

第21回
極域における電離圏磁気圏
総合観測シンポジウム
プログラム

The Twenty-First Symposium
on Coordinated Observations of the Ionosphere
and the Magnetosphere in the Polar Regions

Programme and Abstracts

1997年7月24日(木)～7月25日(金)

July 24-25, 1997

国立極地研究所

National Institute of Polar Research
Tokyo, Japan

第21回

極域における電離圏磁気圏

総合観測シンポジウム

プログラム

1997年 7月24日 (木) 9時50分～17時57分

7月25日 (金) 9時30分～17時24分

会場：国立極地研究所 管理棟6階講堂

主催：国立極地研究所

Time Table

◆ 第一日目 7月24日 (木)

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
所長挨拶		中間圏・熱圏 (10:00 ~ 11:48)		HF / VHF レーダー (12:45 ~ 15:45) ■ 休憩 12分		EISCAT レーダー (15:45 ~ 16:45)		極域現象 共役性 (16:45 ~ 17:57)		懇親会 (18:30 ~ 20:30)	

◆ 第二日目 7月25日 (金)

10	11	12	13	14	15	16	17
オーロラ (9:30 ~ 10:30) ■ 休憩 12分		脈動・波動 (10:42 ~ 14:00) ↑ 昼食 (11:54 ~ 13:00)		太陽風・磁気圏 (14:00 ~ 17:24) ■ 休憩 12分			

=====

国立極地研究所
第21回極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム

=====

◇ 7月24日(木)

挨拶 平澤威男 国立極地研究所長 (9:50 ~ 10:00)

● 中間圏・熱圏 (10:00 ~ 11:48) (座長 岡野章一)

- 1-01 山本博聖・牧野忠男・関口宏之・松尾雄大 (立教大・理)
メソポーズ領域の大気温度の観測
- 1-02 堤 雅基・岡野章一・田口 真・岡田雅樹・江尻全機 (極地研)
OI557.7 大気光全天イメージング観測による微細スケール内部重力波パラメータの推定
- 1-03 石井 守・村山泰啓 (通総研) 山本 衛・深尾昌一郎 (京大・超高層)
SEEKにおける下部熱圏中性風速の推定 --- FPI、MFレーダー、TMA実験 ---
- 1-04 岡野章一 (極地研) 竹下 秀 (東海大) 田口 真 (極地研)
A new optical calibration facility at NIPR for aurora / airglow measurements using a 1.9-m integration sphere
- 1-05 杉山卓也 (京大・超高層) 堤 雅基 (極地研) 中村卓司・深尾昌一郎 (京大・超高層)
南半球夜光雲を偏光 CCD カメラで監視する計画
- 1-06 川原琢也・北原 司・小林史利・野村彰夫・斉藤保典 (信州大・工)
南極昭和基地における Na 温度測定ライダー観測
- 1-07 M. Conde・R. W. Smith (Univ. of Alaska)
Observations of Thermospheric Horizontal Wind Abatements Following Auroral Breakups
- 1-08 坂野井 健・福西 浩 (東北大・理) 岡野章一 (極地研)
南極昭和基地におけるファブリーペロードップラーイメージング観測
- 1-09 柴崎和夫 (國學院大)
衛星データによる高エネルギー粒子降り込みがオゾンに与える影響の検出可能性

//////// // 昼食 // (11:48 ~ 12:45) //////////

1-10 佐藤夏雄 (極地研)

SuperDARN の概要と動向

1-11 山岸久雄・行松 彰・佐藤夏雄・菊池雅行 (極地研) 第38次南極観測隊宇宙部門

昭和基地 HF レーダーの現況報告 - 送受信系について -

1-12 行松 彰・渡辺正和・菊池雅行・山岸久雄・佐藤夏雄 (極地研)

昭和基地 SuperDARN HF レーダー二基運用とその初期結果

1-13 行松 彰・渡辺正和・岡田雅樹・菊池雅行・山岸久雄・佐藤夏雄 (極地研)

極地研に於ける SuperDARN HF レーダーの解析ソフトウェアの発展とデータベースの構築

1-14 五十嵐喜良・國武 学 (通総研) 野崎憲朗 (通総研・平磯) 菊池 崇・森 弘隆 (通総研)

CRL のアラスカプロジェクトにおける熱圏観測レーダ計画

1-15 五十嵐喜良・國武 学・大高一弘 (通総研)

昭和基地 VHF オーロラレーダ (STARS) による電離圏ダイナミックの観測

1-16 小川忠彦・西谷 望 (名大STE研) M. Pinnock (BAS) 佐藤夏雄・山岸久雄・行松 彰 (極地研)

南極 HF レーダーで観測された IMF 静穏時の Polar Patch

1-17 西谷 望・小川忠彦 (名大STE研) 佐藤夏雄・山岸久雄 (極地研)

惑星間空間南北磁場の急激な変化に伴う電離圏対流のダイナミクス

1-18 菊池 崇 (通総研) M. Pinnock・A. Rodger (BAS) 渡辺正和・行松 彰・山岸久雄・佐藤夏雄 (極地研) H. Luehr (GFZ) SuperDARN Group

Evolution of directly driven electric fields during a substorm as observed with the Super-DARN and ground magnetometer chain

////////// ■ コーヒーブレイク ■ (14:33 ~ 14:45) //////////

1-19 渡辺正和 (極地研) M. Pinnock・A. S. Rodger (BAS) 佐藤夏雄・山岸久雄・行松 彰 (極地研)

R. A. Greenwald (JHU/APL) J.-P. Villain (Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement)

M. R. Hairston (Univ. of Texas)

サブストーム開始の予兆：短波レーダーによる観測

1-20 門倉 昭 (極地研) M. Pinnock (BAS) 「あけぼの」ATV 班

A case study of a substorm observed with AKEBONO UV imager and Halley HF radar

1-21 利根川 豊・櫻井 亨・市川正裕・青木真一 (東海大) 佐藤夏雄・山岸久雄・行松 彰 (極地研)

山本達人 (宇宙研) SuperDARN PIs

SuperDARN と GEOTAIL 同時観測による昼側磁気圏境界面変動と極域電離層擾乱

1-22 國武 学・五十嵐 喜良 (通総研) 行松 彰・山岸 久雄・佐藤 夏雄 (極地研)
Syowa VHFレーダーとHFレーダの比較解析

1-23 野崎憲朗 (通総研・平磯) 山岸久雄・堤 雅基 (極地研) 西野正徳 (名大STE研) 池神優司
(名大STE研・母子里)
北海道母子里レーダの高精度化

● EISCATレーダー (15:45 ~ 16:45) (座長 藤井良一)

1-24 大山伸一郎・野澤悟徳・S. Buchert・藤井良一 (名大STE研) 石井 守 (通総研) EISCAT - FPI
同時観測グループ
1997年1月~2月における EISCAT レーダー - FPI 同時観測による熱圏中性風の研究

1-25 前田佐和子・藤原 均 (京都造形芸大) 野澤悟徳 (名大STE研)
EISCAT IS レーダによる磁氣的静穏時の E 層中性風高度分布の観測

1-26 柴田 喬 (電通大) 藤井良一 (名大STE研) K. Schlegel (MPAE)
EISCAT KST レーダーで観測した極域下部 F 層領域における大気重力波の鉛直方向減衰率

1-27 藤井良一・S. Buchert・野澤悟徳 (名大STE研)
電離圏イオンの運動方向と磁力線との関係について

1-28 渡部重十・吉田直文・勝山公人・福西 浩 (東北大) 阿部琢美 (青山学院大) 佐川永一 (通総研)
藤井良一 (名大STE研) あけぼの - EISCAT 共同研究グループ
EISCATとAkebono/SMSによる極域電離圏イオン加熱と流出の同時観測

● 極域現象共役性 (16:45 ~ 17:57) (座長 西野正徳)

1-29 加藤賢一 (通総研) 山岸久雄・佐藤夏雄 (極地研)
イメージングリオメータで観測されたインパルス的な CNA 変動

1-30 藤田裕一・山岸久雄・佐藤夏雄 (極地研)
共役イメージングリオメータで観測された CNA ドリフト

1-31 西野正徳 (名大STE研) 佐納康治 (朝日大) 佐藤夏雄・山岸久雄 (極地研) 賀 龍松・
胡 紅橋・劉 瑞源 (中国極地研)
イメージングリオメータによるポーラキャップ / カスプでの南北共役点観測

1-32 山岸久雄・佐藤夏雄・菊池雅行 (極地研) 卷田和男 (拓殖大) 西野正徳 (名大STE研)
佐納康治 (朝日大) P. Stauning (デンマーク気象研) 劉 瑞源 (中国極地研)
極冠域での地磁気共役点 - 南極中山基地、スバルバル、グリーンランドでのオーロラ、CNA 観測 -

1-33 楊 恵根 (京大・理 / 中国極地研) 亀井豊永・荒木 徹・家森俊彦 (京大・理) 佐藤夏雄・門倉 昭
(極地研) 港屋浩一 (電通大)
The Conjugacy of Long Periodic Auroral Luminosity Pulsations

1-34 田口 真・江尻全機・岡野章一（極地研） 川原琢也（信州大） 岡田雅樹（極地研）
月周回衛星からの共役点オーロラの同時撮像観測計画

////////// ▼ 懇親会 ▼ (18:30 ~ 20:30) //////////

◇ 7月25日（金）

● オーロラ（9:30 ~ 10:30） (座長 麻生武彦)

2-01 宮岡 宏・海老原祐輔・江尻全機（極地研）
極冠域オーロラの2次元微細構造とダイナミックス

2-02 麻生武彦（京大） 江尻全機（極地研） 浦島 智（京大） Å. Steen・U. Brändström・B. Gustavsson・
A. Pellinen-Wannberg・I. Häggström（スウェーデンスペース物理研） C. Carlson（カリフォルニア大）
D. M. Klumpar（ロッキードパロアルト研） C. Cattell（ミネソタ大）
オーロラのALISによる多点トモグラフィとFAST-EISCATとの同時観測

2-03 卷田和男（拓殖大） 鮎川 勝（極地研） 西野正徳（名大STE研） P. Newell・C.-I. Meng
（APL/JHU）
静穏時及び擾乱時における高緯度オーロラ

2-04 恩田邦蔵（東京理大） 宮岡 宏（極地研） 市川行和（宇宙研） 江尻全機（極地研）
Altitude distribution of the ratio of auroral photoemission rate of the oxygen red and green lines to that of
the first negative band system of N_2^+ at λ 427.8 nm observed by the sounding rocket

2-05 瀧澤博和・森岡 昭・三澤浩昭・高橋幸弘（東北大・理） 宮岡 宏・佐藤夏雄（極地研） 向井利典
（宇宙研）
あけぼの衛星で観測された電子降下と昭和基地におけるオーロラの同時比較

////////// ■ コーヒーブレイク ■ (10:30 ~ 10:42) //////////

● 脈動・波動（10:42 ~ 14:00） (座長 湯元清文 / 坂 翁介)

2-06 村田健史・山口弘市（愛媛大・工） 橋本弘蔵・松本 紘（京大・超高層） W. Kurth（NASA/GSFC）
磁気圏内でのAKRの伝搬と plasmopause境界の評価 - GEOTAILとPOLARによるAKR同時観測

2-07 松尾敏郎（京大・工） 西山俊宏（富士通） 木村磐根（大阪工大）
磁気圏プラズマの不規則構造を考慮したオーロラヒスの伝搬ベクトル解析

- 2-08 坂 翁介 (国立久留米高専)
衛星磁場データからみた Pi 2 開始の 1 分間に起こる磁気圏現象
- 2-09 坂田圭司・桜井 亨・利根川 豊・坂田俊文 (東海大) 山本達人・向井利典・鶴田浩一郎 (宇宙研)
Onset relation between ground Pi2 and magnetotail substorm signatures
- 2-10 酒井智弥・島倉 信 (千葉大)
MUSIC 法による VLF 波動の偏波推定
- 2-11 魚住禎司・湯元清文 (九大・理) S. I. Solov'yev (IKFIA) E. F. Vershinin (IKIR)
The transfer characteristics of Pi2 magnetic energy

