比分析から古気候変化の推定を行つた。
LHZ1石筍の中心部から成長軸方向に直径
2.5cmの円柱を抜き出し、さらに厚さ2mm
程度の計131枚の円盤に整形したものを
磁化測定用試料とした。安定同位体比分
析には各円盤試料の中心から取り出した
約40mgを使用した。磁化測定及び安定同
位体比分析の結果及び考察を以下に述べ
る。

1. 自然残留磁化(NRM)を担う磁性鉱物は交流磁場の消磁及び特に等温残留磁化の獲得実験の結果から主にマグネタイトであり、一部ヘマタイトであろうと考えられる。NRMは交流磁場消磁に対して安定であり、MDFはほとんどの円盤試料で40mT程度であつた。
2. 得られた古地磁気方位変化から計算されたVGPの軌跡と中国中東部の考古地磁気学によるVGPの軌跡(過去約6500年間)はほぼ対応する。この対応関係を基にLHZ1石筍の4点の年代を推定した。
3. 古地磁気偏角は約5000年の長周期の変動と約1000年の短周期の変動をしていゝ。古地磁気伏角は長周期及び短周期共に古地磁気偏角の場合よりやや長い周期変動をしていゝ(図のa, b)。
4. 古地磁気相対強度は6500年前から3000年前までの振幅の小さな短周期変動を伴いながら、緩やかに減少する長周期の変動をしていゝ。また、その後現在まで三回の振幅の大きな短周期変動をしていゝ(図のc)。
5. 酸素及び炭素の安定同位体比は6500年前から約3200年前までほとんど変動をしていゝない。その後現在まで、両安定

同位体比さらには炭酸カルシウムの純度
(すなわち、不純物の混入量)を示す
二酸化炭素の回収率が大きく変動して
いる(図のd, e, f)。以上のことは、
約3200年前以降に、石筍を作る材料で
あつた母液中の安定同位体の組成及び
不純物の量がわり易くなつたと推定
してゐる。おそれなく前と安定とな
つた環境がそれ以後非常に不安定とな
つたことを示してゐると思はれる。これ
らの原因として、我々は大気循環の
東西南北流型(安定な気候をもたらす)
から南北流型(不安定な気候をもたらす)
への変化が約3200年前にあつたと考
えてゐる。

6. 古地磁気相対強度と安定同位体比(回収率も含む)が共に約3000年前以降に以前より変動し易くなつたことは、両者の間に何等かの因果関係があることを示唆してゐる。



13p-III-3 北フィジー海盆で得られた堆積物柱状試料の 残留磁気について

上嶋正人*、田中武男**、本座栄一*
*地質調査所 **海洋科学技術センター

Remanent magnetizations of the piston cores recovered from the North
Fiji Basin and Lau Basin

Masato JOSHIMA*, Takeo TANAKA**, Eiichi HONZA*

*Geological Survey of Japan **Japan Marine Science and Technology Center

3 piston cores were recovered from the central part of the North Fiji Basin, eastward from the central rift area by 60 to 100 km. Paleomagnetic results of P3 show low intensity of magnetization and fluctuation of declination and inclination at 1.03m and 4.4m. Calcareous ooze of 2.2-2.25m showed C14 age of older than 40,000years. Considering the sedimentation rate the 4.4m of P3 has the possibility of the Blake Event. Similar phenomenon appears at 2.6 m of the piston core at st32 of NAT85 cruise in the central part of the Rau Basin and it may correspond to the 4.4m of P3 in the North Fiji Basin.

1. はじめに

科学技術庁の科学技術振興調整費による日仏共同研究としてのKAIYO88調査研究航海が1988年の11月13日から12月19日まで北フィジー海盆で行われた。地質調査所は海底の岩石堆積物試料の採取、音波探査、磁気探査、等を担当し、多くのデータを得られたが、リフトから東に60-100km程度離れたところで、3本の堆積物柱状試料が得られている。このうちの1本で一部に顕著な磁化方向と磁化強度の変化が見られたのでそれについて詳しく調べた。また1985年のラウ海盆の調査で類似の現象の見られた堆積物柱状試料があるのでそれとも比較してみた。

2. 堆積物柱状試料および測定方法

堆積物柱状試料は図1に示すようにリフトから東に60-100km程度離れたところで得られており、特にP3は堆積構造も少なく均質であり、堆積速度も遅いと思われるので、残留磁気の測定に向いていると考えられる。ラウ海盆のst32はさらに東に700km程離れているが、陸域から遠く離れている点と堆積構造が余り見られない点とで北フィジー海盆の堆積物柱状試料と良く似ていると思われる。

3. 結果

図2にP3とNAT85のst32の堆積物柱状試料の残留磁気の測定結果を示す。P3については、図の表示で1.03mと4.4mのところに目立った磁化強度の落ち込みが見られる。偏角、伏角の両者にわたる反転は見られないが、乱れが大きくなっていることがわかる。とくに4.4mでは伏角が正になっていて大きな変化をしている。類似の現象はst32の2.6m付近でも見られる。伏角は正にはなっていないが20度近く増加している。P3の4.4mとst32の2.6mの磁化強度の落ち込みは類似し

た現象であり対応できる可能性がある。P3のTOPから2.2-2.25mの部分をC14年代測定に出し4万年以上と言う結果が出ているので、4.4mの部分は少なくとも6万年よりは古いことになる。遅い堆積速度から考えて約11万年前のブレイクイベントに対応するのではないかと考えられる。

図1

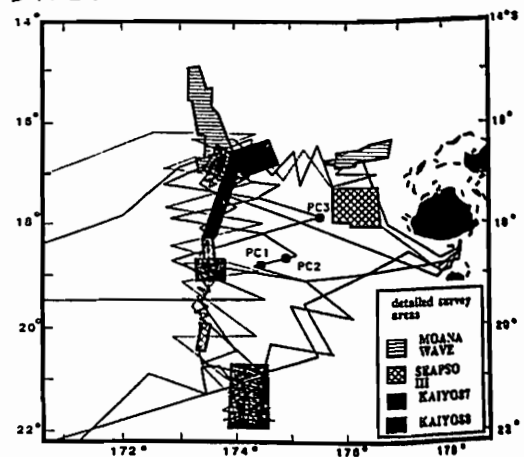
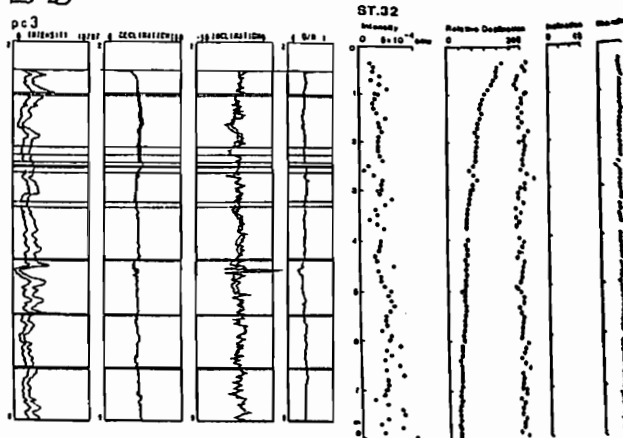


図2



13p-III-4 深海底堆積物のVRM獲得は磁性鉱物の粒径に支配される

山崎俊嗣
(地調・海洋)

Magnetic grain size controls the magnitude of VRM acquisition of deep-sea sediments

Toshitsugu YAMAZAKI
Geological Survey of Japan

Magnetic grain sizes and magnetic viscosity acquisition coefficients of a siliceous-clay core were determined. The capability of the VRM acquisition of the siliceous clay does not differ from that of pelagic clay if their magnetic grain sizes are equal. The viscosity acquisition coefficient of pelagic clay is in inverse proportion to the magnetic grain size on a log scale, and the data of the siliceous clay lie on the line of the variation of pelagic clay. Magnetic grain size controls not only the unstable-to-stable transition of the remanent magnetization of pelagic clay but also the difference in the stability of the remanence between siliceous clay and pelagic clay.

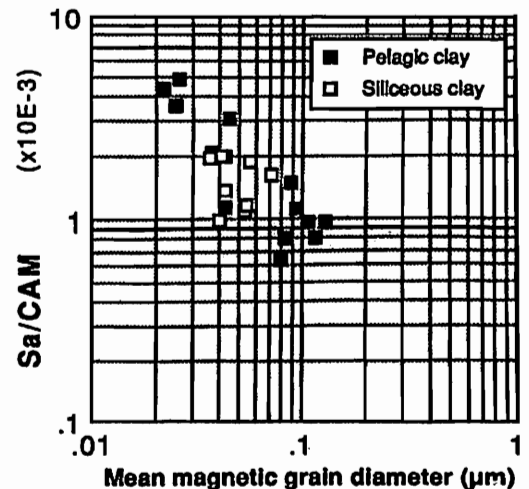
CCD(炭酸カルシウム補償深度)より深い海底では、生物生産量の大きい海域の海底(赤道付近及び高緯度地域)には、siliceous clay(珪質粘土)、その他の海底(中緯度)にはpelagic clay(遠洋性粘土)が分布する。Pelagic clayでは表層(一般に後期鮮新世以降)を除いて磁化は不安定(VRM起源の二次磁化が卓越)であるのに対し、siliceous clayでは年代、深さに関係なく安定な磁化を持つことが知られている。しかし、何が磁化の安定性(VRMの獲得)をコントロールしているかについては、今まで諸説あるものの明らかではなかった。

昨年秋の学会で、磁化の安定-不安定境界を含むpelagic clayコアにおける、Yoshida & Katsura (1985)(*Geophys. J.*, 82, 301)のSuspension methodによる磁性粒子の粒径推定とVRM獲得実験の結果から、pelagic clayの磁化の安定性を支配するのは磁性鉱物の粒径であることを主張した。図に示すように、両対数グラフ上で磁性鉱物の粒径とCAMで規格化されたVRM獲得係数は反比例の関係にある。これは、Tivey and Johnson (1981)やDunlop (1983)の、人工magnetiteによる実験結果と定量的にも一致する。

今回は、siliceous clayとpelagic clayの磁化の安定性の違いの原因を調べるため、siliceous clayコアについて同様の実験を行った。中部赤道太平洋で採取したsiliceous clayコアの、Brunhes Epochの部分(深さ1m付近)からの6試料、前期中新世の部分(深さ7m付近)からの9試料について、Suspension methodにより磁性粒子の粒径を求め、コアの同じ部分についてVRM獲得実験を行った。なお、熱磁気分析及びIRM獲得実験より、主な磁性鉱物はpure magnetiteであると推定されている。

磁性鉱物の平均粒径としては、0.05 μm 前後の値が得られた。これは、magnetiteのSDの範囲内である。堆積物の年代や深さによる差は認められなかった。図に、平均粒径とCAMで規格化したVRM獲得係数の関係を示す。Siliceous clayコアのデータは、Pelagic clayの

変化のライン上にある。これは、磁性鉱物の粒径が同じであればVRMの獲得も同じ、即ち、siliceous clayとpelagic clayのVRM獲得量の違いは磁性鉱物の粒径によって決定されていることを意味する。従来言われていたような、低温酸化や自生鉄マンガン酸化物がその原因であるとすれば、siliceous clayはpelagic clayに比べて還元的な環境にあり(堆積速度が大きい、底棲生物の活動が盛ん)、マンガン酸化物の含有量はずっと少ないから、pelagic clayの方が多くVRMを獲得するはずである。



Sa: VRM acquisition coefficient (in 0.1mT field)
CAM: Complete Alignment Magnetization

Figure. Relation between the capability of VRM acquisition and the mean diameter of magnetic grains of deep-sea sediments.

Magnetic Property of Plio/Pleistocene Sediments from the Boso Peninsula (1)

Masayuki TORII, Hirokuni ODA and

James E.T. CHANNELL

Dept. Geol., Kyoto Univ.

Dept. Geol., Univ. Florida

Plio/Pleistocene marine sediments were collected along two river sections in the Boso peninsula to study possible short geomagnetic reversals in the Matuyama Chron. More than half of the samples failed to reveal stable magnetic component by thermal demagnetization. Temperature dependence of high-field magnetization and initial susceptibility show irreversible curves. Thermal treatment above 350°C makes substantial change of magnetic property of the samples regardless of remanent stability and VRM acquisition rate.

千葉県房総半島には、新第三紀の半深海性の地層が連続的に厚く分布している。これらの地層は、堆積速度が非常に速い。この年代決定に有効な石灰質の微化石を多産すること、火山灰層による域内対比が可能なこと、シルトなど比較的細粒な岩相が多いことなどから、古地磁気学的研究の格好の対象となっている。すでに、Niitsuma (1971)、新妻(1976)、岡田・新妻(1987; 1989)などによって古地磁気層序や地磁気逆転の連続観測の研究がなされている。とくに古地磁気層序については、新妻(1976)によってほぼ全層準についての結果が公表されている。

新妻(1976)によって示された結果には、いくつかの興味深い問題が含まれている。今回とくに注目したのは、マツヤマ逆磁極期にみられる多数の短い正帯磁の記録である。これらが地球磁場を反映した現象であるならば、堆積速度が速いだけに短周期の地球磁場の逆転(excursion)を研究するよい材料となり得る。さらに Cobb Mountain Subchron (1.1 Ma; Mankinen et al., 1978)や、地中海沿岸域でよく見つかると Olduvai Subchronの上位の正帯磁サブゾーン(Tauxe et al., 1983)などに対比される可能性もある。しかしこれまでのところ、これらの短い逆転現象については詳しいことは明かにされていない。とくに逆帯磁ゾーン中の短い正帯磁サブゾーンの認定には、常に2次磁化の可能性がつきまとうために、確信もてるデータを出すためには十分な検討が必要である。

私達は、OlduvaiとJaramilloの間の地層をまず詳しく調べることにして(賀和田層と大田代層)、佐藤他(1988)の石灰質ナンブランクトン化石の試料採取層準を参照しながら、養老川と平沢川沿いの92地点で予察的な古地磁気測定用試料採取を行った。

各サイトから選り出したパイロット試料について段階的熱消磁実験を行ったところ、半数以上の試料については高温域に安定な成分を見いだすことができなかった。さらに交流消磁実験では全く有効な消磁はできなかったために、多くの層準について残留磁化の極性の判定が困難となった。

今回の試料の残留磁化は、火山灰層からそのものを除き、大きな粘性磁化成分と簡単に消磁できない2次磁化成分によって特徴づけられる。この2次磁化成分の性質を知るために、高温域に安定成分を見いだせたものと、そうでないものとの間で粘性磁化の獲得率を比較してみているが、大きな違いは無いようである。キュリー温度測定と、帯磁率の温度変化を段階加熱法と連続加熱法で調べると、火山灰層からの試料を除いて、試料を350°C以上に加熱すると磁気的性質が激変してしまうことが明らかになった。このことが、熱消磁実験が必ずしも成功しない場合が多いことの原因と考えられる。しかしこれまでのところ、熱消磁実験の正否に関係無く、350°C以上の加熱によって磁性鉱物の変化が起こるようなので、高温安定成分の存否を支配しているのは別の要因かもしれない。

小玉一人¹, J. Ogg², B. Wallick², ODP Leg 123乗船研究者一同

1 高知大理, 2 Dept. Earth/Atmosph. Sci., Purdue Univ.

MAGNETOSTRATIGRAPHY AND PALEOLATITUDE VERSUS AGE VARIATION OF DEEP-SEA
CORES (ODP LEG123) FROM THE ARGO AND GASCOYNE ABYSSAL PLAINS
IN THE NORTHEAST INDIAN OCEAN

K. Kodama¹, J. Ogg², B. Wallick² and the ODP Leg123 Scientific Party

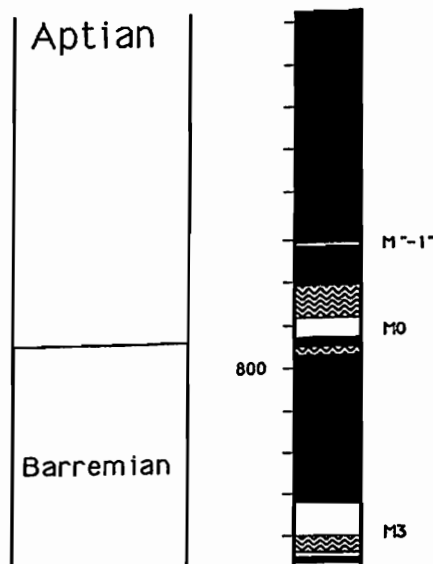
1 Dept. Geol., Kochi Univ.; 2 Dept. Earth/Atmosph. Sci., Purdue Univ.

Deep-sea cores of ODP Leg123 in the Argo and Gascoyne abyssal plains in the northeast Indian Ocean provided successive Early to Late Cretaceous magnetic reversals. Mesozoic magnetic reversal sequence down to M13-15 was identified from cores drilled at Site 765 in the Argo basin, along with two distinct short reversals assigned to M0 and M⁻¹ in the Cretaceous Magnetic Quiet Zone. The Mesozoic reversals from M1 to M11 were also identified from deeper portions of cores at Site 766 in the Gascoyne basin, southwest of the Argo. Shore-based analyses of discrete samples from both sites, combined with reexamination of samples obtained in the previous DSDP Leg 27 in the Argo basin, were able to draw a continuous inclination versus depth change useful to unravel the tectonic development of the Indian Ocean and Australia.

ODP第123次研究航海(北東インド洋アルゴ及びガスコイン深海盆)において掘削されたlong coreの船上における古地磁気測定と陸上実験室における古地磁気測定用試料の測定によって、白亜紀前・後期のほぼ連続した古地磁気層序を同定するとともに、同地域の古緯度変化を求めた。古緯度の算定にあたっては、DSDP Leg27 Site261(アルゴ海盆東部)の試料も再測定した。すべての試料に対し段階熱消磁ないし段階交流消磁を施して磁化の安定性を確認した後、最小自乗法によって安定磁化方向を求めた。

アルゴ深海盆最深部のSite 765のコアからは、中生代磁気反転系列のM13前後に至る磁気反転層序、ガスコイン深海盆東縁のSite 766のコアからはM11に至る磁気反転層序を得た。特にSite 765では、白亜紀磁気静穏帯の下部から二つの短い反転磁極帯を見いだした。これらは、大西洋(Site 463)や太平洋(Site 317A, Site 402A)の一部から報告されている反転イベントM0及びM⁻¹にそれぞれ対比することができる。これは南半球の海底堆積物からの初めての報告例

である。白亜紀前期(Valanginian~Barremian)の古緯度は 32 ± 2 Sで、これまでに報告されているオーストラリアの同時代の古緯度よりも約 10° 北へずれる。



Site 765で見いだされた白亜紀磁気静穏帯中の二つの反転磁極期M⁻¹とM0。

13p-III-7 スリランカ島の古地磁気 (I I)

船木 実 (極地研) 吉田 勝 (大阪市立大学)

PALEOMAGNETIC STUDY OF SRI LANKA (II)

MINORU FUNAKI: NATIONAL INSTITUTE OF POLAR RESEARCH
MASARU YOSHIDA: OSAKA CITY UNIVERSITY

According to the geological and geomorphological studies, Sri Lanka was connected with Lutzow Holm Bay in East Antarctica. We collected rock samples from Sri Lanka for paleomagnetism in order to elucidate the model mentioned above. The stable NRM components were obtained from Tonigala granite (1000ma), pink granite and Gallodai dolerite (160ma) by AF demagnetization to 30 or 35mT. Calculated VGP positions were rotated to Lutzow Holm Bay using a rotation pole of latitude 10° S, longitude 27° E and $\omega -101^{\circ}$. The results indicated that the Jurassic VGP pole of Sri Lanka is consistent with that of East Antarctic; the VGP position of Tonigala granite locates at Cambro-Ordovician VGPs of East Antarctica. However, there is no report of VGP position for East Antarctica corresponding to that of pink granite.

スリランカ島の地質の主要な部分は、島の中央部に分布する グラニュライト相の変成岩を主とする HIGHLAND GROUPとその下位に位置する角セン岩相の深成変成岩 VIJAYAN GROUP より成る。これらはいずれも先カンブリア時代の変成岩と考えられているが、変成年代等不明な点が多い。また島内にはGRANITEやDOLERITEの貫入岩も認められ、TONIGALA GRANITEの場合は1000ma、GALLODAI DOLERITEでは160maの年代が得られている。

以前我々は地質の研究のために採集された岩石の古地磁気学的研究を行った。しかし1露頭1試料だったため、スリランカの岩石の卓越する磁化方位の傾向しかつかめなかった。それでもその結果は、南極の LUTZOW HOLM BAY (昭和基地の近く) にスリランカが接続していたという、現在もっとも信頼されている可能性を、支持するものであった。

今回新たに TONIGARA GRANITE、PINK GRANITE、GALLODAI DOLERITEそれに MIGMATITEから試料を採集し、古地磁気学的研究を行っている。その結果 TONIGALA GRANITE、PINK GRANITE、GNEISSそれに GALLODAI DOLERITE から、30~35mTの交流消磁をすることにより、安定なNRMを得ることができた。しかしGNEISS及びMIGMATITEからは意味ある磁化方位を得ることはできなかつた。安定なNRMの方位と得られるVGPの値は表1のとおりである。スリランカをLUTZOW HOLM BAYで南極大陸と接合するためには、スリランカを南緯 10° 、東経 27° を極として半時計周りに 101° 回転させる必要がある。この回転に従い、得られたVGPを回転させると、TONIGARA GRANITEは南極大陸の古生代初期のVGPとほぼ一致するが、両者の年代が一致しない。ジュラ紀のGALLODAI DOLERITEは東南極のジュラ紀のVGPの位置とほぼ一致する。しかしPINK GRANITEのVGPと対応すると思われるものは、東南極大陸から報告されていない。この様にスリランカをLUTZOW HOLM BAYと接続していたという説を古地磁気学的に証明するためには、多くの問題が残されている。

表 1

FORMATION	N	I	D	K	α 95	LAT	LON	pLAT	pLON
TONIGARA GRANITE	13	55	275	45	6.2	6S	28N	13S	31E
PINK GRANITE	13	64	302	15	11.0	27N	39E	23S	66E
GALLODAI DOLERITE	17	34	88	32	6.4	9N	152E	42S	149W

LAT. LON: 緯度、経度

pLAT. pLON: 回転後の緯度、経度

兵藤博信
岡山理科大

EXCESS ARGON IN BIOTITE IN A CONTACT ZONE

Hironobu Hyodo
Okayama University of Science

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ study by laser heating was carried out on single-grain biotites from the Grenvillian tonalitic gneiss which was intruded by a Grenville diabase dike (570 Ma) in the Canadian Precambrian Shield. The ages of the biotite grains systematically decrease as one approaches the contact. However, they exceed the reference age of country-rock hornblende (1000 Ma), and the spatial distribution of the ages has maxima on both sides of the dike. This pattern of ages is asymmetric across the dike, suggesting that a mechanism other than conduction of heat (e.g. convection) may have operated.

カナダ領北地の先カンブリア代グリーンビロ造山帯の中を走るグリーンビロ岩脈(dike)によって接触変成を受けたトール片麻岩中の単結晶(1×1×0.2mm³)の黒雲母のレーザー加熱法を用いた $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代について報告する。過去に報告された同様な研究にあるように、岩脈のごく近傍では、 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代は、岩脈の貫入年代とほぼ同じ値を示す。しかし岩脈から離れた場所での年代は徐々に増大し、グリーンビロ造山帯の角閃石の冷却年代(～1000Ma)を超過して、8～15mの付近で年代の最大値(～1400Ma)を示す(岩脈の幅約30m)。この年代のパターンは、岩脈の北側と南側で非対称である。単なる伝導による熱の分散過程は、岩脈の両側に対称なはずであるから、非対称なパターンの生成過程には、熱伝導以外の過程(たとえば対流)が関与していると考えられる。実際、岩脈は北側に垂直より20°傾いており、この傾きが、岩脈の貫入によってひまみこされた、一時的対流現象に影響し、非対称のパターンを生成していると考えられる。おそらくこのパターンの生成については、温度、アルゴン分圧とそれらの継続期間が複雑に関与している。

上記の $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年代のパターンは1970年にWanlessらによる(報告された地質構造不連続帯のグリーンビロフロント(Grenville elle Front))

付近での黒雲母の ^{40}Ar 年代と比較すると、異なる年代を超過する点、非対称な点に於いて奇妙な類似している。この類似性は上記の二つが、まったく異なる地質的過程でありながら、地殻変動現象(岩石中の流体の移動、温度、時間)を説明する上でアルゴンを用いた手法の重要性を示唆する。

13p-III-9 宮古島の古地磁気から推定した 琉球弧南部の回転時期

三木 雅子 乙藤 洋一郎
(神戸大自然科学) (神戸大理)

PALOMAGNETIC STUDY ON MIYAKO-JIMA ISLAND - TIMING OF ROTATION OF THE SOUTH RYUKYU ARC -

Masako MIKI¹ and Yo-ichiro OTOFUJI²

¹Div. of Environmental Sci., Grad. School Sci. & Technol., Kobe Univ.

²Fac. Sci., Kobe Univ.

Paleomagnetic measurements have been carried out on about 4 Ma sedimentary rocks from 21 sites on Miyako-jima Island, in an attempt to decide the timing of rotation of the south Ryukyu arc. The reliable paleomagnetic directions are obtained from 12 sites during progressive thermal demagnetization. The mean paleomagnetic direction of pilot samples ($D=-4.6^\circ$, $I=23.9^\circ$, $\alpha_{95}=11^\circ$) shows no deflection from northward, contrasting with the clockwise deflection in the 10 Ma paleomagnetic direction on Ishigaki-jima Island. Paleomagnetic results and the geomorphological feature indicate that the clockwise rotation of the south Ryukyu arc occurred between 10 Ma and 4 Ma.

琉球弧南部の石垣島の古地磁気方向は、琉球弧南部が10Ma以降に、約20°の時計回り回転をしたことを示している。今回、この結果と比較するために、同じ琉球弧南部の宮古島 (Fig.1) において古地磁気の研究を行った。

宮古島に分布する島尻層群の21地点から、泥岩及び凝灰岩を採取した。島尻層群の年代は約4Maと報告されている (Kuramoto and Konishi, 1989)。試料は直径2.5cmの円筒形、または一辺2.5cmの立方体に整形した。1地点2~3個のパイロット試料を用いて熱段階消磁及び交流段階消磁の実験を行った。その結果、12地点から主に熱消磁によって

安定な成分を得ることができた (Fig.2)。12地点のパイロット試料から得た高温成分の傾動補正後の平均は、傾角 = -4.6° 、伏角 = 23.9° 、 $\alpha_{95} = 11^\circ$ である。この方向は、約4Ma以降、宮古島が回転していないことを示している。

これまでの古地磁気の結果及び、石垣島と宮古島のあいだに島弧を横切るような大きな断層が認められないことから、
1) 宮古島、石垣島を含む南琉球弧全体が、10Ma以降に時計回りの回転をした。
2) その回転は、島尻層群堆積前の約4Maまでに終了し、それ以降回転は起こっていない、と結論した。

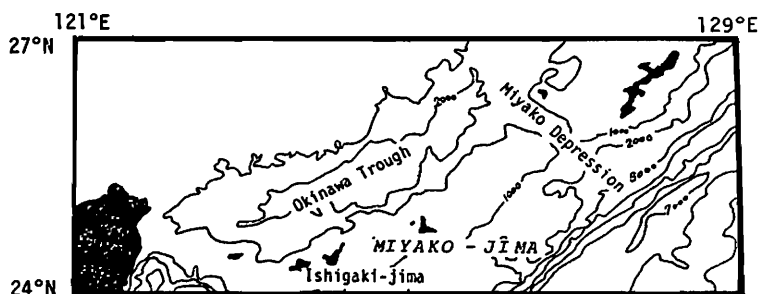


Fig.1 Index map of studied area.

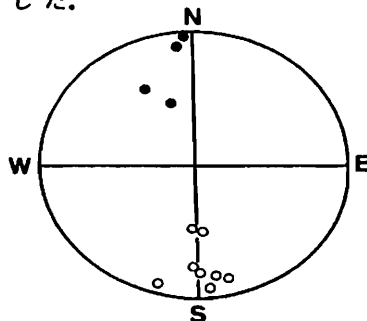


Fig.2 Paleomagnetic directions of pilot specimens from each site on Miyako-jima Island, plotted on an equal area projection after tilt correction. Open (solid) circles are on upper (lower) hemisphere.

林田 明・福井崇子
(同志社大)

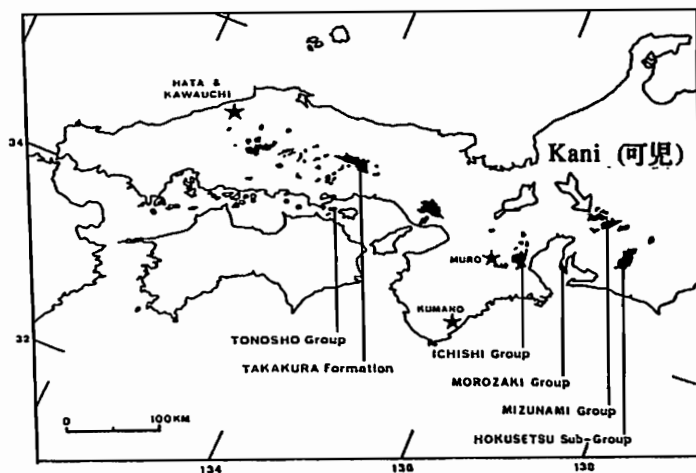
**PALEOMAGNETISM OF THE EARLY MIOCENE KANI GROUP
- CONSTRAINT ON THE ROTATION OF SOUTHWEST JAPAN -**

Akira HAYASHIDA and Takako FUKUI
(Doshisha University)

Paleomagnetic study was made on the early Miocene strata in the Kani (可児) basin, near the eastern end of Southwest Japan. Purpose of this research is to give constraint on the timing of rotation of Southwest Japan and its geographical extension.

The Setouchi (瀬戸内) Miocene Group distributed in the Kani, Mizunami (瀬濃) and Iwamura (岩村) basins in the southeast of Gifu Prefecture is collectively called the Mizunami Group. In the Mizunami basin, located to the east of Kani, the late Early Miocene members showed clockwise declination shifts of paleomagnetic directions exceeding 50° , whereas the early Middle Miocene member showed the deflection less than 30° (Hayashida, 1986). These data suggested that this area was rotated, as a part of the Southwest Japan block, at around 15 Ma. The Mizunami group in the Kani basin, also known as the Kani Group, includes the older members; the lowermost Hachiya (蜂屋) formation is mainly composed of volcanic rocks and dated at 20 to 22 Ma (Nomura, 1986). Volcanic product of this age is unique in the Setouchi district, providing an opportunity to assess tectonic rotation of Southwest Japan prior to 15 Ma.

We collected samples from volcanic rocks of the Hachiya formation and tuffaceous sediments of the overlying Nakamura (中村) and Hiramaki (平牧) formations. Among them, rhyolitic welded tuffs of the Hachiya formation, dated at 22 Ma, and fine-grained volcanic ashes of the Hiramaki formation, dated at 16 Ma (Kobayashi et al., 1989), had stable magnetization, which essentially consists of a single component. These units provided clockwise deflected magnetic directions, which could not be discriminated against those of the late Early Miocene Mizunami group. The tectonic rotation from 20 to 16 Ma was not detectable in the Mizunami and Kani area. This result supports the paleomagnetic evidence for rapid and coherent rotation of Southwest Japan at about 15 Ma.



Map showing distribution of the Setouchi Miocene Group and location of the Kani basin.

13p-III-11 北但層群八鹿累層の古地磁気方位

坂本 正徳 (大阪市大理)

Paleomagnetic Direction of the Yōka Formation in the Hokutan Group

Masanori SAKAMOTO

Faculty of Science, Osaka City University

Paleomagnetic study was carried out on the Yōka Formation in the Hokutan Group, distributed from northern Tajima district to Tango peninsula. Oriented samples were collected from andesitic lavas and pyroclastic rocks in this formation. The reliable paleomagnetic direction was obtained through progressive thermal demagnetization up to 650°C. The result shows distribution on a small circle on the Schmidt net projection.

北但層群八鹿累層(弘原海ほか,1966)は兵庫県北東部北但馬地域から京都府北西部丹後半島にかけて分布する新第三系中新統の火山岩質層である。玄武岩質安山岩と玄武岩の溶岩と、各種火砕岩および火山岩質礫岩、砂岩からなり、放射年代値(K-Ar年代)は 17.2 ± 4.9 Ma(弘原海,1984)、本累層中の岩脈で 20.2 ± 0.7 Ma、 19.5 ± 0.6 Maである(Tsunakawa et al.,1983)。今回、溶岩及び火砕岩を対象とし、16地点から定方位試料を採取した。

試料は一露頭につきこぶし大の定方位岩塊を3個採取した。その岩塊一つから約1.7cm立方の測定用試料を4個以上切り出し、露頭あたり合計12個以上の試料を測定した。

信頼できる残留磁化を得るために650°Cまでの段階熱消磁を行った。測定結果をZijderveld図にプロットして二次磁化成分と初生磁化成分を判別した。二次磁化を取り除いた後でほぼ原点に向かう直線として現れた成分を初生磁化成分とした。なお、本累層は海岸部を除いてその構造はほぼ平坦(水平)と考えられ、傾

動補正は行わなかった。

各露頭でまとめた結果をFig.1に示す。測定結果の中には逆帯磁(伏角上向き)もあるが、ここではすべて下半球に投影している。今回本累層から得られた古地磁気方位が単一方向に集中するような傾向は見られなかった。しかし、図中の破線で示した小円状の分布が認められた。

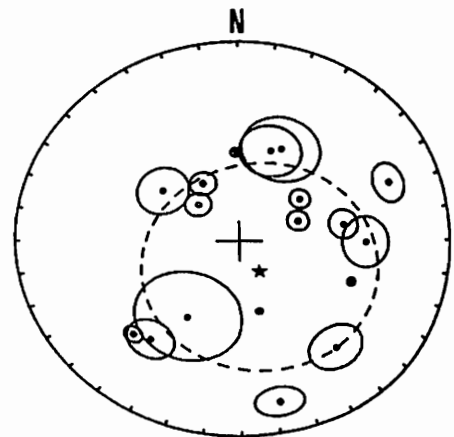


Fig.1 Paleomagnetic directions with 95% confidence circle distribute on a small circle (dot line). Star is the pole of the small circle.

13p-III-12 福井県内の中新世火山岩類の古地磁気

中島正志¹・林 昌代¹・中川登美雄²・沢田順弘³・板谷徹丸⁴

¹福井大教育, ²福井県立嶺北養護学校, ³島根大理, ⁴岡山理大

PALEOMAGNETISM OF THE MIOCENE VOLCANIC ROCKS IN FUKUI PREFECTURE

T. Nakajima¹, A. Hayashi¹, T. Nakagawa², Y. Sawada³ and T. Itaya⁴

¹Fukui Univ., ²Reihoku Yougo School, ³Simane Univ., ⁴Okayama Univ. Sci.

K-Ar age determination and paleomagnetic measurement have been carried out on 13 Miocene volcanic rocks distributed in Fukui Prefecture. This area is located in a northernmost part of the block of Southwest Japan, the clockwise rotation of which has been confirmed by paleomagnetic investigations. The new data, together with those by Nakajima & Hirooka (1986), define the change of paleomagnetic direction during the Miocene period. We discuss the tectonic rotation of this area from the paleomagnetic view point.

日本列島は15Ma付近のある短い期間に、日本海の拡大にともなってアジア大陸から切り離され、西南日本は時計回りに、東北日本は反時計回りに回転運動を行い現在の位置に移動したと考えられている

(Otofujii et al., 1984, 1987など)。

また、この考えに基づいた古位置の復元もいくつか行われている(林田ほか, 1988; 広岡, 1989など)。これらの研究は、多数の地域から得られた古地磁気結果の統計的処理に基づいており、日本海拡大の全体像は、ほぼ正しいものと思われる。しかし、個々の地域についてみた時、生層序、放射年代、古地磁気のすべての研究結果が、日本海の拡大に関する議論において整合性のあるものになっているとはまだ言えない段階である。その一因として、放射年代の得られている試料(層準)が少ないために、それぞれの年代値が持つ誤差を充分考慮せず、古地磁気結果や層序についての議論がなされてきたことを指摘することができる。このような問題点を解決するためには一つもしくは確実に対比の行える堆積盆地の中で、詳細な地質学的検討と共に、生層序や

放射年代、古地磁気学的な検討を総合的に行うことが不可欠である。

本研究では、既にNakajima & Hirooka (1986)によって中新世火山岩類の古地磁気研究が行われている福井県を調査地域とした。彼らは、本地域が16Maから15Maの間に約42°時計回りに回転したことを明らかにしている。本地域は、時計回りの回転運動を行ったとされている西南日本ブロックの最北部に位置する。その後、生層序の研究(中川・千地, 1988; 中川, 1989)が進み、Nakajima & Hirooka (1986)が研究対象とした地層の年代についての再検討が必要になってきたため、新たに13層準の中新世火山岩類についてのK-Ar年代測定と、同層準についての古地磁気測定を行った。これらの年代測定結果と生層序から、福井県内の新第三系の年代を推定し、その年代と古地磁気学的な検討とを併せることにより、日本海の拡大時期とその期間について議論する。

DRIFTING VELOCITY OF SOUTHWEST JAPAN
INFERRED FROM PALEOMAGNETISM AND K-Ar DATING

YO-ICHIRO OTOFUJI*, TETSUMARU ITAYA** AND TAKAAKI MATSUDA***

- * Department of Earth Sciences, Faculty of Science,
Kobe University, Kobe 657, Japan
- ** Hiruzen Research Institute Okayama Branch,
Okayama University of Science, Okayama 700, Japan
- *** Department of Geology, Himeji Institute of Technology,
Himeji 671-22, Japan

西南日本弧は 16.1 ± 1.2 Ma から 14.3 ± 0.6 Ma の 1.8 Ma の間に 40° の時計廻りの回転運動をおこなった。回転運動の角速度は $20^\circ/\text{Ma}$ に達した。西南日本弧の東端は日本海の拡大にともなって 23cm/year の速度で移動した。

Duration of the rotational motion and drifting velocity of Southwest Japan are evaluated using a method combined with paleomagnetism and K-Ar dating for Miocene igneous products cropped out in the San'in district of central part of Southwest Japan. Thirty five K-Ar dates were obtained from the Miocene volcanic unit which is composed of the Kawai, Kuri, Ohmori and Matsue Formations in ascending order. The Kawai Formation yields an age of 16.1 ± 1.2 Ma. Ages of the Kuri and Ohmori Formations are 16.0 ± 0.4 Ma and 14.3 ± 0.6 Ma, respectively. The uppermost layer of the Matsue Formation yields an age of 11.3 ± 0.3 Ma. Paleomagnetic study was done on samples of 34 sampling sites in which ages have been determined by the K-Ar dating. Thermal demagnetization was effective for erasing the secondary component magnetization. The Kawai Formation showed eastward declination ($D=40.3^\circ$) in a mean paleomagnetic direction, whereas the Ohmori Formation has northward paleomagnetic direction ($D=3.0^\circ$). Northward direction is also observed in the Matsue Formation ($D=1.5^\circ$). These data show that main part of clockwise rotation occurred between 16.1 ± 1.2 Ma and 14.3 ± 0.6 Ma: Southwest Japan was rotated through 40° within 1.8 ± 1.3 Ma. Angular velocity of Southwest Japan exceeds $20^\circ/\text{Ma}$. Assuming a pivot position of 129°E , 34°N for rotation and length of 600 Km for Southwest Japan, we conclude that the eastern part of Southwest Japan moved at a velocity of 23 cm/year. Combined with the theoretical boundary model for mantle convection, drifting velocity of 23cm/year requires that low viscous asthenosphere of the order $10^{17} \sim 10^{19}$ poise prevailed beneath the area of the Southwest Japan-Japan Sea system at about 15 Ma. Although such high plate velocity has not been observed at the spreading center of mid oceanic ridge, the Corso-Sardinian block in the Mediterranean is expected to have been translated at a rate of about 20cm/year. High velocity presumably characterizes drifting of the continental sliver associated with the opening of back arc basin. Back arc opening took place in the area where the lithosphere floats upon the asthenospheric material with low viscosity.

味喜大介、 広岡公夫
富山大理

Paleomagnetic Study of Late Cretaceous to Paleogene Acidic
Volcanic Rocks in Central Part of the Honshu Island, Japan

Daisuke Miki and Kimio Hirooka
Dept. Earth Sciences, Fac. Sci., Toyama Univ.

The paleomagnetic declinations obtained from Late Cretaceous to Paleogene acidic volcanic rocks in central part of the Honshu Island are roughly parallel to the directions of elongation of the Circum-Hida Terrane around the sampling sites. This fact shows that the timing of tectonic deformation of the Circum-Hida terrane is after Paleogene period.