////////// ▮ 昼食 ▮ (11:54 ~ 13:00) //////////

- 2-12 佐藤光輝・福西 浩 (東北大・理) L. T. Lanzerotti (ベル研究所)
南極無人観測所 (AGO) 網で観測された Magnetic Impulse Event とそれに伴う Pc1 burst 現象
- 2-13 湯元清文 (九大・理) CPMN Group
Peculiarities of Geomagnetic Pulsations Observed at Global Network Stations
- 2-14 池田 慎 (武蔵大)
モード結合方程式によって計算された極域電離層中 HF 帯電波の振幅分布について
- 2-15 藤田 茂 (気象大) 中田裕之 (京大・理) 糸長雅弘 (九大・工) 吉川顕正 (九大・理)
磁気圏・電離圏結合系での電磁流体波動の固有値解析
- 2-16 菊池雅行・行松 彰・岡田雅樹・山岸久雄・佐藤夏雄 (極地研)
昭和基地における超高層モニタリングデータ収録システム

● 太陽風・磁気圏 (14:00 ~ 17:24) (座長 家森俊彦 / 渡辺 堯)

- 2-17 渡辺 堯・神取たか子 (茨城大・理)
太陽地球系現象と極域大気環境
- 2-18 吉村令慧・家森俊彦 (京大・理) 行松 彰 (極地研)
サブストーム開始に伴う極域電磁場分布の変化
- 2-19 家森俊彦・吉村令慧・楊 惠根・河野美樹・竹田雅彦・亀井豊永・能勢正仁 (京大・理) 行松 彰
(極地研)
地磁気毎分値で見た PARTIAL RING CURRENT 発達に伴うグローバル等価電流系の時間変化
- 2-20 田口 聡・藁科正秀 (電通大)
IMF 北向き時における昼側極域電離圏対流のコントロールパラメタ

2-21 中村るみ・国分 征 (名大STE研) 長井嗣信 (東工大) 向井利典・山本達人 (宇宙研)
サブストームに伴う磁気圏近尾部での圧力変動

2-22 小原隆博・田 光江・長妻 努・佐川永一 (通総研・平磯)
放射線帯電子の磁気嵐・磁気圏嵐に対する応答 - 「ひまわり」搭載・宇宙環境モニター観測結果 -

2-23 長妻 努・小原隆博 (通総研・平磯)
Sc/Siに伴う静止軌道での高エネルギー電子フラックス変動

2-24 小林拓恵・森岡 昭・三澤浩昭 (東北大・理) 長井嗣信 (東工大) 行松 彰 (極地研)
磁気嵐時におけるプラズマポーズ付近の LF 帯波動の分布と放射線帯粒子の変動

////////// ■ コーヒーブレイク ■ (15:36 ~ 15:48) //////////

2-25 岡田興太・渡辺 修・湯元清文 (九大・理)
A New Substorm Current Wedge Model by Means of the Magnetic Field Reconfigurations at the Synchronous Orbit

2-26 斎藤尚生 (東北大・OB) 高橋典嗣 (明星大・地学) 佐藤夏雄 (極地研)
オーロラ嵐群と太陽コロナの11年変化

2-27 北村健太郎・湯元清文 (九大・理) 210° 地磁気観測グループ
地上中低緯度に於ける sc DL-field の変動特性と太陽風動圧の相関性について

2-28 三宅壮聡・大村善治・松本 紘・小嶋浩嗣 (京大・超高層)
GEOTAIL 衛星によって観測された静電孤立波に関する二次元計算機実験

2-29 野和田基晴・桜井 亨 (東海大) 山本達人・向井利典・鶴田浩一郎 (宇宙研)
The Indication of the Magnetic Reconnection in the Dusk Side LLBL Observed by the GEOTAIL Spacecraft

2-30 南 繁行・鈴木 裕 (大阪市大) 江尻全機 (極地研)
実験室で作られた磁気圏の動画表示

2-31 海老原祐輔・江尻全機・宮岡 宏 (極地研)
Evolution of the enhanced differential flux of ring current particles associated with a magnetic storm

2-32 岡田雅樹 (極地研)
空間分割法によるプラズマ粒子シミュレーションコードの並列化

第21回
極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム
講演要旨（口頭発表）

The Twenty-First Symposium
on Coordinated Observations of the Ionosphere
and the Magnetosphere in the Polar Regions

Abstracts
(Oral Presentation)

1997年7月24日(木)～7月25日(金)
July 24-25, 1997

国立極地研究所

National Institute of Polar Research
Tokyo, Japan

° 山本博聖, 牧野忠男, 関口宏之, 松尾雄大 (立教大・理)

Observation of atmospheric temperature in mesopause region

Yamamoto, H., T. Makino, H. Sekiguchi and Y. Matsuo (Dept. of Phys, Rikkyo Univ.)

The observations of the hydroxyl airglow by using the 4-color radiometer in the near infrared region were done at Ikebukuro, Tokyo in July and December in 1996. The mesopause temperature is determined from the intensity ratio of OH(3-1) 2P₁ and 4P₁ branches. The average temperature was ~160K in July and ~200K in December. We have now developed the similar radiometer and have a plan to operate the two radiometers in this autumn at Shigaraki, Kyoto.

近赤外大気放射計を用いてメソポーズ領域で発光しているOH大気光の地上観測を昨年7月と12月に実施した。OH(3-1) 2P₁と4P₁の強度比から大気温度を導出する。観測装置は4色フィルター放射計で4つの光を同時に測定する。フィルター特性と観測対称大気光を表に示す。観測場所は東京池袋の立教大学キャンパス内である。フィルター#3(中心波長1247nm)は市街光の影響を差し引く目的を持つ。7月期と12月期にそれぞれ10日間の観測を実施したが天候の影響のため夕方から明け方にかけて連続してデータが取得できたのはそれぞれ4日間であった。結果の1例を図に示す。メソポーズ領域の大気温度は一晩の間に数十度の変動を見せる場合もあった。平均値は夏季はほぼ160K、冬季ではほぼ200Kであった。今年度は新たに同種の観測装置を製作し、現在実験室において性能実験などをすすめており、7月上旬の新月ふきんから2台を用いて同時観測を計画している。観測装置は装置本体、コントロール部、電源(2種類)、ペンレコーダー、パソコン、I/Oインターフェース部から構成されている。AC100Vが供給可能な場所であれば簡単にセットアップできる。1998年1月のKSCでのロケット実験と同時期に地上観測をKSCと信楽で展開する。またこの秋頃には信楽での予備観測を実施する予定である。

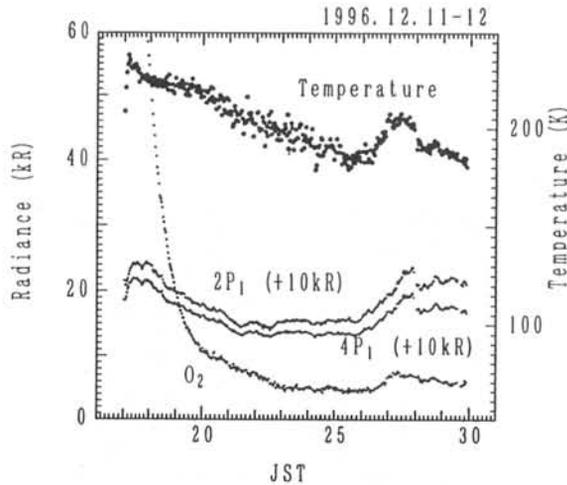


Table Filter characteristics and observed airglow

	λ_o (nm)	$\Delta \lambda$ (nm)	T_p (%)	airglow
1	1524.65	2.59	41.2	OH(3-1) 2P ₁
2	1543.05	2.81	41.2	OH(3-1) 4P ₁
3	1246.68	3.17	50.5	
4	1269.17	5.77	50.2	O ₂ (0-0)

OI557.7 大気光全天イメージング観測による微細スケール内部重力波パラメータの推定

°堤 雅基、岡野 章一、田口 真、岡田 雅樹、江尻 全機
(極地研)

Small scale gravity wave observations using an OI 557.7 all sky imager

°Masaki Tsutsumi, Shoichi Okano, Makoto Taguchi, Masaki Okada, Masaki Ejiri
(National Institute of Polar Research)

A monochromatic all sky imager for aurora observations at the south pole has been developed. The imager is characterized by its high time resolution of ~ 1 sec for aurora and ~ 1 min for air glow (OI557.7) observations. Before the installation at the south pole, field test of the imager was carried out at the Zao observatory (140.56°E , 38.09°), Tohoku university on 10–11, October 1996. Structures with various time and spatial scales were observed.

極地研超高層グループにおいて高時間分解能を有する新型全天イメージャーの開発が行われた。本装置はオーロラ観測のため 1996 年 11 月に南極点の Amundsen-Scott 基地に設置されたが、設置前に性能確認のためのテスト観測を国内で行ったので、そのデータを用いた微細スケール内部重力波の解析結果について報告する。

微細な時間空間スケールを持つ大気波動は、背景場との相互作用によりエネルギー・運動量のやりとりを行い、大気循環の生成・維持に多大な影響を及ぼすことがこれまでの理論・観測研究から明らかとなりつつある。中間圏から下部熱圏における領域でも観測がさかに行われるようになってきているが、水平スケールが数 10km 以下の波動現象は、これまで高い空間分解能を持つ観測が困難であったため、その振舞の詳細が解明されていない。

本全天イメージャーは、 $F/1.4$ ($f=6\text{mm}$) の 180° 視野魚眼レンズを採用し、撮像系にも低ノイズと速い読みだしレートを有する背面照射型 CCD チップを用いることで、従来の全天イメージャーよりも飛躍的に高い時間分解能を実現している。OI557.7nm 大気光に対して、30 秒–1 分の積分時間と 1 フレーム (512x512 ピクセル、14 ビット)/1.2 秒の読みだしレートで観測可能である。テスト観測は 1996 年 10 月 11 日 0–4JST に東北大学蔵王観測所において行った。

観測は 4 時間程度であったが、さまざまな時間空間スケールの波動がとらえられた。観測直後には水平波長 50–100km 程度の波動が北西に伝搬していたが次第に活動が弱くなり、かわって北東に伝搬する波動が顕著になる様子が観測された。また、同時に水平スケールが 7km 程度の波状微細構造がはっきりととらえられた。

本研究ではこのような波動の特性を詳しく調べるため、従来の全天イメージャー観測では行われていなかった水平 2 次元および時間 1 次元の 3 次元スペクトル解析法を開発し、空間スケール・水平伝搬速度・周期などの情報を統計的手段により取り出した。水平波長 7km 程度の微小スケール波動の解析では群速度と位相速度の向きが 90 度ほど異なるなどの結果が得られた。これは波動の伝搬方向が背景風(あるいはより大規模な波動)により変化を受けたものと考えられる。

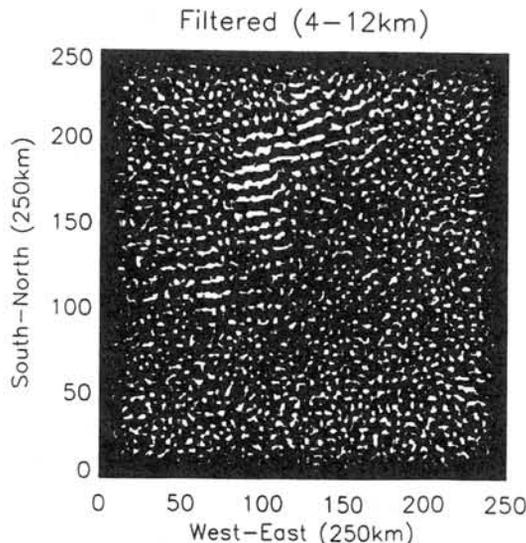


図 1995 年 10 月 11 日に東北大学蔵王観測所にて得られた画像より、水平スケール 4–12 km の成分を取り出した例。図上で右・上がそれぞれ東・北に対応。

謝辞： 試験観測を行わせて頂いた東北大学理学部蔵王観測所の森岡昭氏および阿部利弘氏に感謝します。

○石井 守・村山泰啓(通信総合研究所)