日本列島は中生代中頃までの南方からの陸塊の衝突・付加と、中新世の折れ曲がり運動を経てきていることが従来の古地磁気学的研究から明らかとなっている。中新世の折れ曲がり運動においては、西南日本と東北日本の異なる回転運動の境界地域にあたる本州島中央部が複雑な構造変形を被っていることが推測できる。本研究では、濃飛流紋岩類など中部地方に広く分布する後期白亜紀 - 古第三紀酸性火山岩類に着目し、それらを試料として古地磁気学的手法による本州島中央部の構造運動を明らかにすることを目的としている。

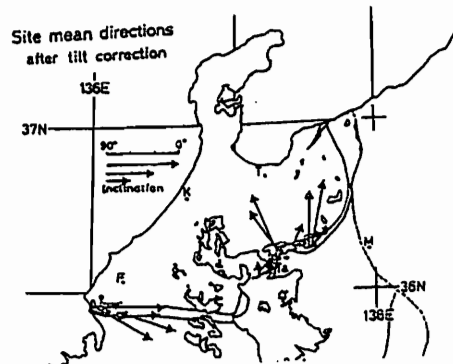
古地磁気試料は、高山市西方の濃飛流紋岩類、高山市東方に分布する大雨見山層群、笠ヶ岳流紋岩類、福井・岐阜県境付近に分布する奥美濃酸性岩類、福井市西方のいわゆる面谷流紋岩から合計26地点で採取した。これらは、飛騨帯、飛騨外縁帯、美濃帯の中古生層や手取層群を不整合に覆う主として火砕流堆積物からなる岩体である。

段階交流消磁実験及び段階熱消磁実験の結果、15地点で安定な残留磁化成分を検出することができた。奥美濃酸性岩類の試料については現在消磁実験を進めている。

安定な残留磁化成分が得られた地点について、地点の平均磁化方向を求め、傾動補正を施した。岩体毎に傾動補正前後の各地点の平均磁化方向の集中度を比較したところ、濃飛流紋岩類では傾動補正後に集中度がよくなる傾向がみられたが、他の岩体では傾動補正による集中度の大きな改替はみられなかった。図に傾動補正後の地点毎の

平均磁化方位を示す。

図からもわかるように、各地点の平均磁化方位は、その場所の飛騨外縁帯の飛騨外縁帯の中・下部中生界の古地磁学的に付加以前には飛騨外縁帯は直線的に伸びていたことが報告されている (Hirooka et al., 1985) が、試料の残留磁化が初生的なものであるとすれば、ほぼ直線的に分布した飛騨外縁帯が古第三紀頃までほぼ直線的に伸びていたことを示すと考えることができない。飛騨外縁帯が現在のより運動に求めた原因を中新世の折れ曲がり運動に背定するも、これが可能だが、これを積極的に肯定しても、現在測定中の試料を含め更に多くのデータを蓄積すること、また、既に得られたデータの再検討なども課題として残っている。



傾動補正後の平均残留磁化方位
逆磁極期に得た磁化と考えられるものは
正磁極期に変換してある。

梁川・高館地域の 古地磁気とフィッシュン・トラック年代

小田啓邦・鳥居雅之・林田明
(京大理) (同志社工)

PALEOMAGNETIC STUDY AND FISSION-TRACK DATING IN YANAGAWA AND TAKADATE AREA

Hirokuni ODA*, Masayuki TORII*, Akira HAYASHIDA**

*) Department of Geology and Mineralogy, Faculty of Science, Kyoto University

**) Department of Earth Sciences, Doshisha University

Paleomagnetic study and fission-track dating are carried out on the sedimentary and volcanic rocks in Yanagawa and Takadate area, on the northern margin of the Abukuma massif. Paleomagnetic directions obtained from the sediments (~16Ma) indicate about 30' eastward deflection. This fact possibly indicate that Yanagawa and Takadate area rotated relative to the main part of Northeast Japan after 16Ma.

最近の古地磁気学的研究によると、東北日本は20~15Maの間に反時計まわりに回転したとされている。これとは別に、東北日本太平洋側から得られた新第三紀の古地磁気の方向には、東偏を示すものもあることが報告されている。これらの事実に対してまだ統一的な説明は与えられていない。

私達は新第三紀以降の東北日本のブロック運動を解明するために阿武隈山地の北縁に位置する梁川・高館両地域(Fig.1)の火山岩・堆積岩を採集した。これらの岩石の古地磁気学的研究とフィッシュン・トラック年代測定を行った。

古地磁気の方向は熱消磁と交流消磁を用いて求め、堆積岩から得られた磁化方向には傾動補正を行った。BlowのN8ゾーンに相当するとされている梁川層広瀬川砂岩部層と茂庭層から得られた磁化方向は、現在の地理的北極の方向に対して東に30度ほどの角度をなす事が分かった。一方、これらの上位の梁川層五十沢泥岩部層と旗立層から、二次磁化の可能性を残しながらもほぼ南北方向を示す結果が得られた(Fig.2)。東北日本の他の地域から得られた20Ma頃の磁化方向は50度程度の西偏を示す事が良く知られている。この事実と本研究の結果を比較してみると、本調査地域は16Ma以降に東北日本本体に対して時計まわりに回転した可能性が考えられる。

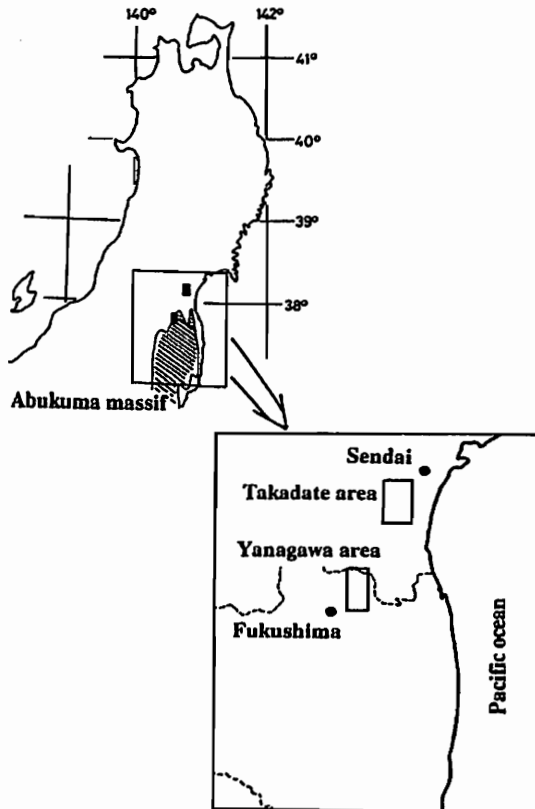


Fig.1. Index map of the studied areas

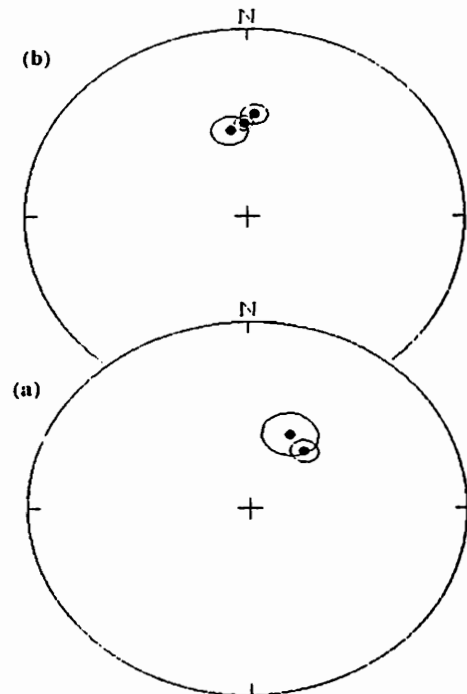


Fig.2 Site Mean Magnetic Directions after Tilt Correction.

(a) before and (b) after 16Ma.

13p-III-16 古地磁気から見た中新世の本州島の 変形

広岡公夫・岩野英樹・高井健三・小笠原憲四郎
富山大・理 東北大・理

MIOCENE DEFORMATION OF THE JAPANESE MAIN ISLAND, HONSHU, INFERRED FROM PALEOMAGNETISM

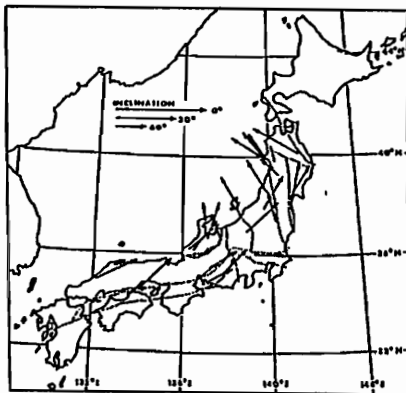
Kimio Hirooka, Hideki Iwano, Kenso Takai and Kenshiro Ogasawara
Dept. Earth Sciences, Toyama Univ. and Inst. Geology, Tohoku Univ.

Paleomagnetic studies were carried out in Central and Northeast Honshu to reveal the precise tectonic motion of the island in Miocene time. Samples were collected at the Daishoji area in Hokuriku District, and the Dewa, the Taiheizan and the Sendai areas in Tohoku District. From the result of the Daishoji area, the clockwise rotation of Southwest Honshu was completed within the time of N.8 of the planktonic foraminiferal zonation. On the contrary, the results of the Dewa and Taiheizan areas show that the counter-clockwise motion of Tohoku District was still on the way in the time of N.9. The Sendai area underwent clockwise rotation which is different from the motion of the other part of Tohoku District.

中新世の古地磁気測定から、西南日本は15Ma頃に急激な時計廻りの回転を、また、東北日本は反時計廻りの回転を行ったことが明かとなってきた。しかし、東北日本ブロックでは、西南日本ほど多くの古地磁気データはなく、その回転に関しては詳しくはわかっていない。

今回、西南日本ブロックと東北日本ブロックの相対運動の詳細を明らかにするために、加賀大聖寺地域と出羽丘陵、太平山、仙台地域について、浮遊性有孔虫分帯のN.

8および、それに続く時代に集中し、古地磁気測定を行った。その結果は、大聖寺地域では、N. 8に属する花房層および錦城山層の偏角が小さく、この時期には既に回転が完了していたこと、太平山、出羽丘陵地域ではN. 9以降でも、わずかではあるが西偏偏角が認められ、反時計廻りの回転は完了していないこと、更に、仙台地方はN. 8の時代は偏角が東偏しており、東北日本ブロックの中では異なる運動をしたことが判明した。



16Ma



15Ma



14Ma

中新世前～中期の古地磁気方位

■ポスターセッション

(P-1~P-68)

網川 秀夫
東海大 開発技研新妻 信明
静岡大 理

POSSIBILITY TO RECONSTRUCT THREE COMPONENTS OF PALEOMAGNETIC FIELD FROM

DRM DIRECTIONS OF MULTIPLE CORES (3)

Hideo Tsunakawa and Nobuaki Niitsuma*

Inst. Res. Develop., Tokai Univ. *Inst. Geosciences, Shizuoka Univ.

Matuyama-Brunhes transitional field was well recorded in marine sediment at Boso Peninsula. We analysed DRM directions of two successive sections at Chonan(BMC) and Yanagawa(BMY). Our preliminary results suggest that status of field during the transition was complicated, especially with respect to inclination change.

堆積残留磁化方位から、地磁気3成分(相対強度、伏角、偏角)を推定する方法は、既に網川が1988秋・1989春の学会で発表した。その方法に基づき、松山-ブリュンヌ逆転時の地磁気変化を房総半島の堆積残留磁化方位から推定することを行った。解析したセクションは、BMCとBMYの2箇所である。残留磁化方位のノイズを減じてかつ等間隔データにする方法として、3次元ベクトルとして取り扱い、フィッシャー分布を仮定してトレンドを求めた。この方法では、伏角と偏角を別々に平滑化する場合と違って、偏角の不連続性は問題にならない。BMCとBMYのいずれもその最上部と最下部では残留磁化方位のばらつきがかなり大きいので残念ながら解析からは除外し、中央部(BMCで約1.0mの長さ)のみを取り扱った。

代表的な堆積速度は、新妻によって酸素同位体比などからBMCで183cm/ka、BMYで370cm/kaと見積られている。この場合、BMYのBMCに対する堆積速度比(R_s)は2.02となる。BMCとBMYを対比するときこの R_s が重要であるので、 R_s をパラメータとして取り扱った。BMCのデータは固定しておいて、ある R_s を与えるとBMCに対応するBMYのデータが決まる。このデータセットを用いて、さらにBMC・BMYのfixing depthを与えてベイズ統計的手法によりABICをもとめて、両fixing depth座標軸上のABIC等高線図をつくり極小点(収束点)の有無を調べる。もし、fixing depthの収束解があれば、BMCとBMYの各々の残留磁化方位から推定される2組の地磁気ベクトル時系列の一致度を計算し、もっとも一致度の高い極小点の R_s を最適解とした。結果として、 $1.48 \leq R_s \leq 1.65$ のみで収束解が存在し、 $R_s=1.63$ がもっとも一致度が高い極小点であった。 $R_s=1.63$ のデータセットのhalf fixing depthの収束解は、BMCで38cm、BMYで30cmであった。

図1に相対強度変化、図2に伏角変化を示

す。図2には、BMCとBMYの伏角データも示した。エラーバーは、推定された2組の地磁気ベクトルの一致度から仮に計算した 1σ である。誤差は必ずしも小さいとは言えないが、全体の特徴はつかめるであろう。特に伏角は大きく変化しており、BMCの183cm/kaをもちうるならば、数十年周期程度の極性変化がみられる。ただし、図には示していないが、偏角は 180° 付近の場合が多く完全な逆転ではない。

今後、解析方法の検討を重ね、逆転時の磁場変化の特徴を明らかにしていく予定である。

Fig.1 Relative intensity change of estimated field.

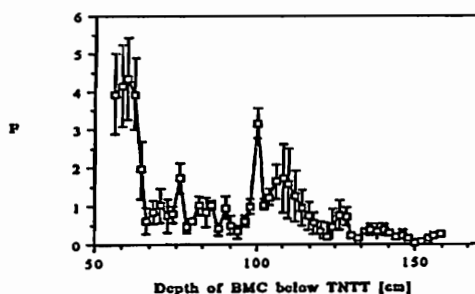
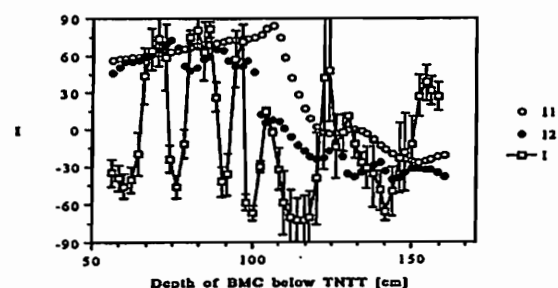


Fig. 2 Inclination change of BMC(11), BMY(12) and estimated field(I).



別府湾海底の
未固結堆積物の古地磁気 (II)

大野正夫¹, 浜野洋三², 岡村真³, 島崎邦彦¹
¹東大地震研, ²東大理, ³高知大理

PALEOMAGNETIC STUDY OF UNCONSOLIDATED SEDIMENTS FROM BEPPU BAY (II)

MASAO OHNO¹, YOZO HAMANO², MAKOTO OKAMURA³, KUNHIKO SHIMAZAKI¹

¹Earthquake Research Institute, University of Tokyo.

²Faculty of Science, University of Tokyo.

³Faculty of Science, Kochi University

Including the previous measurement, 4 cores from BEPPU BAY were paleomagnetically analyzed. The results show that they possess continuous record of declination and inclination of paleogeomagnetic field.

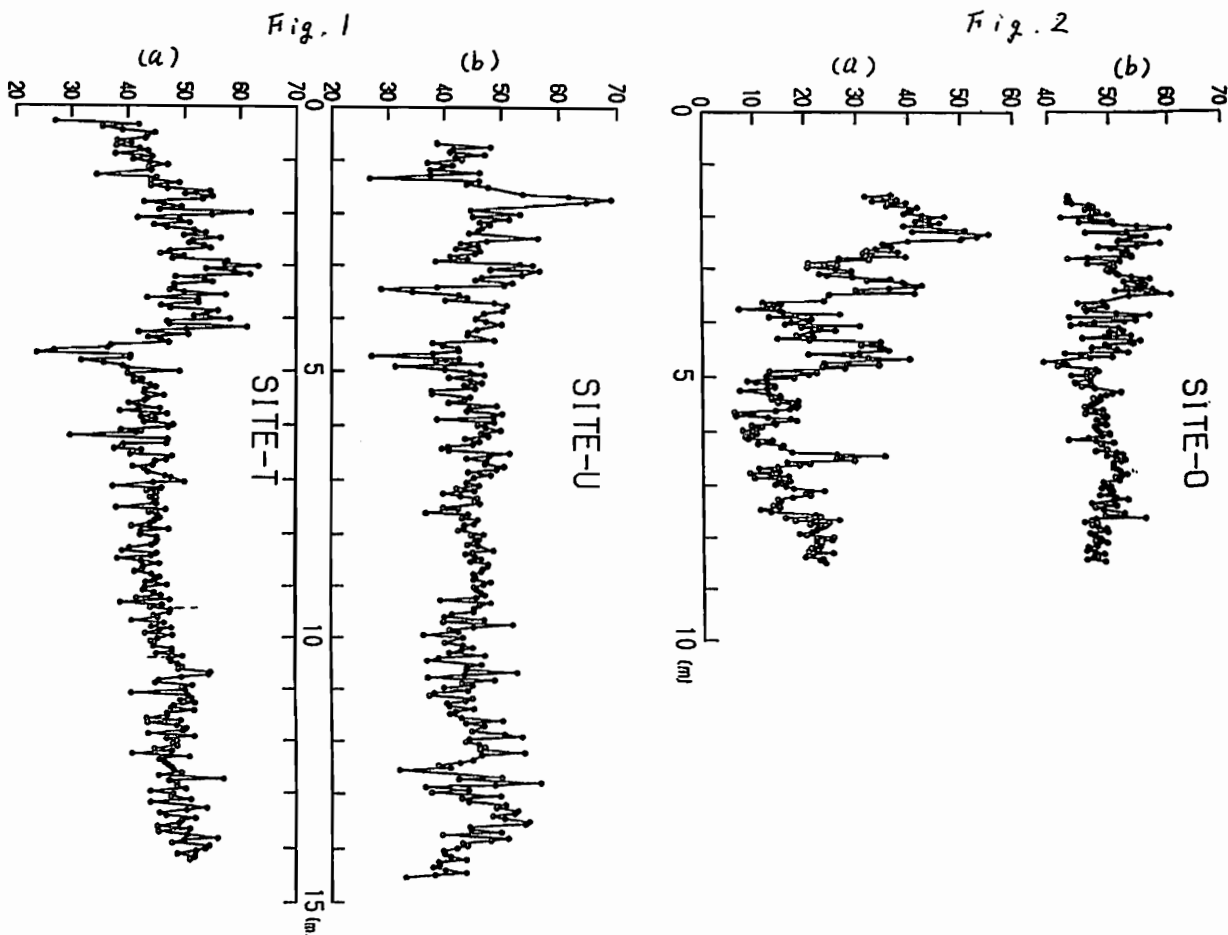
別府湾においてピストンコーラーによる海底堆積物の採取が行われ、1988年度には10~15m長のコア19本、1989年7月にも15~20m長のコア6本のコアの採取に成功した。前回の講演では、この堆積物の残留磁化は非常に安定であり、過去数千から1万年程度の地磁気の変化を記録していると考えられることを示した。前回の結果を含め4本のコアについて測定を行い、その偏角、伏角について検討を行った。

Fig. 1 Results after AF demagnetization.

(a) Inclination for Site - T (b) Inclination for Site - U

Fig. 2 Results after AF demagnetization for Site - O.

(a) Relative declination (Eastward) (b) Inclination



渋谷秀敏、D.Merrill、V.Hsu、ODP Leg 124 乗船研究者一同
(大阪府大、Texas A&M、LSU)

COUNTERCLOCKWISE ROTATION OF THE CELEBES SEA

A NEW TECHNIQUE FOR ORIENTATION OF BORING CORES UTILIZING SECONDARY MAGNETIZATION

H.Shibuya, D.Merrill, V.Hsu, and ODP Leg 124 Scientific Party.
(U.Osaka Pref., Texas A&M, LSU)

Thermal demagnetization experiments of samples from Site 770 of ODP Leg 124 indicate that the samples have two components. An assumption that the low temperature component, which is removed from 100°C to 200°C, is the secondary component acquired in Brunhes normal chron gives a core orientation, and the oriented high temperature component directions were tightly clustered around a pair of antipodal directions. The change of declination of the high temperature component shows that the Celebes Sea was rotated about 50° during Eocene and Oligocene.

ボーリングコアの古地磁気研究において、偏角の絶対値を議論することは非常に難しく、特にコアリングに回転が伴う場合に於て偏角を論じた研究は皆無であった。今回 ODP Leg 124 の Site 770 からの試料で、二次磁化に利用したコアのオリエンテーションに成功し、セレス海の晩新世から漸新世の回転を発見したので報告する。

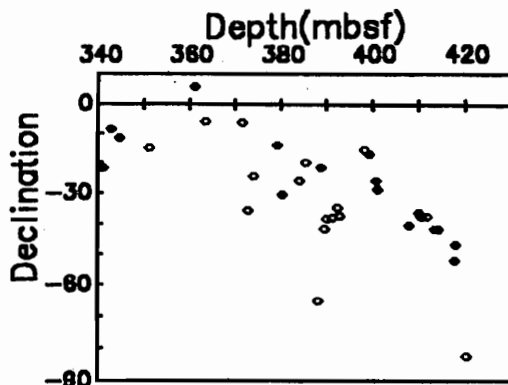
ODP Leg 124 はセレス海とスル海の生成、歴史を明らかにするために1988年10月から1989年1月にかけて両海盆内で合計5サイトの掘削を行った。全体の古地磁気結果の概要についてはすでに本年春の本学会講演会で報告した。今回発表するサイト770はセレス海の2サイトの内の一つで、もう一方のサイト767の試料がドリル時の二次磁化の影響を強く受けていたのに対して、ほとんど影響のない試料のとれたサイトである。ただし、このサイトは本来サイト767を補完するためのものであったので、全てロータリーコアリングが行われ、また海底面から350mの間は50m間隔のスポットコアリングであったので、上部の試料は非常に少ない。

段階熱消磁とZijderveld図を用いた成分分析から、ほとんどの試料の磁化は非常に不安定なものを除いて二つの成分からなっていることが分かった。すなわち、100°Cから200°Cの間に消磁される低温成分とそれ以上の高温成分である。高温の成分の磁化偏角を示したのが右図である。ただし、偏角はコアノースに対してではなく、低温成分の偏角との差をプロットしてある。これは低温成分がBrunhes正磁極期の二次磁化であるという仮定を設けたのと同値である。また、90°Eから180°Eのものは反転させて白丸で示してある(90°Wから180°Wのものはなかった)。白丸も黒丸も0°から60°Wに集中している。この事実は、低温成分が上位から下位まで同じ方向を向いていて、高温成分には正逆両磁極があると考えとも

つとも自然に説明できて、低温成分がBrunhes期の二次磁化であるという仮定を強く支持する。つまり、二次磁化によってコアの方位が決定できたのである。

偏角の変化をストラティグラフィックに見て行くと、最下部でおよそ50°Wであるのがおおよそ上位に行くにしたがって減少し、360mbsf付近で現在の北(低温成分の方向)にかなり近付いている。この結果はサイト770を含むブロック(またはプレート)の回転を示唆している。地震探査の結果はサイト周辺にテクトニックな不連続の存在しないことを示しており、回転が局所的なものであるという論拠はない。おそらくセレス海全体の回転を考えるべきであろう。層位と年代の対応から、回転の時期はセレス海が形成された晩新世始めから漸新世の末にかけてと考えられる。

低緯度地域のコアの古地磁気においては、方位が付くことによって初めて極性が決定できて、それなしには不可能な磁気層序や伏角の変化の方向の決定ができるようになる。もっとも、このサイトでは極性の情報を加味しても伏角の変化は全く見られない。セレス海は誕生以来現在まで南北方向には動かなかったようである。



小山真人¹, S. Cisowski², 藤岡換太郎³, B. Taylor⁴, ODP Leg 126 乗船研究者一同
1:静岡大理, 2:Univ. California, Santa Barbara, 3:東大海洋研, 4:Hawaii Inst. Geophys.

MAGNETOSTRATIGRAPHY AND TECTONIC MOVEMENT IN THE IZU-BONIN FOREARC
AND BACKARC BASINS BASED ON ODP LEG 126 DEEP-SEA CORES

M. Koyama¹, S. Cisowski², K. Fujioka³, B. Taylor⁴, and ODP Leg 126 Shipboard
Scientific Party

1: Shizuoka Univ., 2: Univ. California, Santa Barbara, 3: Ocean Research Inst.,
Univ. Tokyo, 4: Hawaii Inst. Geophys.

Paleomagnetic study was made on the deep-sea cores recovered from the forearc and backarc basins in the Izu-Bonin arc to estimate magnetostratigraphic ages, to evaluate tectonic movement, and to observe the detailed behavior of the geomagnetic field during polarity transitions. Measurements were carried out using a 2-G long-core pass-through cryogenic magnetometer and a fully automatic spinner magnetometer, both of which are combined with AF demagnetizers. Stepwise AF demagnetization experiments show that many of the samples have stable remanence and are suitable for paleomagnetic studies. Main results are as follows: (1) paleomagnetic polarity reversal sequence since late early Oligocene (Chron C10 to Brunhes chron) was determined well with the help of microfossil data; (2) Oligocene to early Miocene sediments from the forearc basin show shallower inclinations than that of the present and suggest the possibility of northward drift; (3) sediments deposited in the backarc Sumisu rift have the Brunhes-Matuyama polarity transition record and suggest that the directional transition seems to have occurred within a few hundred years on the basis of sedimentation rate.

ODP Leg 126はこれまで深海掘削の行われたことの無かった伊豆・小笠原弧の前弧海盆から背弧リフトにかけてのトランセクト掘削を行い、主として始新世以降に成立した新しい島弧である伊豆・小笠原弧の地質学的歴史を探ることによって島弧や縁海形成過程の本質に迫ることを目的とした航海である。掘削は、青ヶ島から鳥島にかけての海域で前弧海盆3サイト (Site 787, 792, 793), 背弧リフト内2サイト (Site 790, 791), リフトに隣接した島弧上2サイト (Site 788, 789)の計7サイトにおいて行われ、50%近いコア回収率をあげるとともにSite 793においてはODP史上最深の1682mの掘削に成功した。

古地磁気測定は船上の2G社コア通過型超伝導磁力計を用い、曝露や掘削による著しい擾乱を受けたものを除くすべての試料を3~10cm毎 (極性逆転層準については5mm毎)に測定した。また、同磁力計に組み込まれた交流消磁装置によって15mTまでの消磁を施した。さらに、これらの連続試料の測定結果の信頼性をチェックするため、各セクションから最低1個採取した個別試料の磁化測定と50mTまでの段階交流消磁実験を、出航時に積み込んだ静岡大学の交流消磁機能搭載携帯型全自動スピナー磁力計によって行った。測定した試料の大部分は火山物質の粒子の豊富な粘土岩、シルト岩、砂岩であり、基盤岩に達した掘削孔では玄武岩および安山岩の溶岩流も測定した。試料の層理面の傾斜は、Site 791の一部の層準を除いていずれのサイトにおいても10°以下である。大半の試料は強くかつ安定な残留磁化を保持しており、個別試料の測定結果は連続コア測定結果とよい一致を見せた。

各サイトの測定結果からは多くの正帯磁ならびに逆帯磁層準が見いだされ、主に石灰質ナノ化石のデータに基づいて漸新世前期のC10からブリュンヌまでのクロンに古地磁気層序学的対比がなされた。前弧における漸新世と背弧における更新世前期~中期には堆積速度がとくに大きく (前弧で20~30cm/k.y., 背弧で2~3m/k.y.), C10~C8とハラミヨ~ブリュンヌにかけての良好な記録が得られ、ブリュンヌ/松山の逆転層準も5本のコアから見いだすことができた。

前弧における漸新世~中新世前期の試料は概して低伏角(40°~45°)を示し掘削地点の北上の可能性を示唆するが、従来大東海嶺、西フィリピン海盆、小笠原諸島などのフィリピン海プレート上の他の地点から報告されていたような大きな北上でない点が注目になる。

793B 19R-39R

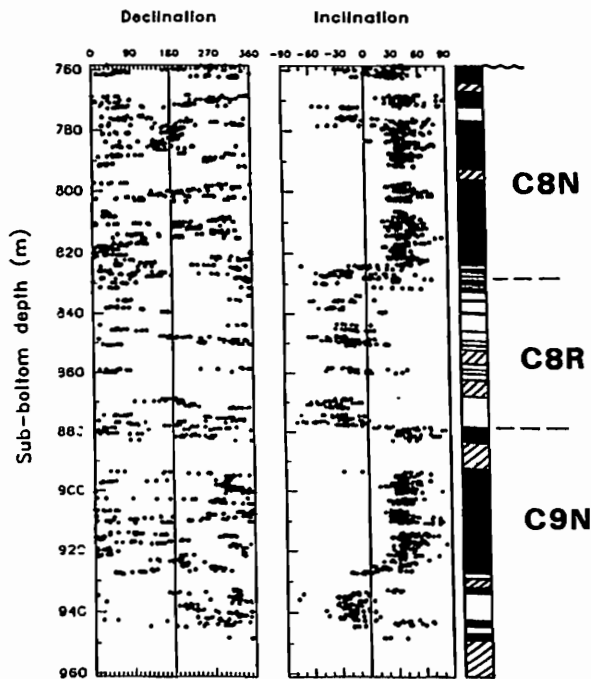


Fig. Example of downhole plot of remanent magnetization directions after AF demagnetization, which are measured with a long-core pass-through cryogenic magnetometer on board.

池尻川低地に分布する上部更新統野尻湖層の磁化方位

会田信行・野尻湖古地磁気グループ
(千葉県立成田園芸高校)

PALEOMAGNETISM OF THE UPPER PLEISTOCENE NOJIRI-KO FORMATION

AT THE IKEJIRI-GAWA HOLLOW (NAGANO PREFECTURE)

Nobuyuki AIDA · Paleomagnetic Research Group for Nojiri-ko Excavation

Narita Engei Senior High School, Chiba, Japan

Paleomagnetic directions of the Nojiri-ko Formation distributed in the excavation sites (IKA & IKB) at the Ikejiri-gawa Hollow (west of Lake Nojiri) were measured. The results of these analyses may be summarized as follows:

- 1) Paleomagnetic directions of silt are uniform in each horizon, but the scatter in directions of peat is very great.
- 2) The specimens of IKA is normally magnetized. Almost all specimens of IKB are negative and are plotted as circles on the upper hemisphere.
- 3) Magnetic minerals of IKB are different from those of IKA.

第5回陸上発掘(1989年8月)において、野尻湖(長野県)の西方に位置する池尻川低地の2カ所(IKA, IKB)から試料を採取した(1層準4個, 計120個)。試料は主として泥炭層からなる上部野尻湖層と、シルト層からなる面たんぼ層であり、両地点は挟在する火山灰[マジシオ][ヌカI]で確実に対比される。

磁化方位を測定した結果は次のようにまとめられる。

- 1) 磁化方位は IKA, IKB ともに、シルト層では層準ごとによくまとまるものの、泥炭層ではばらつきが大きい。
- 2) IKA の試料は正帯磁であるが、IKB ではほとんどの試料が負の伏角を示す(右図)。
- 3) 含まれる磁性鉱物の種類・形態が IKA と IKB で異なる。IKB ではマグネタイトが少なく、ルチルが特徴的に認められる。

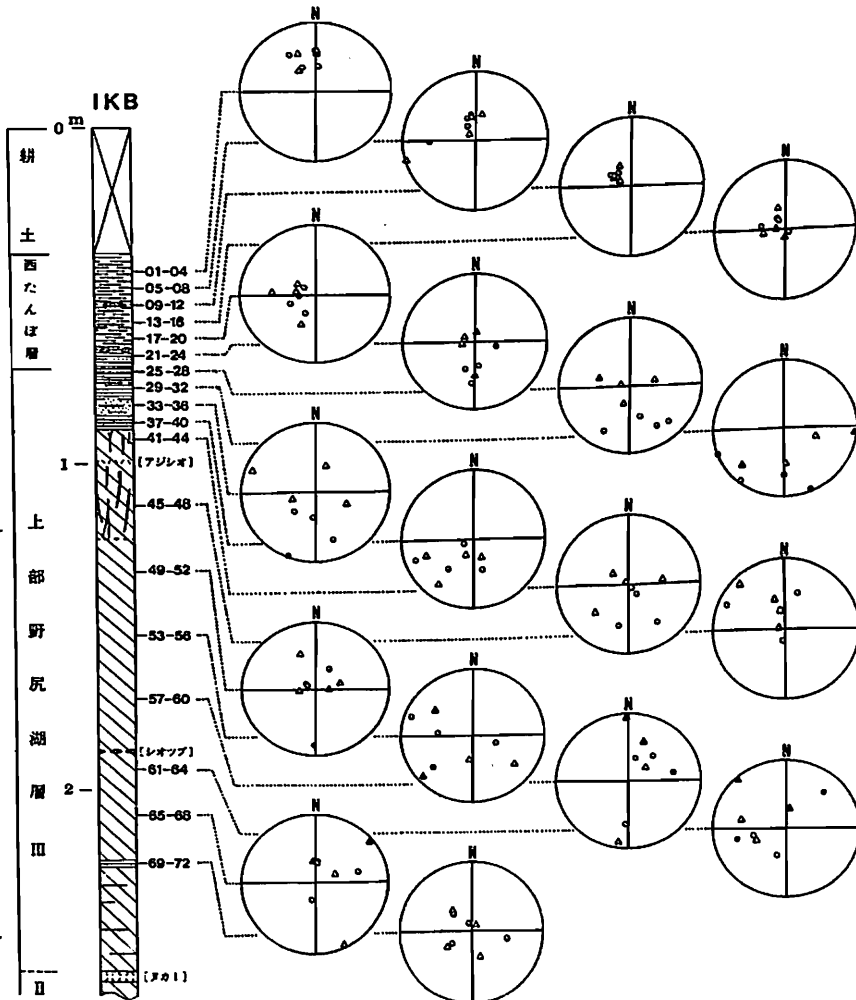


図1. IKBの磁化方位測定結果

○●: NRM
▲▲: AF-Dema (10mT)

西谷 忠師, 志村 知洋
秋田大館山

PALEOMAGNETIC INVESTIGATION OF OHDATENO REMAINS IN AKITA PREFECTURE

Tadashi NISHITANI and Chihiro SHIMURA
Institute of Mining Geology, Mining College, Akita University

Paleomagnetic investigations were performed at Ohdateno remains in Akita prefecture. This place was archeologically interpreted in 10 to 11 century. Total 145 specimens were collected in 13 furnaces. Chronologically different stages gathered in this place. Some stages are ambiguous in age. We tried to specify their orders and studied the relations between archeological explanations and paleomagnetic results.

秋田県北方大館市白沢の大館野遺跡の古地磁気調査を行った。図1に試料採集場所を示す。この遺跡は時代的には10～11世紀と推定されている。住居の竈跡13箇所からプラスチックケースを用いて合計145個の試料を採集した。この地域では旧住居跡に新住居が建てられていたり、時代的に異なった部分が重なっていたりしている。考古学的に推定されている新旧関係と、古地磁気方向との対応がどのようになるかの比較検討を行った。図2はSI-14, SI-8の平均磁化方向を示す。考古学的にはSI-14が古く、SI-8が新しいとされているだけである。他の試料との時代関係が不明の部分もある。古地磁気学的な解釈で時代関係の推定を試みた。

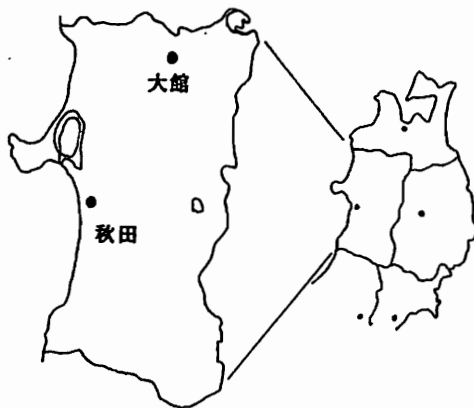


Fig.1 Sampling site.

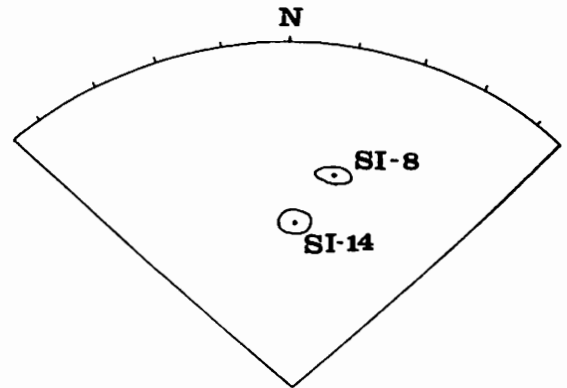


Fig.2 Mean direction and α_{95} confidence circle for SI-8 and SI-14.



石川尚人 · 田上高広
(京大教養) (京大理)

Paleomagnetic and fission-track data from the Goto and the Tsushima Islands: tectonic implication in the area between Korean Peninsula and the Kyushu Island related to the formation of the Japan Sea

Naoto ISHIKAWA* and Takahiro TAGAMI**

*Department of Earth Sciences, College of Liberal Arts and Sciences, Kyoto University

**Department of Geology and Mineralogy, Faculty of Science, Kyoto University

Paleomagnetic study of Miocene sedimentary and igneous rocks and Quaternary basalts on the Goto Islands, and fission-track dating of Middle Miocene igneous rocks on the Goto and the Tsushima Islands were carried out. 16 concordant fission-track ages (zircon), averaging 15 Ma, were obtained from the Middle Miocene igneous rocks which overlie and/or intrude pre-middle Miocene sediments deformed by folding and faulting due to a horizontal compressive force. While paleomagnetic directions from Middle Miocene igneous rocks (ca. 15Ma) and Quaternary basalts on the Goto Islands are similar to the expected direction of geocentric axial dipole field, tilt-corrected site-mean directions of primary magnetic components from Early Miocene sedimentary rocks appear to show counter-clockwise (CCW) deflection. These paleomagnetic and geochronological results suggest that the intensive deformation of the pre-Middle Miocene sediments due to a compressive force and the tectonic displacements probably with CCW rotation on the Goto Islands occurred in Middle Miocene time close to 15 Ma. The tectonic events in the area between the Korean Peninsula and the Kyushu Island appear to be coeval with the clockwise rotation of Southwest Japan.

韓半島と九州の間の地域、対馬・五島列島及びその周辺海域、に分布する中新世中期以前の堆積物（対州層群、五島層群および兩層群相当層）には、NNW-SSEからNE-SWの方向性を持つ顕著なしゅう曲構造及び断層がみられる。対州層群の地質構造解析から上記の構造はNW-SE方向の水平圧縮場で形成されたと考えられている（Shiada, 1977）。またその形成時期は中新世の中期から後期と考えられているか（Inoue, 1982）、信頼できる年代データは乏しい状況にあった。そこで、韓半島-九州間の地域の中新世頃の変動の形態そしてその変動と日本海の形成による約15Maの西南日本の時計回り回転運動との関係を明らかにするために、五島列島で古地磁気学的研究、及び五島列島・対馬に分布する中期中新世の火成岩類（五島層群、対州層群に貫入または不整合に覆う）に対してフィッシュントラック法による年代測定を行った。

結果は以下の通りである。(1)火成岩類から得られたすべてのFT年代は、 2σ で一致し約15Maであった。(2)中期中新世の火山砕屑岩類・貫入岩類と第四紀の玄武岩類の古地磁気方位は地心双極子磁場から期待される方向に一致するのに対して、五島層群から得られた初生磁化と考えられる残留磁化の方向は反時計回り方向にふる傾向がみられた。この結果は、(1)対馬・五島列島及びその周辺海域の上記の変動は対州層群・五島層群の堆積以後で約15Maの火成活動以前に起こったこと、(2)五島列島は時計回り回転運動した西南日本ブロックとは異なり、上記変動時に反時計回り回転のセンスの運動を被ったらしい、(3)韓半島-九州間に起こった圧縮場による変動の時期は西南日本の時計回り回転運動の時期と調和的である、ことを示す。

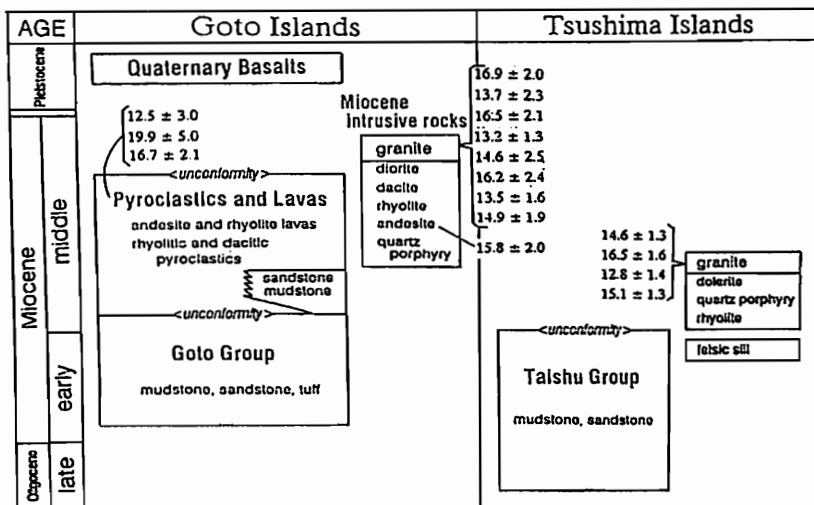


Fig. 1. Stratigraphic relations of sedimentary and igneous rocks in the Goto and the Tsushima Islands, and zircon FT ages ($\pm 2\sigma$) determined in this study

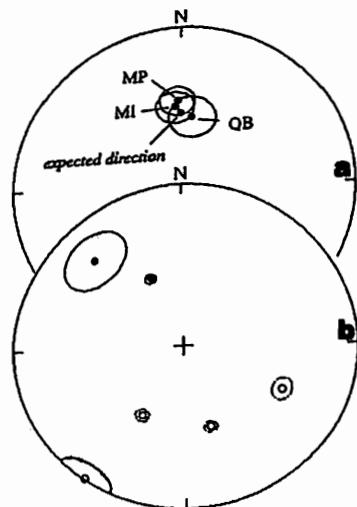


Fig. 2. Paleomagnetic data from the Goto Islands plotted on equal area projections. (a) Paleomagnetic directions of Middle Miocene pyroclastics (MP), Middle Miocene intrusive rocks (MI) and Quaternary basalt (QB). (b) Tilt-corrected site-mean directions from the Goto Group.

石川良宜・中野徳治・笹井祥一
東大風研

TECTONOMAGNETIC SIGNALS RELATED TO EARTHQUAKE SWARM AND CRUSTAL
UPLIFT IN THE IZU PENINSULA - 1978-1989 -

ISHIKAWA Yoshinobu, TOKUJI NAKANO and YOICHI SASAI

Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Four major tectonomagnetic signals can be recognized as related to the anomalous crustal activity along and off the east coast of Izu Peninsula, near Ito city for the past 12 years: (1) Kawazu tectonomagnetic event, (2) gradual increase in the total intensity in the uplift area (1980-1983), (3) remarkable decrease in the uplift area (1984-1986) and (4) a paired anomaly at HAT (positive) and ARA (negative) since 1987. The first event (i. e. aseismic slip of a buried fault) triggered the onset of magmatic activity near Ito, while the latter ones were caused by magma beneath the uplift and swarm area.

本年7月に伊東市付近で、被害を伴う群発地震が発生し、7月13日には伊東市沖合で、小規模な海底噴火が起こった。我々は1976年以来、伊豆半島東部地域で全磁力観測を行っている。1978年11月以来の、川奈崎沖群発地震とその南側の伊東市八幡野を中心とした地殻隆起に関連する、顕著な地磁気変化については、たびたび報告してきた。今回の海底噴火に際しては、いくつかの大学が協力して、地磁気観測が積極的に行われている(伊豆電磁気グループ、本誌掲載)。ここでは今回の活動に至るまでの、我々の観測結果をまとめてみる。

第1図は1978年11月23日東伊豆地震(M4.9)に先行して、顕著な全磁力変化である。この地震は1978年伊豆大島近海地震の余震であるが、川奈崎沖群発地震をトリガーしたかのような地学的事件であった。すなわちこの地震の約15時間後、11月24日午前2時頃に、伊東市海岸付近に微小地震が発生、以後12年間にわたって断続的に続く川奈崎沖群発地震活動が始まったのである。第1図の全磁力変化の解析から、東伊豆地震に先行して、河津付近の潜在断層がゆっくりと右横ずれ運動を行っていた、と推定された(SASAI & ISHIKAWA 1980)。この断層運動が伊東市付近に蓄積していたマグマの発泡をうながして、一連の活動が始まった、と想像される。

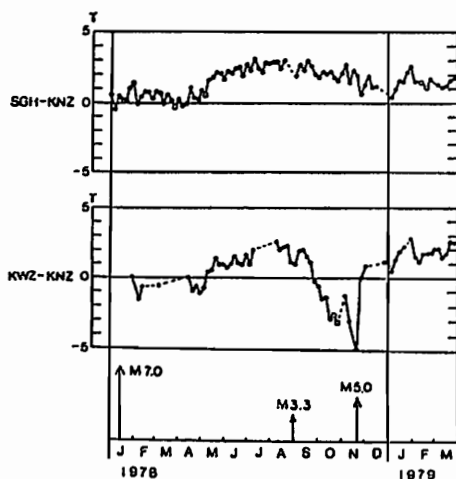


Fig. 1.

第2図は1980年以來の、伊豆東部における全磁力変化を示す。隆起域に属するYSD, ARA, SGHでは、1983年頃まで全磁力が漸増、1984年から1986年末まで顕著な減少、1987年以降は横ばいである。しかし1987年からはHATの増加とARAの減少が顕著であって、この両地点には含まれる群発地震域に、マグマがダイク状に貫入していた、と推定される。注目すべきこととして、全磁力のトレンド変化の境目に、1983年三宅島噴火、1986年伊豆大島噴火が起こっている。先述した、東伊豆地震と伊東群発の関係と同様に、これらの本格的な噴火が、伊東市付近のマグマ溜りの活動を刺激した、と考えられる。

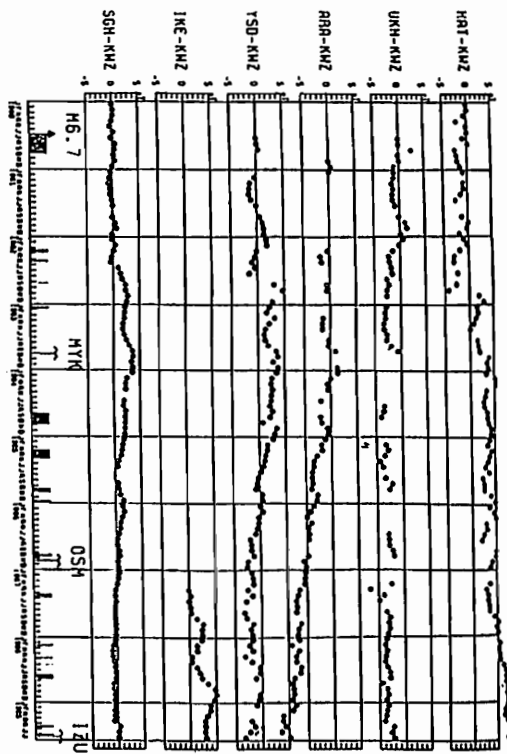


Fig. 2.

伊豆電磁気グループ（伊豆東方沖群発地震海底噴火観測電磁気グループ）

笹井洋一・歌田久司・石川良宜・小山茂・中野徳治・浜野洋三・行武毅
 （東大盛研）・本蔵總守（東工大理）・大志万直人（日大文理）・田中良和
 （京大理）

PRELIMINARY REPORT ON GEOMAGNETIC OBSERVATIONS OF EARTHQUAKE

SWARM AND SEA-BOTTOM ERUPTION EAST OFF THE IZU PENINSULA

IZU-EM-GROUP (ELECTROMAGNETIC RESEARCH GROUP FOR EARTHQUAKE

SWARM AND SEA-BOTTOM ERUPTION EAST OFF THE IZU PENINSULA)

Swarm earthquakes and sea-bottom eruption occurred along and off the east coast of Ito city, Izu Peninsula, in July 1989. Dense network observations of geomagnetic total intensity have started to monitor the crustal activity most probably caused by deep-seated magma. This is a rare opportunity to establish a crustal monitoring technique by means of electromagnetic observations.

本年6月30日から伊東市付近で、群発地震が発生しはじめた。これは川奈崎付近からWNW-ESE方向に伸びる線状配列にそって、1980年代始めから断続的に起こってきた、いわゆる川奈崎沖群発地震の一部で、最も陸地寄りに発生したものである。7月9日のM5.5の被害地震を境に、地震活動は急速に衰えたが、同11日に大振幅の火山性微動が観測され、13日18h30m頃、伊東市沖合いで小規模な海底噴火がおこった。その後は静穏な状態が続いている。伊東市街の近傍で有史以来の噴火活動という、かつて無い事態をむかえ、いくつかの大学が協力して、地磁気観測を強化することになった。

第1図は8月中旬現在の全磁力連続観測点分布を示す。伊東付近のOIS, OSK, MKW, YKWは、海底噴火の前後に緊急に設置された。今回の噴火に際して様々な観測が行われているが、地磁気観測は最も早く展開されたものの一つである。第2図は伊豆半島北東部の10観測点における、全磁力変化を示す。電車ノイズの大きい地域なので、0hから5hまでの毎分の単純差平均を用いている。噴火に伴う顕著な地磁気変化は観測されなかった。海域に阻まれて、噴火地点近傍のデータが無いせいもある。

地磁気データから見る限り、浅いところに、大規模なマグマ溜りは形成されていない。噴火前に全磁力が減少していたARAで、噴火後にかなり急速に回復しているのが注目される。この原因説明には、もう少しデータの蓄積を待ちたい。なおIKEの全磁力減少も目だが、これは年周変化の一部で、地殻活動と直接の関わりは弱さそうである。この地域は人口密集地を含み、人工的雑音も大きい。この観測はそのまま、いわゆる市街地の直下型地震に対する、電磁気的手法による監視体制のテスト・ケースでもある。緊急観測体制の充実、海底での観測やテレメータ方式の開発、群発観測に伴う大量データ処理とノイズ除去法の研究など、従来から指摘されてきた課題を解決するための、貴重な機会であろう。

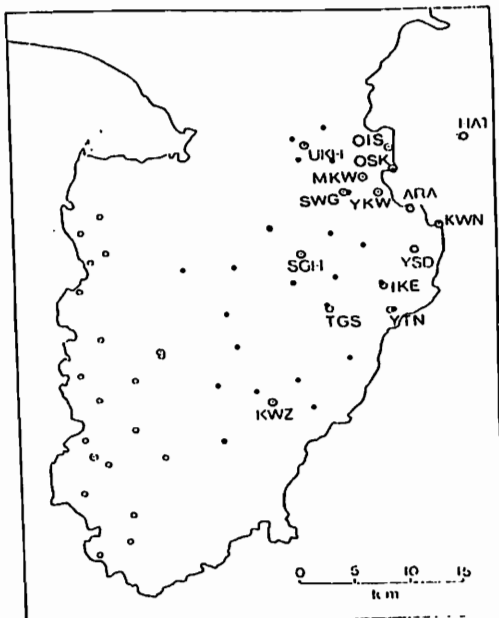


Fig. 1.

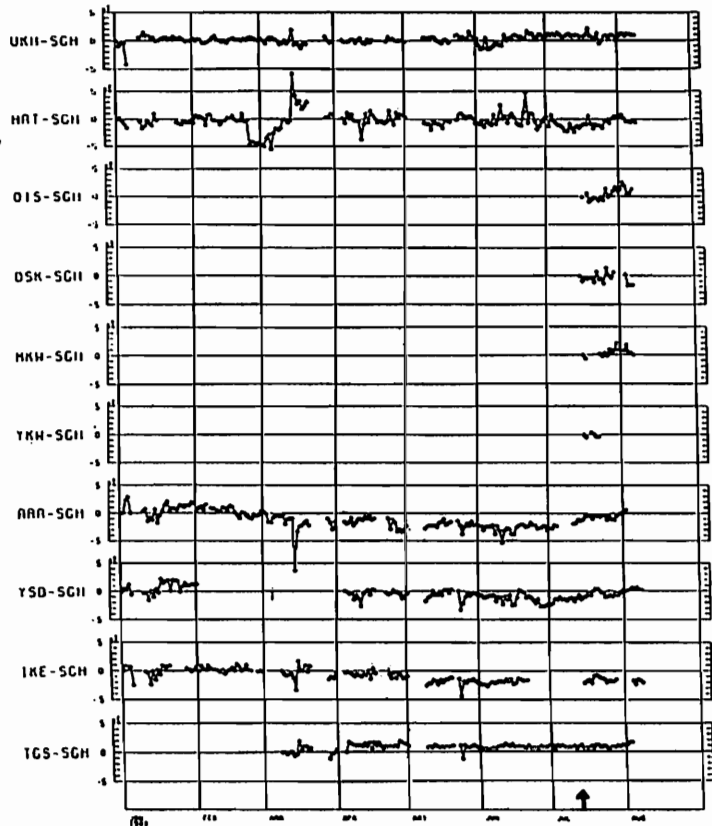


Fig. 2.

GEOMAGNETIC VARIATIONS ASSOCIATED WITH
FORMING THE 891 CRATER OF ASO.YOSIKAZU TANAKA
FACULTY OF SCIENCE KYOTO UNIVERSITY

The 891 crater of ASO formed on June 1989 and Geomagnetic variations were observed associated with it by the repetitive observations used proton precession magnetometer. Until August 1989 the anomalous geomagnetic changes were -17 nT at 250m north, $+17$ nT at 250m south and 0 nT at 1Km apart from the crater. The phenomena were explained by the magnetization of rocks near the crater.

1988年から赤熱現象を呈していた阿蘇中岳第一火口は1989年6月に開口した。これを891火口とよぶ。

891火口の開口により、火口底の3割程度を占めていた赤熱部は徐々に消滅した。赤熱部の消滅がどの深さにまで及ぶかを観測するため、火口周辺部の繰返し磁気測量を開始した。使用機種は自作の携帯型P10型プロトン磁力計で、測定地上高さは2.5mである。周期測定方式で0.1nTの分解能を持つ。測定の結果、同年8月上旬までに火口北部のC4で -16 nT、南部のC1で $+17$ nTの磁化の獲得が観測された。

これらの位置は火口から250mの距離である。火口周辺にはほかに12地点の磁気点を新設してある。火口から1Km離れると変化は全く検出されていない。これらの磁気変化は、火口のごく表面から冷却課程に入り、帯磁を始めた事で良く説明できる。最初、火口に際立った開口部がなく広く加熱されていた火口底は、中心部に出来た891火口からのみ高温ガスを放出するようになった結果、雨水等の冷却作用を受けて磁化を獲得しつつあるものと考ええる。高温ガスによる消磁過程の観測を逃したことは誠に遺憾であるが、891火口の活動は活発であり、現象の推移を注目している。従来、安山岩質の火山で火山活動に伴う地磁気変化の検出は、悲観的と考えられて来たので、阿蘇火山の活動を監視する有効な手法が確立されつつある。阿蘇火山に於いて、火山活動による明瞭な地磁気変化が観測された最初のケースであるから、推移の観察中であるが、敢えて報告する。

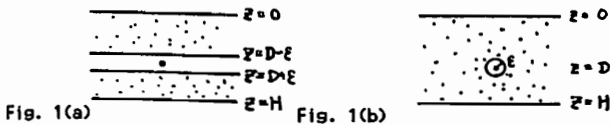
笹井 祥一
東大震研

PIEZOMAGNETIC FIELD ASSOCIATED WITH THE MOGI MODEL REVISITED:
ANALYTIC SOLUTION FOR FINITE SPHERICAL SOURCE
SASAI Yoichi
Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Analytic solution for piezomagnetic field produced by the Mogi model is reexamined. Solution for the point source problem leads to incompatible results according to two different ways of evaluating improper integrals. In order to elucidate such a paradox, analytical expressions for finite spherical source problem is formulated, which consist of one-dimensional integrations involving complete elliptic integrals.

1989年CA研究会で、鈴木(1989)によって「数値3D茂木モデルの再計算」が、発表された。この問題は、DAVIS(1976)によって数値積分法で解かれ、その後SASAI(1979)が点力源に対する解析解を求めている。その結果、数値解と解析解の様子が非常に異なることが、判明した。鈴木(1989)は、DAVISの方法に従い、有限な球状力源の内部が磁化していない場合(DAVIS)と、磁化している場合(SASAI)についてそれぞれ計算し、DAVISとSASAIの結果が共に成り立っていることを示した。従って、常識的に考えれば、DAVISの力源球の半径を小さくして行った極限は、SASAIの結果と一致するはずである。ところが、そうはならないらしい。このパラドックスは、数年来、筆者を悩ませてきた問題で、未だ解決に至っていない。ここではDAVISの場合の解の解析的表現を求め、あわせて疑問点を提示して、読者の御教示を得たい。

点(0,0,D)に置かれた一様に膨張する点力源に対する解析解は、図1(a)のように、荷磁地殻を力源より浅い部分と深い部分とに分け、境界面 $D-\epsilon$ 、 $D+\epsilon$ を近づけた極限で、得られている。これをType Iと呼ぶことにする。一方、図1(b)のように、特異点(0,0,D)を中心とした、半径 ϵ の球状部分を除いた領域で積分を行い、 ϵ をゼロに近づける極限を考え、これをType IIと呼ぶ。これに対して、DAVISの場合は、十分大きな球状の力源を考える。地磁気モデルの場合は、力源より大きな熱消磁域と考えてもよい。第2図のように、キュリー面が力源球(熱消磁域)を切ることもある。これをType IIIとする。



各点で生じたピエゾ磁気による磁気ポテンシャルを、荷磁地殻全体で体積分して、地上の任意の点におけるピエゾ磁気ポテンシャルを得る。地殻が一様に荷磁し、等方均質な弾性体であれば、荷磁地殻を特異点を含まない領域で分けて、その表面全体にわたる面積分に置き換えることができる(表現定理: SASAI 1983)。この面は、Type Iの場合は、地表面、 $D-\epsilon$ 、 $D+\epsilon$ 、キュリー面であり、Type IIの場合は、地表面、キュリー面、および球面 ϵ である。力源がキュリー面より下方にある場合、両者は一致する。この領域では、数値解と解析解の誤差もほぼ同じである(鈴木1989)。

茂木モデルの変位場を、無限弾性体中の一様膨張力源の場合(A)と、自由表面の影響を扱う場合(B)に分ける。u(A)は応力が発散する特異性

を持ち、Type IとIIにおいて ϵ をゼロに近づけた極限で、有限な値を持つ。これらは次式で与えられる:

$$\text{Type I: } W_x^{(P)} = C_x \frac{3\lambda+4\mu}{2\lambda+2\mu} \frac{x}{\rho_1^3} \quad (1a)$$

$$W_z^{(P)} = C_z \frac{D-z}{\rho_1^3} \quad (1b)$$

$$\text{Type II: } W_x^{(A)} = C_x \frac{\lambda+2\mu}{2\lambda+2\mu} \frac{x}{\rho_1^3} \quad (2a)$$

$$W_z^{(A)} = C_z \frac{\lambda+2\mu}{2\lambda+2\mu} \frac{z-D}{\rho_1^3} \quad (2b)$$

$$\text{ここで } \rho_1 = \sqrt{x^2+y^2+(D-z)^2} \quad (3)$$

(1)式はフーリエ変換を、(2)式は球関数の積分定理を用いて、得られる。両者は(0,0,D)に置かれた双極子ポテンシャルの形をしているが、その係数が異なる。とりわけ $W_x^{(P)}$ と $W_x^{(A)}$ は符号が反対であり、鈴木(1989)が指摘した、DAVISとSASAIの最も顕著な相違点は、これに起因する。すなわち両者の差は、力源球の効果を評価するやり方(数学的には特異積分の極限のとり方)の違いによる。

Type IIIの解は、初等関数では表現できない。球面積分は次のように表される:

$$W_x^{(A)} = C_x \int_{\pi}^{\theta} [F_1(\theta)G_1(\theta; \theta_0, \varphi_0) + F_2(\theta)G_2(\theta; \theta_0, \varphi_0)] \sin\theta d\theta \quad (4a)$$

$$W_z^{(A)} = C_z \int_{\pi}^{\theta} [F_3(\theta)G_3(\theta; \theta_0, \varphi_0) + F_4(\theta)G_4(\theta; \theta_0, \varphi_0)] \sin\theta d\theta \quad (4b)$$

ここで G_i 等はベッセル関数を含む積分で、たとえば

$$G_1 = 2\pi \cos\varphi_0 I(1, 1; 0) \quad (5)$$

ここでI関数は

$$I(m, n; l) = \int_0^{\infty} J_m(ct) J_n(rt) e^{-st} t^l dt \quad (6)$$

c, r, s の間には

$$\rho^2 = \sqrt{R^2 + s^2}, \quad R^2 = c^2 - 2cr \cos\psi + r^2 \quad (7)$$

の関係がある。I(m,n;l)はEASON et al. (1955)の公式を用いて、完全積分積分に帰着できる。従って(4a)、(4b)およびそれらを微分した磁場の式は、 θ についての一次元積分なので、DEF公式を用いて、精度良く積分できる。空孔を持つキュリー面についての積分も、同じ形式に定式化される。



Fig. 2

断層のずれに伴う地磁気の変化

柳修介・本蔵義守

東工大理

Local Changes in the Geomagnetic Field
Associate with Fault Displacement

Shusuke Yanagi and Yoshimori Honkura

Department of Applied Physics, Tokyo Institute of Technology

Changes in the three components of the geomagnetic field as well as the total intensity on the Earth's surface associated with fault displacement are calculated for the case of the magnetic dyke structure extending along the fault. In particular, a vertical fault with rectangular fault surface and uniform slip is considered as a typical example. The results are usefull in effectively detecting geomagnetic changes near the fault.

地震の前兆現象として、断層活動に伴う地磁気の変化が観測されている。断層をくい違いの弾性論を用いてモデル化することにより、断層周辺の応力場を求めることができ、応力場と磁化の変化を表す式から、地表での磁気変化を計算することができる。

SASAI (1980) は、地球を等方で均質な半無限の弾性体とし、地表からある深さ (キュリー点等温面) まで一様に帯磁している場合について、磁気変化を求めている。我々は、帯磁領域が有限な場合、特にそれが断層面周辺に分布している場合について、磁気変化を計算する。断層のモデルとしては、長方形の断層面をもち、断層面上でのすべりが一様であるという最も簡単なものを考える。この場合、MARUYAMA (1964) で求められている歪核による応力場を、断層面上で面積積分することにより、断層面周辺の応力場を解析的に求めることができる。そして、この応力場による磁気変化を有限の帯磁領域にわたって数値的に積分し、磁気変化を求める。断層の端に近いところでは応力場の分布が複雑になるため、数値積分に際しては、この付近でグリッドを多くとり、磁気変化に断層の末端効果が現れるようにする。また、帯磁の変化による磁気変化の大きさは、帯磁領域の深さに大きく依存するため、地表に近いところでもグリッドを多くとって計算する。このような計算方法を用いると、帯磁の強さや方向が場所によって異なる場合について、磁気変化を計算することができる。また、断層面のいくつかの箇所で、順次すべりが生じる場合について、磁気変化の時間的過程を追って行くことができる。

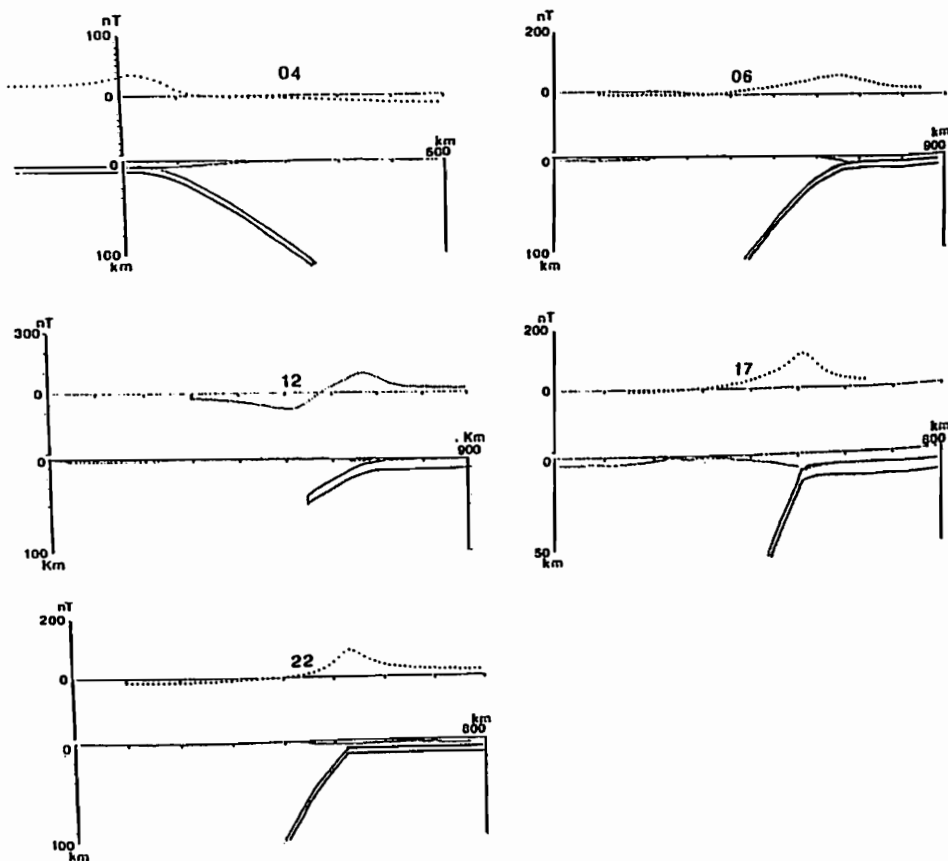
地磁気変化の計算結果は、コサイスマックな磁気異常の観測のための観測網の設置を効果的に行うための知見を与える。

Magnetic anomalies caused by subducting plates as inferred from aeromagnetic anomaly profiles.

Yoshio Ueda
Geodesy and Geophysics Division, Hydrographic Department

Magnetic anomalies caused by subducting plate may be plausible candidate for the origin of the intermediate magnetic anomalies. The theoretical anomaly profiles caused by subducting plates are calculated by the two-dimensional Talwani method. These calculated anomaly profiles (Fig. 1) indicates positive highs over the Japan Trench, Kuril Trench, Izu-Bonin Trench, and Ryukyu Trench. Calculated anomaly profile over central part of Japan is characterized by negative trend over the inland area and positive one over the trench axis. The intermediate-wavelength anomaly profiles obtained from aeromagnetic anomalies are consistent with calculated one over the Japan Trench, however no conspicuous anomalies accompanied by subducting plate are observed over the Izu-Bonin Trench, Ryukyu Trench. Magnetic anomalies caused by subducting Philippine plate can be traced over the central part of Japan, although it becomes extinct to the west of the offing of the Kii peninsula. The locality of magnetic anomalies of the subducting plate may be correlated with the age and subducting pattern of the plate, although the reliable origins are still in vague.

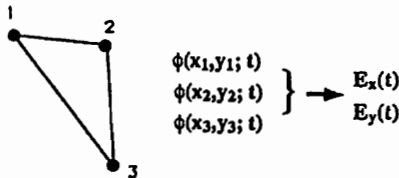
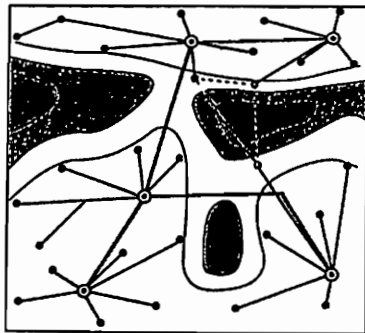
Figure 1. Calculated anomaly of total intensity at the altitude of 25km caused by subducting plate. The assumed magnetization intensity is 5.0 A/m and magnetized direction is present field direction. 04: Kuril Arc, 06: NE Japan Arc, 12: Central Japan, 17: Izu-Bonin Arc, 22: Ryukyu Arc.



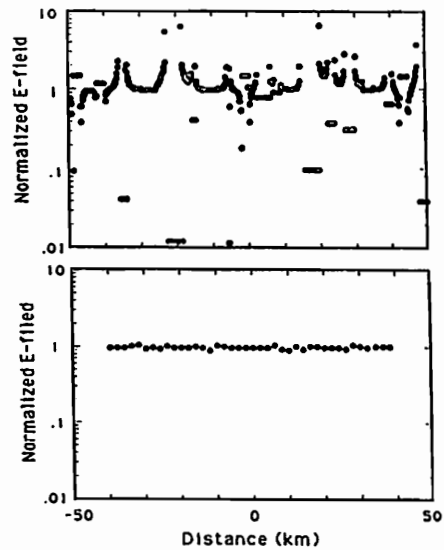
歌田久司・上嶋 誠
東大・震研

We present a new method to obtain a regional distribution of the magnetotelluric impedance, where NTT telephone line network facilities are used for electric field measurement. One of the advantages of this method over conventional MT methods is that it enables us to obtain a map of impedance distribution in a wide area of investigation. A simple model calculation shows that the observed electric field with a large electrode spacing is much less affected by near-surface heterogeneity (static shift) than one measured with a short span. This is another merit of the present method.

NTT回線網を利用した地電位差の観測は、MORI(1987)によって開発され、現在では主として地震・火山活動に対応した電位差時間変化の検出に関する研究において広く用いられている。この観測法の特色としては、接地電極が極めて安定な事、長基線で測定するため局所的なノイズの影響が軽減される事などがあげられている。今回我々は、この地電位差測定法を地下の電気伝導度分布の研究に応用することを考えた。仮にこの方法をNETWORK-MT法と名付ける。ある調査地域に存在する電話局及び交換局のアースを出来る限り接続して、適当な基準点との間の電位差を測定する(第1図上)。同時に、調査地域内の数ヶ所で地磁気変化の観測も行う。このようにして各点の電位差変化の時系列が得られると、任意の3点について、その3点の作る三角形内の平均的な電場ベクトルを一意的に決めることが出来る(第1図下)。電場の導出方法は、有限要素法でポテンシャル問題を解く時に用いられるものと同様である。こうして得られた電場と磁場の観測値から、三角形内の平均的なImpedance Tensorが得られる。こうすることにより、極めて効率的に、かつ実際には観測が行えないような地域のImpedanceの分布をも得ることが可能となる。これは従来のMT法にくらべこの方法の優れた点である。もう一つの利点として、「平均的な」測定値が得られるため、いわゆるStatic shiftの影響が直接的に除去される点があげられる。簡単のため均質な地殻の表面に1km程度の半球状の不均質が5km程度の間隔で分布している場合の直流的な電場の応答を考える。電極間隔200mとした時、第2図(上)の様に電場には不均質の影響が顕著に現れる。一方、電極間隔20kmでは第2図(下)に示したように、電極の位置によらず均質な場が観測されることがわかる。



第1図 電話局(2重丸)と交換局(黒丸)からなるネットワーク(上)と、電場を求める方法(下)。

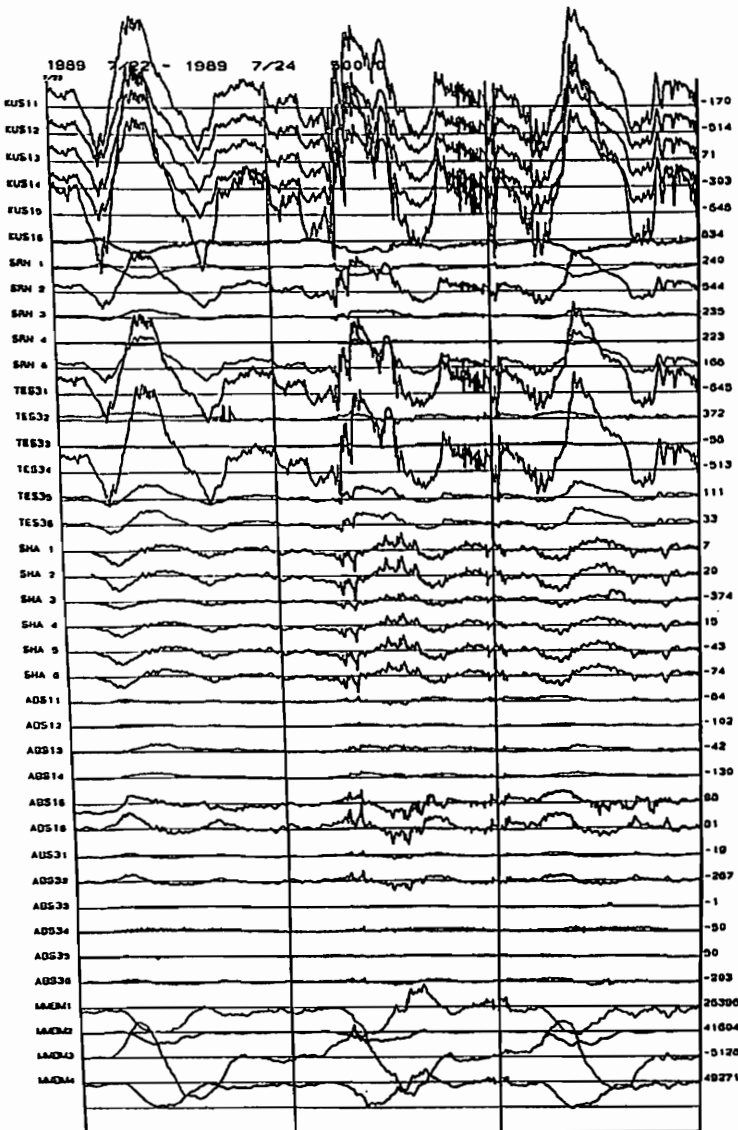


第2図 簡単な表層不均質モデルから予想される電場の分布。上図は電極間隔200m、下図は20kmの場合。

北海道中東部地域における
 NETWORK-MT観測(序報)
 Preliminary report on the Network-MT measurement
 in the eastern and central part of Hokkaido

上嶋 誠・川瀬隆治・歌田久司・上田誠也 (東大・震研)
 清水久芳・大島弘光・西田泰典 (北大・理)

We started the MT measurement in the eastern and central part of Hokkaido, using the grounding earths and the telephone line network of NTT and the fluxgate magnetometers. The NTT electrodes are well distributed all over the region and the S/N ratios of data are generally high. We expect, therefore, that the regional distribution of magnetotelluric impedance tensor can be obtained.



従来より地震及び火山の噴火に伴う地電位差異常変化を検出するため、NTT通信用アース及び回線網を用いた地電位差観測を行ってきたが、今回、そのデータにMT法を適用し北海道東部地域で広域的な地下電気伝導度構造を求めようとする観測に着手した。可能なかぎり各交換局のアースを電話回線でつなぎ各アース間の電位差を測定し、同時に観測地域内の数点でフラックスゲート型3成分磁力計による磁場の測定を行い、両者から各地の平均的なImpedance Tensorを求めよう。

図1に観測予定ネットワークを示し、図2に第一期に得られたデータの一部を示す。最後に本研究に惜しめない御援助を頂いているNTTに厚く感謝の意を表します。

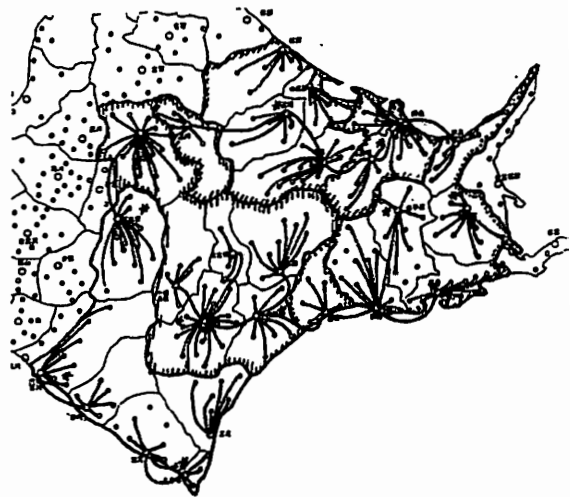


図1. 観測予定ネットワーク。図の各観測地域を一ヶ月毎に移動していく。*は、磁力計設置予定点。

図2. データ例(1989/7/22-7/24)。電場については500nV/divで、MMBMは女満別地磁気観測所の磁場データ(50nT/div)。

東北地方における全磁力短周期
変化の地域性 (I)

三品 正明・佐藤 俊也
(東北大理)

LOCALITY IN SHORT PERIOD VARIATIONS OF THE GEOMAGNETIC
TOTAL INTENSITY IN THE NORTHEASTERN JAPAN (1)

Masaaki Mishina, Toshiya Sato
Faculty of Science, Tohoku University

The magnetic total intensity measurement is conducted to detect variations concerning activity of earthquakes or crustal deformation. The amplitude of daily variation and that of the short period variations vary from place to place, especially from northern stations to southern stations .

全国各地の観測点において全磁力の永年変化精密観測が行われて、全磁力変化の地域特性把握と、地震前兆変化の検出の研究が行われている。全磁力差を調べる方法が一般に用いられているが、Mori and Yoshino(1970)ほかに指摘されているように、この方法では全磁力日変化・短周期変化の地点ごとの違いが除去できない。夜間値差を用いる場合でもこの影響は充分には除去出来ない。

Fig.1 の4 観測所および柿岡(KAK)についてその日変化と短周期変化の差を調べた。Fig.2 に5 観測所での10日分の変化を示した。この図から明らかなように、北部の3 観測所と南部の2 観測所とで、短周期変化の振幅が違う。周期毎の振幅比をFig.3 に示した。この図はOGA に対する振幅比を表しているが、南部の2 観測所(+○)の振幅が大きいことが明瞭である。この関係は前述のMori and Yoshino の結果と違って、季節変化等も検討する必要があることを示唆している。

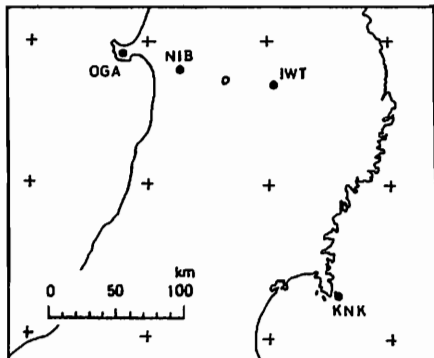


Fig.1 Location of stations.

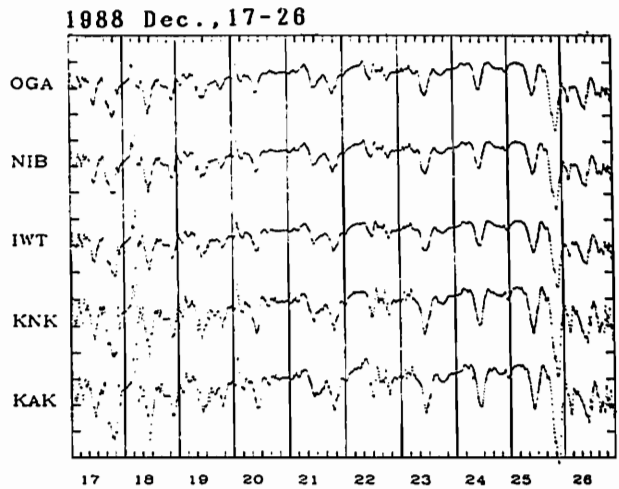


Fig.2 Daily variation of magnetic total intensity at each station. 25nT/div.

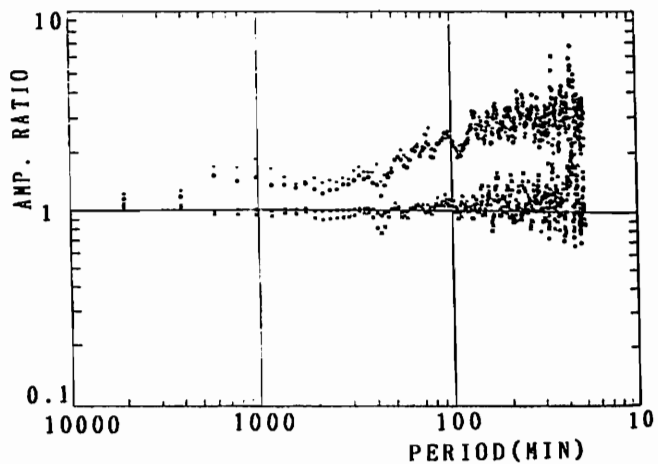


Fig.3 Amplitude ratio compared with OGA.
* NIB x IWT o KNK + KAK

小川 康雄・高倉 伸一・村田 泰章・内田 利弘 (地質調査所)
 J.L.オービニャ (東大海洋研)

MAGNETOTELLURIC TRANSECT ACROSS SOUTHERN TOHOKU DISTRICT (1)

Y.Ogawa, S.Takakura, Y.Murata, T.Uchida
 (Geological Survey of Japan)
 J.L.Obiñá
 (Ocean Research Institute, University of Tokyo)

We started magnetotelluric transect across the southern Tohoku district. The purpose of this study is (1) to reveal detailed resistivity structure down to lower crust and (2) to discuss its relation to tectonics.

We measured signals from 5×10^{-4} Hz to 3×10^2 Hz. Spacings between the stations were from 5 to 10 kilometers. Time series data were analyzed on site. A preliminary 2D modeling revealed basin structures (Nozawa, Aizu, Inawashiro Basins), and existence of deep crustal conductor beneath 7 to 10 km.