山本 衛・深尾昌一郎(京都大学超高層電波研究センター)

Observations of neutral wind in the lower thermosphere during SEEK campaign
 --- FPI, MF radar and TMA experiment ---

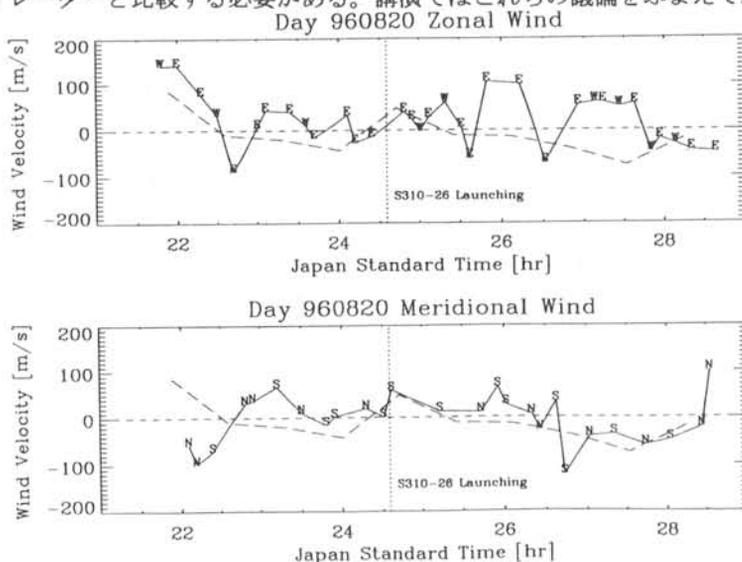
○M. Ishii, Y. Murayama (Communications Research Laboratory)

M. Yamamoto, S. Fukao(RASC, Kyoto University)

A comparison between the winds near 95km altitude has been made from observations of the 557.7nm OI line emission at Yamagawa observatory and rocket experiment launched on August 21, 1996 at KSC, Uchinoura in SEEK campaign. This TMA(Tri-Methyl Alminate) experiment showed wind profile on 97-130km of altitude. On the same period, MF radar on Yamagawa observatory was also operated. A comparison of these three kinds of data shows that the zonal component of neutral wind has a good agreement with each other, however, the meridional component deduced from FPI is inconsistent from the other results. It may come from the difficulty to determine the baseline of the wind.

SEEK キャンペーンは、スプラディック E 層の F A I 生成過程を解明することを目的として 1996 年 8 月に鹿児島県内之浦町を中心に行われた国際プロジェクトである。このキャンペーンではロケットによる TMA(Tri-Methyl Alminate) 実験が行われ、高度 97-135km での中性風速の直接観測が行われた。地上では、これと同時間に通信総合研究所山川電波観測所において MF レーダーおよび掃天型ファブリペロー干渉計 (F P I) を用いた観測が行われた。今回の研究では、この 3 者による下部熱圏中性風速の推定結果の比較を行う。MF レーダーで風速が推定できる高度は 80-93km であり、また F P I で観測される 557.7nm の発光層は高度 90-100km に位置するために、3 者の結果を比較することで 80-130km の風速プロファイルが推定可能になる。また、ロケット観測が時間的に短い領域に限られるのに対し、F P I および MF レーダーの観測は定期的に行うことが可能なため、波動現象のような構造を推定することが容易になる。

3 者の比較の結果、東西方向の風速成分はそれぞれよい一致を示しているのに対し、南北方向では F P I の観測が他の 2 者に対して逆センスになっている。F P I の風速推定では基準決定が難しいため、風速の時間変化について MF レーダーと比較する必要がある。講演ではこれらの議論をふまえて結果の紹介を行う。



Temporal variation of neutral wind deduced from FPI 557.7nm observations on August 20, 1996.

**A new optical calibration facility at NIPR
for aurora / airglow measurements
using a 1.9-m integration sphere**

° S. Okano (NIPR), S. Takeshita (Tokai Univ.)
and
M. Taguchi (NIPR)

Radiometric calibration of an optical instrument for aurora / airglow observation is a necessity when physical process of the upper atmosphere is to be investigated. In addition to the conventional photometer, all-sky or wide-angle imaging technique is now efficiently and widely used in the observation. For absolute calibration of an all-sky optical system, a uniform light source that fills field of view of 2π steradian is required. In order to achieve such calibration, a new optical calibration system has recently been constructed at the National Institute of Polar Research using an integration sphere. Main features of the integration sphere are as follows: it has inner diameter of 1.9 m and absolute radiance of its inner wall, produced by a single 150 W halogen-tungsten lamp, is variable from 40 R / nm to 120 kR / nm at 630 nm. Uniformity of the radiance is better than $\pm 5\%$ in 2π field of view. For validation of the radiance and for checking the uniformity, a small photometer which can be scanned in the 2π field of view is used after the photometer is calibrated against a plane absolute source.

In order to determine the absolute sensitivity of a photometer or an imager, measurement of spectral response of the instrument has to be made. For this purpose, a system comprised with a 300 W Xe lamp, a 50 cm focal length spectrometer, and a 50 cm \times 50 cm diffuser plate coated with BaSO₄ has been set up as a wavelength scannable monochromatic light source.

Results of preliminary evaluation and validation of the whole system will be given.

南半球夜光雲を偏光 CCD カメラで監視する計画 1-05

°杉山卓也[†]、堤 雅基[‡]、中村 卓司[†]、深尾昌一郎[†]
([†]京大・超高層、[‡]極地研)

Watching of southern hemispheric noctilucent clouds with polarized CCD cameras

T. Sugiyama[†], M. Tsutsumi[‡], T. Nakamura[†], S. Fukao[†],
([†]RASC, Kyoto University, [‡]NIPR)

In recent years noctilucent clouds(NLCs) have been attracted by the probable increase of their occurrences due to the possible earth warming. However there is no professional ground-based observers of NLCs because occurrence frequency of NLCs is not high. NLCs in southern hemisphere have been reported only quite scarcely. We plan watching of southern hemispheric NLCs at Punta Arenas or at Cape Horn with polarized CCD cameras automatically operated throughout summers.

1. 目的

北半球の夜光雲はその発生頻度が年々増えたとされ、これは大気中の温暖化ガスが増えたために赤外線放射が増加して、中間圏界面が低温化している証拠ではないか、という考えが注目されている。しかし、北半球夜光雲にさへ地上観測の専門家はいない。ひと夏に明るい夜光雲が観測されることは数回止まりで、「仕事にならない」からである。また、極冠状の夜光雲が最良に見えるのは、なるべく極に近くてかつ白夜を避けた、北緯～55度から～60度までの環状領域に限られる。北西ヨーロッパの夜光雲観測適格地にはおそらく2000万人の人口があるのに対して、南半球ではチリの南端 Punta Arenas (53.1°S) がやっと10万人を数えるのみである。それ以外陸地が無い。南半球では夜光雲の存在そのものが観測対象であるが、1965年¹⁾に検出可能7夜中の1夜に確認されたが(観測滞在全9夜)、系統的な観測はない。なお、人工衛星で見られた極中間圏雲(PMC)は、北半球では70度程まで延びているのに対して、南では75度程と少し小規模である²⁾。すると夜光雲も観測適格地域がより高緯度、あるいは、南の地平線に近いところでのみ見られることになる。

2. 装置と観測計画

下層大気の状態にもよるから、夜光雲の観測はきわめて情報密度が薄いことを覚悟しなければならぬ。ホーン岬(55°S)に、全自動・偏光高感度 CCD カメラを設置し、11月からの4ヶ

月間無人で、天候条件の如何にかかわらず、1時間に4枚の撮像を真夜中に4時間続ける。地平線直下の太陽光による極冠状の雲の散乱を低緯度から望観するため、夜光雲の光はその電場が水平に偏向している。これを利用して、水平と垂直の2つの偏向角について撮像し、2つの像の差により夜光雲確認をする。

$2 \text{ polarizations} \times 4 \text{ images/hr} \times 4 \text{ hr/days} \times 120 \text{ days/yr} = 3200 \text{ images}$
 $3200 \text{ images/yr} \times 2.4 \text{ MB/image} = 8 \text{ GB/yr}$
プロトタイプ装置の作動と感度のテストを、本年夏にスエーデンで行う予定である。

3. 関連研究

南極上空の夏極中間圏レーダーエコー(PMSE)は、北極よりも～30dB弱い、という報告がある³⁾。この観測に対して、その観測場所・期間はPMSE適格期間ではない、という指摘がある⁴⁾。昭和基地でのPMSE観測が期待される所以である。南半球夜光雲の定常的観測が肯定的結果なら、恒常的な南極PMSE観測の補助的役割を果たせる。反対に、もし存在しないことが確認されると、1965年¹⁾以来夏の南極中間圏は暖かくなっていることになる。少し遠いけれども、測定自身は軽便に行えるので、影響力のある観測計画であると考えられる。

¹⁾Fogel, *Nature*, 207, 66, 1965; Fogel and Haurwitz, *Space Science Review*, 6, 279, 1966.

²⁾Thomas *Review of Geophys.* 29, 553, Fig. 4, 1991. ³⁾Balsley et al., *JGR*, 100, 11685, 1995.

⁴⁾Hall, *GRL*, 22, 3469, 1995.

南極昭和基地におけるNa温度測定ライダー観測

○川原琢也、北原 司、小林史利、野村彰夫、斉藤保真
信州大・工

Na Temperature Lidar Observation at Syowa Station in Antarctica

○T.D.Kawahara, T.Kitahara, F.Kobayashi, A.Nomura, and Y.Saito
Faculty of Engineering, Shinshu University

We present a new Na lidar system for the observation of mesospheric temperature in Antarctica from 1999 to 2001. The system provides a set of data with high temporal and height resolutions of 7 min and 1 km, respectively. The receiver system was constructed last year and test observation has started using it.

信州大学では1999年から3年間、南極においてNa温度ライダーを用いた中間圏温度の観測を行う。中間圏の温度観測は中緯度でもアメリカ国内の2カ所しか行われておらず、極域では初めてとなる。同時期に昭和基地に設置されるMFレーダーや、他の光学観測器との同時観測から極域中間圏の力学過程を明らかにする。

重力波は下層大気から中間圏にエネルギーや運動量を輸送する。極域ではさらにオーロラ粒子の降り込みに伴う超高層大気から中間圏へのエネルギー流入があり、力学・化学反応過程は複雑と考えられている。極域中間圏へのエネルギー流入の結果生じる擾乱が、大気大循環にどのような影響を与えているのかは、観測的に明らかにされておらず研究の途中である。

Naライダーはレーダーと共に重力波による中間圏の擾乱を測定する最も有力な観測手法の一つとして用いられてきた。南極観測ではNa密度変動観測による重力波観測の他に、Na原子のドップラー幅の測定から温度を求める技術を用いる。絶対温度の測定精度は $< 5\text{K}$ 、温度測定時の時間分解能は7分である。さらに、特殊な狭帯域フィルターを受信系にとりつけ、昼間（極域での夏期）観測を可能にし通年観測を行う予定である。Naライダーによる夏期の温度観測とMFレーダーによる風速観測と組み合わせることができれば、それぞれの観測単独では得られない重力波のパラメータの詳細を知ることができる。

ライダーの送信系にはインジェクションシーダー型Nd:YAGレーザーを用い、温度測定のための波長狭帯域化と波長シフトの制御を行う。固体素子のみを用いたレーザーなのでメンテナンスが比較的容易で連続観測に適している。受信系は口径50cmの望遠鏡と観測に用いる波長毎の光電子増倍管から構成される。Na層観測用の589nmのチャンネルにはファラデーフィルターを装着可能になっており、昼間観測時にはフィルター部分を取り替えて観測を行う。1996年度から受信系の設計、組立を開始しており、1997年4月現在、試験観測を通して全体の調整を行っている。今年度は送信系の組立を行い、波長モニター系と制御ソフトの開発までを目標としている。同時にファラデーフィルターの開発を行い、その性能評価までを行う予定でいる。

本講演では、南極域における温度観測の意義と現在までのシステム構築の途中経過を発表する。

Observations of Thermospheric Horizontal Wind Abatements Following Auroral Breakups

M. Conde and R.W. Smith

Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks
903 Koyukuk Drive P.O. Box 757320 Fairbanks, Alaska, USA 99775-7320
Email contact: conde@giuaf.gi.alaska.edu

A new all-sky imaging, wavelength scanning Fabry-Perot spectrometer (FPS) has been used to spatially resolve horizontal wind vector fields in the thermosphere approximately 240 km above Poker Flat, Alaska. Colocated with this instrument are a 30 frame/second white light all-sky video camera and a 4-channel meridian scanning photometer. The latter two instruments are used to monitor auroral activity above our observatory. We present the time evolution of the vector wind fields recorded by the FPS on several nights when auroral breakups occurred overhead. On these nights the thermospheric wind field was observed to collapse within 15-30 minutes of the onset of the auroral breakup. We refer to this phenomenon as the "breakup doldrums". The imaging FPS data show that the doldrums region extended throughout our field of view. This means that the thermospheric horizontal wind collapsed over a circular area at least 1000 km in diameter. A possible mechanism to explain the breakup doldrums phenomenon will be presented.