There is Tanakura tectonic line, between sites 1 and 18. Relatively conductive body in the upper crust between sites 1 and 18 may have relation to Tanakura Fracture zone.

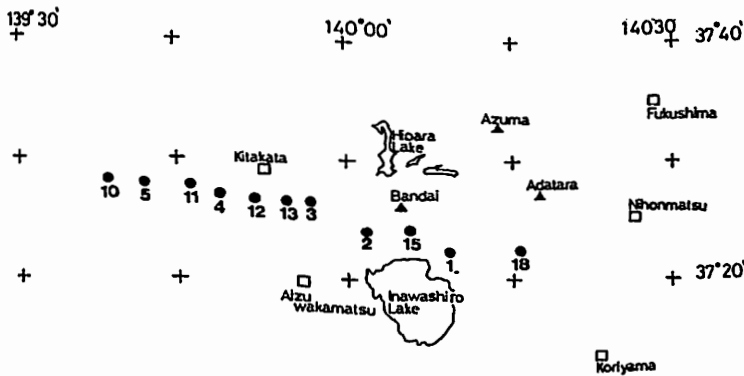


Fig.1 MT station distribution. 0 10 20km

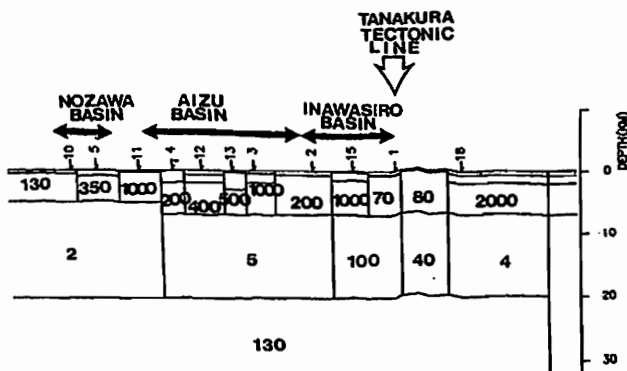


Fig.2 A 2D resistivity model in ohm m.

P-18 フィリピン海 - 中国東北部の

地球物理断面図 (G G T)

フィリピン海 G G T ワーキンググループ、中国 G G T ワーキンググループ

発表者 伊勢崎修弘 (神戸大学理学部)

PHILIPPINE SEA (18°N) - NE CHINA GEOPHYSICAL TRANSECT (GGT)

Philippine Sea Japanese GGT Working Group, Chinese GGT Working Group

Nobuhiro ISEZAKI (Faculty of Science, Kobe University)

Strip maps of bathymetry, gravity and magnet anomalies and a cross section map of crustal structure of the Philippine Sea along 18°N to Okinawa Trough are displayed. Also the geophysical and geological maps traversing from Shanghai to Mandol (near SW Mogolia) are displayed. These displays are made by the Japanese and Chinese GGT working groups.

I C L の元で組織されている G G T (Global Geoscience Transect) の最近の成果が本年 7 月 Washington で開かれた I G C で披露された。日本では、5 つの transect が決定され、それぞれのワーキンググループが G G T display を作製している。

5 つのうち 1 つは、他の 4 つと異なり、中国とソ連を含む国際ワーキンググループとなっていて、フィリピン海の 18°N から沖縄トラフ、さらに上海に上陸して中国北東を横切ってモンゴルの国境までの transect である。日本はフィリピン海 (18°N) から沖縄トラフにかけての transect、中国は中国大陸の transect を受け持っている。ソ連の立場は G G T に於いて明確でない。

今回、I G C で発表されたフィリピン海の海底地形、重力異常、地磁気異常、地殻構造の地球物理断面図を中国大陸の transect を含めて発表する。

中国大陸の断面図に関して言えば、日本より情報量が多く、地震波屈折及び反射法、M T 法、重力、地磁気、熱流量等考えられるデータは全部 display されている。欠点はそれ等の量と地質データを含めた総合解釈図が何故そういう結果が得られたかが、判らない箇所が多くあることである。

日本側はフィリピン海 (18°N) のマントルまでの地震波構造、震源分布、熱流量、一部分 C A 構造等の図がこの外に用意されているが、フィリピン海ということもあり、地質関係断面図がまだ完成していないことが問題として残っている。

齋藤和男・梅津浩之

山形大理

PREPARATION OF A NEW AGE STANDARD FOR K-AR DATING

Kazuo SAITO and Hiroyuki UMETSU

Dept. of Earth Sciences, Yamagata University

We are planning to make a new age standard sample for the K-Ar, especially for the Ar⁴⁰-Ar³⁹ dating. We prepared two candidates, both of which are biotite separated from tuffs sampled from the different locations in Gunma prefecture. Five measurements on the Baba tuff biotite revealed an age of 11.6 Ma with a small deviation and a low atmospheric contamination. The Mitsumine tuff biotite shows a similar age, but a high atmospheric contamination of 90%. We conclude that the former is a better candidate for a standard sample.

K-Ar法、特に⁴⁰Ar-³⁹Ar法で年代測定を行うとき、年代が正確に知られている標準試料は必要不可欠である。

K-Ar年代を求めるときには、³⁹Arをスパイクとして用いた同位体希釈法が広く行われている。一回の測定に使用されるスパイクの量は、スパイクの蓄えられているタンクの容積、取り出し用のバルブ間の容積、最初にタンクに入れた³⁹Arの量により計算し求めることができる。しかし、計算で求められた量と実際に使用された量が等しいか否かを確認するためには、年代標準試料を用いてスパイク量を検定しなければならない。また、⁴⁰Ar-³⁹Ar法での測定年代は、年代標準試料との比較によって決められるので、年代測定試料と年代標準試料と一緒に速中性子で照射する必要がある。このように、年代標準試料は頻繁に使用される。

それらの目的のために、Bern-4B（黒雲母）、Bern-4M（白雲母）、MHhb（角閃石）などの国際標準試料が幾つか存在する。これらの試料は各国の研究機関によって年代が報告されており、信頼性は高いが、現在では入手不可能なものも多く、また入手できても、日常的な実験にいつも使うという性質のものではない。そこで、新たな年代標準試料の作製を計画した。

年代標準試料としては、次の条件を満たすものが望ましい。

1 試料のどの部分で測定しても年代値がばらつかないように、Kと放射起源Arの分布が一樣であること。

2 原岩からの鉱物分離が容易で、収率が高いこと。

3 原岩が多量に入手できること。

4 試料の大気Ar混入率が低いこと。大気混入率が高い（90%以上）と、放射起源のAr量の測定精度が落ちる。

今回は、群馬県の2地点から試料を採取し、黒雲母を分離して年代標準試料としての適性を検討した。馬場タフ(Ba)は高崎市の西南、藤の木で、三峰山タフ(Mt)は、月夜野東方の三峰山山腹で採取した。これらの年代測定の結果を表に示す。(表1)

両試料とも前述の条件1、2は満足している。三峰山タフは条件3も満たしているが、大気Ar混入率が約90%に達し、少量の試料を用いる際には精度が落ちる恐れがある。馬場タフは、大気Ar混入率に関しては問題はないが、試料採取地点で最近護岸工事が行われ、今後の試料採取が事実上不可能となった。

表1

試料名	K (wt%)	大気Ar混入率(%)	年代 (Ma)	測定回数
Ba	8.57	24.0	11.6 ± 0.5	5
Mt	4.79	87.5	10.4 ± 0.6	2

NOBLE METAL ENRICHMENT IN CORE-NUCLEUS
IN IRON SPHERULES AND PLATINUM GROUP
NUGGETS IN STONY SPHERULES.

Ma Jianguo (馬建國), Misawa Keiji (三沢啓司), Nogami Ken'ichi (野上謙一)※,
& Yamakoshi Kazuo (山越和雄); 東京大学宇宙線研究所, ※独協医科大物理.

In the spherules gotten from pelagic clay sediments, we found small regions and/or grains, in which noble metals and siderophile elements are remarkably enriched.

[1] In the iron spherules, small core-nucleus (thereafter we call only "core") is found occasionally, however, the size of the core becomes the smaller, as the size of spherules grows up.

In most cases, the spherule, in which core is beared, is shiny metallic grey or shiny black colours sometimes with occasional small vesicular cavities and also sometimes with relatively higher density (≥ 5).

The chemical compositions of the most popular iron spherules;

Sample Code	Size (μm)	Weight (μg)	[Fe] (%)	[Ni] (%)	[Co] (%)	[Au] (ppm)	[Ir] (ppm)	[Os] (ppm)	統計誤差は 特例を除き 主要、痕跡元素 共に $\pm 5\%$ 以下。
#23	530	293	70.1	10.8	0.062	0.022	5.7	24	
#24	500	303	67.1	5.6	0.26	0.083	3.0	9.4	
#28	500	255	82.9	1.6	0.13	≤ 0.003	7.0	20	
#29	540	401	83.7	0.5	0.11	≤ 0.01	7.0	21	
#30	440	250	75.8	2.7	0.47	0.03	3.1	9.7	
CANYON DIABLO (ref.)			92.3	7.25	0.49	2.1	2.1	3.6	

Sometimes broken spherules are found and the core and its fusion crust ("crust") are simply separated by tweezers.

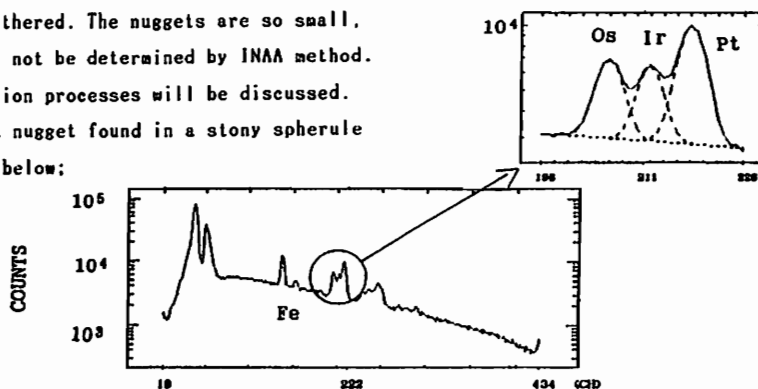
The chemical compositions of the typical core and its crust show the irregular contents;

									統計誤差はFeが $\pm 5\%$ 程度、Ni, Co, Auは $\pm 2\%$, Ir, Osは $\pm 7\%$ 以上、上限値 しか与えない ものもある。
A-CORE	12.8	64.0	33.6	1.60	20.5	29.2	<20.3		
A-CRUST	95.8	78.2	0.27	0.05	3.6	<1.3	<2.3		
B-CORE	40.7	57.0	44.2	2.86	2.2	27.2	30.2		
B-CRUST	126.9	70.3	0.33	0.12	1.0	<0.17	<2.0		

The SEM + XMA analyses for thin sections are in progress.

[2] In the stony spherules, sometimes platinum group nuggets are found, in which high abundance platinum group elements are gathered. The nuggets are so small, that the individual grains can not be determined by INAA method. In the presentation, the formation processes will be discussed.

The chemical abundances of a nugget found in a stony spherule are examined by XMA are shown below;



あけぼの衛星 VLF によるベクトルインピーダンス計測

橋本弘藏
電機大

岡田敏美
名大空電研

長野勇
金沢大工

山本正幸, 木村磐根
京大工

Vector antenna impedance measurement by Akebono VLF instruments

K. HASHIMOTO
Tokyo Denki Univ.

T. OKADA
Nagoya Univ.

I. NAGANO
Kanazawa Univ.

M. YAMAMOTO and I. KIMURA
Kyoto Univ.

Akebono VLF experiments can measure antenna vector impedance by applying current source to each wire antenna. Both antenna sheath resistance and capacitance can be measured. This feature makes possible to measure the absolute electric field intensity observed by the antenna.

あけぼの衛星に搭載された VLF 波動観測装置にはアンテナのインピーダンスをベクトルの計測する VIP (Vector impedance measurement) と呼ばれる機能が含まれている。この機能は、アンテナのインピーダンスを測定して、周囲のプラズマの様子を調べたり、ワイアーアンテナで受信された電波の電界成分の絶対的な電界強度を求めるものである。

その原理は、図 a に示すようにワイアーアンテナに定電流源の出力を二つのエレメント間に印加し、アンテナの出力電圧をベクトルの計測してインピーダンスを求める。計測範囲を拡大するために、アンテナの出力電圧が一定になるように、定電流源の出力を自動的に制御している。この電圧を電流で割るとインピーダンスが求められるが、図 b のように一つのエレメントとアース間の抵抗とコンデンサに等価的に表すことが出来る。容量分はプリアンプの入力容量 C_{in} とアンテナ容量 (シース容量) C_s の和であり、抵抗分はシース抵抗 R_s でプリアンプの分は無視できる。 C_{in} は 100pF である。アンテナに誘起される電圧は、1 エレメント当たり $h_{eff}E/2$ となる。 h_{eff} はアンテナの実効高で、 E は電界強度である。この電圧が、図 c のようにシースインピーダンスとプリアンプの入力容量で分圧されて入力電圧となるので、電界強度が求められる。

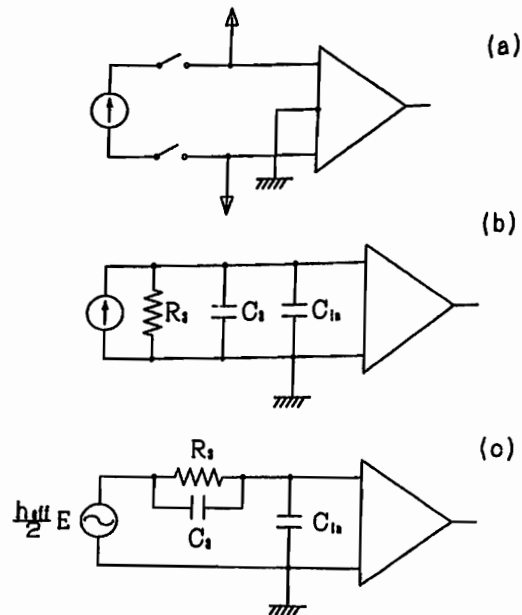
高度 3000 km 以上での観測結果は、抵抗分は 500 kΩ 程度、アンテナ容量は 250 pF 程度である。プラズマとアンテナの間のシースによって作られる同軸の容量としてアンテナ容量を近似すると、

$$C_s = 2\pi\epsilon_0 \frac{l}{\ln(\lambda + a)/a}$$

となる¹⁾。アンテナ長 $l = 30$ m, アンテナ半径 $a = 0.19$ mm, デバイ長 $\lambda = 15$ cm とすると $C_s = 250$ pF, $\lambda = 5$ cm の場合には 300pF となり、妥当な結果であると言える。もっと高度が下がると容量は増えるが、まだ多くの観測結果を得ていない。

参考文献

- 1) T. L. Aggson and C. A. Kapetanacos, On the impedance of a satellite borne VLF electric field antenna, X-612-66-380, NASA Goddard Space Flight Center, August, 1966.



あけぼの衛星によるホイッスラー波のk及びポインティングベクトル解析

軒内栄一、長野勇(金沢大工)、木村磐根(京大工)、橋本弘蔵(東京電機大工)、岡田敏美(名大空電研)、山本正幸(京大工)

Determination of k and Poyinting vector of whistlers observed by Akebono satellite

E. Kennai¹, I. Nagano¹, I. Kimura², K. Hashimoto³, T. Okada⁴, M. Yamamoto²

1.Kanazawa Univ., 2.Kyoto Univ., 3.Tokyo Denki Univ., 4.Nagoya Univ.

EXOS-D(Akebono) satellite was launched on February 22,1989. All subsystems of VLF instruments are working successfully. In the VLF range, we have found wellknown features of VLF wave phenomena, such as whistlers, VLF emissions, ground-based Omega signals and funnel shaped VLF hiss emissions. The PFX can measure the five components consisting of three magnetic fields and two electric fields in order to obtain the wave normal direction and Poyinting vector finally. We will demonstrate the determination of wave normal direction and Poyinting vector for whistlers observed by PFX using the PCM data of the five components.

1989年2月22日に打ち上げられたEXOS-D(あけぼの)衛星によって、地球磁気圏及び極域中で種々のVLF波動が観測されている。それらのうち、ホイッスラー波について、その観測データからkベクトルおよびポインティングベクトルを計算し、伝搬特性を解析したので報告する。

Fig.1にホイッスラー波のWide band スペクトルとPCMデータを示す。これは3月24日UT10:53:18に北半球(高度4396km、磁気緯度21.8°)で観測されたものである(Fig.2)。PCMデータは、中心周波数6kHz、帯域50HzのPFX出力波形で、電界2成分、磁界3成分の5成分観測である。まず、このホイッスラー波の、磁界ベクトルの偏波面に対するwave normal vectorを計算し、地磁気ベクトルとの角度を求めると、約60°で安定した(Fig.1)。地磁気ベクトルはMGFデータを用いて計算している。また、Wide band スペクトルから求めたこのホイッスラー波の分散は40である。ソースを南半球に仮定して、Ray Pathの計算を行なうと、地磁気ベクトルとの角度は85°、分散値はほぼ40となるため、このホイッスラー波は南半球から伝搬してきたものと考えられる。

ポインティングベクトルを得るためには、観測した5成分から残りの電界1成分を計算する必要がある。電界成分の計算では、VIPによるアンテナインピーダンスの測定値を用いる。高度4000km以上では、 $C = 250pF$ 、 $R = 500k\Omega$ と計算されている。wave normal vectorの計算ではkベクトルについて180°のambiguityが残るため、ポインティングベクトルを求めることによって伝搬方向が確認される。

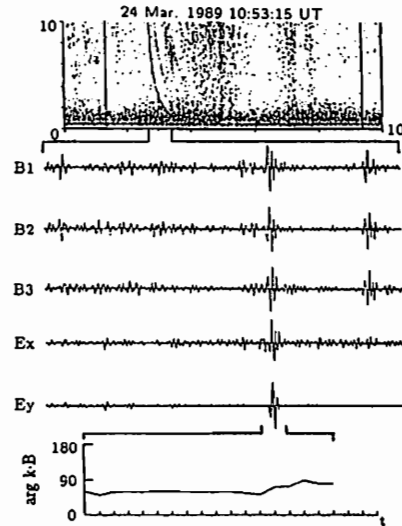


Fig.1 A whistler observed by Akebono

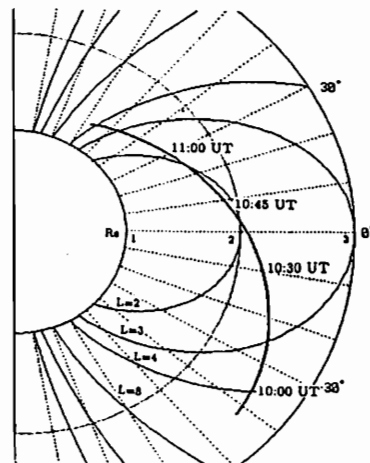


Fig.2 Orbit of Akebono on 24 March,1989

あけぼの衛星で観測されたオメガ信号の伝搬ベクトルの推定

伊藤 嘉彦 木村 磐根 山本 正幸 (京都大学工学部) 長野 勇 (金沢大学工学部)
あけぼの VLF 班

Wave Normal Vectors of Omega Signals Observed by AKEBONO Satellite

Yoshihiko ITO Iwane KIMURA Masayuki YAMAMOTO (Dept. of Electr. Eng. II, Kyoto Univ.)
Isamu NAGANO (Dept. of Electr. Eng., Kanazawa Univ.) and AKEBONO VLF team

We have observed VLF wave phenomena by AKEBONO satellite and estimated directions of wave normal vectors. These directions are important for us to analyze VLF wave propagation. In this observation many Omega signals, transmitted from Australia station, have been received and we have derived the wave normal from the components of the wave magnetic field of these signals. By considering the electric field we can judge the directions correctly.

あけぼの衛星に搭載された VLF 受信機によってホイストラやオメガ信号などの波動が観測されてきており、これらの波動の伝搬方向の推定が後の解析に必要とされている。波動の伝搬ベクトルを解析するための装置としては、VLF の PFX 装置がある。この装置は、電界 2 成分と磁界 3 成分を測定することができるものでそれぞれの成分について、設定された周波数 (PFXF) を中心に 240Hz への周波数変換を行なっている。PFX の 磁界ベクトルの時系列から伝搬ベクトル k に平行な成分を求めることができる。

今までに観測された数々の VLF 現象の中でも特にオーストラリアのオメガ局の 10.2kHz の信号が数多く受信されており、これについて伝搬ベクトル解析処理を行なってきた。この搬送波は、毎 10 秒単位のセグメント中の 3.4 ~ 4.6 秒の 1.2 秒間に送信されていて、数百 msec の伝搬遅延後、あけぼの衛星で受信される。

3 月 22 日に KSC でトラッキングされた衛星で観測されたオメガ信号の例について結果を示す。09:44 ~ 09:51 UT でオメガ信号が鮮明に受信されており、このときの衛星の軌道位置は Fig.1 に示すように北半球にある。

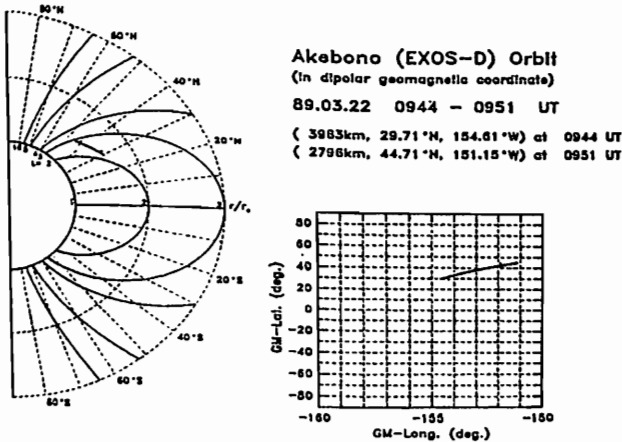


Fig.1 AKEBONO satellite orbit on March 22, 1989.

オメガ信号の立ち上がり付近 0.4 秒間の磁界 3 成分 (衛星座標系) と、それから求まる k と MGF 観測機から得られる地球磁場 B_0 とのなす角 θ を求めたものを Fig.2 に示す。立上り後 0.1 秒以降では θ は 30 ~ 60° の範囲に収まっている。

さらに電界成分を考慮して、電界、磁界と k ベクトルの関係よりポインティングフラックスの方向がわかり、上記の場合下向きに伝搬しているものであることが判明している。また、スピン位相や衛星姿勢情報などを加味することによって伝搬ベクトルの絶対方向が得られることになる。

謝辞

地球磁場のデータを提供していただいている MGF 班に感謝する。

この研究は、科学研究費 (No.63420016) の補助を受けて行なわれたものである。

参考文献

- 1) EXOS-D 計画書 (1989.2・宇宙研)

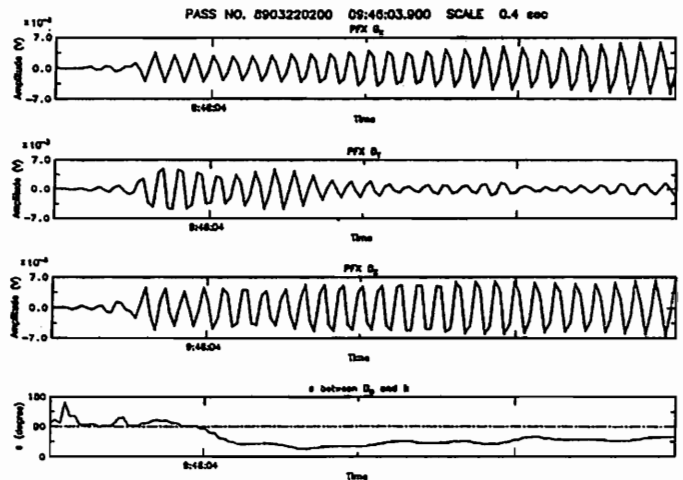


Fig.2 Magnetic field PFX BX, BY, and BZ received by VLF PFX instrument and angle θ between geomagnetic field B_0 and wave normal k by AKEBONO satellite on March 22, 1989.

あけぼの衛星によるオメガ信号の強度特性評価のための
Full Wave 法による電離層上電磁界強度マッピング

磯崎 英一、木村 磐根、澤田 晃、櫻井 幸裕、山本 正幸 (京都大学工学部)
あけぼの VLF 班

Field Intensity Mapping above the Ionosphere by Full Wave Method
for Estimation of Omega Signal Intensity by AKEBONO Satellite

Eiichi ISOZAKI, Iwane KIMURA, Akira SAWADA, Akihiro SAKURAI,
Masayuki YAMAMOTO (Dept. of Electr. Eng. II, Kyoto Univ.) and AKEBONO VLF team

We can find various VLF wave phenomena in the observed data by AKEBONO satellite. Especially, Omega signals are important since we know the transmitter location, the frequency, etc. By Full Wave method we can calculate the field intensity of Omega signals above the ionosphere. By comparing the results of calculation and observed data, we are able to assess the propagating model of Omega signal, distribution of electric density, and so on.

様々な VLF 波動が、あけぼの衛星によって、観測されている¹⁾。観測された VLF 波動のうちオメガ信号は、送信位置、周波数等が既知であり、電離圏、磁気圏内の波動の伝搬現象を解明するための有力な情報を与えてくれるものと期待できる。具体的には、オーストラリア (磁気緯度 46.95°S, 磁気経度 135.50°W) から送信されたオメガ信号や北米のノースダコタ (磁気緯度 54.59°N, 磁気経度 5.43°W) から送信されたオメガ信号が受信観測されている。

上記のようなオメガ信号の電離層上部及び下部における受信電界強度を Full Wave 法を使って、オーストラリアのオメガ局を中心に半径 2000km にわたってマッピングした図を右に示す²⁾。ただし、周波数は、10.2kHz であり、送信電力を 1kW、電界強度の単位は、0dB = 1 μ V/m としている。この Full Wave 法で計算した電離層上受信強度と、磁気圏内における様々な伝搬モデルの仮定から、あけぼの衛星位置におけるオメガ信号電界強度を計算し、この結果と、実際の衛星観測データを比較することによって、Full Wave 法を使った計算手法の信頼性、オメガ信号の伝搬モデル、電子密度分布モデルの正当性について検討する。

<謝辞>

この研究は、科学研究費 (No. 63420016) の補助を受けて行なわれたものである。

<参考文献>

- 1) Kimura et al., VLF Observations by AKEBONO Satellite, submitted to *J. Geomag. Geoelectr.*
- 2) 高畑, 京都大学大学院修士論文, 1988

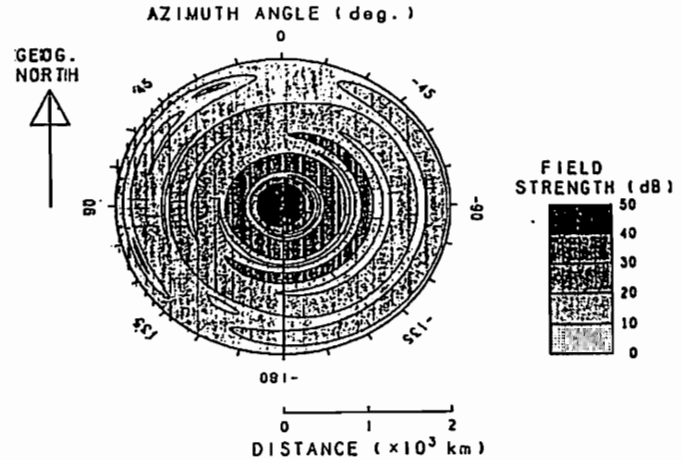


Fig.1 Field intensity above the ionosphere of Omega signals from Australia.

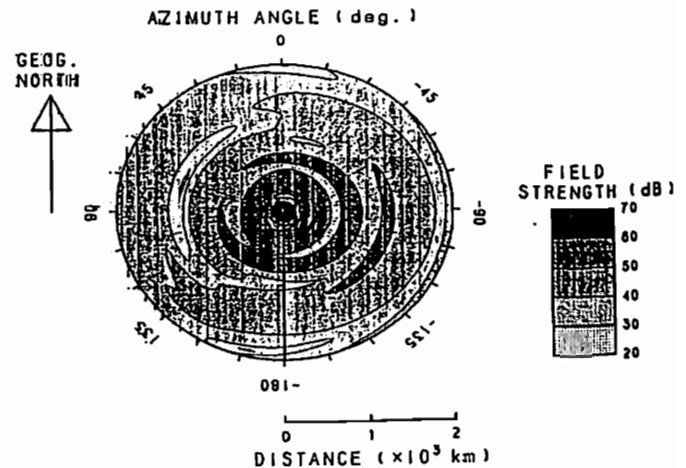


Fig.2 Field intensity below the ionosphere of Omega signals from Australia.

あけぼの衛星で観測されたオメガ信号の伝搬時間測定と 磁気圏プラズマ分布

櫻井 章裕、澤田 晃、磯崎 英一、木村 磐根、山本 正幸 (京都大学工学部)
あけぼの VLF 班

Measurement of Delay Time of Omega Signals Observed by AKEBONO Satellite and Magnetospheric plasma distribution

Akiliro SAKURAI, Akira SAWADA, Eiichi ISOZAKI, Iwane KIMURA,
Masayuki YAMAMOTO (Dept. of Electr. Eng. II, Kyoto Univ.) and AKEBONO VLF team

Various VLF wave phenomena are observed by AKEBONO satellite. We use ray tracing for analysis of the data observed by AKEBONO satellite. A comparison of the observed delay time of Omega signals transmitted from Australia with those calculated by ray tracing is made. Our final aim is to obtain a more realistic electron density model of the magnetosphere from these observed delay time.

あけぼの衛星のVLF受信機では様々なVLF波動が受信されている。あけぼの衛星から送られてくるWBAデータの中にはオメガ信号が受信されているものがあり、これは地上8ヶ所から送信されているものである。そこでVLF波動の伝搬特性として伝搬時間についてレイトレーシングの手法を用いて解析を行なう。

受信されたオメガ信号の周波数パターンから、その信号を送信したオメガ局の位置を知ることができ、周波数ごとの送信時刻がわかっていることから、伝搬時間を計算することができる。これについて同様の条件でレイトレーシングを行ない、観測値と比較する。

右図はすでに送られてきているデータについて解析を行なったものである。Fig.1の図中のシンボルは1989年3月8日11:30(UT)ごろに受信された10.2kHzのオメガ信号の伝搬時間と磁気緯度の関係をプロットしたもので、実線はオメガ局と、そこから磁気緯度で3°ずつずらした地点を出発点として高度300kmからオメガ信号と同じ周波数でレイトレーシングを行なった11本のレイパスの磁気緯度に対する伝搬時間を描いたものである。Fig.2はこれらのオメガ信号を受信しているときのあけぼの衛星の軌道と前述のレイパスの磁気緯度に対する地心距離の関係を表している。

さらに、他のデータについても解析を行なうとともに、これらの解析から理論計算に用いている電子密度モデルをより現実的なものへと近づけることを試みる。

謝辞

この研究は、科学研究費(No.63420016)の補助を受けて行なわれたものである。

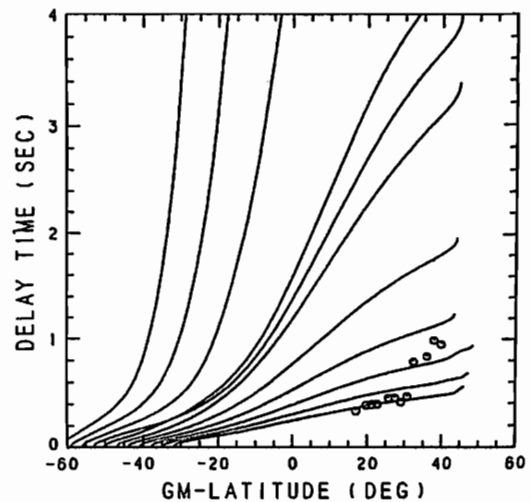


Fig.1 Delay time of ray paths and Omega signals.

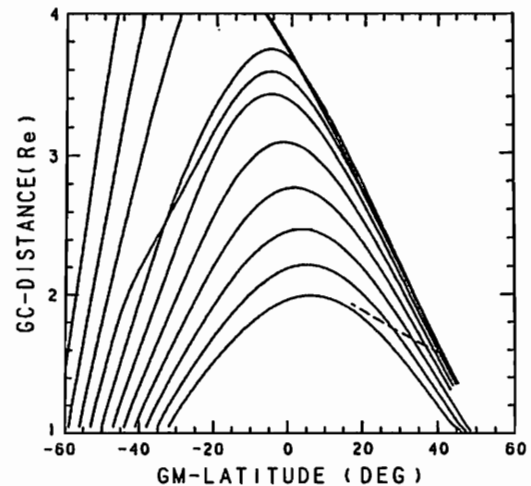


Fig.2 Geocentric distance of ray paths and Omega signals.

あけぼの (EXOS-D) 衛星搭載 オーロラ TV 画像処理の現状

山本達人¹、金田榮祐¹、林幹治¹、藤井良一²、江尻全機²、門倉昭²、佐々木進³、
巻田和男⁴、小口高⁵

¹東大理、²国立極地研究所、³宇宙科学研究所、⁴拓殖大工、⁵名大空電研究所

Processing of Auroral Image Data Obtained by ATV on Board AKEBONO

T.Yamamoto¹, E.Kaneda¹, K.Hayashi¹, R.Fujii², M.Ejiri², A.Kadokura²,
S.Sasaki³, K.Makita⁴, T.Oguti⁵

¹GRL, Univ. of Tokyo, ²Natl.Inst.Polar Res., ³Inst.Space Astron.Sci.,
⁴FacI.Eng., Takushoku Univ., ⁵Res.Inst.Atmosph., Nagoya Univ.

ATV (Auroral Imager) on board AKEBONO (EXOS-D) has two sensor channels; vacuum ultraviolet (UV) and visible (VIS). It has several observation modes. In the highest time-resolution mode, we can get images continually at each spin period (about 8 seconds). Since AKEBONO was launched, the apogee of AKEBONO trajectory has stayed in the southern hemisphere. We have obtained auroral image data only by using the data recorder (Real time data have been received at Syowa Base). This paper describes the fundamental system of ATV and current status of data processing.

あけぼの衛星に搭載されたオーロライメージャー (ATV) は、真空紫外 ($\lambda \sim 1300 \text{ \AA}$) と可視域 ($\lambda \sim 5577 \text{ \AA}$) でのオーロラのグローバルな姿の観測を目的とする。

一軸太陽指向のスピンの衛星 (スピン周期 ~ 8 秒) のもとで有限の蓄積時間を要する CCD 上に画像を静止するために、半・逆スピンの回転速度を持つデスパンミラーを用いている。現在の所、上記の拘束条件のもと、さらに画像の視野内に地球の日照領域が入らず、かつ衛星のスピン位相に対し画像取得を始めるタイミングをオーロラ領域が有効に写るよう、衛星の軌道予想値より観測計画を立案している。

現在までのところ、衛星軌道の遠地点が南半球側にあるため、ATV の観測データは主に昭和基地での実時間データ取得に合わせ、一部をデータレコーダー上に記録し、鹿児島上空で再生させて以後の処理を行っている。そのため、本格的な処理は北半球に遠地点が来る今年の冬、及び昭和基地のデータが戻って来る来年の春以降となる予定である。

本格的なデータ処理に備えて、現在オーロラ画像データの処理・編集・検索・解析・システムの構築を進めている。衛星からの生データは宇宙研のデータベース (シリウス) に格納される。ATV に必要な情報を編集したものを一次ファイルとする。生の画像データは光学系の歪を持っているため、歪補正をしたものに確定軌道・姿勢情報を付加したものを二次ファイルとする。それに合わせ、画像上の地球の輪郭・緯度-経度線・衛星の磁気共役点の位置情報もファイル化する。この二次ファイルを基本として、データベースを構築し、

研究の出発点とすると共に、あけぼのの他の研究者に対する画像データサービスの基本としていきたい。

一方、高い時間分解能の有する観測の特色を生かすために、画像データのビデオファイル化を検討している。動画として得られる情報から新たな知見が見いだされる事が期待される。また、絶対光度の更正も行い、降下粒子のデータと合わせ、定量的な議論が可能になるようデータ処理を進めている。

今回は、あけぼの打ち上げ後、半年たった時点でのデータ取得状況、処理システムの現状を報告する。

『あけぼの』搭載ダブルプローブによる電場計測
 プラズマポーズ ~ サブオーロラゾーン領域における強い電場について

岡田 敏美 (空電研)、早川 基 (宇宙研)、松岡 彩子 (宇宙研)、鶴田浩一郎 (宇宙研)

A study of the intense DC electric field observed in the region between the plasmopause and the sub-auroral zone.

Okada T. (RIA, Nagoya Univ.), H. Hayakawa (ISAS), S. Matsuoka (ISAS),
 and K. Tsuruda (ISAS)

ABSTRACT: Intense DC electric fields are observed by the double probe onboard the AKEBONO satellite in the region between the plasmopause and the sub-auroral region during the period of the substorm. It has been shown that (1) the generation of strong electric field is well correlated with the geomagnetic perturbation on the ground and (2) the position of the electric field tend to be at lower invariant latitudes with increasing the geomagnetic disturbance.

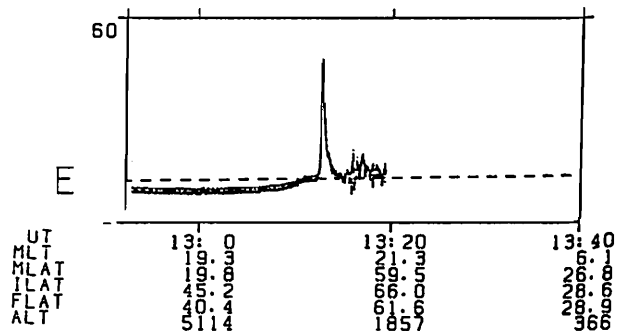


Figure 1: An example of the intense DC electric field observed outside the plasmopause during the period of the substorm.

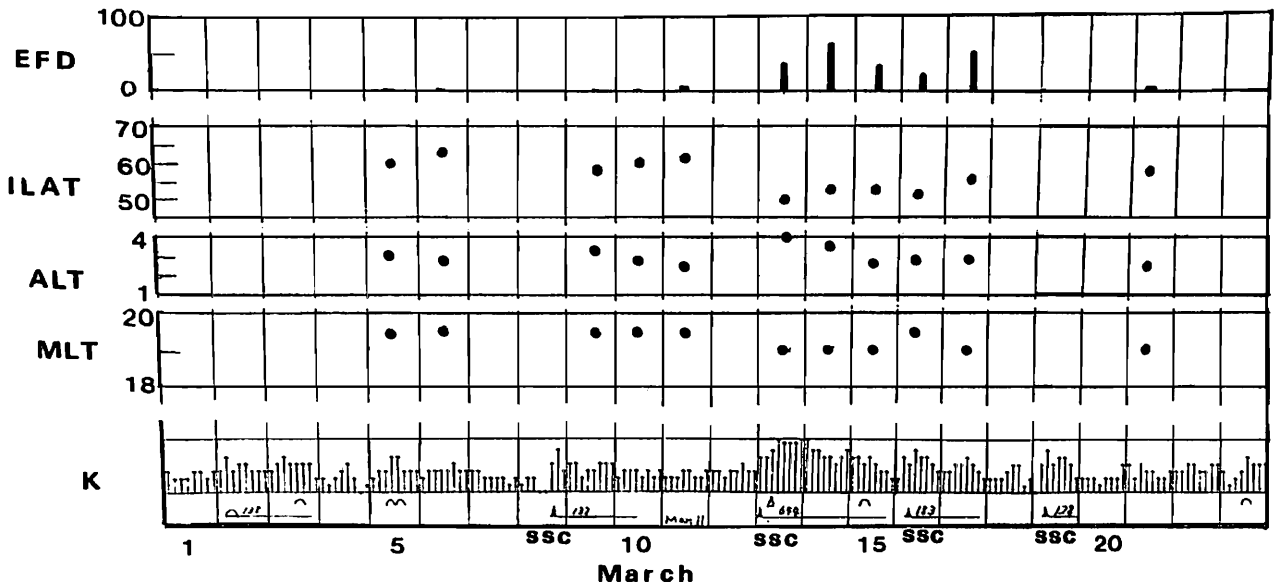


Figure 2: EFD indicates the absolute intensity of the DC electric field in mV/m. ILAT, ALT and MLT are the invariant latitude (deg.), the altitude (1000km), and the magnetic local time (hr) of the satellite, respectively. K is the K-p index observed at Momanbetsu and Kakioka (Kuwashima and Kadokura).