南極昭和基地における ファブリーペロードップラーイメージング観測

○坂野井 健、福西 浩（東北大学大学院理学研究科）、岡野 章一（国立極地研究所）

Fabry-Perot Doppler Imaging Observations at Syowa Station, Antarctica

T. Sakanoi, H. Fukunishi (Faculty of Science, Tohoku University),
S. Okano (National Institute of Polar Research)

The Fabry-Perot Doppler Imaging System (FPDIS) has been developed to obtain two-dimensional distributions of thermospheric winds and temperatures from measurements of the Doppler shift and width of two aurora emission lines, OI 557.7nm and OI630nm. The FPDIS observations have been carried out at Syowa station, Antarctica for 98 nights from April to October in 1996. The conditions of the FPDIS observations are summarized in Table 1. The "zero velocity" fringe positions used in calculation of the Doppler shift of aurora emission lines were determined from OI557.7nm or OI630nm fringes obtained during cloudy periods. We estimated upper thermospheric wind velocities at 0 - 400 m/s from 630nm fringe data. Variations of vertical wind velocities associated with a auroral break up were also seen.

極域の熱圏大気は、オーロラ粒子の衝突、電離層電流に伴うジュール加熱の効果等により大きな変動を示す。また熱圏大気と電離圏プラズマの相互作用によるダイナモ効果も指摘されている。これらの熱圏大気のダイナミクスを明らかにする目的で、我々は第 37 次南極地域観測隊の昭和基地越冬時に、ファブリーペロードップラーイメージングシステム (FPDIS) を用いたオーロラ光観測を行った。

FPDIS は、オーロラ発光酸素原子の輝線 OI557.7nm と OI630nm の光を高分解分光することによりそのドップラーシフトとドップラー幅を検出し、発光高度における熱圏大気の風速、および温度の 2 次元分布の導出を行う。今回は、31 次隊と 35 次隊で昭和基地で用いられた FPDIS のデータ処理系と制御系を日本にて大幅な改良を加えた後、昭和基地に持ち込み設置した。

観測は 1996 年 4 月 13 日から 10 月 15 日の期間の合計 98 晩に行われた。観測視野について、従来では視野 165° のみの観測であったのに対して、今回は観測対象に応じて対物レンズを変更、また対物レンズの上方に斜めミラーを設置して斜め視野を得た。これにより、特定の領域の高空間分解観測や、熱圏大気鉛直風速観測が可能となった。Table 1 に観測項目、使用した対物レンズ、視野、観測波長および観測日数を示す。

現在は、曇りの日の観測から絶対風速導出のための基準フリンジ (干渉縞) を作成し、オーロラ光観測データの解析を開始した段階である。初期的な結果として、上部熱圏 (約 250km) で 0 - 400m/s の水平風が導出された。また鉛直風の解析では、オーロラブレイクアップに伴って上部熱圏、下部熱圏 (約 95km) で共に上昇流とそれに続いて下降流が得られた。本発表ではいくつかのイベント解析結果を報告する予定である。

Table 1. The conditions of the FPDIS observations at Syowa station, Antarctica from April to October, 1996.

観測項目	対物レンズ	視野	観測波長	観測日数
H F レーダー同時観測	f=28mm (F2)	42° 斜め (ミラー使用)	630nm	38晩
鉛直風観測	f=180mm (F2. 8)	7' 天頂	557. 7/630nm	37晩
全天観測	f=8mm (F2. 8)	165°	557. 7/630nm	6晩
オーロラVHFレーダー同時観測	f=28mm (F2)	42° 斜め (ミラー使用)	557. 7nm	6晩
モーンソン基地FPI観測	f=28mm (F2)	42° 斜め (ミラー使用)	630nm	3晩
曇りの日のキャリアレーションデータ観測	上記全て	上記全て	557. 7/630nm	14晩

柴崎 和夫 (國學院大學)

Possible Detection of the Impact of Energetic Particle
Precipitation on Ozone Using Satellite Data

SHIBASAKI Kazuo

Kokugakuin University, 10-28 Higashi 4-chome, Shibuya-ku, Tokyo 150

ABSTRACT : The Japanese satellite ADEOS (MIDORI in Japanese) was launched on the morning of August 17th, 1996 from Tanegashima Space Center. On board the ADEOS are several atmospheric sensors. ILAS instrument is an infrared spectrometer which measures the solar absorption spectra during the earth's limb scan. Altitude profiles of atmospheric minor constituents are derived from the absorption spectra. Since the ADEOS is a polar orbit satellite, ILAS observes limited polar regions of $56^{\circ}\text{N} \sim 70^{\circ}\text{N}$ in northern hemisphere and $62^{\circ}\text{S} \sim 88^{\circ}\text{S}$ in southern hemisphere. This, in turn, means that ILAS observes intensively the restricted zonal area, about 14 points a day. I will discuss the possibility of detection of ozone destruction by high energetic particle precipitation using this ILAS data.

昨年8月17日に、日本初の本格的な地球観測用大型衛星ADEOS(「みどり」)が、宇宙開発事業団(NASDA)の種子島宇宙センターからHIIロケットを用いて打ち上げられた。ADEOSは高度約800kmの太陽同期極軌道衛星である。8種類の地球観測用機器を搭載しているが、ここでは大気微量成分を観測対象としている、ILASとTOMSに注目する。

ILASは国立環境研が製作した赤外分光計である。太陽を光源とした掩蔽法を利用して、衛星上での日出・日没時に大気周縁を走査し、太陽赤外吸収スペクトルから大気微量成分の高度分布を求める(図1に観測例)。ADEOSは極軌道衛星であるので、ILASの観測地域は極域のある緯度帯($56^{\circ}\text{N} \sim 70^{\circ}\text{N}$ 、 $63^{\circ}\text{S} \sim 88^{\circ}\text{S}$)に限られてしまう。しかしながら、観測緯度帯では一日に約14地点での微量成分高度分布を測定することになる。このことは、極域に特徴的な現象の研究には好条件となる。今回の標題にある、高エネルギー粒子の降り込みがオゾン層に与える影響を、定量的に研究するデータを提供してくれる可能性があると考えた。近年のこの分野の研究は、オゾン全量を測定しているTOMS(今回のADEOSにも搭載)のデータを用いていることが多い。SBUVのように高度分布を測定する観測器も存在するが、データ量およびオゾン以外の物質分布も測定できるという点でILASのデータを用いる利点があると思える。TOMSに

ついては、現在ADEOS/TOMSだけでなくEarth Probe(EP)/TOMSも軌道上にある。EPのほうが低高度を飛行しているので、空間分解能は優れている。極域のオゾン全量を研究するにはEP/TOMSのデータが良いかもしれない。

今回はこれまでの研究報告を概観し、ILASのデータで上記のような擾乱が観測可能かを検討する。

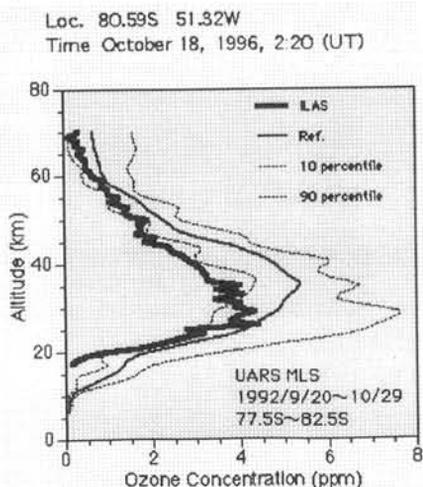


Figure 1. Ozone profile from ILAS measurement.

The data is obtained within the Antarctic ozone hole. Note: This data is preliminary one and not validated.

SuperDARN Project

Natsuo Sato(NIPR)

Several HF radars are distributed in longitude in the northern and southern hemispheres, encircling the polar caps and auroral zones. They constitute the SuperDARN(Super Dual Auroral Radar Network), a multinational cooperative venture, including USA, Canada, France, United Kingdom, South Africa, Australia and Japan.

SuperDARN ネットワーク

SuperDARN(Super Dual Auroral Radar Network)は国際 HF レーダーネットワーク観測プロジェクトである。現在、北半球では 6 基が稼働し、3~6 基が計画中である。また、南半球では 4 基が稼働し、3 基の計画がある。このネットワーク観測により、北極と南極の全域をカバーした広域プラズマ対流パターンを時々刻々とモニターする事を目指している。SuperDARN の運営は Working Agreement により基本の方針が定められている。

HF レーダー

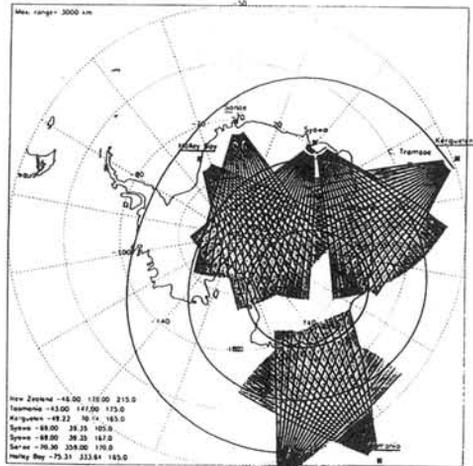
HF レーダーは、8~20MHz の電波を発射し、電離層からの反射波を受信する装置であり、電離層プラズマダイナミックスの研究を目的としている。HF 帯の周波数を使用しているため、電離層内で電波が屈折し、E層だけでなくF層からの電波のエコーを受信する事ができる。この特性を利用する事により、遠方までの観測が可能であるという大きな利点を有する。このレーダーでは、各エコー領域のエコー強度、ドプラー速度、スペクトル幅の情報が得られる。また、ドプラー速度から電場 (=プラズマ対流速度) が求められる。現在の観測システムでは、約 55 度の扇形視野で、反射条件が良ければ 150km から 3,000km 以上の遠方までの観測が可能である。

昭和基地 HF レーダー

昭和基地の HF レーダーは SuperDARN ネットワーク観測の一環として位置付けられる。現在 2 基が稼働しており、1 基は地磁気の南方向 (極方向) の視野を持ち、Halley, Sanac のレーダーと重複し、視野下に南極点基地がある。もう 1 基は地磁気の東方向の視野でありその視野下に日中共同観測を始めた中国中山基地やオーストラリアの Mawson, Davis, Cacey 基地がある。



北半球のレーダー配置 (計画中含む)



南半球のレーダー配置 (計画中含む)

昭和基地HFレーダーの現況報告

1-11

— 送受信系について —

山岸久雄, 行松 彰, 佐藤夏雄, 菊池雅行

第38次南極観測隊 宙空部門

Present Status of Syowa Station HF Radar - Transmitting and Receiving system -

Hisao Yamagishi, Akira Yukimatu, Natsuo Sato and
Kikuchi Masayuki (NIPR)

Upper Atmosphere Physics Observation Group
(The 38th Japanese Antarctic Research Expedition)

Abstract

We have installed a HF radar at antarctic Syowa Station in February, 1995. Two years later, we have installed a second HF radar at Syowa in order to attain wide field of view over Antarctica. The first radar was looking southward, while the second one looking eastward of Syowa. These two radars form a wide field of view of 105° , extending from 81° to 186° in azimuthal direction. This makes possible to observe polarcap plasma convection in wide localtime range. Geomagnetic conjugate area of these two radars corresponds to Iceland East and Iceland West HF radars. Therefore, it becomes also possible to study the conjugacy of plasma convection in the both hemispheres for wide localtime range.