ダブルプローブによる電場計測の信頼性に
関する検討

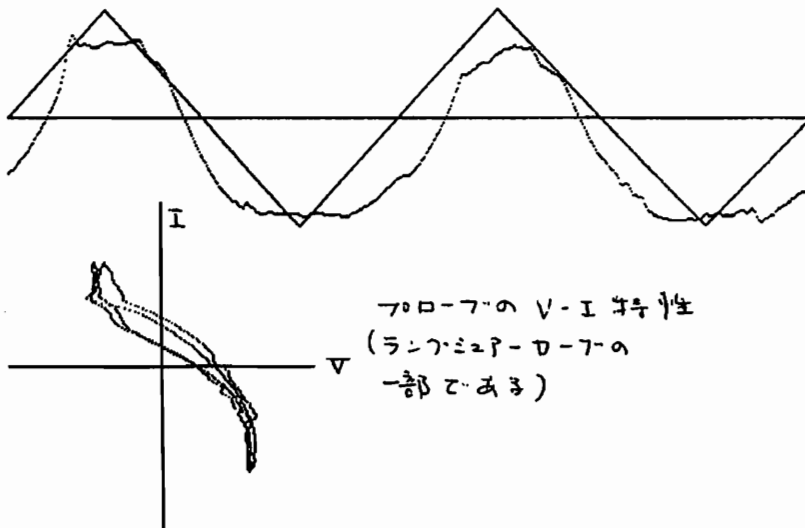
鶴田 浩一郎 · 岡田 敏美 · 早川 基 及び EFDチーム
(宇宙研) (石大電研) (宇宙研)

SINGLE PROBE RESPONSE TO THE BIAS CURRENT

K.TSURUDA, T.OKADA, H.Hayakawa and EFD-team
ISAS Nagoya Univ. ISAS

Single probe responses to the bias current are studied in the various plasma conditions in the magnetosphere using 'SWEEP' mode data of the double probe experiment on AKEBONO (EXOS-D) satellite. Though most of the responses are understood in terms of Langmuir characteristics of sun lit probes immersed in the warm plasmas, some of the responses often observed in the high altitude are complicated and unstable suggesting the existence of an intense plasma turbulence .

EXOS-D 衛星搭載の電場計測器のうち、いわゆるダブルプローブの方は、アンテナ伸展直後から観測を行っている。太陽指向のスピン衛星であるという利便のために、観測データはかなり質の良いものが得られているが、定量的に観測の信頼度を調べるために、サブスイープモードのデータの解析を行った。スイープモードは、測定に使用している四本のアンテナによってそれぞれ、定電流源(バイアス電流)をついでラングミュア曲線を観測することから出来るようになってくる。四本のアンテナの特性は良く揃っているが、ラングミュア曲線は解釈に困るようなものが多い。一つには、140km にも、曲線の全容が得られないことも理由としてあげられるが、プラズマのハウザーが時間的に(あるいは軌道にそって)速く変遷している場合が多いことも原因かと考えている。発表では、電場計測時の波形の乱れとサブスイープモードの諸特性の関係について述べる予定である。



電場の微細構造と粒子降下域との関連

早川基 松岡彩子 鶴田浩一郎 向井利典 岡田敏美 賀谷信幸 福西浩
 宇宙研 名大空電研 神戸大工 東北大理

Relationship between fine structure of the electric field and particle precipitation region.

H. Hayakawa A. Matsuoka K. Tsuruda T. Mukai T. Okada N. Kaya H. Fukunishi
 ISAS RIA, Nogoya Univ. Kobe Univ. Tohoku Univ.

The electric field observed in the polar ionosphere sometimes show irregular fluctuation. The particle precipitation is often observed not continuously but intermittently in the relatively narrow region. It seems that the particle precipitations are associated with the irregular electric field fluctuations. The relationship between the electric field fluctuation and the particle precipitation will be examined based on the electric field data and low energy particle data obtained by EFD and LEP onboard EXOS-D, respectively.

極域電離圏において観測される電場は、しばしば不規則な変動を示すことがある。また、様々な場所において観測される粒子の降り込みも、ある領域全体にわたり一様に観測されるわけではなく、比較的狭い領域にスパイク上に観測されることが多い。あけぼの衛星に搭載された電場計測器(EFD)と、低エネルギー粒子観測器(LEP)で観測された、4月5日の電場のデータと粒子のデータとを図1・図2に示す。また、このときの衛星の軌道を図3に示す。図3を見てわかるとおり、衛星は南半球の極光帯から昼間側の高緯度地方へと移動している。このとき、昼間側の高緯度においてスパイク状の粒子の降り込みが観測されており、対応する時間の電場は不規則な変動を示している。電場にみられる変動と粒子(特に電子)の降り込みとは、時間的に良い一致を示している。どの様な電場の変動が粒子の降り込みと関連するかをいくつかの例に付いて調べ、そのメカニズムに付いて報告する。

図3. 4月5日の衛星の軌道

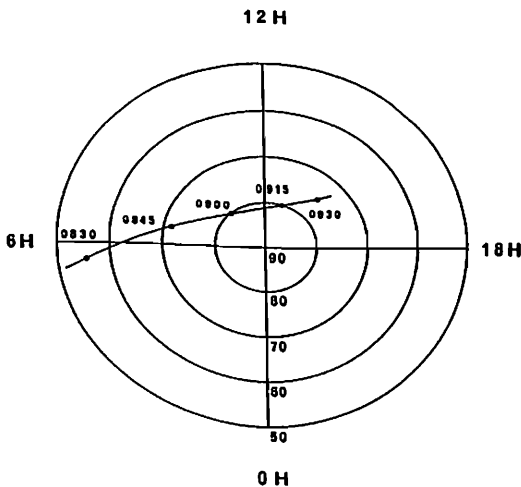


図1. 電場データ

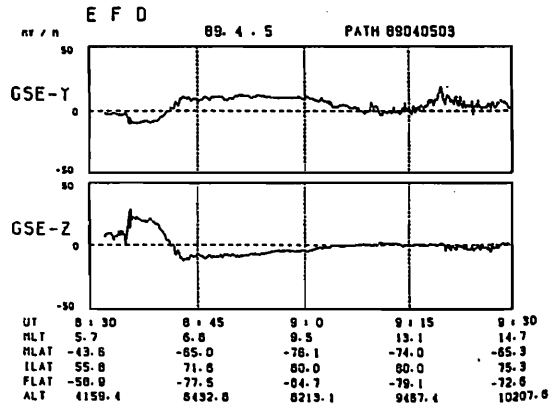
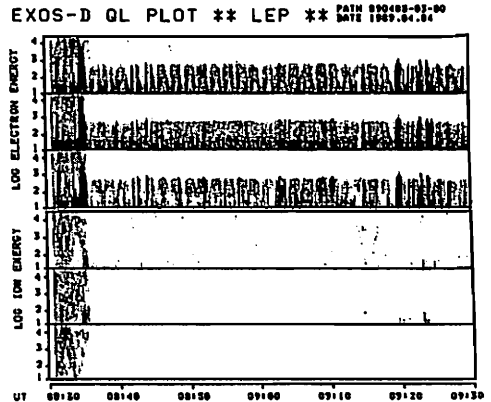


図2. 粒子データ (上段: 電子、下段: イオン)



小原隆博*, 向井利典*, 賀谷信幸**, 早川 基*, 松岡彩子*, 岡田敏美***
* 宇宙科学研究所, ** 神戸大工, *** 名大空電研究所

Observation of the polar cap arc by satellite AKEBONO

T. Obara*, T. Mukai*, N. Kaya**, H. Hayakawa*, A. Matsuoka*, T. Okada***
* Institute of Space and Astronautical Science
** Faculty of Engineering, Kobe University
*** Research Institute of Atmospherics, Nagoya University

The hot plasma region corresponding to the polar cap arc has been successfully detected by the LEP instrument on board the AKEBONO (EXOS-D) satellite. The electrons were accelerated up to 1keV in this region. Simultaneously ion beam has been seen. Unusual dispersion signature has been seen at the cusp region in the same pass. Sunward convection in the polar cap is strongly expected for the present case, and it is expected that the hot plasma corresponding to the polar cap arc may originate in the plasma sheet.

1. はじめに

ポーラーキャプアーチに見られる興味ある現象に、ポーラーキャプアーチがある。第1号科学衛星「あけぼの」に搭載された、低エネルギー観測装置 (LEP) による観測の結果、ポーラーキャプアーチがこれまで数例見いだされている。「あけぼの」衛星の飛しょう高度は遠地点が1万kmを超える事により、従来の低高度衛星とは異なったデータが得られている。本稿では「LEP」により得られているポーラーキャプアーチの特徴を報告すると共にその生成メカニズムについても論じたい。

2. 粒子の観測

「LEP」は現在10eVから16KeVまでの電子・イオンをそれぞれ10度のビームを用いて観測しているので、同時に多くの異なるビーム角の粒子のデータを得る事が可能となっている (Mukai et al., 1989)。図1には、1989.5.16に南極域で得られた粒子のデータを示している。上の3つのパネルが電子、下の3つのパネルがイオンの観測結果である。それぞれ上からupward, transverse, 及びprecipitationを示している。図2にはこの時の軌道を示している。図1から20:55ごろから21:30あたりまでがポーラーキャプアーチであることが判明するが、その中で21:05から21:18にかけて現象が見られる。図2に太線でこの領域を示したが、sun-alignedに伸びたアーチを「あけぼの」は斜めに、かなり拾うようにして撮ったものと思われる。

B-フィールドから特徴的な事が2つ上げられる。一つは電子が、全体として大きなinverted-V構造を示している事である。加速のピークは21:10ごろにみられその電圧は約1KeVであった。ビーム角分布は等方的であることから、加速はかなり遠方の十分に磁場の弱い所で行われたと判断される。

次に注目される事は、21:15のあたりにupwardのイオンを観測している事である。詳細にビーム角を調べていくと20度まで広がっている。この領域では、衛星高度以下に加速域が存在している事を示すと共に、ビームが広がる様な強い乱流が加速域で働いている可能性を示している。

3. 議論

21:30を過ぎたあたりから衛星はカプアーチに入って行くが変位磁気緯度で80度のあたりからイオンを観測しだしている。注意して見ると、低緯度に行くに連れてエネルギーが低下していく。このエネルギー分散は通常とは反対でconvectionがsunwardになっている可能性が大きい。

ポーラーキャプアーチ域のプラズマの起源について、Obara et al. (1988)は、プラズマシートからのプラズマがソースになっている可能性を示した。このパスでの観測の結果、sunward convectionが極冠域の中に見られる可能性が大きく今後電場の観測と比較検討していきたい。

References

Obara, T. et al., Geophys. Res. Lett., 15, 713, 1988
Mukai, T. et al., Submitted to J.G.G.

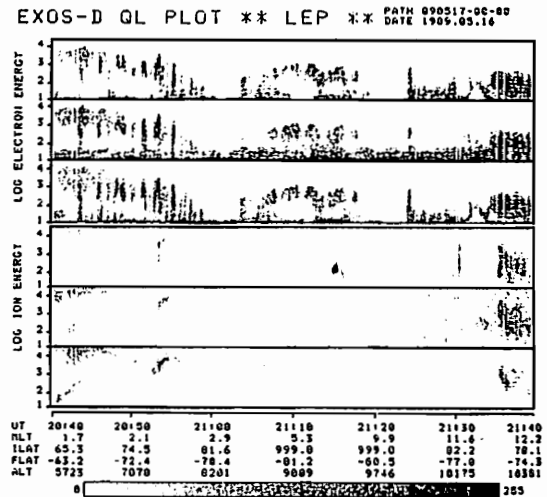


図1. LEPにより得られたB-フィールドデータ。

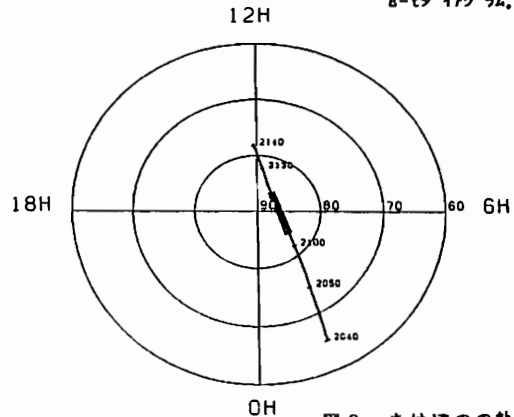


図2. あけぼのの軌道

Low Energy Upflowing Ions Observed by AKEBONO

E. Sagawa, I. Iwamoto, and S. Watanabe
 Communications Research Laboratory,
 Tokyo 184, JAPAN

B. A. Whalen and A. W. Yau
 National Research Council Canada,
 Ottawa K1A 0R6, CANADA

1 Introduction

Since early April of 1989, the Suprathermal Ion Mass Spectrometer (SMS) onboard the AKEBONO satellite is observing low energy ions in the polar ionosphere and magnetosphere. The instrument features measurements of ions with energies from thermal to 4 keV with a large geometrical factor. Since the RIMS instrument on DE-1 has, at higher altitudes than AKEBONO, found many interesting events involving the suprathermal ions, observations of ions with similar energies in the middle of the auroral acceleration region being made by AKEBONO are expected to reveal new aspects of the acceleration and transport processes of ions. Among signatures of low energy ions observed by the instrument, the Upflowing Ion event (UFI) can be readily identified even in the preliminary phase of data analysis. In this report, we concentrate on characteristics of the upflowing ions observed near the satellite apogee.

2 An example of UFI observed by AKEBONO

Fig. 1 depicts a summary of the SMS observations made on April 25, 1989 over the southern polar region at heights of about 1 Re. Six panels in this figure show ion counts by gray-scale, and represent, from top of the figure, four spin angle distributions of H⁺, O⁺, and two sums of

amu/q < 16 and amu/q > 16 ions, and mass and energy spectrograms, respectively. The four panels of the spin angle distribution display results from the low energy observations (E < 25 eV). Also plotted in top two panels as solid lines are timing when the minimum and maximum pitch angles were sampled. Because the spin axis of the satellite is controlled to direct toward the sun, SMS could not always sample the full-180° pitch angle. A line plot in the fourth panel indicates the minimum pitch angle the instrument was able to observe, which, in this example, was about 20 degree at the start of the observation and decreased in time down to about 5 degree.

SMS has a bunch of modes of operation controlled by the onboard CPU. In this example, the instrument was operated in a mode in which spin angle and energy are sampled frequently with a limited number of samples of ion mass. White areas in spectrograms indicate no sample available. Uniform counts seen in the early half of this figure are due to the background noise of MCP produced by high energy particles in the radiation belt. A strong UFI starts for O⁺ and light ions around 06:09 UT, and continues for about 5 minutes. Also the H⁺ UFI was observed around 06:13 UT. Ions in this event can be seen to have a well defined conical or field aligned type of pitch angle distribution. UFI is a common signature found in the AKEBONO observations in the polar region near 1 Re altitude. Energy/pitch-angle/mass distributions of ions during the UFI events will be discussed in our presentation.

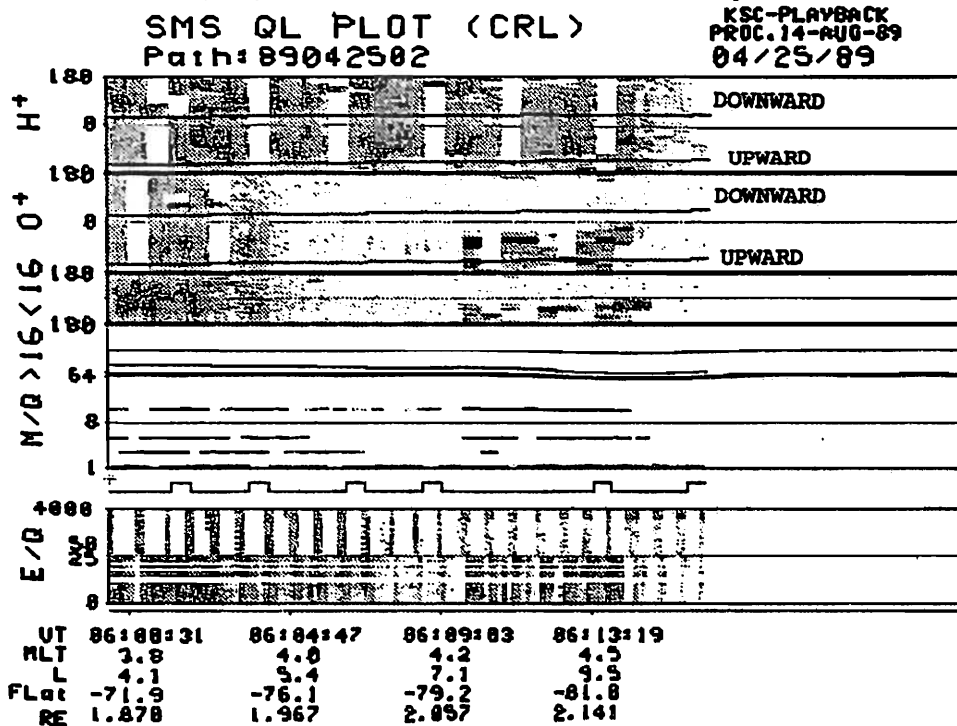


Fig. 1. An example of Upflowing Ion event observed by SMS on April 25, 1989. The event starts around 06:09 UT, and continues for about 5 minutes. See text for details.

陽子の半分のジャイロ周波数を持つイオンについて

渡辺成昭、佐川永一、巖本 巖、B.A.Whalen*,A.W.Yaw*

通信総合研究所、カナダヘルツベルグ天体物理研究所

" IONS WITH HALF GYRO FREQUENCY OF PROTON "

Shigeaki Watanabe, Eiichi Sagawa, Iwao Iwamoto

Brian A. Whalen*, Andrew W. Yau*

Communications Research Laboratory

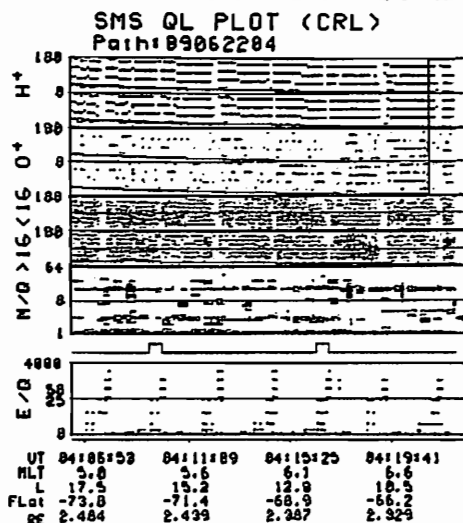
*CANADA NRC- Herzberg Institute of Astrophysics

The upward and trans-equatorial Deuteron whistlers caused by the minor ionic component of the ionospheric and magnetospheric plasma (principally Deuteron and He^{++} ions) were found using ISIS. However we could not decide which ion was major particle for deuteron whistler at various region in the magnetosphere. We report about distributions of the $M/Q=2$ ions using EXOSD-SMS. Relationship between the $M/Q=2$ ions and geomagnetic activities will be discussed.

1975年にプロトンの半分のジャイロ周波数を持つイオンと作用して出来るイオンホイッスルを見いだした。このイオンホイッスルは、 $M/Q=2$ であるイオン (D^+ , He^{++}) とならば同様の作用を行い、 $f - t$ ダイアグラム上に同じスペクトル・パターンを作り出す。電離圏上空を飛ぶISIS-1、-2衛星(800-3000km)により初めて観測されたので、主として地球大気の延長上にあるイオンによるものとし、重水素イオンと考えた。しかし、太陽風は多くの He^{++} を持ち、地球磁気圏の中に多量の He^{++} を供給し続けていると考えられる。

EXOS-Dに搭載された粒子計測器SMSによって、このホイッスルを形成する主なイオンとその領域を調べる。大まかな $M/Q=2$ イオンの分布状態を H^+ He^+ に比較して調べる事によってこの問題の解決が出来ると考えている。

下図は6月22日4時頃の軽イオンのフラックス分布を含んでいる。EXOS-Dはプラズマ・ポーズの外側で朝側の極域の2.4Reにある。 $M/Q=2$ の粒子フラックスが $M/Q=4$ の粒子に移行している様子がわかる。この時の $M/Q=2$ が太陽風起源の He^{++} である可能性、後にでて来る $M/Q=4$ は地球大気起源の He^+ であるかどうか等、軽イオンについて調査解析をすすめてゆく。



Bottom Figure shows that $M/Q=2$ ions flux shift to $M/Q=4$ at 2.4 Re in the high latitude region on Sept. 22, 1989. We discuss what ions with $M/Q=2$ appear on this type of figure by the various statistical analyses.

あけぼの衛星の WBA アナログデータの解析システム

岸 洋司 伊藤 嘉彦 澤田 晃 山本 正幸 木村 磐根 (京都大学工学部)
あけぼの VLF 班

Analysis System of WBA Analog Data Observed by AKEBONO Satellite

Yoji KISHI Yoshihiko ITO Akira SAWADA Masayuki YAMAMOTO
Iwane KIMIURA (Dept. of Electr. Eng. II, Kyoto Univ.) and AKEBONO VLF team

VLF wide band receiver (WBA) onboard AKEBONO satellite observes single component of electric or magnetic fields in a frequency range from 50Hz to 15kHz. The observed data transmitted from the satellite by analog telemetry are demodulated on the ground, and recorded to a digital audio tape (DAT) recorder. The recorded data are processed by a real time FFT on a workstation. The results can be accessed from several computers connected to LAN and we can easily make a $f-t$ diagram. The analyzed data are stored in a tape streamer. Detailed description of these process is given in this report.

あけぼの衛星に搭載される VLF 広帯域受信機 (WBA) は、50Hz から 15kHz の周波数帯域の電界・磁界のどちらか 1 成分を観測し、アナログテレメトリを用いてデータを地上に伝送する¹⁾。地上の各受信局では、このテレメータを復調し、得られるデータを DAT に記録する。DAT に記録された WBA データの処理は、大きく分けて次のような手順によって行われる。

1. ワークステーションによる AD 変換及び周波数解析:

データの記録された DAT テープは、ワークステーション A-70 に接続された DAT 装置によって再生される。これをサンプリング周波数 48.19kHz でリアルタイムに AD 変換し、1024 点の FFT を施す。これにより、時間分解能約 20ms、周波数分解能約 50Hz の $f-t$ データを作成する。

DAT テープには、テレメータ受信時の時刻信号も記録されている。これは AD 変換時にタイムコードリーダーにより同時に復元され、データに記録される。

処理後のデータは、ワークステーション NEWS の大容量ハードディスクに転送する。(Fig.1)

2. パソコンによる $f-t$ ダイアグラムの表示:

A-70 によって作成された $f-t$ データを用いて、ネットワークで LAN に接続されたパソコン上で、 $f-t$ ダイアグラムを白黒 16 階調の濃淡で表示する。表示された $f-t$ ダイアグラム中の、任意の点の周波数、時間、及び VSB を行っている 20kHz サブキャリアレベルとの相対強度を読み取ることができる。また、白黒のハードコピーを取ることができる。(Fig.2)

3. レーザービームプリンタによる $f-t$ ダイアグラムの出力:

NEWS に接続されたレーザービームプリンタによって、16 階調表示の $f-t$ ダイアグラムを出力する。広範囲のデータを一度に見ることができるため、長時間の現象の全体的な構造を見るのに便利である。(Fig. 3)

4. データの保存:

A-70 での処理によって得られるデータは、1 時間のデータで約 54MByte になる。このような大量のデータを保存するために、8mm ビデオテープストリーマ EXABYTE を用いている。

参考文献

1) EXOS-D 計画書 (1989.2.宇宙研)

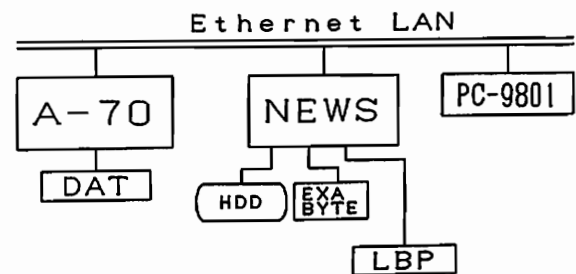


Fig. 1 Block diagram of WBA data analysis system

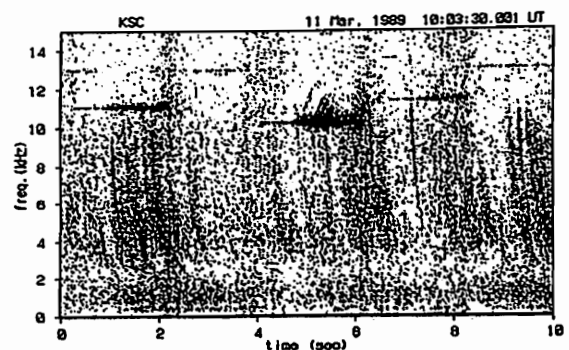


Fig. 2 An example of $f-t$ diagram printed by PC-9801



Fig. 3 An example of $f-t$ diagram printed by NEWS LBP

LARGE-SCALE PROPAGATION PROPERTIES OF AN INTERPLANETARY DISTURBANCE
IN ASSOCIATION WITH A "HALO" CORONAL MASS EJECTION ON 27 NOVEMBER 1979

T. Watanabe, T. Kakinuma, M. Kojima (Res. Inst. Atmospherics, Nagoya Univ.)
R. Schwenn (Max-Planck Institut für Aeronomie)

Abstract: Propagation properties of an interplanetary disturbance in association with a halo coronal mass ejection (CME), which was observed with Solwind coronagraph from 08:22 to 09:58 UT on 27 Nov. 1979, are examined utilizing IPS and spacecraft observations. Detailed model-fitting showed that a dip of the propagation speed of the disturbance was situated in the radial direction of the heliospheric current sheet. Quick deceleration of the disturbance along the current sheet is suggested.

1. Solar Observations: A halo CME was observed by the Solwind coronagraph on 27 Nov. 1979 during the interval from 08:22 to 09:58 UT (Howard et al., 1982). The expanding speed of the CME projected onto the plane of the sky is 600 ± 50 km/s for all position angles around the occulting disk. A large north-south oriented quiescent filament (shown in Fig. 1) whose center was located at N05W03 disappeared at about 06:45 UT on 27 Nov. A 1N solar flare apparently in association with the disappearance of the filament was observed at N18E05 in a nearby active region, from 06:47 UT. One more 1N solar flare took place within the same active region at 07:22 UT. Thus the solar source of the halo CME in question may be characterized by the disappearing solar filament and the associated small flares.

2. Solar Wind Observations: An interplanetary signature of the halo CME was observed with the zodiacal light photometers on board the Helios spacecraft (Jackson, 1985). An interplanetary shock wave with the speed of 550 km/s was detected by Helios 2 (30° E, 0.5 AU), at about 16:00 UT on 28 November. The arrival time of the shock wave at ISEE-3 was 06:49 UT on 30 Nov., immediately before an sc of geomagnetic storm at 07:38-07:41 UT on 30 Nov. The shock speed near the earth was 404 km/s. The interplanetary disturbance in association with the halo CME was also detected by IPS observations.

3. Empirical Modeling: A model-fitting is performed to find the most reasonable model of the interplanetary disturbance which is consistent with IPS and spacecraft observations. The two-dimensional distribution of the plasma speed of the interplanetary disturbance at 1 AU is illustrated in Fig. 2. It is seen that the high-speed portion appeared in the region apart from the solar-equatorial plane, both in the northern and the southern hemisphere. The dip of the shock speed appeared in the radial direction of the heliospheric current sheet, near the normal of the disappearing solar filament.

4. Concluding Remarks: (1) A quasi-spherical interplanetary disturbance was generated in association with the halo CME observed with Solwind coronagraph from 08:22 UT on 27 Nov., or a disappearing filament which was observed near the solar disk center immediately before the detection of the CME. (2) The center of the disturbance was located around the sun-earth line, near the radial direction of the disappearing filament. (3) A local depression of the propagation speed of the interplanetary disturbance was situated around the sun-earth line. It is suggested that the deceleration of the disturbance was strong in the radial direction of the heliospheric current sheet. Details are given in Watanabe et al., (1989).

Howard, R. A., D. J. Michels, N. R. Sheeley, Jr., and M. J. Koomen, *Astrophys. J.*, 263, L101, 1982.
Jackson, B. V., *Solar. Phys.*, 95, 363, 1985.
Watanabe, T., T. Kakinuma, M. Kojima, and R. Schwenn, *Proc. Res. Inst. Atmospherics, Nagoya Univ.*, 36, 11, 1989.

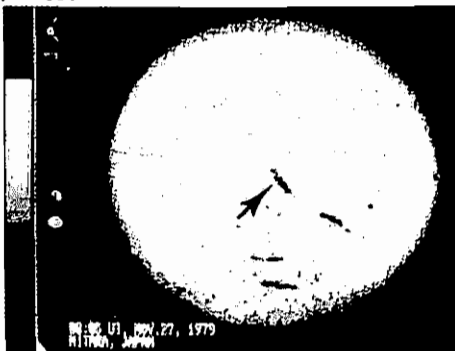


Fig. 1. Image-enhanced reproduction of H-alpha photographs (Mitaka, 05:00 UT on 27 Nov. 1979. A dark filament near the disk center disappeared between 06:25 and 06:45 UT on 27 Nov. 1979.

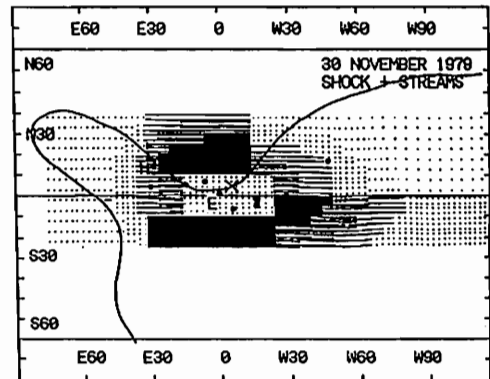


Fig. 2. Modeled angular distribution of the plasma speed at 1 AU on 30 Nov. 1979. The heliospheric current sheet is represented by a curve. The location of the normal of the disappearing filament of 27 Nov. 1979 is shown by "x".

コロナホールの緯度分布と太陽活動の関係

亙 慎一

通信総合研究所関東支所平磯宇宙環境センター
 RELATIONSHIP BETWEEN LATITUDE DISTRIBUTION OF CORONAL HOLES
 AND SOLAR CYCLE

Shin-ichi WATARI
 HIRAISO Solar and Terrestrial Research Center
 Communications Research Laboratory

Relationship between latitude distribution of coronal holes and solar cycle was analyzed using synoptic charts of 10830A. It is found that coronal holes do not extend to low latitude in solar minimum period. It is because that active regions, which distribute in low latitude during solar minimum period prevent growth of coronal holes to low latitude. Low latitude coronal holes are effective to recurrent magnetic disturbances. So recurrent patterns of magnetic disturbances become weak in solar minimum period.

1.はじめに

高速太陽風の吹き出し口であるコロナホールの存在が明確にされたのは、1973-1974年のスカイラブによる太陽の軟X線写真によるものである。軟X線による宇宙からの観測を継続的に行うことは、むずかしいため、長い期間にわたるコロナホールの緯度分布については、あまり解析が成されていないのが現状である。

2.データの解析

地上からの観測としては、波長10830Åによる光学観測があり、コロナホールは、この波長で明るく見える部分と対応がよい。長期間にわたるコロナホールの観測としては、この波長による地上からの観測結果を使うことができる。そこで、米国NOAA発行のS.G.D.(Solar Geophysical Data)に掲載されている波長10830Åで観測されたコロナホールのシノプティックチャートを使って、コロナホールの緯度分布と太陽活動度の関係について解析を行った。その結果、図1に示したように、コロナホールは、太陽活動の極小期には、低緯度側には発達しなくなることがわかった。これは、マウンダーの蝶形図に示されるように、極小期には、活動領域が低緯度側に多く現れるため、単極領域であるコロナホールが低緯度側へ発達できなくなるためであると考えられる。

3.検討

コロナホールからの高速太陽風によって引き起こされる緩始型地磁気じょう乱は、図2に示したように低緯度まで発達したコロナホールによるものが多い。そのため、コロナホールが低緯度側へ発達しなくなる太陽活動の極小期には、図3に示したように、コロナホールによって引き起こされる緩始型の地磁気じょう乱の発生も少なくなる。これが、一般的な現象であるかどうかについては、今後も、コロナホールの緯度分布と太陽活動の関係について継続的に調べていく必要があると思われる。

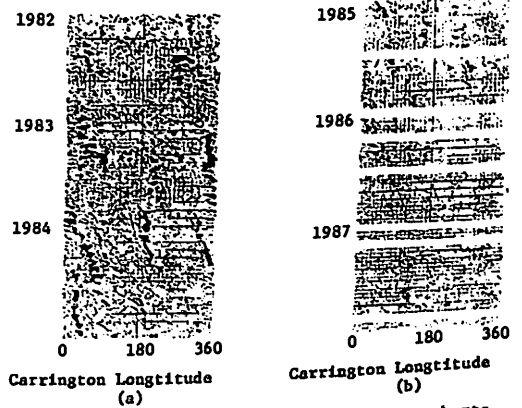


Fig.1 A time series of portions of synoptic charts. The upper border of each strip is at N20 and the lower border at NO. Black areas are coronal holes mapped from 10830Å.

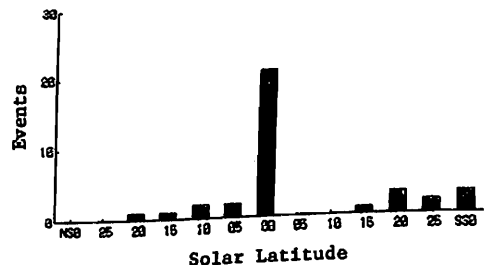


Fig.2 Relationship between latitude distribution of coronal holes and Sg storms.

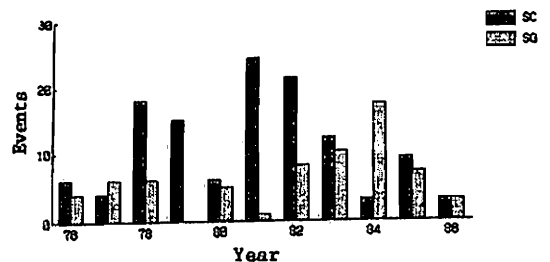


Fig.3 Annual occurrence frequencies of SC and Sg storms.

太陽風パラメータの2次元マップ化

野坂 徹、前沢 洸
名大理

TWO-DIMENSIONAL MAPPING OF THE SOLAR WIND PARAMETERS

T. Nosaka and K. Maezawa

Department of Physics, Nagoya University

Day-to-day data of the solar wind parameters observed by space probes near the earth provide heliographic latitude and longitude distributions of the solar wind parameters at 1AU. Through a year, these data are distributed in longitude due to the solar rotation and in latitude due to the inclination of the ecliptic plane against the solar equatorial plane. We perform two-dimensional (heliographic latitude and longitude) mapping of the solar wind plasma and IMF parameters in each year.

人工衛星で観測された太陽風パラメータの時系列データを、太陽の自転と地球の軌道運動に伴う太陽赤道面緯度変化を考慮して、各年ごとに 1AUにおける2次元の空間分布として表現してみた。このようなマップの作成は太陽面の磁場構造等の比較的安定している時期においては、1AUでの太陽風の各パラメータごとのこれらの2次元マップと他の観測方法から得られている太陽面近傍の磁場とを空間的な広がりを含めて対応づけることを可能にする。一例として1984年について IMFの B_y と B_z 成分及び太陽風の速度と密度の2次元マップを 図1 a から 図1 d に示す。 図1 a、図1 b については実線部が正、破線部が負で、線が太くなるほど絶対値が大きい。 図1 c、図1 d では実線部は値が大きく破線部では小さくなっている。 図2 には比較のためにスタンフォード大学のグループによる source surface 上の磁場構造が、radial distance による経度のずれを補正して示してある。 図1 a からは2セクター構造が読み取れるが、図2の磁気中性線が太陽赤道面を横切る位置と比較するとよく一致している。また磁気中性線の北限や南限に対応する構造が図1に見られないことから地球に影響を及ぼす緯度幅はかなり狭いと考えられる。 図1 b からは B_z の強い領域が赤道面に沿っていくつかの island を形

成する傾向がみられ、セクター境界線に平行にはなっていない。 図1 c の速度分布にみられる高速域は経度において図1 a のセクターに対応している。 図1 d の密度分布は、この1984年の例ではセクターとの対応がはっきりしないが他の年ではセクター境界付近で高くなる傾向を示す例もある。 講演では他の年、及び太陽風のその他のパラメータの2次元空間分布の特徴についても報告する予定である。

図1

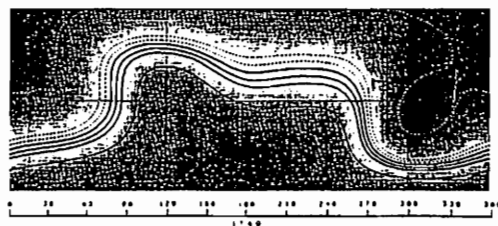
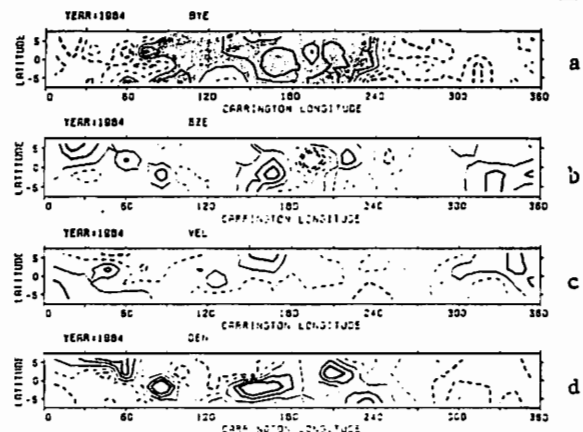


図2

斎藤尚生・大木俊夫・赤祖父俊一
 東北大理・ " ・アラスカ大地物研

ROLE OF GBMR ON GEOMAGNETIC STORMS IN TRIPLE-DIPOLE MODEL

Takao Saito¹⁾, Tosio Oki¹⁾ and Syun-Ichi Akasofu²⁾

¹⁾ Geophysical Institute, Tohoku University, Sendai

²⁾ Geophysical Institute, University of Alaska, Fairbanks

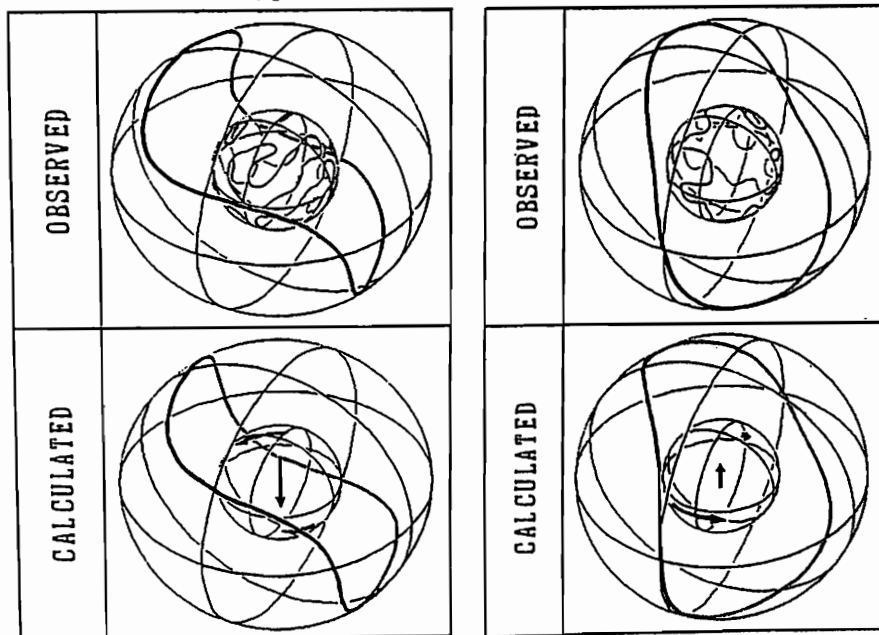
The triple-dipole model can represent the heliomagnetosphere quite well. The model represents not only mathematically, but also physically: The centered axial dipole is the expression of the poloidal field, while the photospheric equatorial dipoles are the expression of the leaked toroidal field. Giant bipolar magnetic regions (GBMR's) on the photosphere in sunspot maximum phase give rise to flare clusters, sporadic magnetic storms, and turning over of the heliospheric neutral sheet. These GBMR's grow in sunspot declining phase, merging stably at a pair of antipodal regions. These give rise to a pair of low-latitude coronal holes, recurrent magnetic storms, and tilting of the stable heliospheric neutral sheet.

Triple-dipole model は太陽磁気圏を大変良く記述できる。それは単に数学的によく記述しているだけでなく、物理的にダイナモのポロイダル磁場（中心双極子）とトロイダル磁場の洩れ（光球面双極子）を表している。太陽活動極大期に出現する巨大双極磁域は FLARE CLUSTER と突発性磁気嵐を発生させながら太陽圏中性面を徐々に反転させる。巨大双極磁域は太陽活動下降期には更に発達して対蹠点域に対となつて安定する。これは光球面双極子として太陽中性面を傾け、安定した回帰性磁気嵐を発生させる。

TRIPLE-DIPOLE MODEL

1984

1974



赤道ミューオン観測計画

上野裕幸 藤井善次郎 名大 理

A PLAN OF LARGE AREA
UNDERGROUND MUON OBSERVATION NEAR EQUATORH. Ueno and Z. Fujii
Cosmic Ray Research Laboratory, Nagoya Univ.