The first Syowa radar suffered troubles in antenna system as well as in transmitters and receivers, partly due to harsh environment condition in Antarctica. These troubles were analyzed and contributed to the improvement of system design of the second radar. In the second radar, all the transmitter amplifiers are stored in a hut instead of being set at the feet of each antennas for easy maintenance. A stronger antenna model with much higher wind survival is adopted and additional guy ropes are added at the both ends of antenna booms in order to prevent from rotating at the time of blizzard.

われわれは1995年2月、南極昭和基地に初めてのHFレーダーを設置した。南極大陸上の更に広い範囲を観測対象とするため、われわれはその2年後(1997年2月)、2基目の短波レーダーを昭和基地に設置した。1基目のレーダーが昭和基地の南方を見るのに対し、2基目のレーダーは東方を見ることになり、2つの短波レーダーの視野は隣合わせとなっており、両視野を合わせると方位角81度から186度までの広い方位角範囲がカバーされ、極冠域プラズマ対流を広い磁気地方時にわたって観測することができる。また、これら昭和基地レーダーの観測視野を磁力線に沿って北半球に投影すると、Iceland Eastレーダー(CNES, 仏)とIceland Westレーダー(Leicester大, 英)の観測視野と重なり、磁気圏プラズマ対流の南北半球共役性を広範囲にわたって調べる事が可能になる。

昭和基地第1レーダーは南極の厳しい自然環境が災いし、アンテナ、送信器、受信器にトラブルが発生した。これらのトラブルは検討され、第2レーダーの設計に役立った。送信アンプは従来、屋外のアンテナタワー基部におかれていたが、第2レーダーでは保守を容易にするため、小屋に収納された。またアンテナも、従来のものより耐風性能に優れた機種が選ばれた。

昭和基地は小さな島の上にあるため、これら2つのレーダーは互いに近接(500m)して設置せざるを得なかった。そのため、両者の間には強い電磁干渉が発生しえる。これを防止するため、相互に送信パルスを受信器のブランキング信号としてやりとりすることにした。

昭和基地SuperDARN HFレーダー 二基運用とその初期結果

行松 彰、渡辺 正和、菊池 雅行、山岸 久雄、佐藤 夏雄 (極地研究所)

Initial Results of Syowa SuperDARN Twin Radar Operation

A. Sessai Yukimatu, M. Watanabe, M. Kikuchi, H. Yamagishi, N. Sato (NIPR)

The First HF radar observation at Syowa Station started in 1995 (Syowa South radar), which is one of SuperDARN (Super Dual Auroral Radar Network). We have installed our second SuperDARN radar system at Syowa Station and started to operate it in last February (Syowa East radar). To realize these two radars operated at one site, we had to overcome several possible problems. Some of these are related to Radar Operation Software (RADOPS). RADOPS/2000 has been developed to make it possible and also to add several new features to our radar operation. We will show our initial results of our twin radar operation at Syowa, introduce our general version of Radar Control Program, "Nasu," and discuss the possibility to produce ionospheric plasma convection pattern in southern polar cap in quasi real time.

SuperDARNによるHFレーダー国際共同観測が本格的に稼働を始め、現在までに、北半球6局、及び、昭和基地レーダーを含めた南極の4局のレーダーが観測を開始し、両極冠域をSuperDARNレーダー網で覆うべく着実に歩みを進めて来ている。1997年には南極地域において2局のレーダー、即ち、南アによるサナエ基地レーダー、及び我々の昭和基地第2レーダーも運用を開始することができ、更に他にも続々と新たなレーダー計画が示されてもいる。新たに稼働を開始した2局はこれまでのハレーベイレーダー及び昭和基地第1レーダーによるベクトル観測と密接な関係を持っており、サナエ基地レーダーは、昭和第1レーダー及びハレーベイレーダーの共通視野をその観測視野におさめ、3基が同じ視野を観測するという初めての試みであり、これまでのDual radarによる観測よりも一層多様な観測モードの試みが期待されている。更に、昭和第2レーダーは、昭和第1レーダーの観測視野を2倍に拡大する様な配位での設置となり、北半球レーダー群と同様、より広いlocal time zoneをカバーし、現在仏が計画中のKerguelenレーダーと対をなし、更には、オーストラリアが計画中のTigerレーダー対と併せて、午前、午後同時観測可能なレーダー観測網構築への布石とも考えられている。更に、昭和第1、ハレーベイ、サナエのレーダーは、南極点基地で観測を開始した超高感度全天カメラ装置の観測視野を共通視野に含み、また、北半球のグースベイ、アイスランド・ウエストレーダー対と地磁気共役な配位となるのと同様、昭和第2レーダーも、アイスランド・イースト、及びフィンランドレーダー対と共役の配位となっており、視野中に中山基地上空やEISCATレーダー視野の共役点をも含む点でもこれらのレーダーや、他の観測計画との共同観測に期待が寄せられてもいる。

昭和第2レーダーの観測運用の開始は、1つの観測地点で2基のレーダーを同時に運用する初めての試みをも意味し、技術的な問題を幾つも克服することが要求されてきた。そのひとつは2基レーダーの相互干渉を極力抑えることであり、また、ソフトウェア面での同期非同期、同一ネットワーク上での運用の問題点等の克服をも意味する。前回、特にソフトウェアの開発に関する諸点に重点をおいて発表したのに対し、本発表においては、その実際の運用の初期結果をまず行い、また、昭和第1、ハレーベイ基地、サナエ基地の3レーダー観測によるデータ結合、これに更に昭和第2レーダーのデータをも合わせた広範囲電離層対流パターンの導出、また、これらの南半球レーダーデータから南半球極冠域全体の電離層対流パターンの準リアルタイム導出の可能性等について主に述べる。また、これまでに開発されてきた、一般化されたレーダー制御プログラム"Nasu"の紹介や、更に将来の新しい観測モードの実現可能性についても議論する予定である。



極地研に於ける SuperDARN HFレーダーの 解析ソフトウェアの発展とデータベースの構築

行松 彰、渡辺 正和、岡田 雅樹、菊池 雅行、山岸 久雄、佐藤 夏雄 (極地研究所)

Development of SuperDARN Data Analysis Software and New Data Base System in NIPR

A. Sessai Yukimatu, M. Watanabe, M. Okada, M. Kikuchi, H. Yamagishi, N. Sato (NIPR)

We will introduce recently developed analysis software for SuperDARN (Super Dual Auroral Radar Network) data which we have here in NIPR. We will also show our new data base system which has been developed for all the SuperDARN data using DLT data archive system in ISC (Information Science Center) in NIPR.

本発表においては、HFレーダー国際共同観測であるSuperDARN (Super Dual Auroral Radar Network) データを用いた解析研究の為に、本極地研究所に於ける最近の解析環境の紹介を行う。SuperDARN communityの中で多くの研究グループがそれぞれの研究目的の為に、共同で、或いは独自に、急速にデータ解析研究を繰り返している中で、様々な解析用のソフトウェアが開発され、communityの中で共有されたり、日々更に改良がなされたりしている。それらの中で、極地研で所有する、特に基本的なものから、或いは一般的なもののや、現在発展中のソフトウェア等、以下の各項目を中心にして紹介を行う。

SuperDARN標準関数群ライブラリー
AACGM標準座標系関連プログラム
RAWデータ表示解析プログラム
RAWデータ fittingプログラム
FITデータ表示解析プログラム
SMRデータ表示プログラム
FITデータ L-shell fittingプログラム
対レーダーFITデータ結合2次元ベクトル作成プログラム
電離層対流2次元mergedベクトル表示プログラム
球面調和関数fittingによる極域2次元対流ベクトル図作成
その他、KPデータ表示プログラム等

更に、これまで大量に蓄積されてきたSuperDARNのデータを、オンラインで利用出来る様に、今年度に入って、本研究所情報科学センターの協力を得、DLTテープライブラリー装置を用いて、データベースを構築した。これについてもその詳細について紹介を行う。



Feasibility study of the thermospheric radar system under the Alaska project in CRL

○K. Igarashi, M. Kunitake, K. Nozaki, T. Kikuchi, and H. Mori

Communications Research Laboratory (CRL), Ministry of Posts and Telecommunications

International Arctic Environment Research Team of CRL has been conducting the development of radio/optical technology for arctic atmospheric science, and joint experiments of comprehensive atmospheric observations in Alaska since 1992 under the umbrella of science and technology cooperation agreement between Japan and USA. At the initial planning stage the observation region has been focused on the middle atmospheric region. Imaging riometer, Fabry-Perot interferometer(FPI), Rayleigh-Doppler lidar, Millimeter-wave radiometer and Partial reflection radar has been developed until now. In 1997 FY as a second phase of Alaska project the observation region has been expanded to thermosphere region and troposphere in Arctic atmosphere. Feasibility study of the radar observing mainly thermospheric region in Alaska has been conducted at the study group of the thermospheric observation radar. HF radar compatible with the SuperDARN HF radar network, digital ionosonde chain and VHF radar are considered as a candidate of active thermospheric observation instruments.

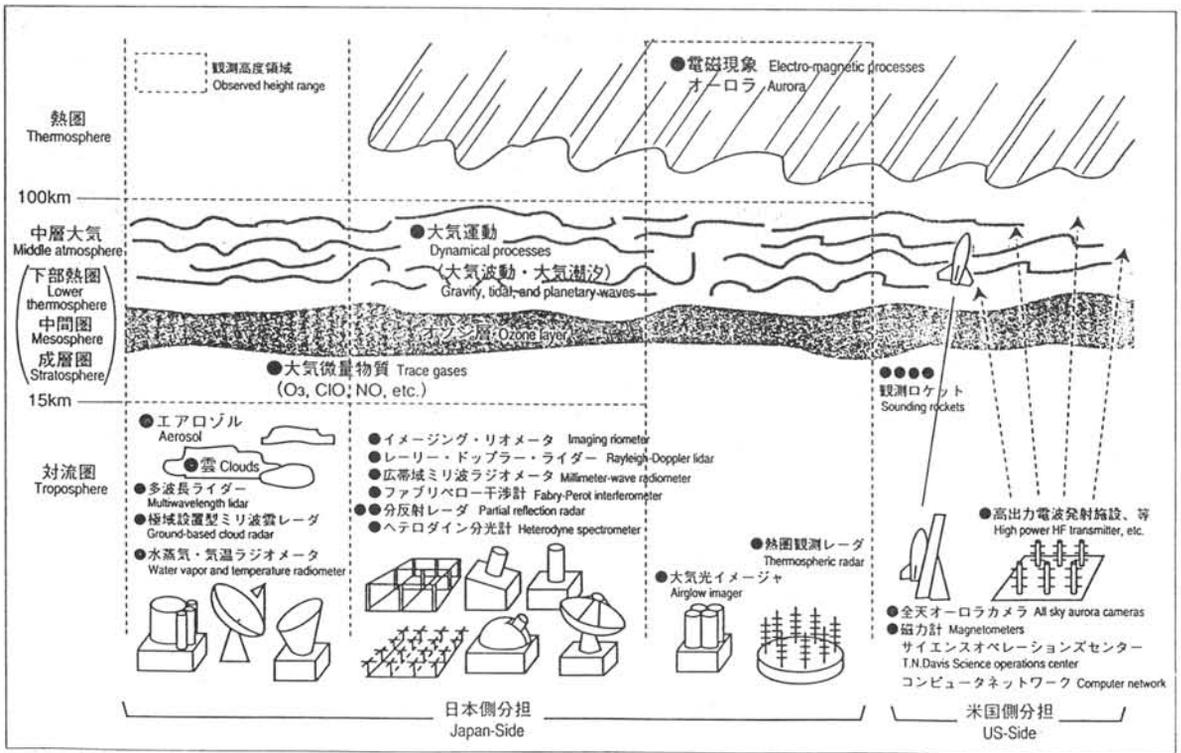


Figure 1. Conceptual illustration of the coordinated experiments of the arctic atmosphere observation in Alaska.