A new project for the study of sidereal anisotropy to investigate the magnetic structure of the heliosphere is planned to attempt observing directional single and multiple underground muon intensities incident from north and south directions at equator, based on the results of 11 years observation of underground muon telescope at Sakashita.

The detector area is several times of 100m^2 , ~10 times larger than that of the Sakashita station to increase the statistical accuracy.

The observation site will be selected in equator. This is to intend clear separation of north-south asymmetry term from the observed data to measure the directional daily variations observed at the same position of the equator free from the atmospheric effects.

Telescopes are placed in different depth from 30mwe to 100mwe and will be recorded the single and multiple muon intensities at the median rigidity of 100GV, 500GV and 10^{11}eV . Plastic scintillator detector of 1m^2 each are set in two layers with a separation of ~2m in height. Number of detectors of the telescope will be $(10 \times 10) \times 2$ each and will be recorded by coincidences between the detectors.

We seek for a suitable and disused tunnel with flat surface at equator region and also joint researchers in collaboration with us.

The observation will be started in 1996.

名古屋大学空電研究所における総合解析

岩田 晃、渡辺 堯、萩野竜樹、倉橋克典、西谷 望、小口 高、高御利男、太田幸一

名古屋大学空電研究所

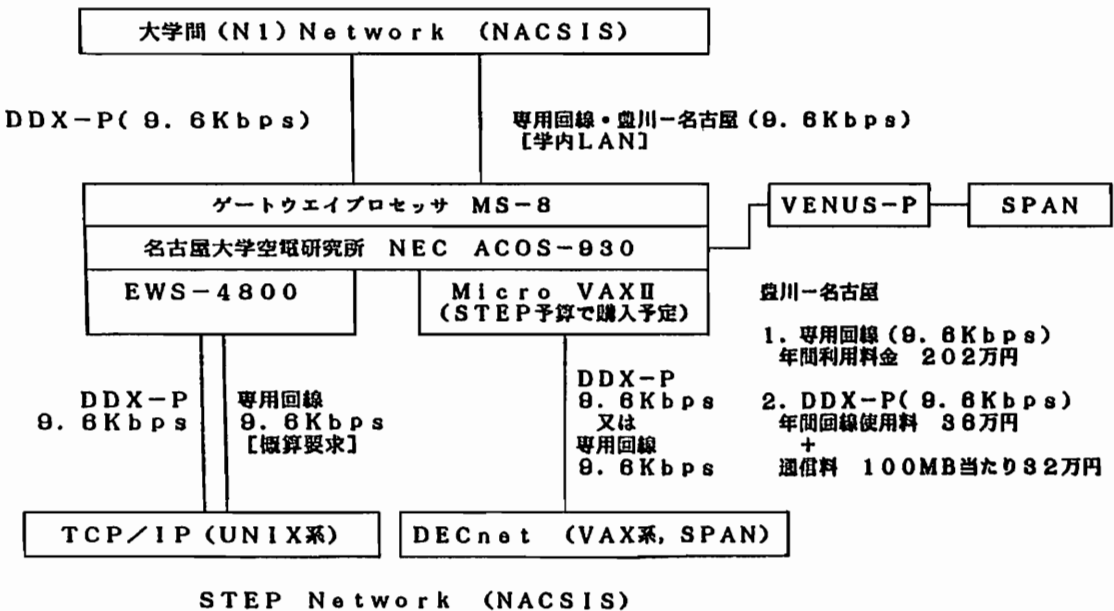
A COORDINATED DATA ANALYSIS OF THE RESEARCH INSTITUTE OF ATMOSPHERICS

A. Iwata, T. Watanabe, T. Ogino, K. Kurahashi, N. Nishitani, T. Oguchi, T. Takayanagi, and K. Ohta
Research Institute of Atmospheric, Nagoya University

Coordinated data analysis system of the Research Institute of Atmospheric, Nagoya University is demonstrated in connection with the present situation of NI network and a future plan of STE network. The computer system for data analysis is a typical hybrid system composed of a host computer, ACOS-930/10, minicomputers for data input and graphic display equipments.

名古屋大学空電研究所では、ACOS-930/10をホスト計算機として観測データ収録用ミニコンと画像処理等の入出力装置を備えたハイブリッド型の計算機システムを保有しているが、ここでは特に総合資料解析に関係する部分の概要と、NIネットワークへの接続の現状と利用方法及びSTEネットワーク構想について報告する。

まず、主計算機の利用形態だが、太陽風シンチレーション観測データのオンライン収集解析、VLF・ULF電波の収集解析、大気微量成分ライダー観測データの解析等の空電研究所固有の観測データの収集解析と平行して、太陽地球系科学の数値計算、磁気圏のシミュレーション及び観測資料の総合解析に使用されている。総合資料解析を実施する時の計算機システムの有利な点は、A/D変換器を用いて100kHzまでのアナログ信号が入力できる、ビデオ信号等の画像入力ができる（現在調整中）、大量の観測資料（4GB程度まで）を一時的にディスクに保管して統計処理などができる、解析結果をレーザプリンタや画像処理装置に図形表示できる、NIネットワークを通して計算機のリモートログイン、電子メールの交換及び1MB程度までの観測資料が交換できる等である。太陽地球系科学関連の観測資料を広く収集してSTEデータベースを構築していくことと、それを利用したインタラクティブな研究が実施できる環境を整えて総合解析研究を進めることが重要な課題である。その環境整備の一環として下図に示す様な空電研究所からのネットワークのアクセス計画を実施に移しつつある。



大容量オーロラ画像データ自動検索システム (ARSAD) の開発

小野高幸、平沢威男

極地研・オーロラデータセンター

Development of Automatic Retrieval System for Auroral Data (ARSAD)

Takayuki Ono and Takeo Hirasawa

National Institute of Polar Research

A new equipment was established for archives, retrievals and the data analyses of auroral image data obtained by using All Sky Cameras, High Sensitivity Auroral TV's and other auroral imaging devices. To obtain a mass storage capacity, we use a optical video disk system which can store 54000 pictures of auroral images into one disk with high resolution (540 horizontal lines and 495 TV vertical lines). The auroral images stored on the video disk can be easily transferred to a computer aided image processing system in digital form. All sky camera data obtained in 1984 at Syowa Station have been already converted into 4 dishes of the Video Disk, and already used for the data analyses of auroral dynamics.

序 オーロラ画像をはじめとするオーロラ現象観測データの統一整理保管、並びにデータ解析の能率化を計るため、極地研究所オーロラデータセンターにおいてオーロラ画像データ自動検索システム (ARSAD) の開発がおこなわれ、画像データの登録、保管、検索および解析が簡便に実施できるようになった。本システムはデータの保管管理業務に於ける中枢システムとして使用されるのみならず、広く超高層物理学研究者一般に公開してオーロラ現象の解析処理等の研究に役立てる事を目的として持つ。従ってここではARSADシステムの概要を紹介し、ユーザに於ける研究計画立案の一助としたい。

システム構成 第一図にブロック図を示す様にARSADシステムはフィルム上画像データをビデオ信号へと変換するフィルム・ビデオコンバータ、光ビデオディスクをコントロールするコントロール系、及びこれらと結合されるワーク・ステーションより構成される。さらにワーク・ステーションは研究所構内LANを介して大型電算機と結ばれている。

システム機能の概要 ARSADシステムの持つ機能の概要は以下の様に要約される。すなわち、

- 1) 全天カメラフィルムに記録されたオーロラ画像データをNTSC規格TVビデオ信号に変換する機能。
- 2) TVビデオ信号を光ビデオディスクへ1コマ毎に記録する機能。ここでビデオ信号の光ディスク記録は、フィルムより変換された信号についてはフィルムの送りと同期を取って行われる他、VTRにて再生されたオーロラTVデータ等のビデオ信号については同時記録されたIRIGコード等の時刻信号と同期が取られる。昭和基地全天カメラデータの場合

合1.5～2秒毎に自動的にフィルムが送られ光ビデオディスク上へ記録される。またVTRデータの場合最大0.5秒/コマのスピードにて光ビデオ・ディスク上へ記録される。尚ビデオ・ディスクは水平解像度540-TVlineの高分解能を持つ。

3) 光ビデオ・ディスクに登録された各コマ毎に観測時刻の対応付けを行なう機能。また観測の日時を指定してオーロラ画像を検索し、ワークステーションのグラフィック・ディスプレイ上に再生表示する機能。1コマの画像を512X512の画素数にてワーク・ステーション上へ取り込むのに要する時間は約3秒である。

4) オーロラ高度を仮定してオーロラ画像と電離層地磁気座標とを対応させる機能。またこれに基づき、全天カメラ座標より地磁気座標への座標変換表示を行う機能。

5) 地磁気の緯経線に沿うオーロラ光強度のダイナミック表示機能。また任意の点(最大6点)の強度変化の時系列表示機能。

6) 画像データを光ディスク(800 M Bytes)上へ保管する機能。またデータを極地研究所大型電算機へと転送(約80 kBytes/sec)する機能。の諸機能である。

現状と将来計画 現在1984年昭和基地全天カメラ全データの光ビデオディスク登録作業が終了し逐次新データの登録作業が進められている。今後は全天カメラデータのみならず、他の地上観測データおよび人工衛星観測データについても簡便で能率的なデータ検索を行えるべくARSADシステム全体の確立を早急に計りたい。

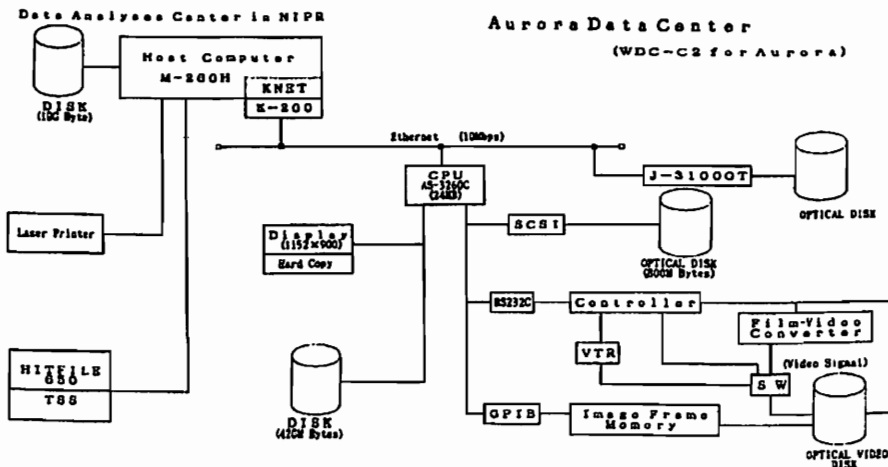


Fig. 1 Block diagram of the ARSAD system.

P-41 ARSADを用いたオーロラサブストーム 発達過程の解析

平澤威男、小野高幸
極地研・オーロラデータセンター

Analysis of Auroral Substorms by Automatic Retrieval System for Auroral Data (ARSAD)

Takeo Hirasawa and Takayuki Ono
National Institute of Polar Research

Dynamics of auroral substorms is investigated by using Automatic Retrieval System for Auroral Data (ARSAD). All sky image data obtained in 1984 at Syowa Station are stored on video disk and used to study the large and small-scale motions of auroral stable arcs, traveling surges, Ω bands and breakups. The auroral features identified in the study are examined in detail by comparing with DAMP and DE auroral images.

新たに開発された大容量オーロラ画像データ自動検索システム(Automatic Retrieval System for Auroral Data: ARSAD)を用い、地磁気座標系に変換したオールスカイ画像データにより、オーロラの形態と運動に関する解析を行った。主として調べたオーロラの形態は Stable arc, Westward traveling surge, Ω aurora および Breakup type aurora である。

その結果の概要は

Surgeの東西方向移動速度は 1~3 km/sec、極方向へは約1 km/secの速さで展開する。しかし、移動距離はそれほど大きくなく、通常100~200 km以下である。また、Surgeは必ずしも1つではなく、いくつかの Surgeの重ね合せである。時に渦状形態を示し、多くの場合、この状態から極方向への移動を開始する。

Ω band 型 auroraは形成の初期に、その極側に discrete auroraを伴う(東方に移動、速度 約2 km/sec)。この discrete arcが 消滅するとともに Ω band auroraは activeとなり、その極側のフロントは波状を示す。その東方への移動速度は約1 km/secである。 Ω band auroraの低緯度側で pulsating auroraが activeとなる。

Breakup auroraの様相は地方時に依存し、3種の形態が認められる。discrete arcの極方向への展開速度は時に 10 km/secを越える。

Stable arcの bright regionは東方または西方に展長し、その速度は 1~3 km/sec。また、その bright regionは stable arcから分離し、停滞し、消滅する。

上記解析結果と DAMPや DE auroral imageとを比較・検討し、汎地球的規模の aurora dynamicsを議論する。

港屋 浩一¹, 小野 高幸², 平澤 威男², 芳野 勉夫¹

1.電気通信大学, 2.国立極地研究所

Estimation of Characteristic Energy of Precipitating Electrons in Dawnside Pulsating Auroras by using the Monochromatic Auroral TV Images

Hirokazu Minatoya¹, Takayuki Ono², Takeo Hirasawa², Takeo Yoshino¹

1.Univ. of Electro-Con., 2.Natl Inst. of Polar Res.

Observation of Monochromatic auroral images were carried out by using interference filters at the auroral principal emission lines and band at Syowa station in Antarctica in 1984. The characteristic energy of precipitating electrons in pulsating aurora was examined by using time variations of auroral intensity at each emission lines.

1.はじめに

朝側領域におけるオーロラはパルセーションを伴う複雑な形態をもつが、このオーロラを光らせる原因となるオーロラ粒子の性質については厳密な解析は行われていない。1984年、昭和基地では干渉フィルターを用いてオーロラを単色光画像として撮像する観測が行われた。得られている単色光の波長の種類は5577 Å (OI), 6300 Å (OI), 4861 Å (Hβ), 4278 Å (1N N₂), 及びBAND emission(6000~8000 Å, 1P N₂)である。

これまでの解析¹によると、朝側の低緯度オーロラオーバルではパルセーティングオーロラが位置することが解った。このオーロラの点滅領域における光強度の時間変化は準周期的に変化するが、この変化はオーロラ粒子の降下のフラックス変化並びに特性エネルギーの変化と対応すると考えられている(McEwen²;1980)。そこで、降下電子のエネルギーとオーロラ発光の関係(McEwen²;1987, Rees⁴;1974)を用いて、点滅領域におけるオーロラ発光の空間及び時間強度変化を調べることによって、オーロラ粒子のエネルギー特性を推定することを試みた。

2.解析方法

Fig.1はパルセーティングオーロラの点滅領域における5577 Å, BANDの光強度、及び5577 Åに対するBANDの光強度比の時間変化を示したものである。図中のAの部分は点滅領域の最低レベル('OFF')であり、Bの部分は最大レベル('ON')の状態である。ここで、5577 Åに対するBANDの強度比を'ON'及び'OFF'の両者について調べた。このように、'OFF'と'ON'の単色光強度の変化から点滅領域における降下粒子のエネルギー特性の変化について考察を行う。

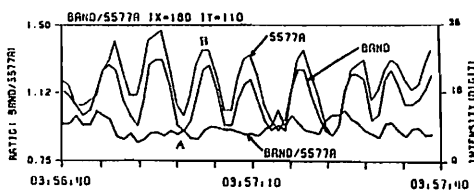


Fig.1

3.結果例

解析例として6月10日、UT=03:56:40~03:57:40に出現したPulsating arcの解析結果を示す。

Fig.3に5577 Åオーロラ画像を示す。Fig.1, Fig.2に点滅領域における5577 Å, BAND, 4278 Å オーロラ光強度及び5577 Åに対するBAND, 4278 Åの強度比の時間変化を示す。パルセーションの周期はおおよそ8秒であり、同時に得られている3色は同じ周期及び位相で変化していることが分かる。5577 Åに対するBAND, 4278 Åの強度比の時間変化は一定であるように見える。この結果からは'ON'及び'OFF'状態での降下電子の特性エネルギーの変化はないと思われる。

講演時には、この結果の解釈及びさらに数多くの解析を行い、点滅領域における降下電子のエネルギー特性について述べる予定である。

参考文献

- 1.H.Minatoya et al;第85回 SGEPPS講演予稿集
- 2.McEwen et al;1981, Can. J. Phys., 59, 1106-1115
- 3.McEwen and Bryant;1987, J. Atmosph. Terr. Phys., 40, 871-876
- 4.Rees and Luckey;1974, J. Geophys. Res., 79, 5181-5186

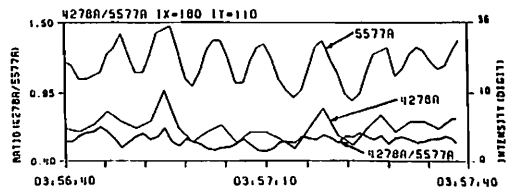


Fig.2

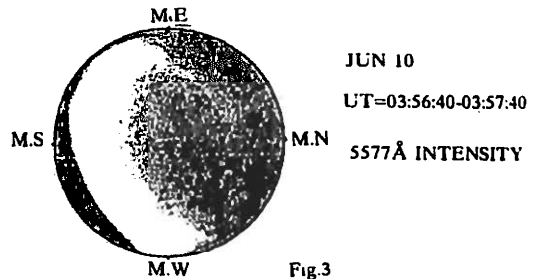


Fig.3

南極昭和基地近傍における
無人観測網の展開

坂 翁介
九大理

佐藤夏雄
極地研

DEVELOPMENT OF UNMANNED MAGNETO-
METER STATION FOR USE IN ANTARCTICA

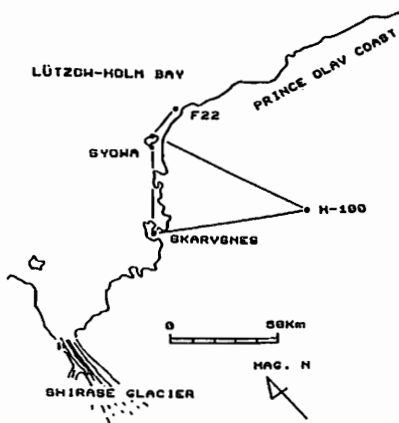
O. Saka and N. Sato
Kyushu Univ. N.I.P.R

Unmanned magnetometer stations (UMS) have been developed and were installed around Syowa station to perform field tests in the harsh antarctic environments. The fluxgate magnetometer data are stored in accurate timing data logger with 16 M bytes tape recorder. The timing accuracy, ~10msec, is kept by receiving omega navigation signals. The electric powers are supplied by the Thermo-Electric Generator fueled by kerosene.

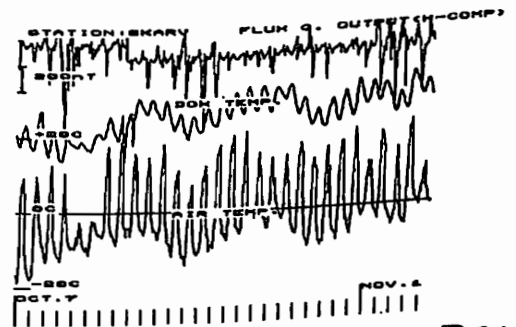
The UMS were subjected to the field tests at/near Syowa station to get a final configuration of the design. Two sets were finally installed at Kizahashi beach, Skarvsnes (50 km south-west of the Syowa) and at H-100 on the Mizuho route (100 km south of the Syowa) during early spring of 1988 and run until the end of this year.

図1に3点の無人観測点(H-100, SKARVSNES, F22)と昭和基地との位置関係をしめす。SYOWA - H-100 - SKARVSNESでの3点同時観測は、10月4日より30日の1ヶ月間おこなった。図2にはその間の、環境温度(回路、外気)とH成分データの変化をプロットしている。H-100の方がSKARVSNESに比べ約20度温度が低い。

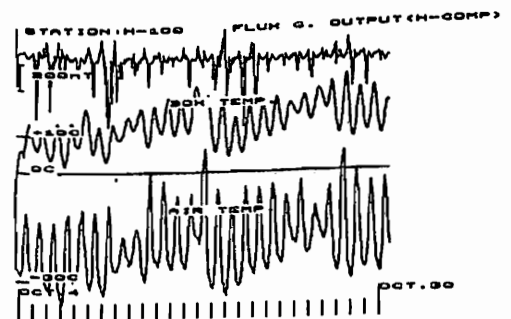
SYOWA - SKARVSNESの2点同時観測は9月4日より12月18日まで、またSYOWA - F22の2点同時観測は8月13日より9月2日までおこなった。解析の結果、F22の北方の浅い地下(~10km)に電気伝導度の異常が存在することが示唆された。



(図1)



(図2)



科学衛星 GEOTAIL に関する PWI 観測のデータ解析計画

松本 紘¹ 長野 勇² 橋本 弘藏³ 岡田 敏英⁴ 大村 善治¹ 小嶋 浩嗣¹ 山本 正幸⁵ PWI 波動観測班
 1. 京都大学・超高層 2. 金沢大学・工 3. 東京電機大学・工 4. 名古屋大学・空電研 5. 京都大学・工

GEOTAIL plasma wave observation and its data analysis plan

Hiroshi MATSUMOTO¹ Isamu NAGANO² Kozo HASHIMOTO³

Toshimi OKADA⁴ Yoshiharu OMURA¹ Hirotugu KOJIMA¹ Masayuki YAMAMOTO⁵ PWI team

1. Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University
2. Department of Electrical Engineering, Kanazawa University
3. Department of Electrical Engineering, Tokyo Denki University
4. Research Institute of Atmospherics, Nagoya University
5. Department of Electrical Engineering, Kyoto University

The space probe GEOTAIL will be launched in 1992. It will search mainly for the structure and the nature of the geomagnetic tail. Concerning the geotail physics, many problems remain unresolved: reconnection mechanism, the nature of plasmoid, and associated wave and particle activities. GEOTAIL is expected to reveal these unresolved problems. We, PWI (Plasma Wave Instrument) team, supply three kinds of instruments on GEOTAIL to detect plasma waves. After launching, an enormous data are sent back via telemeter daily (~ 83Mbyte/day). Therefore, before launching, we have to confirm several questions, 'Which physics should we search for?', 'How should we analyze the data?', and 'How should we apply the results to physics?'. In this presentation, we show our plan to analyze PWI's data.

地球磁気圏尾部の構造やそこでのミクロな物理過程については、まったく未知の事柄が多い。過去の衛星による探査も 1983 年に米国の衛星 ISEE-3 が行なったきり、その後行なわれていない。そういう意味で 1992 年に打ち上げが予定されている科学衛星 GEOTAIL はその名の示すとおり、地球磁気圏尾部を中心に探査する衛星であり、その成果に対する期待は大きい。

我々プラズマ波動観測班 (PWI 班) は、GEOTAIL にプラズマ波動観測機器として、SFA(Sweep Frequency Analyzer)、WFC(Wave Form Capture)、MCA(Multi-Channel Analyzer) の 3 種類を搭載することになっており、現在その開発を行なっているところであるが、その一方で、どの様な物理現象をこれらの観測機器でどうやって追跡していくか、どこまで追跡できるのかを同時に考えていく必要がある。

現在、興味をもたれている問題の一つとしてプラズマシートとローブの境界付近で発生する slow shock のエネルギー散逸機構というものがある。また、磁気圏尾部での磁力線再結合にも波動による異常抵抗が密接に関わっていると考えられている。1983 年の ISEE-3 の観測では、この slow shock 観測時に、約 100Hz をピークに数百 Hz にまでわたるバンド幅の広い静電的なノイズを観測しており、これが散逸機構の有力な候補となっている¹⁾。しかし、そのモードの特定が未だにはっきりなされていないのが現状である。今回の PWI には、周波数分解能の高い SFA と時間分解能の高い MCA に加え、揚の時系列波形を捉える WFC を搭載しており情報の多いデータを得ることができ

る。特に、WFC は 4 つのトリガーマードをもっており、しかも、そのトリガーは他の 2 つの機器からかけることができるようになっていて、そのモードにしておけば、上で述べたような静電ノイズを SFA や MCA が捉えた時点で WFC にトリガーをかけ、電場 2 成分、磁場 3 成分のデータを得ることができ、静電ノイズのモード特定の可能性がある。

一方、地上でのデータ処理についてもその準備や解析法の計画を立てておく必要がある。GEOTAIL からテレメータで地上に送られてくる PWI のデータ量は、1 日に 83MByte にものぼる。この大量のデータをどの様にして保存、解析してそこから物理現象を引出し、視覚的にどう表わすかというのも非常に重要な問題である。現在、PI の研究室では 2 台のグラフィック・スーパーコンピュータを導入して、データ処理の模擬実験及び、その可視化についての研究を開始している。

今回の発表では、目標とする物理現象一つ一つに対しどの様な観測計画を立て、また、どの様なデータ処理を施すべきかを地上でのデータ処理システムの構築を含めて述べる予定である。

参考文献

- [1] 例えば Scarf, F. L., et al., *Geophys. Res. Lett.*, 11, 1050, 1984.

沿磁力線電流領域における電離層電気伝導度の推定

¹石井 守 · ²杉浦正久 · ¹家森俊彦 · ³N. C. Maynard · ⁴J. A. Slavin
¹京都大理 · ²東海大開発技術研 · ³AFGL · ⁴GSFC

ESTIMATION OF THE IONOSPHERIC PEDERSEN CONDUCTIVITY IN THE FIELD ALIGNED CURRENT REGION DEDUCED FROM DYNAMICS EXPLORER-2 MAGNETIC AND ELECTRIC FIELD DATA

¹M. Ishii, ²M. Sugiura, ¹T. Iyemori, ³N. C. Maynard, ⁴J. A. Slavin

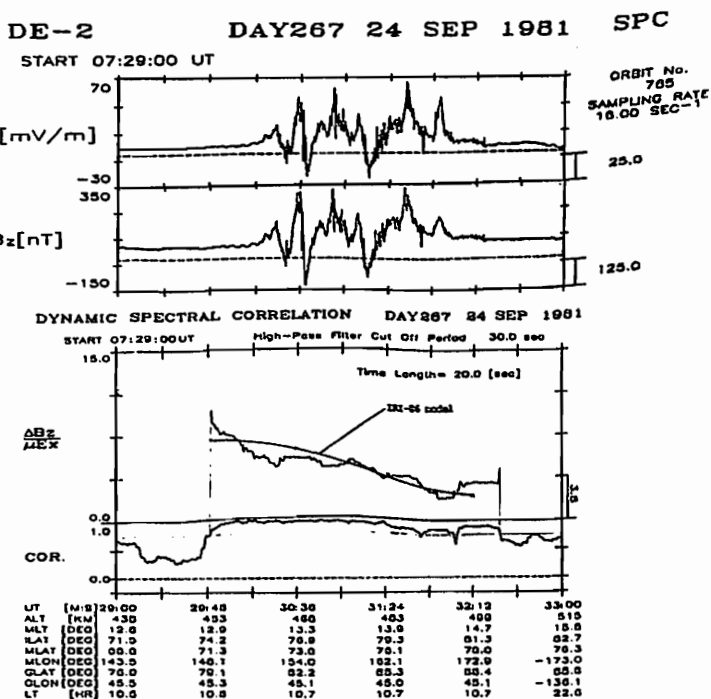
¹Department of Geophysics, Kyoto University, Kyoto 606, Japan
²Institute of Research and Development, Tokai University, Tokyo 151, Japan
³Air Force Geophysics Laboratory, Hanscom Air Force Base, MA 01731, U.S.A.
⁴Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD 20771, U.S.A.

The ionospheric conductivities on the dayside are primarily determined by solar EUV. The height-integrated Pedersen conductivity Σ_p depends on solar zenith angle. The ratio $\Delta B_z / \mu Ex$ equal to Σ_p when the correlation between the electric field Ex (the north - south component) and the magnetic field disturbance ΔB_z (the east - west component) is high in the field aligned current region. We show how the value of $\Delta B_z / \mu Ex$ varies along the satellite orbit, and compare the results with the IRI-86 model. 'Dynamic correlation plots' are obtained for many passes and compared with corresponding plots based on the IRI-86.

Dynamics Explorer-2 (DE-2) 衛星により観測された、沿磁力線電流領域での磁場と電場の擾乱の比 $\Delta B_z / \mu Ex$ 、及び それより求めた Pedersen conductivity を IRI-86 モデルと比較する。

昼間側の電離層の電離はおもに太陽の紫外線による。Pedersen Conductivity Σ_p の太陽天頂角依存性により極域の明暗界線 (Terminator) 付近での電離層電流系は $\Delta B_z [nT]$ 変化しているはずである。一方、沿磁力線電流領域において、電場の南北成分 Ex と磁場の東西成分 ΔB_z との間に高い相関がある時には、その比 $\Delta B_z / \mu Ex$ が Σ_p に相当することを前回までに示した。今回は、 $\Delta B_z / \mu Ex$ が衛星の軌道沿いでどの様に変化しているかを求め、その太陽天頂角依存性と IRI-86 モデルとの比較を行う。

具体的には、DE-2 の軌道上で電場と磁場の擾乱に相関がある領域を選び、その中で一定の区画をとって相関係数及び比 $\Delta B_z / \mu Ex$ を求め、更にその区画を少しずつ移動させることで変化を調べた。図にその一例を示す。擾乱のある領域では電場と磁場との間には 0.9 以上の高い相関がみられ、そこでの値は IRI-86 モデルの示す Σ_p の値 2.0 ~ 5.0 [s] とほぼ対応している。更に高緯度に移るにしたがって $\Delta B_z / \mu Ex$ の値は次第に小さくなり、太陽天頂角依存性を示す。



DMSP衛星による朝側極冠域アークの観測

塩川和夫、 福西浩、 小野高幸
(東北大理) (国立極地研究所)

Morningside Polar Cap Arcs Observed by
the DMSP F6 and F7 Satellites

K. Shiokawa¹, H. Fukunishi¹ and T. Ono²

¹ Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University

² National Institute of Polar Research

To investigate the source region of morning side polar cap arcs in the magnetosphere, we have analyzed particle and aurora image data obtained from the DMSP-F6 and -F7 satellites. The intensity of auroral emissions for 5577 Å, 6300 Å and N₂(1PG) have been calculated from the observed downward electron fluxes to show that the fluxes of precipitating electrons are sufficient for the formation of auroral arcs. Then, the electron density and temperature in the magnetospheric source region of these electron fluxes have been estimated by fitting the accelerated Maxwellian distribution function to the observed electron energy spectra and by concerning the electron heating during the field-aligned acceleration. The inferred electron temperature decreases from several hundred electron volts to below ten electron volts associated with increasing of the magnetic local time from midnight to about 7 hours, while the inferred electron density increases from below 0.5 cm⁻³ to above 2.0 cm⁻³.

カスプから朝側極冠域にかけて出現する sun-aligned なオーロラアークの磁気圏における source 領域の同定に関しては、これまで様々な研究がなされてきたが、はっきりした結論は得られていない。本研究ではまずモデル計算を用いて、DMSP衛星で観測された降り込み電子による 5577 Å, 6300 Å, N₂(1PG) (可視域) のオーロラの発光量を定量的に求め、降り込み電子とオーロラアークの一対一の対応づけを行った。さらにその電子のエネルギースペクトルに accelerated Maxwellian 分布を fitting することによって、朝側極冠域に出現するアークの磁気圏における source の電子温度と密度を推定した。この fitting で求めた電子温度は、エネルギースペクトルのピークから推定した沿磁力線電位差に比例する (Lin and Hoffman, 1982) ことから、沿磁力線加速途中の加熱の影響を含んでいると考えられる。この比例関係は $E_0 = A * V_0 + B (E_0)$; fitting で求めた電子温度、 V_0 ; 沿磁力線電位差) のように表すことができ、 A が加速途中の加熱の効率、 B が降り込み電子の磁気圏における source の電子温度に相当する。

Figure 1 (a), (b) は DMSP-F7 衛星で観測された、

39 軌道、378 データの電子の降り込み (inverted-V の様な一連の降り込みを 1 データとしている) に対して、上の方法で求めた電子温度と密度の polar plot である。但し、モデル計算から求めた 3 種類のオーロラ発光のどれかが 10 kR を超えているもののみを示してある。また $V_0 - E_0$ の scatter plot から求めた電子温度は、 V_0 と E_0 の相関係数が 0.75 以上のもののみを示した。(a) より、MLT で真夜中付近のオーバルから朝側に移るにしたがって、source 領域の電子温度が数百 eV から十 eV 以下まで下がっていく様子が分かる。また MLT で 8~10 時のカスプ周辺では、source の温度が比較的高い降り込みも見いだされる。一方電子密度は、真夜中以前のオーバルの BPS の降り込みを除けば、真夜中から朝側、そしてカスプに向けて、0.5 cm⁻³ 以下から 2.0 cm⁻³ 以上まで徐々に増大していくことが分かる。講演では同じ日の DMSP-F6 のデータを含めて、より統計例を増やした結果を示す。

Reference

Lin, C. S. and R. A. Hoffman, Space Sci. Rev. .. 33, 415-457, 1982.

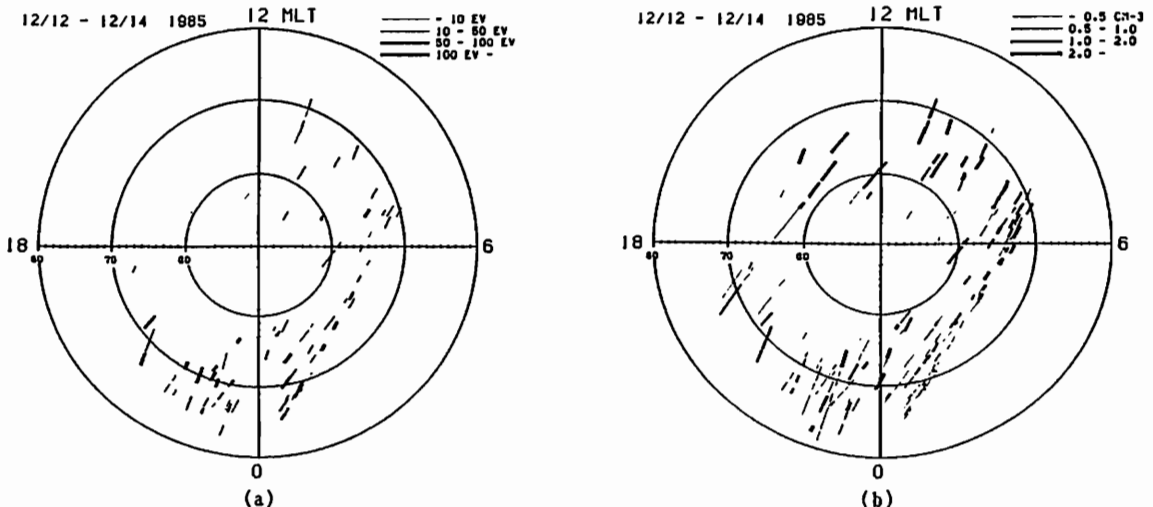


Figure 1 Polar plots of (a) electron temperature and (b) density in the magnetospheric source region of auroral arcs. These values are inferred from downward electron energy spectra obtained by the DMSP-F7 satellite.

X線脈動現象の空間分布特性

鈴木裕武¹、山岸久雄²、平島 洋¹、村上浩之¹、佐藤夏雄²、山上隆正³、福西 浩⁴、小玉正弘⁵
¹立教大理、²極地研、³宇宙研、⁴東北大理、⁵山梨医大

SPATIAL CHARACTERISTICS OF PULSATIVE X-RAY EVENT

H. Suzuki¹, H. Yamagishi², Y. Hirasima¹, H. Murakami¹, N. Sato², T. Yamagami³, H. Fukunishi⁴,
 and M. Kodama⁵

¹Rikkyo Univ., ²NIPR, ³ISAS, ⁴Tohoku Univ., ⁵Yamanashi Med. Col.

Energy-dependent spatial structures of auroral X-rays have been measured by using a balloon-borne X-ray telescopes over Syowa Station, Antarctica. Pulsative X-ray enhancements occurred during a post-midnight (at about 0200 MLT) at December 14, 1985 were investigated in terms of spatial characteristics of X-ray source regions. In this case, a source region was observed to move from geomagnetic SW to NE with velocity of several km/s.

南極大気球実験で観測されたオーロラX線脈動現象の空間分布特性について報告する。

ここで報告するX線脈動現象は、1985年12月14日 0200 UTに南極昭和基地の磁北方約 200 km を飛行中の大気球B15-3 に搭載された3管式X線撮像装置により測定された。脈動は4つの顕著なX線計数増加 (hump) から成り、周期は約90秒であった。この脈動は大気球搭載のVLF検出器で受信されたVLF脈動 (750 Hz) と非常によい相関があった。

X線撮像装置の視野 (~100 km) 内におけるX線発生領域 (高エネルギー電子降下領域) の空間分布はエネルギー依存性のある変化を示した。脈動の最初のhumpの時間帯においては、エネルギーに依らずX線発生領域は磁北側に存在していた。第2のhumpはふたつの小humpから成っており、その第二小humpにおいてX線発生領域の移動が観測された。図に示されているように、エネルギーが22-35 keVのX線発生領域が磁南西側から次第に全天に広がり、磁北東側に消えていった。この図から推定される移動速度は~5 km/s である (但しX線発生域の大きさを~100 kmとして)。また、簡単なシミュレーションを行い、実際の観測結果との比較を行ったところ、直径80 km以上のX線発生域が速度4.5 km/s以上で磁南西から磁北東に動いた場合に良い一致が得られた。第3のhump以降は顕著な変化がみられなかった。

電子降下領域の局所的な振舞いは上に述べた通り明らかにされたが、全体としての伝播方向を知るためにはより広範囲において得られたデータが必要である。そこで昭和基地とその地磁気共役点であるアイスランドの3ステーションにおいて観測されたCNA (30 MHz) とX線との比較を行った。その結果、電子降下脈動現象は磁東方向に伝播したことが判った。

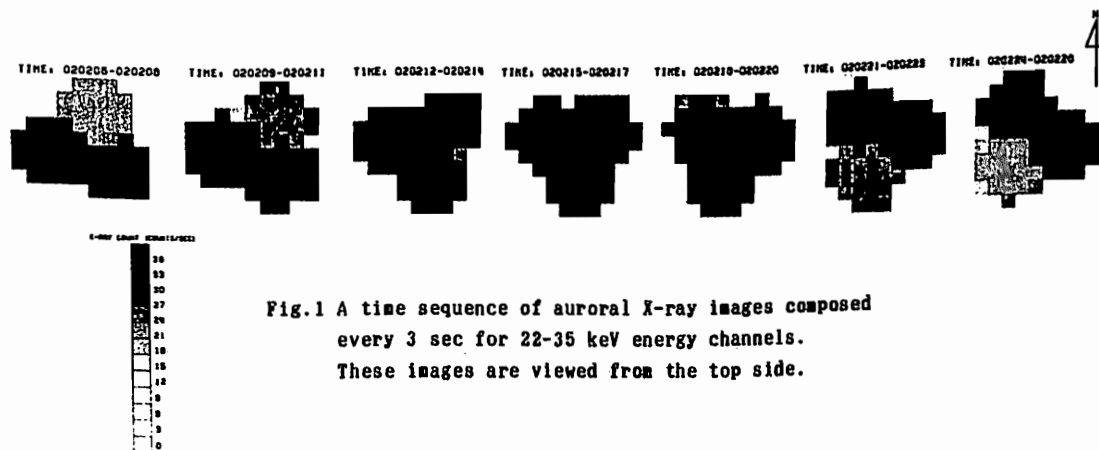


Fig.1 A time sequence of auroral X-ray images composed every 3 sec for 22-35 keV energy channels. These images are viewed from the top side.