○五十嵐喜良、國武 学、大高一弘

郵政省 通信総合研究所

Observation of ionospheric dynamics with VHF auroral radar at Syowa Station(STARS)

○K. Igarashi, M. Kunitake, and K. Ohtaka

Communications Research Laboratory (CRL), Ministry of Posts and Telecommunications

A new 50 MHz scanning-beam auroral radar system with two sets of array antennas was installed at Syowa Station in 1995 by the 36 th wintering party. The observation data has been obtained since September, 1995. We are evaluating a new 50 MHz VHF auroral radar data. The summary of the radar observation in 1995 and 1996 is available in the JARE DATA REPORTS No. 227. Figure 1 shows the range time intensity plot of the beam directed to 35 degree in clockwise from the geomagnetic north. The eastward and westward current regions were clearly identified from the doppler velocity plot. In this talk we will present a typical example of data with STARS and discuss some features of ionospheric dynamics in E region at high latitude.

References

Igarashi, K., K. Ohtaka, M. Kunitake, M. Tanaka, and T. Ogawa, "Development of scanning-beam VHF auroral radar system (extended abstarct)", *Proc. NIPR Symp., Upper Atmos. Phys.*, 8, 65, 1995.

Inamori, K., K. Ohtaka, and K. Igarashi "Records of rado aurora at Syowa Station, Antarctica in 1995 and 1996", *JARE DATA REPORTS*, 227, *Ionosphe* 59, March, 1997.

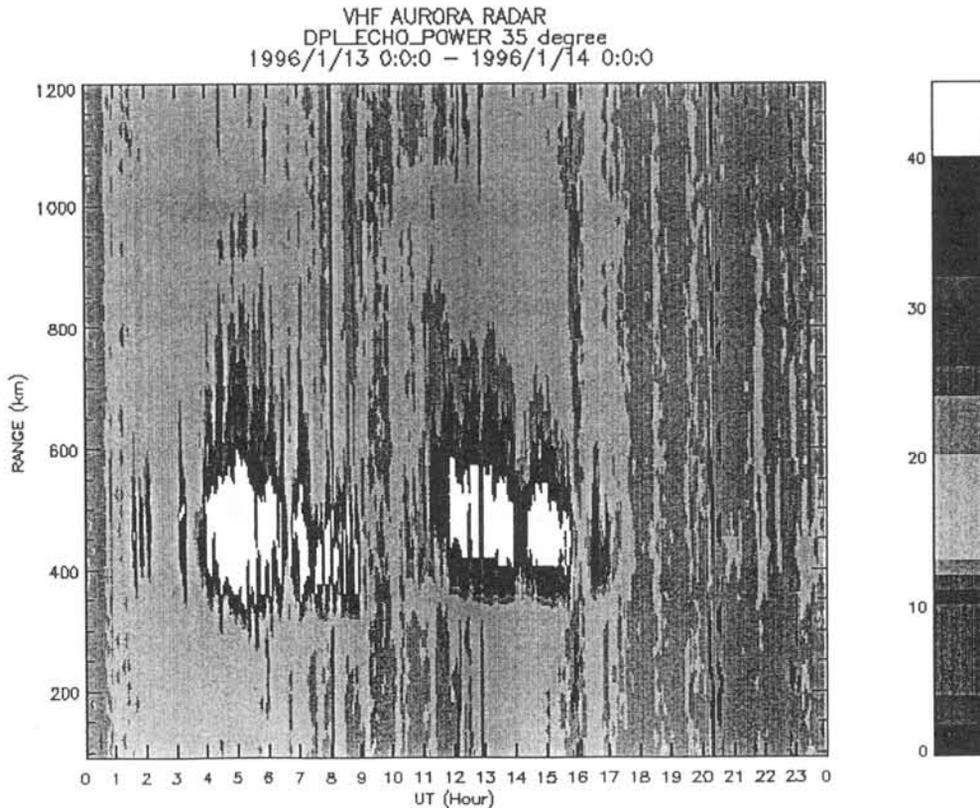


Figure 1. Range time intensity (RTI) plot along the beam directed to 35 degree in clockwise from the geomagnetic north direction. Right bar shows the backscatter power intensity in dB.

○小川 忠彦¹, 西谷 望¹, M. Pinnock², 佐藤夏雄³, 山岸久雄³, 行松 彰³
 (¹名大STE研, ²BAS/UK, ³極地研)

HF Radar Observations of Polar Patches Under Quiet IMF Conditions

○T. Ogawa¹, N. Nishitani¹, M. Pinnock², N. Sato³, H. Yamagishi³, and A. S. Yukimatu³
 (¹STE Lab., Nagoya Univ., ²BAS/UK, ³NIPR)

Enhanced-electron density structures, called "polar patches" in the polar cap and "auroral blobs" at auroral latitudes, with scale sizes of 100-1000 km are usually accompanied by decameter-scale irregularities that are produced through some plasma instabilities. Since these irregularities are responsible for a coherent scattering of HF waves, we can study the dynamics of patches and blobs by using HF radars. We have reported the radar echoes associated with polar patches and auroral blobs that were detected from 0000 to 2400 UT on July 14, 1995 with two Antarctic HF radars at Syowa Station and Halley Bay. Geomagnetic activity on that day was weakly disturbed ($K_p=1-, 0+, 1-, 1+, 2+, 3-, 2+$). By analyzing full-beam echo power and Doppler velocity data from both radars, we have found the following: (1) polar cap irregularities appear intermittently only for the period of 1730-0530 UT whose hours are consistent with those expected from a polar cap patch formation model; (2) their occurrences are mainly controlled by IMF B_z rather than B_y ; (3) ExB drifts of the irregularities are nearly consistent with the Heppner

and Maynard (1987) model convection; and (4) apparent toward-the-radar movement of the echo regions observed at Halley between 1600 and 2400 UT can support previous simulation.

This paper describes in detail the polar patch-associated irregularities appeared during 0130-0530 UT for which IMF B_y was between 0 and +5 nT and B_z was *weakly positive* between 0 and +3 nT. Observed ExB drifts of the patch irregularities are well consistent with the Heppner and Maynard BC model for weakly positive B_z (Fig. 1). Previous observations and simulations of polar patch formation near the cusp, however, have been made under *negative* B_z . If our patches are those produced near the cusp, we need to explore a new mechanism that acts even under positive B_z conditions. Another mechanism of patch formation must also be investigated: particle precipitation from the magnetosphere causing polar cap arcs under positive B_z may also produce enhanced electron density structures in the polar cap. This possibility can be checked by examining satellite particle data.

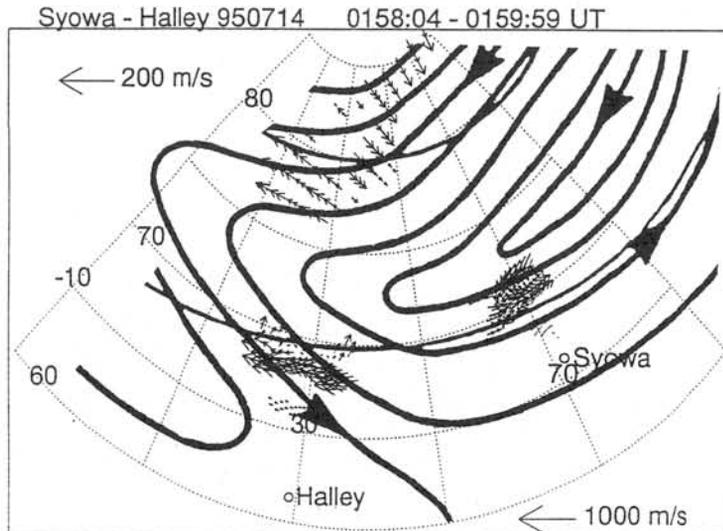


Fig. 1. Irregularity velocity map around 0159 UT on July 14, 1995 ($B_y=+1$ nT, $B_z=+1$ nT). Polar patch-associated irregularities appear at MLAT higher than 76 deg. Thick curves represent the BC model convection of Heppner and Maynard (1987). Our observation is consistent with the model.

惑星間空間南北磁場の急激な変化に伴う電離圏対流のダイナミクス

°西谷 望、小川忠彦 (名大STE研)

佐藤夏雄、山岸久雄 (極地研)

Dynamics of the ionosphere during the abrupt change in the IMF Bz

°N. Nishitani and T. Ogawa (STELab, Nagoya University)

N. Sato and H. Yamagishi (NIPR)

Abstract. We studied the dynamics of the ionosphere by using the Syowa HF radar data from 16 to 18 UT on September 5, 1995. During this period, the IMF Bz changed abruptly from +10 nT to -10 nT at about 1720 UT after staying at +10 nT for a few hours, and then turned to northward again at about 1830 UT. Syowa HF radar, which was located in the dusk sector, observed abrupt changes in the flow velocity, from westward to equatorward, together with the equatorward shift of the high speed region. Data from the radars in the northern hemisphere showed similar changes.

惑星間空間磁場の南北成分(IMF Bz)の変動に伴う電離圏・磁気圏ダイナミクスは、磁気圏物理学において最も重要なテーマの一つである。特に、最近本格的なネットワークが稼働を開始した SuperDARN のデータは、IMF Bz の変化に対する電離圏対流の応答を調べる上において、非常に強力なツールである。しかしながら、現時点での研究は世界的に見てもまだ特定の現象の解析にとどまっておき、統計的な解析にはまだ手がつけられていない。この原因としては、IMF の変化は自然任せであり、ある特定の条件を満たす変化の例を見つけ出すのが非常に難しいことと、変化が IMF の他の成分や太陽風プラズマの密度や速度成分と同時に起こる場合がほとんどであり、それぞれの変化の影響を独立して取り出すことが難しい、といったことが挙げられるが、これらはデータの蓄積によりある程度まで解決できる。

今回は、1995年9月5日の17時20分頃に起こった、IMF Bz の+10 nT から-10 nT というきわめて急激な変化に伴う電離圏対流の振る舞いに焦点を置く。IMP-8 では 1716 UT に変化が起こっている。夕方側に位置する昭和基地では、17時30分から、レーダーの視野の内高緯度部分において赤道方向の強いフロー成分が見られ、それが時間とともに低緯度に移動している。北半球のレーダーにおいても類似したフロー成分が観測されている。単純にはオーロラオーバルが低緯度側へ移動したと解釈できそうだが、講演では更に詳しい解析結果について報告する予定である。

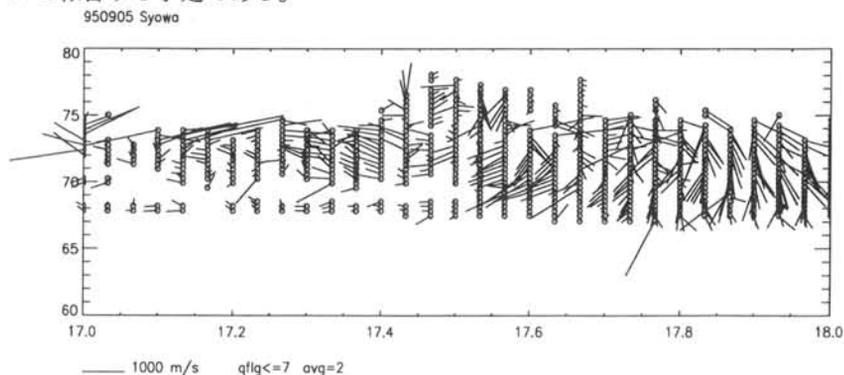


Figure. Time variation of the two-dimensional Doppler velocity profile along one meridian in the field of view of the Syowa radar. Ruohoniemi et al. (1989)'s L-shell fitting technique was used.