ULF波動指数 ($\Sigma Kc3$, $\Sigma Ki2$) によるデータ解析

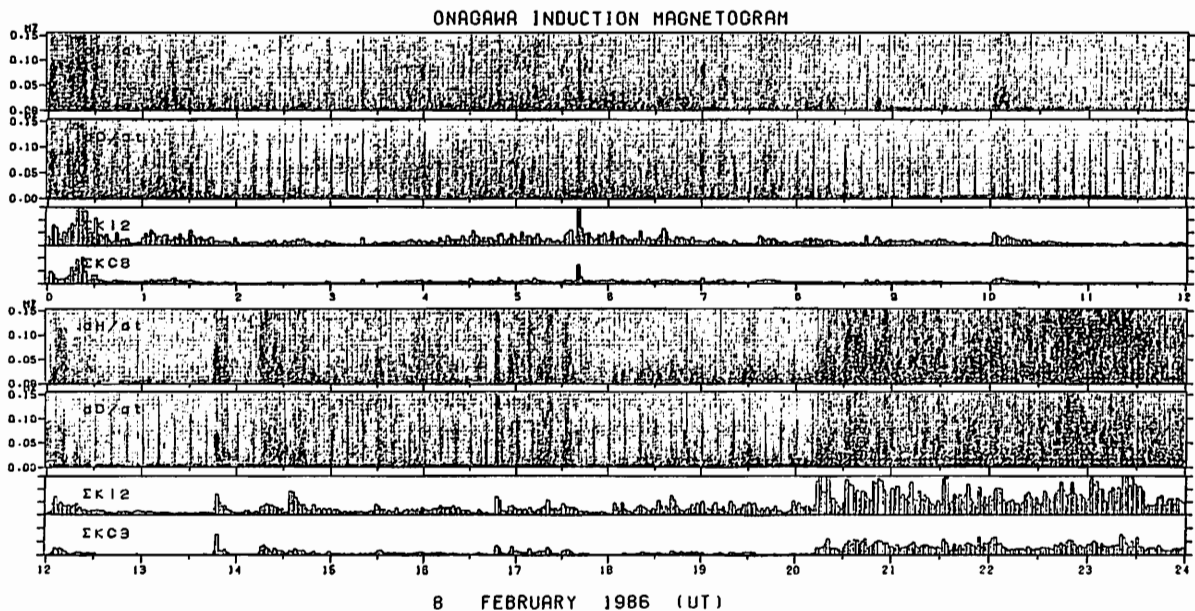
倉橋克典¹, 渡辺 亮¹, 萩野竜樹¹, 岩田 晃¹, 西谷 望¹, 高柳利男¹, 太田幸一¹, 湯元清文¹, 小口 高¹, 斎藤尚生²
¹ 名大空電研, ² 東北大

ANALYSIS OF ULF MAGNETIC DATA ($\Sigma Kc3$ -, $\Sigma Ki2$ -INDEX)

K. Kurahashi, T. Watanabe, T. Ogino, A. Iwata, N. Nishitani, T. Takayanagi, K. Ohta, K. Yumoto, T. Oguti
 (Res. Inst. Atmos., Nagoya Univ.), T. Saito (Geophys. Inst., Tohoku Univ.)

The $\Sigma Kc3$ and $\Sigma Ki2$ indices, defined by the integrated power spectra in the 10-45 s and in the 40-50 s period range, respectively, are derived from H-component induction magnetic variation observed at Onagawa Magnetic Observatory ($L = 1.35$). In order to monitor the solar wind speed by means of the $\Sigma Kc3$ index, we are examining some relation between the index and the interplanetary parameters.

名古屋大学空電研究所の総合解析グループでは広範囲のデータを集め、総合的な太陽地球環境現象の解析研究を行うための解析システム及びデータベースの構築を行い、それらを共同利用に供する為の準備を進めている。解析システム構築に当たっては、特に大容量データの高速度処理に留意しており、STEPなどの国際共同研究事業に対応する他、長期間に亘り蓄積されて来た観測データのデータベース化にも対応する。本講演ではその一環として進めている、東北大学女川地磁気観測所において約20年間に亘って得られた地磁気観測データのデータベース化について述べる。オリジナルデータは、アナログ磁気テープに収録されたULF地磁気変動3成分と時間成分の計4成分であり、これを1Hzでサンプリングを行っている。現在のところ、約2週間分のデータを一括して処理することが可能である。ここではデータ処理結果の一例として、1986年2月8日の1日分のダイナミックスペクトルと、Pc3帯(10~45秒)及びPi2帯(40~150秒)の波動強度を表す $\Sigma Kc3$ 、 $\Sigma Ki2$ 指数を示す(下図)。この $\Sigma Kc3$ 指数と人工衛星による惑星間物理量との相関関係を求めることにより、ULF波動による太陽風速度モニターの可能性について研究を進めている。



Checking of wave characteristics of impulse excited geomagnetic pulsations

Satoru Tsunomura
Kakioka Magnetic Observatory

Trangent pulsations with short duration times are often observed associated with SSC's and SI's. Such pulsations are usually named Psc or trangent pulsations. With many authors efforts, it is now regarded most probable that Psc's, having similar characteristics with continuous type pulsations (Pc's) are due to resonant oscillations of geomagnetic lines of force. (for instance, Baumjohann et al., 1984; Potemra et al., 1989).

However, it must be kept in mind that there often occur pulsation-like events caused by another mechanism. In Figure 1 and 2, oscillative variations observed in high latitudes in the morning hours (Fig.1) and evening hours (Fig.2) associated with an SI at 1748 UT on February 9, 1986 are shown. Large amplitude oscillations with periods = 2~ 3 minutes can be seen at the stations in the morning hours. In this case, the magnetosphere was expected to be exposed to recurrent variation of solar wind dynamic pressure with the recurrence period nearly 150 seconds, that is, almost same as the periods of oscillation observed at Barrow or College. Under such a complicated situation, it is difficult to determine whether the oscillations are resonant oscillations or not. It may be more natural that they are due to ionospheric current modulation.

As this case shows, it is important to take into account the condition of solar wind structure for the study of Psc's. Unfortunately, however, it is not always guaranteed that satellite data are available. It may be a useful technique to deduce conditions of solar wind dynamic pressure from persisting observations such as ground geomagnetic fields. In this study, the author will discuss statistically wave characteristics of Psc's in high latitudes comparing with low latitude SSC's wave forms.

References

- Baumjohann et al., J.Geophys.Res., 89, 2765, 1984.
Potemra et al., J.Geophys.Res., 94, 2543, 1989.

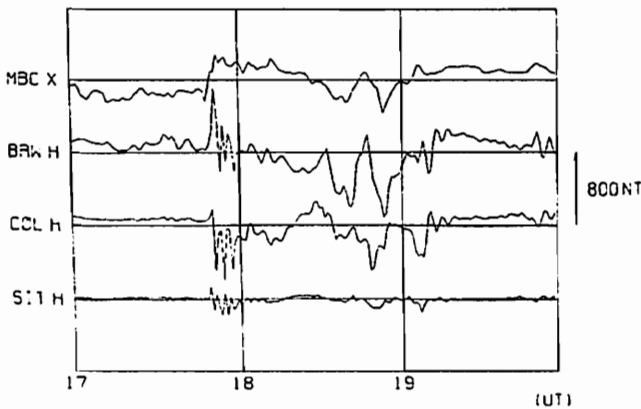


Figure 1 Oscillative variations observed in the morning hours associated with SI at 1748 UT on February 9, 1986.

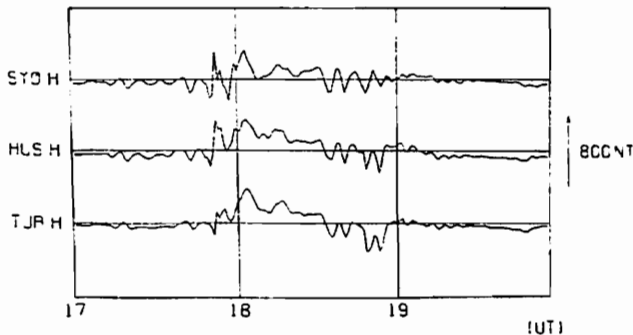


Figure 2 Same as Figure 1 observed in the evening hours.

山田 雄二
地磁気観測所

VARIATION OF THE GEOMAGNETIC QUIET-DAY CURRENT SYSTEM

YUJI YAMADA
KAKIOKA MAGNETIC OBSERVATORY

The method of the principal component analysis is applied for the multistation geomagnetic records to derive basic patterns of the quiet-daily variation and their time variation. The first component represents the variation of the amplitude of the Sq current system and shows clear annual and 11-year variations. The second and third components represent east-west and north-south movements of the Sq current system in the day-time respectively.

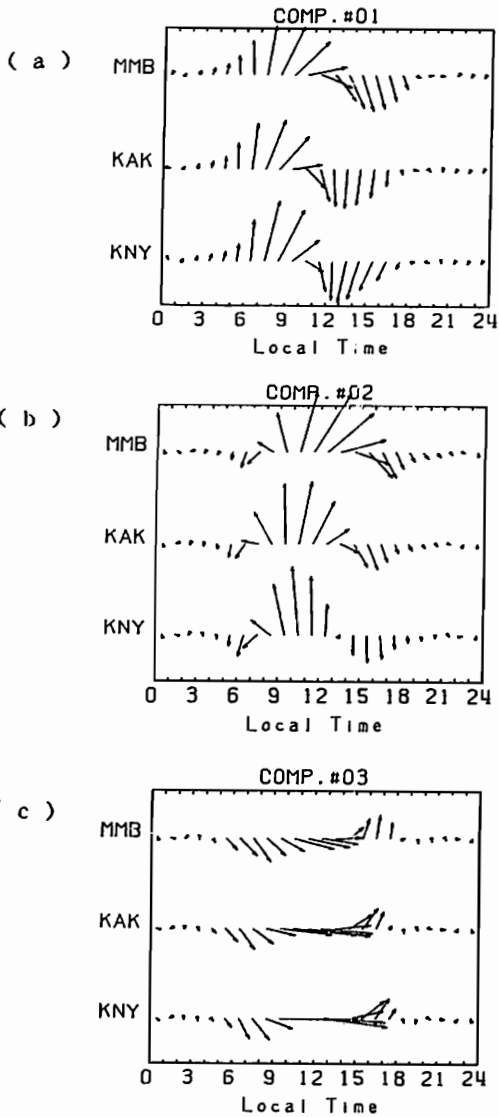


図1 (a) 第1主成分、(b) 第2主成分、(c) 第3主成分の固有ベクトル。90度回転して等価電流ベクトルとして表現している。

主成分分析の適用は、静穏日電流系の変動を解析するに際して、多観測点の地磁気記録を用いて、主成分分析を施すことにより、静穏日電流系の基本パターンを抽出し、その変動を解析する。第1主成分は、静穏日電流系の振幅の変動を示し、年次および11年周期の変動が顕著である。第2主成分は、東西方向の移動を示し、第3主成分は、南北方向の移動を示す。図1(a)は第1主成分の固有ベクトル、(b)は第2主成分の固有ベクトル、(c)は第3主成分の固有ベクトルを示している。図2は、1958年から1988年までの第1主成分の時間変化を示している。

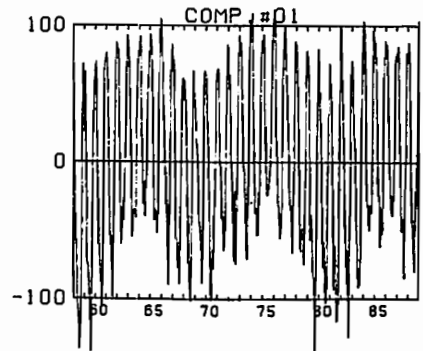


図2 1958年から88年までの第1主成分の変化。

S-310-18号機による
プラズマ擾乱の観測
森 弘隆、佐川 永一
(通信総研)

OBSERVATION OF PLASMA DISTURBANCES BY THE SOUNDING ROCKET S-310-18

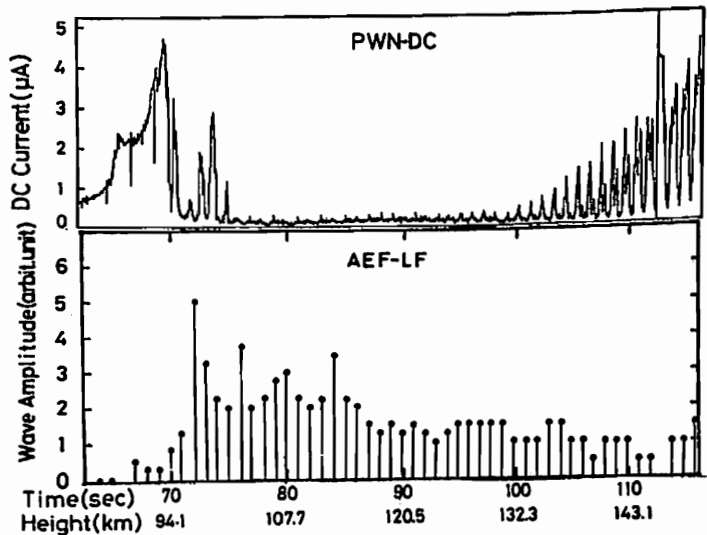
H. Mori and E. Sagawa
Communications Research Laboratory

A fixed voltage probe (PWN) and a pair of double probes (AEF) on board the rocket S-310-18 observed an abrupt increase of the intensity of plasma disturbances in consistent with the anomalous decrease of the rocket potential around the height of 94 km of ascending path. Electron temperature observed by TEL also increased at the same height. Coincident occurrence of these phenomena suggests common cause.

S-310-18号機は冬季の昼間のE層の電子温度異常昇温現象の解明を目的として、1988年1月26日11:30JSTに発射された。我々はプラズマ密度ゆらぎ測定用固定バイアスプローブと電場ゆらぎ測定用ダブルプローブを搭載した。今回はこれらのプローブにより測定された10kHz以下のプラズマ擾乱の解析結果について報告する。

ロケット上昇時高度94km付近でロケット電位が急激に異常低下したことは昨年秋の学会で報告したが、同時に、数kHzに達する広帯域の波動の発生が球プローブとダブルプローブで観測されていた。上図は球プローブにより測定されたDC電流、

下図はダブルプローブにより測定された波動の平均振幅(任意スケール)のプロットしたものである。DC電流は高度94km付近でロケット電位低下のために急激に減少した後、高度と共に徐々に回復している。その間のDC電流の1秒周期の大きな変動は、ロケット電位が1秒周期でも変動していることを示している。下図の波動振幅の増大は、上図と比較するとDC電流の低下、即ちロケット電位の低下現象とよく対応している。TEL(宇宙研、小山氏)による電子温度測定結果によると、やはりこの期間に数100Kの異常昇温がみとめられるので、これらの現象の成因の間には互いに密接な関係があるものと思われる。



恩藤忠典 通信総合研究所

RELATION OF NARROW-BAND MID-LATITUDE HISS WITH AURORAL HISS

Tadanori Ondoh

Office for Space Science, Communications Research Laboratory, Tokyo 184

Characteristics of narrow-band mid-latitude hiss and its occurrence correlation with auroral hiss were statistically investigated by using ISIS VLF electric field data received at Syowa station, Antarctica. Narrow-band mid-latitude hiss at 5 kHz occurs mostly at invariant latitudes from 56° to 64° . Occurrence rate of the 5 kHz hiss decreases rapidly at latitudes above 64° and it decreases slowly towards lower latitudes. The mid-latitude 5 kHz hiss occurs uniformly in geomagnetic local time (MLT) for $K_p = 0 - 3$ except a minimum occurrence for 15 - 18 MLT. Most mid-latitude 5 kHz hisses (82%) occurs in association with auroral hisses on the same ISIS passes.

南極昭和基地で1976年12月から1981年12月までの間に受信したISIS-1,-2の433パスの電界データ(50Hz-30kHz)を狭帯域DCアンプを介して作成した0.3,1.5,5,8,16,20 kHzの狭帯域強度チャートデータ(Radio and Space Data Nos.9,13)を用いて、5 kHzと8 kHz帯の狭帯域中緯度ヒスの発生率の緯度分布、 K_p 依存性及びその広帯域オーロラヒスとの同時発生について統計的に解析した。狭帯域中緯度ヒスの発生率は152/433=0.35で、約30分以下のISISパス上で、中緯度狭帯域ヒスがオーロラヒスを伴う発生率は125/152=0.82、オーロラヒスを伴わない発生率は27/152=0.18である。又狭帯域中緯度ヒスの内5 kHz帯ヒスの発生率は138/152=0.91、8 kHzヒスの発生率は14/152=0.09である。

- * 5 kHz帯の中緯度ヒスの81%は下図のように不変緯度56度と64度との間に発生し、 $K_p=0-3$ と $K_p=4-6$ との場合の緯度分布に余り違いがない。
- * $K_p=0-3$ の場合、5 kHz帯中緯度ヒスは、15-18 MLT(地磁気地方時)の発生極小区間を除いて、地磁気地方時に関してほぼ一様に発生している。
- * $K_p=4-6$ の場合、5 kHz帯中緯度ヒスは0-3 MLTに発生極大を示し、朝側へ向けて発生数が緩やかに減少する。
- * 5 kHz帯中緯度ヒスは、 $K_p=0-6$ の全ISISパスに関して、同一パス上で10分以内にオーロラヒスを伴って発生する割合は82%であり、オーロラヒスと独立に起こる割合は18%である。

以上からプラズマポーズ付近に発生する中緯度の狭帯域ヒスの大半は、5 kHz帯ヒスからなり、広帯域のオーロラヒスを伴って発生する。又 $K_p=1-3$ の場合、15-18 MLTの極小発生を除いて、全MLTで発生する。 $K_p=4-6$ の場合に発生する5 kHz帯ヒスは、0-3 MLTに極大発生する。即ち磁気圏嵐に伴って極光帯磁力線に沿って降下した高エネルギー電子は、上部電離層で広帯域オーロラヒスを起こし、一方尾部からの高温プラズマは夜側赤道面を内側へ向かってドリフトするが、地球磁場が増すので、粒子のエネルギーが増加し、プラズマポーズに沿って朝方ドリフトする電子が赤道面付近でサイクロトロン不安定を起こして、中緯度の狭帯域ヒスを発生すると考えられる。

P-53 full-wave 法から求めた 電力線放射波の電離層伝搬特性

富澤 一郎・田頭 秀樹*

(電通大菅平宇宙電波観測所 *現在九州電力勤務)

Propagation Characteristics of Power Line Radiation in Ionosphere
by the Full-Wave Method

Ichiro TOMIZAWA, Hideki TAGASHIRA

Sugadaira Space Radiowave Observatory, Univ. of Electro-Communications

Propagation characteristics of power line radiation (PLR) at 50/60Hz in ionosphere are analyzed by the full-wave method. It is assumed in this analysis that plane waves are incident on a flat and multi-layered ionosphere which includes effective ion species. More than 99% of the incident wave energy is reflected downward below 100km height, however, the magnetic field strength is attenuated less than 10dB transmitting through the bottom of the ionosphere. The attenuation is not so much as to observe PLR on the satellite. The southward deviation of the PLR detection points is implied as the longitudinal propagation along the magnetic field lines.

筆者らは、科学衛星「おおぞら」を用いて、日本列島付近の50/60Hzの電力線放射磁界強度およびその水平分布を観測してきた[1,2]。この結果、(1)磁界強度は $0dB=1A/m$ として、 -135 から $-125dB$ の範囲にあり、(2)水平分布は地上の電力線分布との対応があるが、(3)その分布は地上に比べて $1000km$ 以上南方に広がっている結果が明らかになった。これらの観測結果をから地上付近の電力線放射磁界分布を推定するためには、地上から衛星までの伝搬特性を明らかにしなければならない。50/60HzといったELF帯においては、波長に比べて電離層媒質の変化が急激であるため、ray-tracing法を使用できない。このため、伝搬特性の計算には、full-wave法[3]を使用した。

今回の計算では、平面層状の電離層、平面波入射を仮定した。また、電離層モデルとして、日本付近の夏の昼と夜の計4種類を使用した。ただし、このモデルでは構成イオンとして $H^+ / He^+ / O^+ / NO^+ / O_2^+$ を考慮し、高度 $50km$ から $1000km$ まで媒質が連続的に変化する、とした。

計算の結果以下のことがわかった。
(a)50/60Hzの波動は、高さ $100km$ 以下の電離層下部においてほとんど反射されるが、一部はRモードで上方に伝搬し、 $100km$ から $1000km$ までの減衰は数dBである。磁界成分だけで見ると、入射波は $100km$ 以下の高度で最大 $10dB$ の減衰を受けるが、これ以上の高度ではほとんど減衰を受けないので、高度 $1000km$ の磁界強度は、電離層以下の高度に比べて $10dB$ 程度の減衰しか受けぬ。

(b)full-wave計算から求めた各高度におけるポインティングフラックスの方向を追跡することにより、50/60Hzの波の伝搬方向を調べた結果、波は電離層に入射する角度により高さ $100km$ まで伝搬方向が変

化するが、それ以上の高さでは磁界線と約 24 度の一定の角度を成して伝搬することがわかった。
(c)地上に等方向性放射源を仮定したときの高さ $500km$ におけるポインティングフラックスを求めてみると、最大となる点放射点に比べて南に約 $200km$ ずれる。

これら観測結果と「おおぞら」の電離層透過係数の比較をみると、星成ま力点は 10 倍以上の減衰が小さく、電界強度は $1000km$ 以上を観測できる領域が南にずれなかった。結果として、観測結果と一致する結果が得られることがわかった。

最後に、full-wave法についてご指導頂いた金沢大学長野勇教授に深謝する。

- 参考文献[1]I. Tomizawa and T. Yoshino: "Power Line Radiation Observed by the Satellite OHZORA", J. Geomag. Geoelectr., vol. 37, pp. 309-327, 1985
[2]浅見健治・富澤一郎・芳野起夫: "科学衛星「おおぞら」による日本周辺における電力線放射の観測"、第81回地球電磁気・地球惑星学会講演予稿集、P. 34 (1987. 4)
[3]長野勇: "平面層状媒質中の波動論的電磁界解析法とロケットによる下部電離層探査"、京都大学博士学位論文、1980

根本嘉彦¹、 島倉信¹、 早川正士²
¹千葉大工 ²名大空電研究所

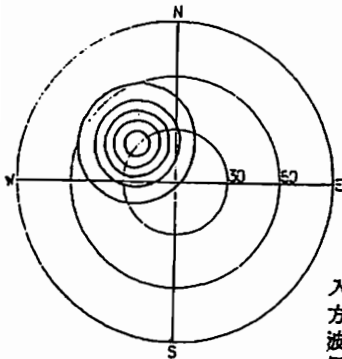
On the estimation of ionospheric exit-region of magnetospheric electromagnetic waves using wave distribution function

Y.Nemoto¹, S.Shinakura¹, M.Hayakawa²
¹ Dept. of Electrical Eng., Chiba Univ.
² Res. Inst. of Atmospherics, Nagoya Univ.

It is necessary to estimate the polarization when the ionospheric exit-region is estimated by maximum entropy method (MEM). As shown in the figures, it is found that the direction, polarization, source's width and energy can be estimated by least squares method (LSM), and also proper solutions can be obtained by MEM using LSM solution of polarization.

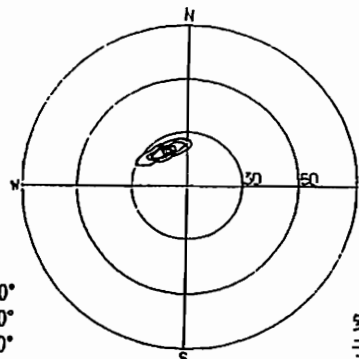
磁気圏 V L F 波動の電離層透過域の推定は、磁気圏波動の伝搬機構の研究にとって極めて重要である。単一平面波を仮定しない最大エントロピー法は、電離層下端におけるエネルギー分布（波動分布関数）から電離層透過域の位置・大きさを評価する有用な方法である。波動分布関数は偏波の依存性が強いことから、偏波を精度よく推定することが必要となる。ここでは波源のエネルギー分布を正規分布と仮定し、最小二乗法を用いて波動分布関数を求め、電離層透過域の位置・大きさ及び偏波推定のシミュレーションを行った。下の図は、(a)与えた波源、(b)最小二乗法による解、(c)円偏波モデルの最大エントロピー解、(d)楕円偏波モデルの最大エントロピー解をそれぞれ示している。Q および Pr は、それぞれ最大エントロピー解の安定性及び予測誤差を表すパラメータで、 $Q < 1$ 、 $Pr < M$ であることが望ましい。

1. 最小二乗法によって入射角、方位角、偏波比、偏波角、エネルギーを精度よく推定できる。波源の大きさについては、与えた波源の大きさが得られた解のエネルギー50%の等高線にほぼ一致する。
2. 最小二乗法によって得られた偏波を用いることによって最大エントロピー解は安定かつ予測誤差の小さい妥当な解となる。



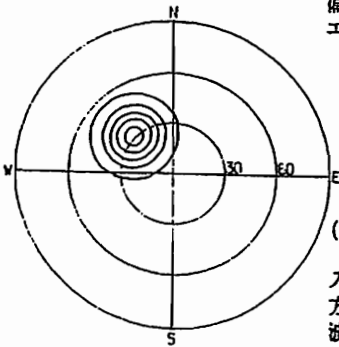
(a) 与えた波源

入射角 $\theta = 30.0^\circ$
 方位角 $\phi = 135.0^\circ$
 波源の大きさ $\sigma = 15.0^\circ$
 偏波比 $r = 1.2$
 偏波角 $\delta = 100.0^\circ$
 エネルギー $E = 500.0$



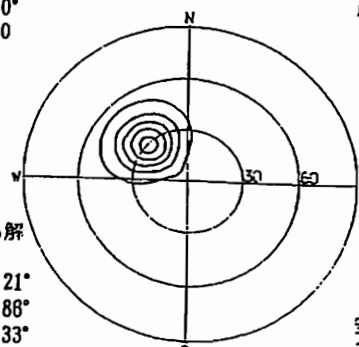
(c) 最大エントロピー解
(円偏波モデル)

安定性 $Q = 1.087$
 予測誤差 $Pr = 5.230$
 固有値の数 $M = 9$
 収束条件 $\epsilon = 1.0$



(b) 最小二乗法による解

入射角 $\theta = 30.21^\circ$
 方位角 $\phi = 134.86^\circ$
 波源の大きさ $\sigma = 11.33^\circ$
 偏波比 $r = 1.21$
 偏波角 $\delta = 100.47^\circ$
 エネルギー $E = 500.68$



(d) 最大エントロピー解
(楕円偏波モデル)

安定性 $Q = 0.080$
 予測誤差 $Pr = 0.538$
 固有値の数 $M = 9$
 収束条件 $\epsilon = 1.0$

渡辺智彦、 大家寛 (東北大・理)

Excitation of UHR mode and whistler mode waves
in the regions of auroral particle acceleration

T.Watanabe and H.Oya (Geophysical Institute of Tohoku University)

We have studied instabilities, in the auroral particle acceleration regions, both for UHR mode and whistler mode waves relating to auroral electron beams, by means of linear analysis and particle simulations. As the results of these studies, it is shown that inverse Landau damping type wave particle interaction is essential for the generation of the intense plasma waves, both UHR mode and whistler mode waves are excited as dominant modes.

はじめに オーロラ粒子の降込みに伴って発生する波動として、Auroral Kilometric Radiation (AKR) と VLF Hiss の存在が知られている。両者とも、オーロラ粒子加速に密接に関連し、広帯域にわたって非常に強いパワーを持つことから、これらはその発生機構に於て密接に関連していると考えられる。VLF Hiss については、従来言われているように、Landau 型での Beam interaction によって whistler mode で生じると考えられるが (Ref. 1,2)、これと同時に Inverse Landau 不安定過程で UHR 波が励起され、モード変換によって AKR が発生することが期待される (Ref. 3,4)。

今回我々は、ヒーム不安定における UHR 波と whistler 波の競合過程について、線形成長率の解析と粒子コードによるシミュレーションをおこなった。

数値解析 図1は同じビームの下で励起される whistler 波と UHR 波について線形成長率を求めた結果である。この場合、4つの不安定なモードが存在するが、growth rate の最大のものは

$$\omega - kV\cos\theta = 0$$

の Landau 型の共鳴条件で励起される whistler 波であり、次が同じ条件を満たす UHR 波、そして

$$\omega - kV\cos\theta = -\Omega$$

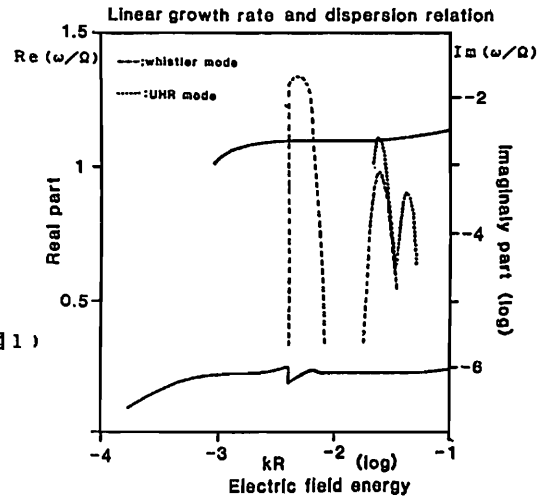
の cyclotron 型の共鳴条件による whistler 波であり、最も小さいものが、cyclotron 型による UHR 波である。

さらに、静電粒子コードによるシミュレーションを行った結果、波動、粒子共に周期的な境界条件の下では、大振幅の whistler 波へつながる branch の波動が励起され、ビームの phase trapping によって他のモードは励起されない。そこで、粒子が新たに injection されることを考慮し、一定の割合で fresh up しながら計算を行った (Ref. 3) 場合、whistler 波へつながる波動が burst 状に繰り返し励起された (図2)。またこれと同時に UHR 波も励起されていることが分かる (図3)。このモデルは次々に新しいビームが降込んでくる領域を再現していると考えられる。

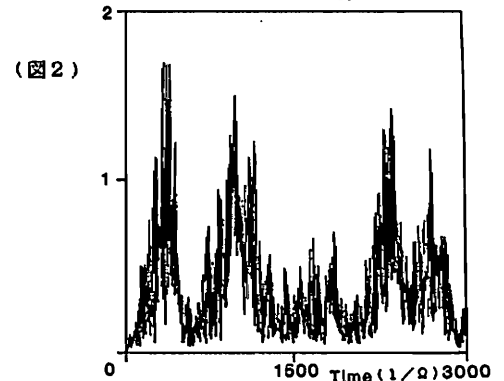
まとめ 以上の事から、オーロラ粒子加速域に於て、UHR 波と whistler 波が共存し得ることが明らかになった。さらに、加速域での波動励起の物理過程を明らかにするための解析を進めていく。

References

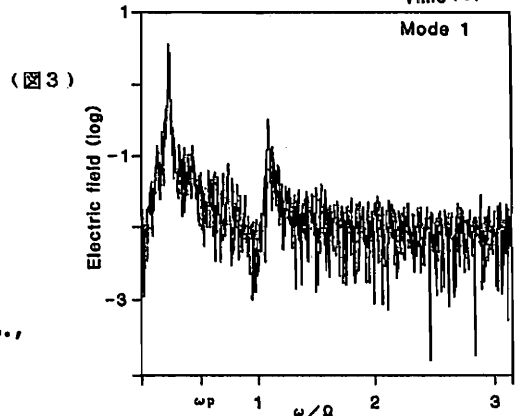
- [1] Maggs, J.E., J.G.R., 81, 1707, 1976.
- [2] Yamamoto, T., P.S.S., 27, 273, 1979.
- [3] Oya, H., Radio Sci., 6, 1131, 1971.
- [4] Oya, H. and A. Morioka, J.G.R., 88, 6189, 1983.
- [5] Okuda, H. and M. Ashour-Abdalla, G.R.L., 8, 811, 1981.



(図1)



(図2)



(図3)

THEORY OF THE DOPPLER MODE CONVERSION PROCESSES
FOR THE CASE OF RELATIVISTIC BEAM PLASMA

Masahide Iizima and Hiroshi Oya
 Tohoku University

Abstract

The conversion processes of the Z-mode waves, that are transferred from the electrostatic waves, are analyzed for the case of the relativistic plasma beam. The results show that extremely large energy of the waves are converted being focused in a sharp emission cone, and the waves can escape into the free space in the form of the electromagnetic waves. These results are applicable to the astrophysical phenomena such as pulsars and emissions from galactic nuclei as well as solar and geophysical phenomena.

1. Motivation and Method

The mode conversion processes from electrostatic plasma waves to electromagnetic waves have been considered as one of the main process to produce non-thermal electromagnetic waves in the space plasma after the initial proposal by Oya (1971,1974). In the universe, there regularly exist phenomena of electromagnetic wave emissions relating to the relativistic beam plasma, such as the emissions from pulsars and active radio galactic nuclei. However, the traditional studies on radio waves in the universe have been restricted within the theory of synchrotron radiation which is directly related to the free space mode waves. In this paper, we have calculated analytically and discussed the properties of the Doppler mode conversion processes using numerical calculations especially focused on the cases of relativistic beam plasma, relating to the conversion of the electrostatic plasma waves into the electromagnetic waves.

2. Results

a) Effects of relativistic motion

One of the examples of the energy conversion rates from Z-mode waves to electromagnetic waves is presented in Fig. 1 for the case of very fast beam velocity ($V = 0.9c$ for the light velocity c). The large energy conversion rates from incident Z-mode waves to free space R-X mode waves are indicated in this condition.

b) Effects of density inhomogeneity

When the wave frequency approaches to the plasma frequency of the outside region of the beam plasma, the energy of the reflected component of L-O mode waves are increased. The example results are given in Fig. 2.

c) The ray directions of the emissions

The ray directions of the emissions observed in the outside region of the beam plasma are sharply confined in a narrow angle range in the direction almost parallel to the moving direction of the beam plasma (see Fig. 3). At the same time the intensities of the waves emitted in the direction of particles motions in beam are largely enhanced.

3. Conclusion

Our new concept of the electromagnetic wave generation due to the conversion processes provides a large variety and possibility for understanding the astrophysical phenomena as well as space physical subjects. For this extent our study shows that the characteristics of the relativistic Doppler conversion are consistent with some of the basic nature of emissions from pulsars and active galactic nuclei: i.e. strong powers are sharply beamed within a given emission cones.

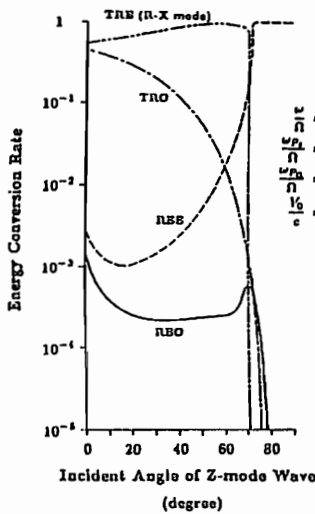


Fig. 1

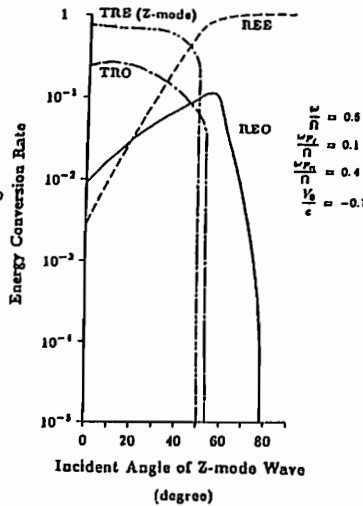


Fig. 2.

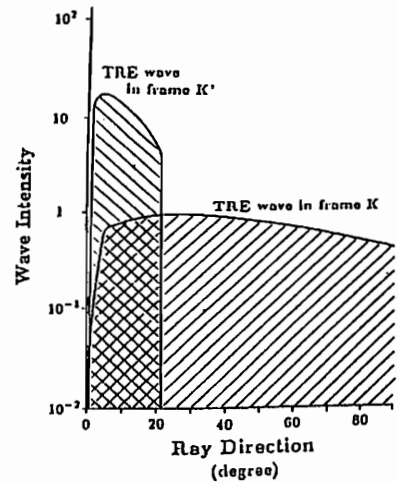


Fig. 3

天野 茂 萩野 竜樹
(名大空電研)

2-DIMENSIONAL SIMULATION OF MAGNETOSHEATH TURBULENCE
DUE TO AN ANISOTROPIC PLASMA PRESSURE MODEL

Shigeru AMANO and Tatsuki OGINO
Research Institute of Atmospherics, Nagoya University

It has been demonstrated from satellite observations that fluctuations of magnetic field are extremely enhanced in the magnetosheath depending on the IMF orientation. We have studied the magnetosheath turbulence by using a 2-dimensional MHD simulation based on the CGL approximation. As the result, it is suggested that the anisotropy of plasma pressure is created due to the bow shock and has responsibility on excitation of the magnetosheath turbulence.

1. まえがき

冠衝撃波 (bow shock) から磁気圏境界までの領域 (10~15Re), magnetosheathでは, 磁場変動が顕著であり, 短時間に大きく変動することが人工衛星観測により知られている (例えば Fairfield, 1976)。本研究では, CGL (Chew, Goldberg and Low, 1956) 方程式を基本とした2次元シミュレーションにより, 冠衝撃波により生成されるプラズマ圧力非等方性が magnetosheath 磁場変動に大きな影響を与えることを示す。

2. 2次元シミュレーションモデル

CGL方程式は $P_{\parallel} = P_{\perp}$ の場合に電磁流体力学 (MHD) 方程式と一致しないため, α と ν_{eq} を導入することにより, 両者を矛盾無く結合する下記の統一的なモデルを採用した。

$$\frac{d P_{\parallel}}{d t} + P_{\parallel} \nabla \cdot \vec{V} + 2 P_{\parallel} \vec{b} \cdot (\vec{b} \cdot \nabla) \vec{V} = \nu_{eq} (P_{\perp} - P_{\parallel}) \quad (1)$$

$$\frac{d P_{\perp}}{d t} + 2 P_{\perp} \nabla \cdot \vec{V} - P_{\perp} \vec{b} \cdot (\vec{b} \cdot \nabla) \vec{V} = \frac{\nu_{eq}}{2} (P_{\parallel} - P_{\perp}) \quad (2)$$

ここに \vec{V} は速度, P_{\parallel} , P_{\perp} は磁場に平行と垂直のプラズマ圧力, \vec{b} は単位磁場ベクトルである。数密度 $n_{sw} = 5 \text{ cm}^{-3}$, 速度 $V_{sw} = 300 \text{ km/s}$ 及び温度 $T_{sw} = 2 \times 10^6 \text{ K}$ のパラメータを持った一様な太陽風が, 初期値として与えた地球ダイポール磁場と相互作用をして得られる準定常状態を調べた。

3. シミュレーション結果

IMFの値を変化させ計算を行った結果の例を図1と2に示す。IMFが北向きの時は, 一様なIMFが零の時に比較して, magnetosheathの磁場変動が大きくなっている。その磁場変動増大の原因, 圧力非等方性の効果による不安定性の励起については講演で述べる。

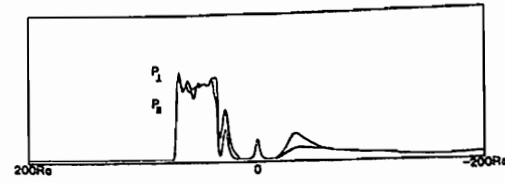
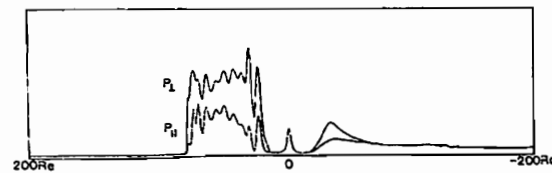
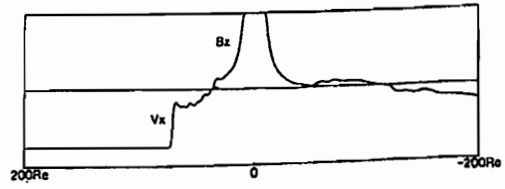
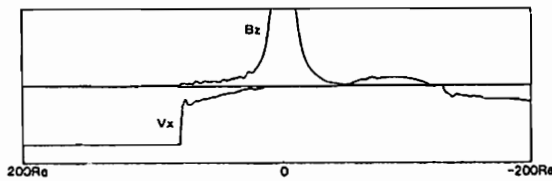


Fig. 1 Magnetospheric configuration on the sun-earth line for northward IMF ($B_z = 5 \text{ nT}$)

Fig. 2 Magnetospheric configuration on the sun-earth line for no uniform IMF ($B_z = 0 \text{ nT}$)

プラズマ・カオスの計算機実験

—宇宙プラズマにカオス現象は見られるか—

臼井 義比古 松本 紘 大村 善治
京都大学超高層電波研究センター

Computer experiments of plasma chaos

— Can chaos phenomena be seen in space plasma ? —

Yoshihiko USUI Hiroshi MATSUMOTO Yoshiharu OMURA
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

Chaos is believed to exist widely in nature. In order to seek for chaos or chaos-related phenomena in space plasmas, we started to understand fundamental properties of plasma chaos with the aid of computer experiments. The research history of "plasma" chaos is rather short and little has been studied. One of the well-known example of plasma chaos is a chaotic oscillation in a Pierce diode under a limited condition.[1] Taking into account a similarity between the Pierce diode and the magnetospheric plasma along the geomagnetic field line - both terminated by highly conductive walls -, we first attempt to conduct an electrostatic fluid simulation of a Pierce diode together with a theoretical analysis. In this presentation, we will show the basic properties of chaos in a Pierce diode revealed by computer experiments. Following this first attempt, we will go forward to improve our model so as to include the effect of the geomagnetic field line.

自然のなかにはカオス的な振舞いをする現象が数多くあるが我々が研究の対象としている宇宙プラズマの中にもカオスの現象が存在しているのではないだろうか。

まず我々はカオスについての基本的な計算機実験を行うことにした。プラズマについてのカオスの研究は現在まだあまり多く為されていない。そこでプラズマ中におけるカオスであって比較的の研究の進んでいる Pierce diode を具体的な実験の例としてとりあげてみた。

Pierce diode は 2 枚の電極の間にプラズマを閉じ込めておきそこに電圧をかけるものである。電界によって極板付近にプラズマ・シースが生じるが極板間にかけた電位差はこのプラズマ・シースに全て吸収され仮想的に電位差が 0 になるところができる。さらにプラズマ・シースの中の電位差によって加速された電子がこの両境界上で電位差零の領域に電子ビームとして

飛び込む。電子ビームは ω_p/V_0 (ω_p : 電子プラズマ周波数、 V_0 : 電子ビーム速度) が一定値を越えると不安定性をひき起こす。さてこの Pierce diode においても普通は不安定性しか起きないのだが、極板の間隔がある特定の長さになると、いわゆる不安定性ではなく、非周期的不規則的なプラズマ振動が見られる事がある。この振動は多くの周波数成分をもちまた極板の間隔を連続的に変化させても時間発展のグラフが不連続的にしか変化しない。これはカオスの典型的な一つの例である。我々はこの不規則な振動(カオス)について 1 次元静電流体コードを作成して計算機実験を行ってみた。

また今後更に両端において電位が一定という境界条件からカオスが起った Pierce diode の類推から磁力線に沿って電子ビームが走る場合に磁気圏中のプラズマに対しても同様のカオスの現象が起るのではないかという立場に立ちモデリング及び計算機実験を行っていく計画である。

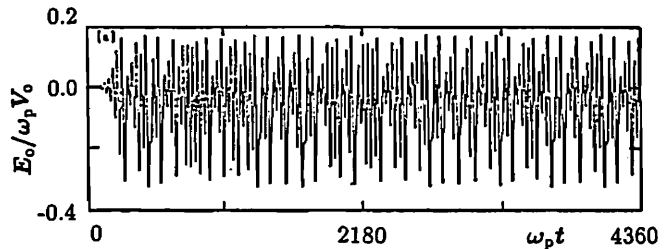


Fig. 1: Time history of nonlinear oscillations in a Pierce diode. After Godfrey, (1987)

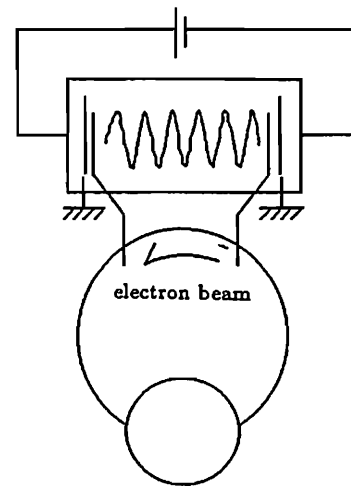


Fig. 2: Analogy of Pierce diode and Magnetospheric plasma along the geomagnetic field line.

参考文献

- [1] B. B. Godfrey Phys. Fluids 30,1553,(1987)

改良型LTSコードを用いた計算機実験による VLFトリガード・エミッションの研究

中山 稔啓 大村 善治 松本 敏
京都大学超高層電波研究センター

A study of VLF triggered emissions with the revised LTS code

Toshihiro NAKAYAMA Yoshiharu OMURA Hiroshi MATSUMOTO
Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

We have studied VLF triggered emissions with the LTS (Long Time Scale) code. In this code, we assume that the VLF whistler mode wave propagates parallel to the geomagnetic field line interacting with counterstreaming resonant electrons, and that the geomagnetic field is a dipole magnetic field. Cold electrons are treated as fluid, and resonant electrons are treated as particles. With these assumptions, we can perform a computer experiment with real parameters of the magnetosphere. The LTS code has been applied to many problems of VLF triggered emissions. However, LTS code could not realize a drastic change of wave frequency because of its algorism. We have revised the LTS code so that it allows a certain change of frequency. We will discuss the algorism of revised LTS code, and present some simulation results with a wide velocity distribution function of resonant particles.

VLFトリガード・エミッションは、その発見以来多くの研究者を魅了してきた。我々の研究グループも1970年代以来この現象の理論的説明を目指して様々な角度から研究を重ねてきた。その中に於て、特にLTSコードは非常に重要な役割を果たした。LTSコードでは、VLFホイッスラーモード波は地球磁場に対して平行伝搬するとし、外部地球磁場は、ダイポール磁場を仮定している。また、コールドな粒子は流体として扱い、共鳴粒子は、個々に運動方程式を解いている。このコードの大きな特徴の一つに実際のスケールを用いたパラメーターを扱えるということが挙げられる。このコードを用いて、我々は様々な計算機実験を行ってきた。これら一連の計算機実験に於て理論だけでは手に入らない多くの問題を解決してきたが、また同時に、従来用いていたLTSコードの問題点も明らかになった。

その一つに、大きな周波数変化が得られないことがあげられる。その原因として、従来のアルゴリズムでは波の位相を決定する際にその波の位相の連続性を仮定していたためと考えられる。つまり、ある空間に於て劇的に周波数が増える場合があったとしても、それが、他の空間の位相によって抑えられてしまう場合があるということである。そこで、その不都合をなくすために、従来のLTSコードを、波の位相の連続性を仮定する事なく、各空間の位置に於て独立に波の位相を決定出来るように改良した。

二つ目に、従来、計算機の能力がネックとなってあまり粒子の速度分布を広げられなかった事が挙げられる。今回、粒子の速度分布をある程度広げることが可能になったことをうけて、なるべく実際の宇宙空間における速度分布に近づけて計算機実験を行っている。発表当日にはその計算機実験の結果を示し、その理論的な説明を含めて、発表を行う予定である。

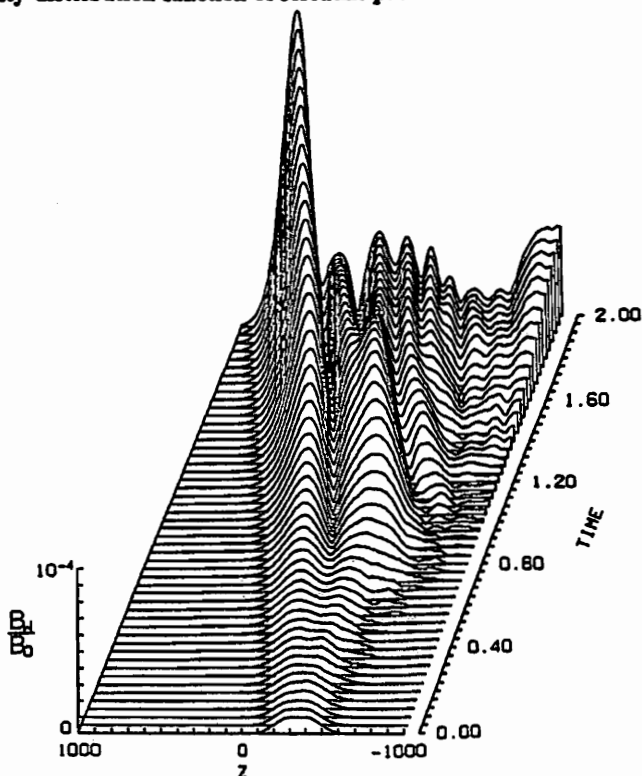


Fig. 1: Time evolution of a whistler mode wave amplitude B_w . We find amplification of a triggering pulse and generation of triggered emissions.

参考文献

- [1] 大村 善治 Ph.D thesis, Kyoto University, 1985.
- [2] 中山 稔啓 京都大学特別研究報告書

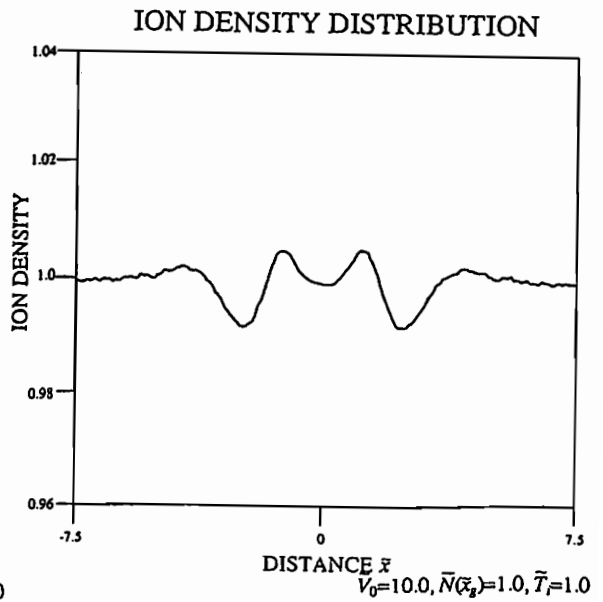
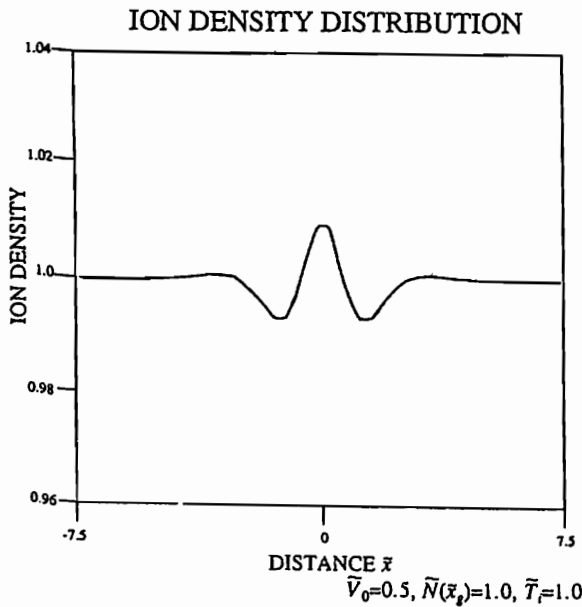
KINETIC EQUILIBRIA OF PLASMA SHEAR LAYERS

D. CAI

Computer Center, Kobe University, Rokko-dai, Kobe 657

The analysis of plasma beam and shear problems in magnetic fields is usually based on a hydromagnetic fluid model. In a low-density collisionless plasma, however, the kinetic effects of the plasma, such as finite Larmor radius effects, are not yet clearly understood. In this paper, the kinetic equilibria of plasma shears in a uniform and fixed magnetic field, with full ion motion, are discussed by solving the Vlasov equation with a given electric field and drift velocity. In this model, the ion density profile through the plasma shear layer is quite different from the one predicted by a hydromagnetic model. Due to a complicated ion gyro-motion through the shear layer, single and double humped ion density profiles are obtained. The dependence on the temperature and on the strength of the shear will be discussed. The results show a significant difference between positive and negative shears.

As shown in the figures below, we could understand the importance of finite Larmor radius effect in plasma shear layers. In order to construct the self-consistent kinetic equilibria of plasma shear layers in a plasma particle simulation, we propose the following steps: (1) Assume a smooth electric polarization field profile, hence of the $E \times B$ drift velocity; (2) Load the ions into the simulation domain in some way consistent with the given field; (3) Calculate the ion density profile $n_i(x)$ by the way mentioned in this paper; (4) Calculate the charge density ρ by Poisson equation from the electric field given in (1); (5) Calculate the electron density $n_e(x)$ by subtracting $\rho/|e|$ from the ion density n_i ; (6) Load the electrons into the simulation domain in such a way to give us the requested electron density $n_e(x)$ (This is easy if we are using either fluid electrons or guiding-center electrons (i.e., ignoring the finite electron gyroradius)).



五十嵐喜良、永山幹敏、貝沼昭司、加藤久雄、大谷晃、竹内鉄雄、猪木誠二
 郵政省 通信総合研究所

IONOSPHERIC DYNAMICS OBSERVATIONS
 WITH THE DIGISONDE 256
 - IONOSPHERIC DISTURBANCES OF MAR. 1989 -

K. IGARASHI, M. NAGAYAMA, S. KAINUMA, H. KATO, A. OTANI, T. TAKEUCHI, S. IGI
 Communications Research Laboratory, MPT

Severe ionospheric disturbances were observed by the digital ionosonde (DIGISONDE 256) and 9B type routine ionosonde in the period of March event, 1989. The virtual height variations of F-layer were compared with the doppler measurements of DIGISONDE 256 and HF doppler measurements. The sense of the doppler shift is well correspond to the variations of h'F. It is also shown that the Digisonde 256 becomes very powerful tool for monitoring the ionospheric dynamics with combining the JY doppler observations.

1989年3月の大規模な太陽フレアに伴う電離圏擾乱を、デジゾンデ256により観測した結果と、同日の電離圏観測結果とを比較し、その関係について報告する。デジゾンデ256の見かけの高さであるh'Fの変動と、同日の電離圏観測結果とを比較し、その関係について報告する。デジゾンデ256の見かけの高さであるh'Fの変動と、同日の電離圏観測結果とを比較し、その関係について報告する。

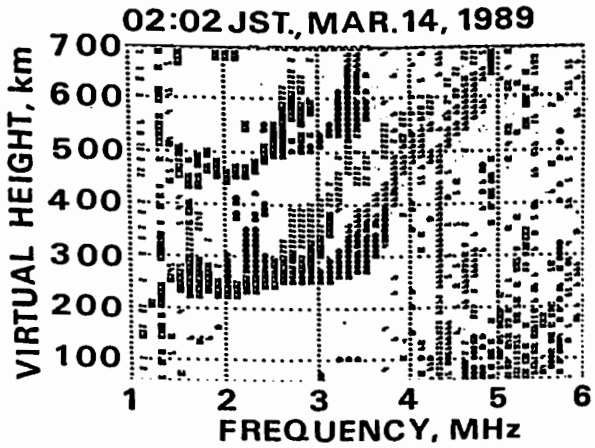


Fig. 1 Doppler ionogram of DIGISONDE 256 (Dark font of echos: a positive doppler, Light font of echos: a negative doppler)

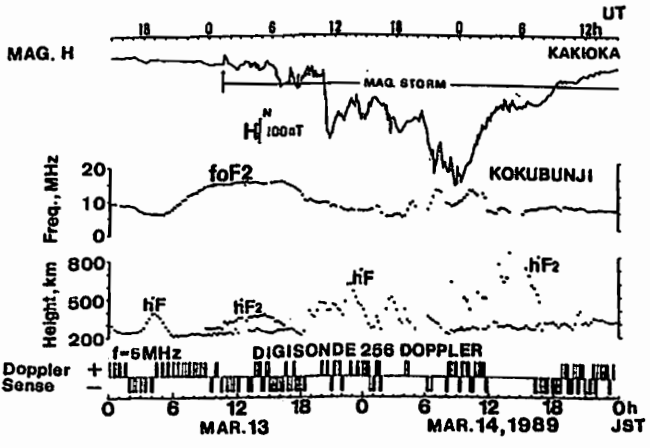


Fig. 2 Variations of doppler sense (f=5MHz) and the ionospheric parameters, h'F etc.

CORRELATION BETWEEN MID-LATITUDE SCINTILLATION AND GEOMAGNETIC STORM AS INFERRED FROM DAILY INDICES IN 1978-1979

Yoshihisa Aida, Yukio Hakura, Hisamitsu Minakoshi

Faculty of Engineering, Saitama University and Communication Reserch Laboratory

Studies of mid-latitude scintillation associated with magnetic storm were reported by many scientists and engineers. Correlation between polar Scintillation and geomagnetic storm is obvious, but in the case of mid-latitude scintillation it is very complicated and incomprehensible.

Since scintillation has seasonal pattern and daily variation, it is difficult to argue correlation with magnetic storm as the time function except for special case. We made daily-index from Kp index and scintillation indices at 136-MHz and analyzed 57 SSC-associated events in 1978-1979 using superimposed epoch method. We found a correlation between both events.

近年、静止衛星の衛星-地球局間の電波伝搬路上に多数のシンチレーションが発生し、その運用に支障をきたしている。

CRL(東京)では136MHz帯ビーコン波を利用してシンチレーション観測を連続して行ってきたが、中緯度地帯でのシンチレーション発生メカニズムははっきりと解っていない。ここでは太陽黒点数増大期であった1978-1979年に発生した57のSSCに伴うシンチレーションについて考察した。

Table 1は2年間の57のSSC時におけるSIの相関の大小を示したもので、ほぼ60%の強い相関がみられた。また時折GHZ帯に及ぶシンチレーションも起きている。

Year	1978		1979	
	SSC	SI	SSC	SI
JAN	○	○	○	○
FEB	○	○	○	○
MAR	○	○	○	○
APR	○	○	○	○
MAY	○	○	○	○
JUN	○	○	○	○
JUL	○	○	○	○
AUG	○	○	○	○
SEP	○	○	○	○
OCT	○	○	○	○
NOV	○	○	○	○
DEC	○	○	○	○

Table 1. Increase of SI index on ssc in 1978-1979. (◎:intense correlation ○:correlation ×:no correlation)

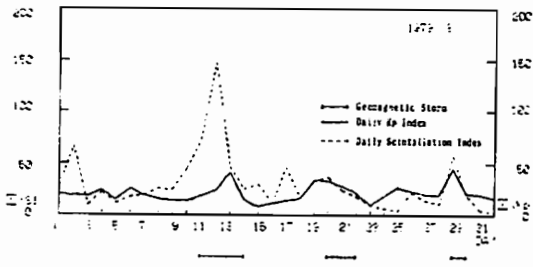


Fig.1. Kp - SI Daily indices on August, 1979.

中緯度地帯では太陽高度の高い夏季にシンチレーションが多く発生している。季節変化が卓越している上に日変化も著しいのでシンチレーションと地磁気嵐の相関を論ずるには日々変化指数を用いることが適当である。Fig.1は1979年8月のKp-SIの日々指数で、地磁気嵐発生時のKp増大にともない、SIの増加が見られる。

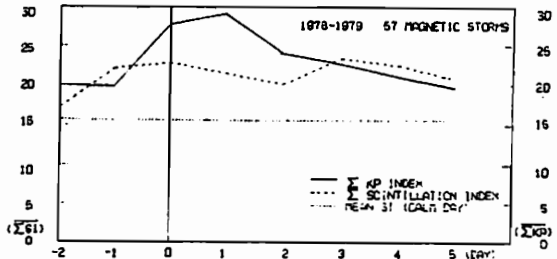


Fig.2. Correlation between Kp and SI on 57 events in 1978-1979.

Fig.2は2年間の57のイベントについてsuperimposed epoch methodによって表したもので、Kp-SIの顕著な相関が見られ、SIは静穏時より50%程度高い。これらの考察から中緯度地帯で地磁気嵐発生に伴いシンチレーションが頻繁に起こることが解った。

渡辺隆 (筑波大物理) ・小川利紘 (東大理)

DEVELOPMENT OF ROCKET-OZONESONDE USING METEOROLOGICAL ROCKETS

Takashi WATANABE¹ and Toshihiro OGAWA²

1: Institute of physics, University of Tsukuba

2: Geophysics Research Lab., University of Tokyo

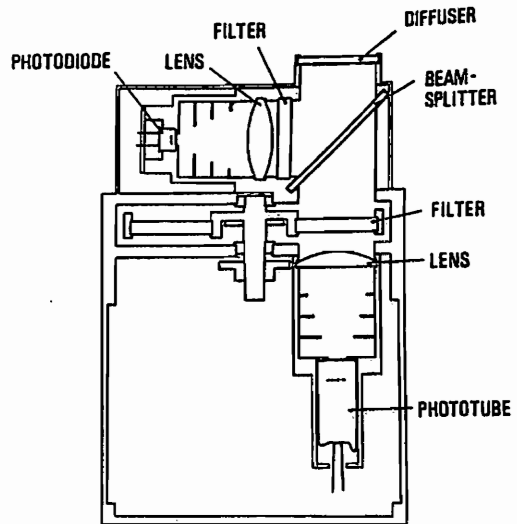
Rocket ozonesonde using MUV absorption method has been developed for MT-135 rocket to measure stratospheric ozone concentration. The sensor continuously measures solar radiation intensity at four different wavelengths during its descending stage with parachute. A quartz diffuser plate has been employed instead of a mechanical sun tracker.

上部成層圏高度のオゾンはNO_xやハロカーボン等の自然あるいは人工起源の成分の変動に対して非常にsensitiveであることが光化学理論により指摘されており理論の正否を観測のよって確かめることが必要である。また長期的変動についても現在観測データが十分とはいえずこれをモニターすることも重要である。ロケットによるオゾン観測は上部成層圏の観測に適しているのも重要でありさらに衛星観測などのためのground truthとしての重要性も持つ。我々は精度の高いオゾン密度高度分布の観測装置としてMT-135型ロケットを用いた成層圏オゾン測定装置の開発を行ったのでその概要を報告する。これは太陽紫外吸光法の原理を用いこれをドロップゾンデ方式によって成層圏をゆっくり降下させることによりオゾン観測を行うものである。MT-135ロケットによる実験は昨年度スタートしたがロケット機体部の故障などによりデータを取得することができなかつた。本年度9月に再度実験を予定しているため観測結果についても講演に間に合えば報告したい。

製作したオゾン観測装置の光学系(図)は石英拡散板を光入射部に用いた4チャンネルフィルタ回転式紫外放射計である。観測波長は4波長(266, 291, 300, 307nm)。レファレンス波長としてオゾンの吸収の無視できる420nmの強度を測定する。4枚のフィルターを乗せたフィルターホイールの回転によ

り観測波長の切り替えをおこなう。観測器のデータはこれら4波長の光強度データ、及びレファレンス波長の光強度データの5種類と、温度センサーからの温度データの合計6種類のデータである。またパラシュート(ペイロード)の下降中の速度からは風のデータが得られる。

またデータ伝送方式や地上データ処理装置などにも新たに開発されたものを使用しておりこれらのシステムの概要についても簡単に紹介する。



岩上直幹
東大理

INTERNATIONAL INTERCOMPARISON OF GROUND MEASUREMENT OF ATMOSPHERIC NO₂

Iwagami, N

GRL U Tokyo

An intercomparison campaign will be held at Jungfraujoch Observatory, Swiss in September 1989 with 3 groups of participants from U Liege, CNRS and U Tokyo to find out the systematic difference among their measurements.

成層圏光化学過程の理解の深化のためには、緯度・季節と偏りのない高精度の気体密度測定が大量に必要なことは自明であるが、1980年代になって異なる測定方法間の系統誤差を除くことの重要性が強く認識され、これまでもBIC, BIOCなどの国際測器相互比較が行われてきた。

今回の相互比較キャンペーンは1989年9月上旬、スイスアルプス山中のユングフラウヨッホ観測所(標高3580m)において、ベルギー・リエージュ大学(6.3 μ m, 3.3 μ m赤外吸収法)、仏CNRS(0.4 μ m可視吸収法)および東京大学(0.4 μ m可視吸収法)が参加して、大気NO₂地上測定の相互比較を行うことを目的としている。

前二者は今年3月、すでにニュージーランドDSIR(可視吸収法)との相互比較を行っており、今回で四者間の比較が完了すれば、これまで地球上の異なる地点で得られてきた測定データを統一的に扱うことが可能となり、成層圏光化学モデルの高精度化に有益な情報をもたらすであろう。

BIC2(大気球国際比較キャンペーンII)のNO₂測定比較結果。オックスフォード(赤外PMR)と他者との間の大きな系統差の他、仏ONERA(赤外吸収)と東京(可視吸収)間の差にも注意。

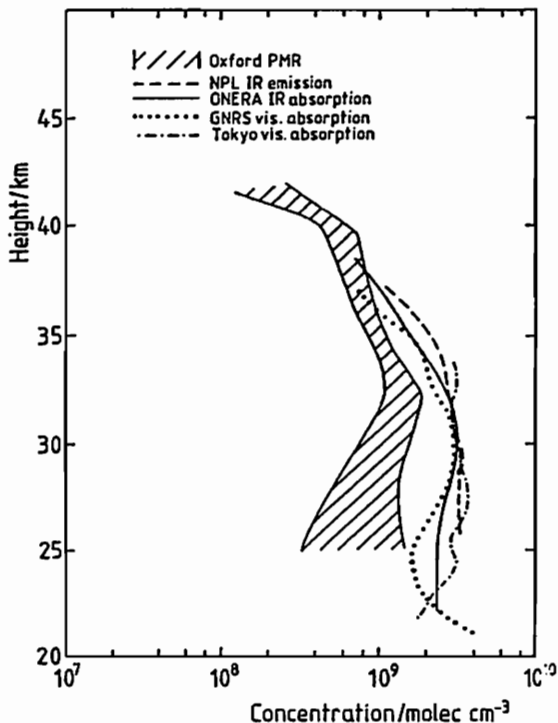


Figure 1: NO₂ measured during the 2nd intercomparison flight, June 1983.

P-65 ファブリーペロードップラーイメージングシステム (FPDIS) によるオーロラ分光観測装置の開発

中島英彰 岡野章一 塩川和夫 福西浩 (東北大理) 小野高幸 平澤威男 (極地研)

Development of a Fabry-Perot Doppler Imaging System

Nakajima H.¹, S. Okano¹, K. Shiohawa¹, H. Fukunishi¹, T. Ono², and T. Hirasawa²
 1: Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University
 2: National Institute of Polar Research

We have developed a Fabry-Perot Doppler Imaging System (FPDIS) which enables us to measure 2-dimensional distributions of the Doppler shift and Doppler width of aurora and/or airglow emission lines. The FPDIS is consisted of a servo stabilized piezo scanned Fabry-Perot etalon with a clear aperture of 116mm and an optical video disk recorder for data acquisition. The system is now under test operation of airglow emission at Zao Observatory and will be operated at Syowa Station, Antarctica for the study of thermospheric dynamics at high latitudes.

天空の広範囲にわたる輝線ドップラー量の2次元観測を目的として、我々はファブリーペロードップラーイメージングシステム (FPDIS) の開発を進めてきたが、口径60mmのエタロンを用いたプロトタイプでの経験に基づき新たに口径116mmでサーボ安定化ピエゾ素子走査のエタロンを用いたシステムを製作した。
 新システム全体の構成図を図1に示す。FOV 150度の対物魚眼レンズから入ってきた光学像はリレーレンズを経て縮小され、平行光線になってファブリー

ペローエタロンを通し、その後、フォトセンサで検出される。この際、CMOSイメージングヘッドを用いて、4096枚の重ね合わせ画像を得る。このシステムは、He-Neレーザーを用いたもので、口径116mmのエタロンを用いている。また、このシステムは、サーボ安定化されたピエゾ素子走査のエタロンを用いている。このシステムは、口径60mmのエタロンを用いたプロトタイプでの経験に基づき新たに口径116mmでサーボ安定化ピエゾ素子走査のエタロンを用いたシステムを製作した。
 新システム全体の構成図を図1に示す。FOV 150度の対物魚眼レンズから入ってきた光学像はリレーレンズを経て縮小され、平行光線になってファブリー

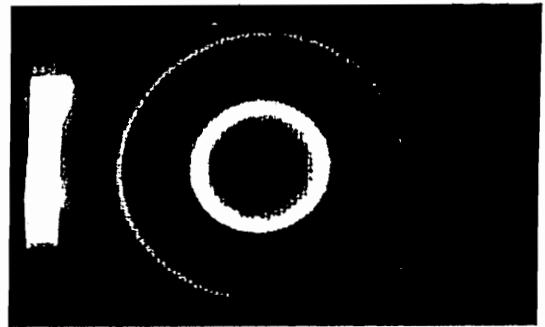
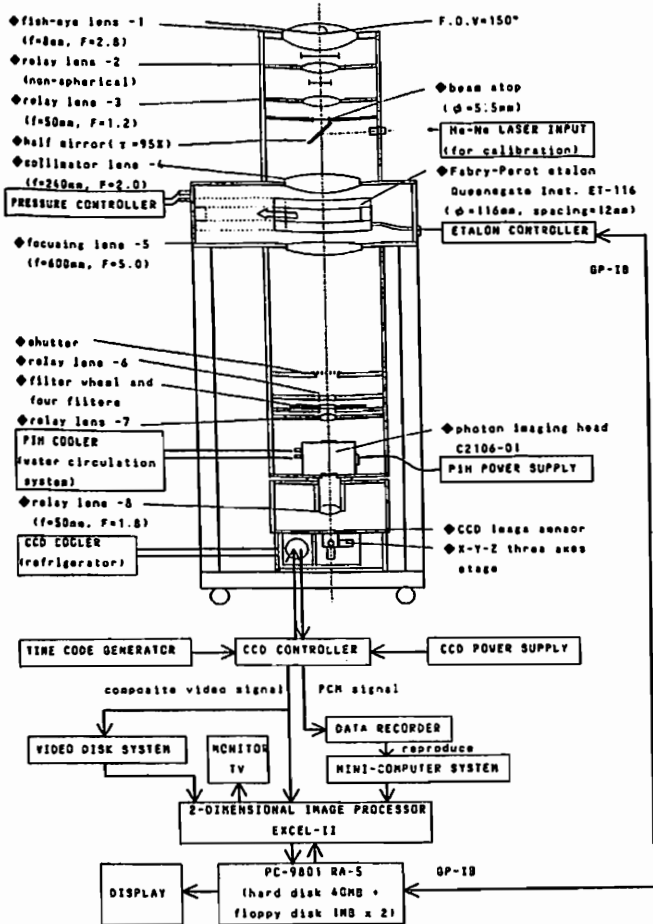


図2 He-Neレーザーフリッジ像 (二値化後、4096枚重ね合わせ)

図1 FPDIS新システムの構成図

杉山卓也

村岡良和

京大理

兵庫医大物理

FORMATION OF WATER CLUSTERS AND THE SPECULATE TEMPERATURE OF THE MESOPAUSE.

T. SUGIYAMA and Y. MURAOKA

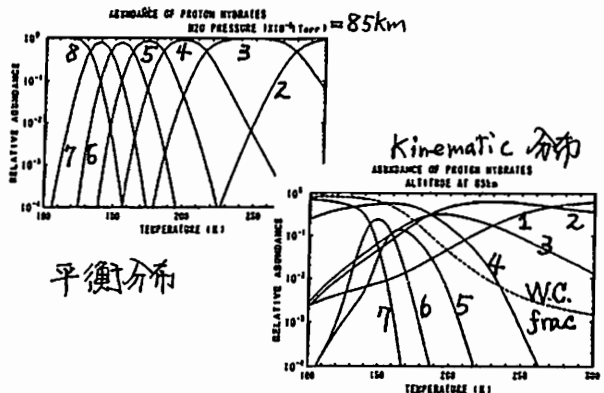
KYOTO UNIVERSITY, HYOGO COLLEGE OF MEDICINE

We speculate the temperature accounting for the observed water clusters around the mesopause. Presence of the $H^+(H_2O)_2$ may suggests that the excited NO^+ cluster converts to $H^+(H_2O)_2$ rather than the entrance to the $H^+(H_2O)_3$ of the Reid's model. With use of the excited NO^+ cluster model, we estimate the temperature at the transition hight as 170K. ($n_e=10^3/cm^3$, at 85km), and the temperature as 170K at 85km where $n=4-5$ dominates. Thus we conclude that the water clusters can be formed at the 'standard' mid latitude mesopause temperature.

中間止圏の水クラスター, $H^+(H_2O)_n$ の形成の最近の興味を概括し, その形成に最も敏感な温度に注目して議論する. 理論的な水クラスター形成スキームはそれまでの実験室データを集約した Reid Model (Planet. Space Sci., 25, 275 1977) が与える. それ以後の観測的研究は以下のようなものである.

1. June 10, 1975 の Flight, [Arnord & Joos, GRL. 6, 763, 1979]. $n=2$ の存在.
 2. June 30, Aug. 13, 1978: Noctilucent cloud multinational rocket Campaign; [Bjorn et al., JGR 90, 7985, 1985; Kopp et al, 90, 1304, 1985]. $n=21$ まで
 3. VHF Rader Return における水クラスターの役割の示唆 [Kelley et al GRL 14, 1031, 1987].
 4. 衛星観測による NLC - Rader Return の相関 [Jensen et al, GRL 15 315 '88].
- 水クラスター形成論は, A) NO^+ クラスターから $H^+(H_2O)_n$ へ; $n=2$ か 3 か? B) $n < 8$ までの内部分布については実験室データがある. C) $n=21$ までの観測, 及びそれ以上の NLC にいたる ion nucleation process, に分けられる. C) は最も

不確かな部分であり今後の研究課題である. ここでは, A) B) 段階で決まる温度の推定を述べる. A) では遷移高度〜レッジ高度が n と T で決まることを用いる. 85km, $n_e=10^3/cm^3$ で, 入口が $n=3$ である Reid model なら $T=140K$ 弱, $n=2$ の励起クラスター model [Sugiyama, JGR, 93, 11087 '88] なら $T=170K$ を与える. B) では内部分布が $n_e, [H_2O]$ と T によるが, もっとも鋭く T に依存することを用いる. 最終結合の効果で kinematic simulation では平衡分布より n の小さい側に寄ると共に複雑になる. 観測にみる $n=4\sim5$ のピークに対して我々は $T=160\sim170K$ を与え (85km, $H_2O=5.6ppm$) 中緯度の '標準的' な中間止圏温度でも水クラスター形成を予想する.



水本政宏・津田敏隆・加藤進・深尾昌一郎
(京都大学超高層電波研究センター)A Analysis of Vertical Wavenumber Spectra of Normalized Temperature Perturbation
and Brunt-Väisälä Frequency Squared in the Troposphere and Lower StratosphereMasahiro Mizumoto, Toshitaka Tsuda, Susumu Kato, Shoichiro Fukao
(Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University)

We have analyzed vertical wavenumber spectra of normalized temperature perturbation T'/T and Brunt-Väisälä frequency squared N^2 observed by radiosondes in the 2.0~8.5km (troposphere) and 18.5~25.0km (lower stratosphere) altitude ranges. A slope of the vertical wavenumber spectra was -3 for temperature perturbation and -1 for N^2 in the wavenumber range 6.0×10^{-4} to 3.0×10^{-3} (c/m), which corresponded with a saturated gravity wave theory. However, spectral amplitudes in the summer stratosphere were significantly smaller than the theoretical prediction, again suggesting that gravity waves were not saturated in the summer stratosphere.

風速や大気温度の揺らぎは、一般に内部重力波がランダムに重畳したものであると考えられているため、内部重力波に関する研究は近年盛んに行われている。

飽和重力波理論によると、正規化した大気温度の変動 T'/T 、及びプラント・パイサラ周波数の2乗 N^2 の飽和鉛直波数スペクトルは、

$$F_{T'/T}(m) = \frac{N^4}{10g^2m^3}, \quad F_{N^2}(m) = \frac{N^4}{10m}$$

で与えられる (Fritts et al., 1988; 津田 et al., 1989)。そこで、背景の N^2 が比較的一定である 2.0~8.5km (対流圏) 及び 18.5~25.0km (下部成層圏) を対象高度領域として、それぞれ、 $F_{T'/T}(m)$ と $F_{N^2}(m)$ を求めた。1987年6月30日から9月4日までに34回打ち上げられたラジオゾンデのデータから得られた鉛直波数スペクトルの平均をとったものが、図1の $F_{T'/T}(m)$ のプロファイルであり、同様に1986年12月22日から1987年2月25日までの31個の鉛直波数スペクトルの平均プロファイルが図2である。なお破線は波数領域が $6.0 \times 10^{-4} \sim 3.0 \times 10^{-3}$ (c/m) の、飽和重力波理論による鉛直波数スペクトルを表す。図1及び図2より $F_{T'/T}(m)$ の傾きは -3 、また $F_{N^2}(m)$ の傾きは -1 であり、これは上式の理論式と一致するが、図1において夏の下部成層圏でのスペクトル強度は理論スペクトルより小さくなっており、このことは夏の下部成層圏では重力波は飽和していないことを表すと考えられる。以上の考察を鉛直波数スペクトルの季節変化にまで拡張する。

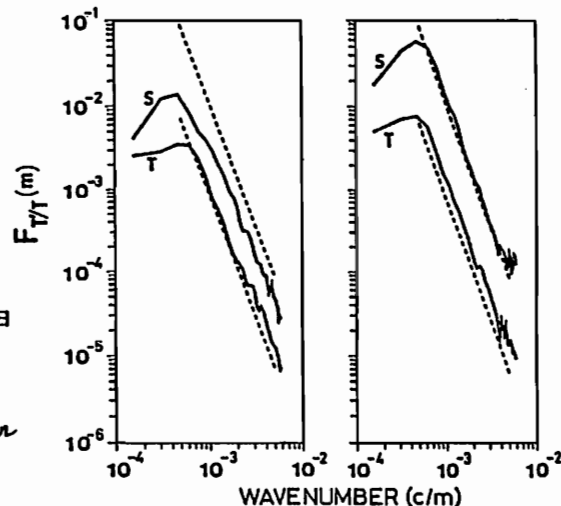


図1:
1987年6月30日から9月4日
までに34回打ち上げられた
ラジオゾンデによって得ら
れた正規化温度の鉛直波数
スペクトルの平均プロファイル

図2:
1986年12月22日から1987年
2月25日までに31回打ち上げ
られた正規化温度の鉛直波数
スペクトルの平均プロファイル

村山泰啓、津田敏隆、山本衛、加藤進、深尾昌一郎
 京都大学超高層電波研究センター

Seasonal Variation of Gravity Wave Activity
 in the Middle Atmosphere Observed by the MU Radar

Yasuhiro Murayama, Toshitaka Tsuda, Mamoru Yamamoto,
 Susumu Kato, Shoichiro Fukao
 (Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University)

It has been reported that the slope of vertical wavenumber spectra of both wind velocity and temperature fluctuations becomes -3 at large wavenumbers, which is explained by the saturated gravity wave theory [Smith et al, 1987].

We have monitored mesospheric wind motions with the MU radar for three years starting from December 1985. Observations are conducted for 5 successive days in each month. The observed vertical wavenumber spectra agree quite well with the model spectrum, suggesting that gravity waves in the mesosphere are saturated throughout a year. We also discuss comparisons of the spectra with other results obtained by radiosonde, rocketsonde and lidar observations.

1985年12月から1988年12月までのおよそ3年間の、MUレーダーによって観測された中間圏の風速データを用いて、重力波活動度および鉛直波数スペクトルについて解析を行った。

風速の変動分の鉛直波数スペクトルが、高波数部分では波数 m の -3 乗 (m^{-3}) に比例することは以前より知られていた。Smith et al.(1987) はこれにはじめて物理的根拠を与え、重力波の飽和スペクトルであるとして、次のモデルを提案した。

$$F_u(m) = \frac{N^2}{6m^3} \quad \begin{array}{l} N : \text{Brunt-Väisälä frequency} \\ m : \text{vertical wavenumber} \end{array}$$

このモデルと、MUレーダーで得られた風速データから計算された鉛直波数スペクトルとの比較を図1に示す。破線はプラント-バイサラ周波数の2乗 N^2 が $5.1 \times 10^{-4}(\text{rad}^2/\text{sec}^2)$ のときの飽和モデル、実線は観測されたスペクトルである。ここでは冬と夏の場合を1例ずつ示すがどちらも飽和モデルとよい一致を示し、中間圏では重力波が飽和していると考えられる。一方、内之浦で打ち上げられたロケットゾンデによって観測された、成層圏の風速の変動分の鉛直波数スペクトル(図2)は破線の飽和モデルと一致せず、重力波が飽和していないと考えられる。

前回の発表で、重力波エネルギー、運動量フラックスの季節変化を示し、中間圏上部で平均風を加速している様子を報告したが、それ以下の高度では重力波が飽和せず、下層大気での運動量をほとんど散逸せずに中間圏まで重力波が伝搬していることが今回の結果で裏付けられた。

このほか、ラジオゾンデ及びライダーで観測された上部成層圏および下部中間圏の鉛直波数スペクトルについてもあわせて発表する。

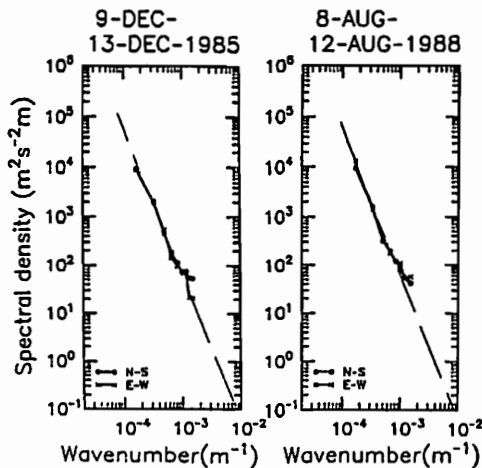


Fig.1 Mesospheric vertical wavenumber spectra of radial wind fluctuations observed by the MU radar. The observed spectra(solid line) agree with the model spectrum(dashed line) both in winter(left) and in summer(right).

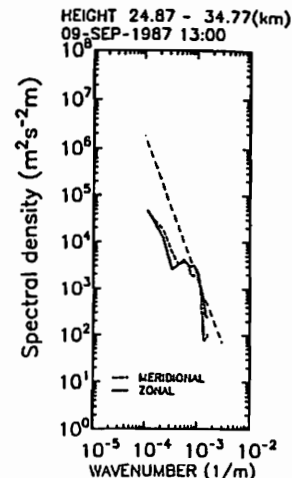


Fig.2 Vertical wavenumber spectrum of horizontal wind fluctuations in the stratosphere observed by a rocketsonde launched at Uchinoura on September 9, 1987.