Evolution of directly driven electric fields during a substorm as observed with the Super-DARN and ground magnetometer chain

T. Kikuchi¹, M. Pinnock², A. Rodger², M. Watanabe³, Yukimatsu³,
H. Yamagishi³, N. Sato³, H. Luehr⁴, and Super DARN Group

¹ Communications Research Laboratory, Tokyo, Japan (kikuchi@crl.go.jp)

² British Antarctic Survey, Cambridge, UK

³ National Institute of Polar Research

⁴ GeoForschungsZentrum, Potsdam, Germany

Abstract

This paper deals with an evolution of auroral electric fields in the dayside driven by the southward IMF during the growth, expansion and recovery phases of a substorm on July 16, 1995. It is shown that both the development and decay of the electric field in the dayside ionosphere are simultaneous at latitudes from 76 to 56 degs, controlled by the IMF throughout the substorm. It is suggested that the sunward flow of the ionospheric convection at auroral latitudes changes simultaneously with the anti-sunward flow at the cleft latitude in the afternoon sector. Details are described below.

1. Growth phase

A southward turning of the IMF detected by the WIND (171 Re) at 1225 UT caused increases in the dayside auroral electrojet before the onset of the substorm as observed by the IMAGE and CANOPUS magnetometer chain. The eastward electrojet is intensified at 1311 UT simultaneously at auroral to subauroral latitudes (74-56 degs gmlat.) in the afternoon (15.5-18.5 MLT), and the westward electrojet is also intensified simultaneously at a cleft latitude (76 degs) in the afternoon and at auroral latitudes (70-58 degs) in the morning (7-10 MLT). The instantaneous development of the auroral electric field at wide latitudinal ranges agrees with the instantaneous propagation of DP2 electric fields from the polar ionosphere to the equator shown by Kikuchi et al. (JGR 1996, p.17161). The Super DARN detected the enhancement of the auroral electric field in the dayside (05-17 MLT) and an equatorward motion of the radar echo region at speeds of several to 10 degs/hour during the growth phase. The time lag of 46 min between the southward turning of IMF and the onsets of the growth phase is almost equal to the time lag (44 min) between a pair of dynamic pressure increase and decrease at WIND and a pair of positive and negative Si on the ground. This suggests that the electric field in the dayside magnetosphere is increased by the IMF southward turning immediately after the IMF change reaches the magnetopause.

2. Expansion and recovery phases

During the expansion phase of the substorm starting a few minutes before 1500 UT, the eastward and westward auroral electrojets are intensified considerably mainly due to an enhancement of the ionospheric conductivity as inferred from riometer absorption in the morning. However, the Super DARN detected a continuous equatorward motion of the auroral oval during the expansion phase, which implies a continuous development of the directly driven electric field. The northward turning of the IMF at 1446 UT caused a decrease in the auroral electrojet in the dayside at all latitudes covered by the magnetometer chain at 1530 UT. In particular, a rapid recovery occurred at 1543 UT, simultaneously at all magnetometer stations both in the afternoon and morning sectors. The Super DARN detected a poleward motion of the radar echo region during the recovery phase.

○渡辺正和,¹ Mike Pinnock,² Alan S. Rodger,² 佐藤夏雄,¹ 山岸久雄,¹ 雪祭行松彰,¹
Raymond A. Greenwald,³ Jean-Paul Villain,⁴ Marc R. Hairston⁵

Precursors to substorm onset: HF radar observations

○Masakazu Watanabe,¹ Mike Pinnock,² Alan S. Rodger,² Natsuo Sato,¹ Hisao Yamagishi,¹
A. Sessai Yukimatsu,¹ Raymond A. Greenwald,³ Jean-Paul Villain,⁴ Marc R. Hairston⁵

1: National Institute of Polar Research (国立極地研究所), Japan; 2: British Antarctic Survey, National Environment Research Council, UK; 3: Applied Physics Laboratory, The Johns Hopkins University, USA; 4: Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement, Centre National de la Recherche, France; 5: Center for Space Sciences, University of Texas at Dallas, USA

Morphology of substorms has been investigated for more than three decades. Although the existence of the substorm growth phase was debated in early 70s, it is now established that the growth phase does indeed occur and plays an important role in the substorm processes. In our previous work, we have reported ionospheric signatures of distant tail reconnection observed by HF radars in the late growth phase just prior to the expansion phase onset. In that report, we stressed only the morphology itself and did not mention its geophysical aspects, because it was the first ionospheric observation of the nightside reconnection. In this paper, we will discuss the morphology from the latter point of view: Precursors to substorm onset.

この約半年間、我々は短波レーダーによって夜側電離圏で観測されるフローバーストについて、磁気圏深尾部での磁力線再結合であると主張している。この現象はサブストームのグロースフェイズの終焉、エクспанションフェイズ開始直前の約10分間に起こる現象である。これまでの講演では、磁力線再結合の現象論のみを議論してきた、というのも、このような磁力線再結合の電離圏高度での観測は、夜側では前例がなかったからである。本講演では、サブストームの観点からこの現象の意味するところをとらえ直してみたい。

まず、現象論について簡単にまとめておく。我々は夜側(地磁気地方時21時から22時)において、低緯度側に向かって流れるフローバーストをグースベイレーダーで2例観測した。いずれの場合にも、グースベイレーダーと対をなすストックセイリレーダーのデータも用いて二次元のフローベクトルを作ると、フローの向きはほぼグースベイに向く方向であり、グースベイレーダーによって得られた視線方向の速度だけで現象が議論できる。このフローバーストはサブストームのグロースフェイズ終焉、エクспанション開始約10分前に現われ、エクспанション開始とほぼ同時に消える。フローバーストの位置は固定しておらず、時間とともに低緯度側に移動する。その移動速度は500-700m/sである。一方、DMSP衛星によって得られた同時の粒子データは、このフローバーストがプラズマシートの境界層で起こったことを示す。したがって、サブストーム開始直前のこの時、夜側のポーラキャップ境界(磁力線の開閉境界)は500-700m/sで低緯度側に動いていることになる。これに対して、フローバースト自身のプラズマ速度は800-900m/sであり、境界の運動速度より十分に速い。これすなわち、セパトトリックス(開閉境界面)とともに動く系をみた時に、セパトトリックスを横切るプラズマの流れがあることを意味する。換言すると、リコネクションが起きていることになる。

以上の現象論を基にした、本講演における議論の要点は以下の通りである。

(1) 磁力線再結合がサブストーム開始前に起こっているといっても、フローで200-300m/s、電場で10-15mV/mのごく弱いものである。サブストーム開始前にすでにエネルギーが漏れ出している、という意味で重要な現象論であるが、エネルギー的にはさほど大きくない。

(2) 磁力線再結合によるフローが200-300m/sであるのに対し、ポーラキャップ境界の運動速度は500-700m/sと極めて速い。バーストとして認識されるためには、このポーラキャップ境界の速い運動が不可欠である。ところでこのセパトトリックスの動きの原因は何であろうか。セパトトリックスの運動は2つの要因で決まっている：(a)セパトトリックスを通過する磁気フラックスの収支、(b)セパトトリックスの形状。観測されるセパトトリックスの動きは非常に速く、単純なフラックス収支(a)では説明できない。サブストーム開始直前の磁場構造の急激な変化(b)が主たる原因であると思われる。すなわち、サブストーム開始約10分前からクロステイルカレントが急激に強まり、磁気圏尾部の磁場構造が大きく変化すると考えられる。

(3) セパトトリックスの低緯度側への運動は、サブストーム開始約10分前に突然始まる。この時刻はグロースフェイズの開始から約1時間後であり、この間に太陽風は昼間側のマグネットポーズから磁気圏尾部約190地球半径まです進む。これは一般的に言われているディスタントテイルニュートラルラインの位置にほぼ一致する。このことは、昼間側で剥がされたフラックスがディスタントテイルニュートラルラインに達した時に、クロステイルカレントも急激に発達することを意味する。

°Akira Kadokura (NIPR), Mike Pinnock (BAS) and AKEBONO ATV team

A substorm event occurred on 6 June, 1989 was analyzed. For the event, both the AKEBONO UV Auroral TV camera (ATV-UV) data and the HF radar data from Halley Bay Station were available. The former (the latter) data could provide the temporal and spatial variation of the auroral emission intensity (electric field) distribution during the course of the substorm.

Figure 1 is a so-called range-time plot of the HF radar data for the central beam 8. The abscissa is the time from 23:00 UT on 6 June until 01:30 UT on 7 June in 1989, and the ordinate is the invariant latitude (ILAT) of the scatter location at 300 km altitude along the beam direction. The small circles in Fig.1 indicate the scatter location and the thin lines drawn from the circles do the plasma flow velocity and direction. After the SC occurred at 23:13 UT, HF scatter region shifted equatorward. From around 00:00 UT on 7 June, the scatter region gradually moved equatorward, and the low latitude edge of the region reached the foot of the FOV of the beam at 00:26 UT, so the average moving speed was about 0.3 km/sec. Around 00:13 UT, a longitudinally elongated other scatter region appeared at around 75 deg ILAT, and it moved equatorward with a higher speed of about 1.3 km/sec. From around 00:26 UT, the flow pattern changed such that very weak flow region appeared at 62-63.5 ILAT, westward directed flow is enhanced at 63.5-65 ILAT and weakened at 65-67 ILAT. At around 00:41 UT, a clockwise flow pattern was evident at 64-67 ILAT, and its vortex center located around 66 ILAT. In the next scan during 00:41:40-00:43:16 UT, the vortex pattern became slightly weak.

In the ATV-UV data, a bright auroral region appeared near Halley Bay at 00:42:24 UT, and its central location was at 22.8 MLT and 63.5 ILAT, much lower than the clockwise flow vortex center. After that time, the bright region expanded both west and eastward.

Magnetometer data from ground stations showed that the Region 1 type field-aligned current (FAC) gradually increased from around 00:40:30 UT, and intensified at 00:42:20 UT. Hence, in the auroral activity sense, we presume that the substorm onset time is 00:42:20 UT.

We will discuss in detail about this event in our paper.

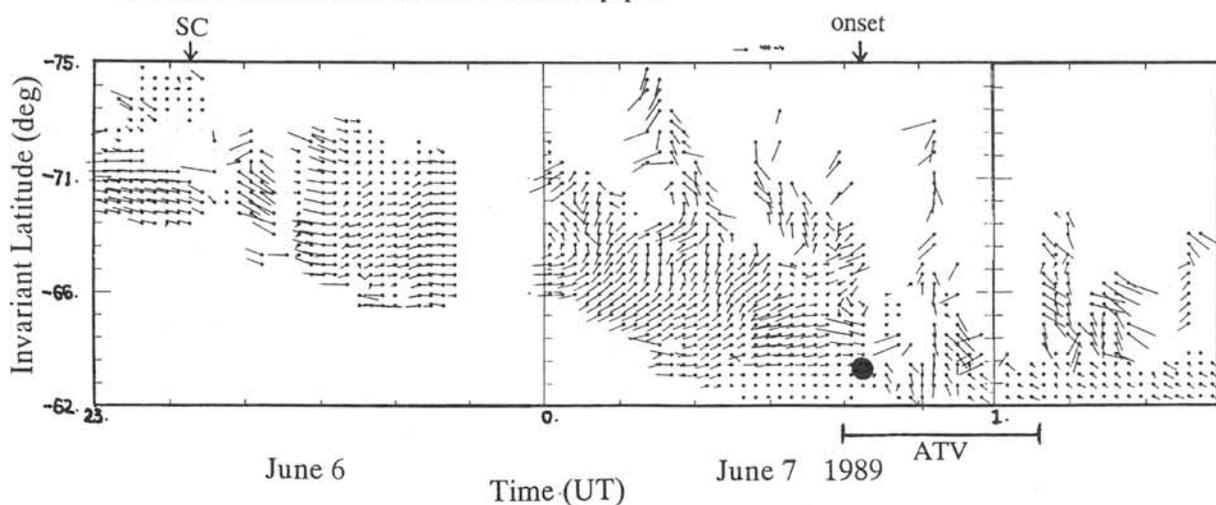


Fig.1 A range-time plot of the plasma flow observed with the Halley HF radar data for the beam 8. ATV-UV observation period is indicated by the horizontal bar, and the latitude of the auroral brightening is shown by the black circle.

SuperDARN と GEOTAIL 同時観測による昼側磁気圏境界面変動と極域電離層擾乱

° 利根川豊、櫻井亨、市川正裕、青木真一（東海大）

佐藤夏雄、山岸久雄、行松彰（極地研）、山本達人（宇宙研）、SuperDARN PI

Dynamics of the Dayside Magnetopause and Disturbances of the Ionosphere in the Polar Region Observed by GEOTAIL and SuperDARN

Y. Tonegawa, T. Sakurai, M. Ichikawa, S. Aoki (Tokai Univ.)

N. Sato, H. Yamagishi, A. Yukimatsu (NIPR), T. Yamamoto (ISAS), and SuperDARN PI

We have detected multiple magnetopause crossings as the GEOTAIL satellite was skimming the dayside magnetopause. Occasionally, the crossings occur quasi periodically with a period of several minutes. A quasi periodic crossing event was observed in the morning side low latitude boundary layer on December 28, 1995. During the event the satellite chanced to be in the meridian of the ground station, Syowa near $L=6$, and Pc 5 waves at Syowa show good correlation with a time scale of the periodic crossing of the magnetopause. On the other hand, GEOTAIL encountered an active multiple crossing event around local noon, and high speed flow in the polar ionosphere was simultaneously observed by SuperDARN. We try to study these dynamic behaviors of the magnetopause and its relation to ionospheric disturbances in the polar region by using data obtained from GEOTAIL, SuperDARN and the ground observation at Syowa.

1995年12月にGEOTAIL衛星は昼側磁気圏境界面をかすめるような(skimming)軌道を通り、境界面の多重通過現象をしばしば観測した。特に12月28日には数分の準周期性を持った境界面多重通過が朝側で観測された。この時、衛星とほぼ同じ磁気経度上の昭和基地ではPc5脈動が観測された。一方、同日の真昼側ではバースト的で複雑な磁気圏境界面変動がGEOTAILによって、またそれに呼応した極冠域電離層での高速粒子流がSuperDARNによって観測された。講演ではこれら衛星、地上、SuperDARNでの同時観測に太陽風のデータも加え、太陽風-磁気圏境界面-極域電離層のそれぞれの変動と相互関係の一端を紹介し議論する。

○國武 学、五十嵐 喜良（通信総合研究所）
 行松 彰、山岸 久雄、佐藤 夏雄（国立極地研究所）

Comparison Study of the VHF radar and the HF radars at Syowa Station

○M. Kunitake, K. Igarashi (CRL),
 A. S. Yukimatsu, H. Yamagishi, and N. Sato (NIPR)

The new 50 MHz VHF radar installed at Syowa Station in 1995 is capable of scanning the E-region widely (about 160 degrees in azimuth). The azimuth range of the scan of the VHF radar covers that of Syowa HF radars. Such a beam configuration of the VHF and the HF radars is suitable for the following comparison study. The temporal and spatial variations of echoes observed by the VHF radar are investigated, relating to the plasma convection pattern observed by the HF radars.

昭和基地では、1995年に50MHz VHFレーダが更新された(Igarashi et al., 1995)。新VHFレーダは、送信アンテナ5本、受信アンテナ32本(16本×2面)の構成であり、受信ビーム幅が5度、受信ビーム本数が32本である。Fig. 1に示されているように、観測範囲は、昭和基地から見た磁南の方角を中心として、±80度の方位角をカバーし、最大観測レンジは1200kmである。VHF帯の電波は電離圏をほぼ直進するため、エコーが期待される領域は、E層において電波と磁力線のなす角がほぼ直向となる条件をみたと、図中の点でハッチされた部分である。

Fig. 1には、2台のHFレーダの観測方位角範囲も示されていて、それらはVHFレーダの観測方位角範囲と重なっている。HF帯の電波はVHF帯の電波に比べて周波数が低いため、電離圏の中を直進せず、屈折するので、VHFレーダより速くの電離圏を観測するのに適している。

上記のようなVHFレーダ・HFレーダの特性を生かし、VHFレーダエコーの強度及びドップラー速度の時間・空間変化について、HFレーダにより求められるグローバルな対流電場パターンを参考にしながら、解析を進めた結果を報告する。

謝辞

新50MHz VHFレーダの昭和基地での設置・観測に尽力された第36次越冬隊の稲森 康治 隊員、大高一弘 隊員に感謝します。

References

Igarashi, K., K. Ohtaka, M. Kunitake, T. Tanaka, and T. Ogawa, "Development of scanning-beam VHF auroral radar system (extended abstract)", Proc. NIPR Symp., Upper Atmos. Phys., vol. 8, 65-69, 1995.

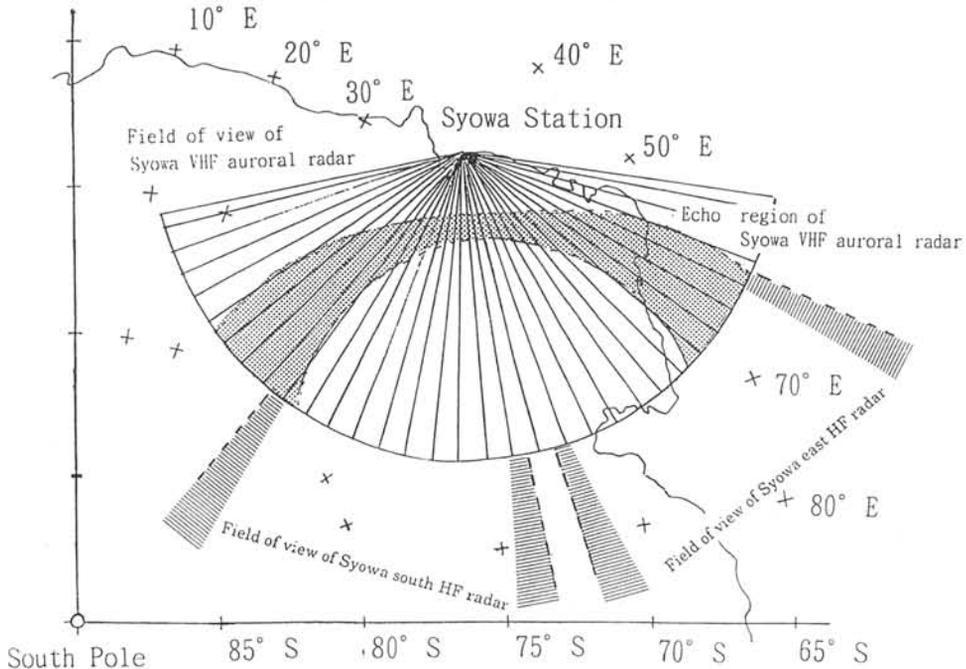


Fig. 1. Fields of view of Scanning-beam VHF auroral radar and HF radar

北海道母子里レーダの高精度化

○野崎憲朗¹、山岸久雄²、堤雅基²、西野正徳³、池神優司⁴
 1.通総研平磯、2.極地研、3.名大STE研、4.名大STE研母子里

High resolution modification of Moshiri radar

○K. Nozaki¹, H. Yamagishi², M. Tutsumi², M. Nishino³, and Y. Ikegami⁴
 1.HSTRC/CRL, 2.NIPR, 3.STE Lab./Nagoya-U., 4.Moshiri Observatory/STE Lab./Nagoya-U.

Moshiri radar was re-constructed to adopt new frequency allocation of 24.5MHz. New Moshiri radar has a range resolution of 1.6 km to detect FAI scatter from Sporadic-E layer. Observation started in February 1997. In this paper, we report specification of new Moshiri radar and preliminary observation results.

母子里レーダは当初、南極HFレーダのプロトタイプとして整備された。南極HFレーダと同じ観測方式での観測については第18回シンポジウムで報告した。その後、無線局免許の都合から観測周波数を変更し、併せて中緯度での観測に適するよう仕様を変更した。下表に主な仕様を示す。

観測周波数が24.5MHzと、短波帯の高い周波数を割り当てられたため、イオノゾンのような電離層からの鏡面反射エコーは期待できず、極域レーダ同様FAI観測に焦点を絞った。パルスレーダ時には高度分解能30kmであったが、夏のEs観測に適するよう、FM/CW化して高度分解能を1.6kmにした。

母子里レーダは本年2月から観測を継続している。4月半ばからEsエコーが見え始めたが、170km付近に狭いエコーとして現れる。改造前の12~21MHz帯での観測ではエコーは90~120km付近に現れており、今回のエコーはFAIからの散乱であることを示唆する。

今回の発表では改造の概要と、エコーの初期結果について報告する。

表 FM/CW化母子里レーダ仕様

観測周波数	24.465 - 24.565 MHz
観測方式	FM/CW
波数掃引速度	5, 1.2, 0.3 MHz/
高度分解能	1.6 km
送信出力	8 × 20 W
アンテナ	8 × 対数周期アンテナ

1-24 1997年1月～2月におけるEISCATレーダー-FPI同時観測による熱圏中性風の研究

○大山伸一郎, 野澤悟徳, ステファン・ブハート, 藤井良一 (名大・STE研)
石井守 (通信総合研究所), EISCAT-FPI同時観測グループ

The simultaneous observations of the thermospheric neutral winds with EISCAT radars and FPIs
in January and February, 1997

S. Ooyama, S. Nozawa, S. Buchert, R. Fujii (STE Lab., Nagoya University)
M. Ishii (CRL), EISCAT-FPI simultaneous observation group

We conducted simultaneous EISCAT-FPI experiments in January and February, 1997 (see table) in order to investigate the characteristics of neutral wind. A preliminary analysis from data on January 11 has shown that both methods provide a good agreement at altitudes of 107-119 km. This result suggests that the FPI using 5577 Å emission would provide the neutral wind velocity at this altitude range, which could also be supported by the altitude profile of electron density derived from EISCAT data.

熱圏中性大気の運動を観測する手法として最も有力視されているのが、電離圏のプラズマ物理量を高度分解能良く測定できるISレーダーと、中性風を光のドップラーシフトから直接測定できるファブリペロー干渉計(FPI)である。両手法は相補的な関係にあると言え、2つを用いた同時観測を行うことは、熱圏中性風の特徴を理解する上で非常に有益である。

電離圏におけるイオンの運動方程式とISレーダーによって取得されたイオン速度・電場を用いて、E層中性大気の速度の導出が可能である。この手法の優れた点は中性風速度ベクトルが高度分解能良く(～3 km)得られることにある。しかしその導出において必要なイオン-中性粒子衝突周波数は大気モデルへの依存度が高く、モデル計算と実際の大气との差が大きなエラーを生む原因になっている。また電場は、F層で観測されたイオン速度から導出され、E層へマッピングされる。この電場とE層で観測されたイオン速度とを用いて、E層各高度の中性風を導出する。従ってF層とE層におけるイオン速度観測時間のずれが、中性風導出における不確実性を生むことになり、データ精度の向上が強く望まれてきている。一方FPI観測は光のドップラーシフトを用いることにより、中性風を直接測定することができる。しかし発光層が高度方向に10 km以上の幅を持つため、観測される中性風は視線方向に沿った積分値となる。E層中性風に関しては大きな高度依存性が報告されてきており、極域電離圏のダイナミクスを解明していく上でFPI観測の高度分解能は十分とは言えない。

そこで、国際協同のもとに1997年1月から2月にかけて計87時間実施されたEISCATレーダーとFPIとの同時観測(表参照)によって得られたデータをもとに、これらのデータの比較・検討を行った。現在も解析中であるが、1997年1月11日22時～24時(UT)に得られた観測データでは、高度107 km～119 kmにてEISCATレーダーから導出された中性風と、FPI(波長5577 Å)で観測された中性風との間に、その方向・強度ともに比較的良い一致が見られた。EISCATレーダーにより観測されたE領域の電子密度の高度分布は、この高度範囲でそのピークを示していることが確認できた。これを元に、電子密度の高度分布とモデル計算を用いることで、より現実に即した5577 Åの光の放射率の高度分布を導出していく。この結果から得られる発光の“重み”を、FPI観測から得られる中性風に添加し、レーダー観測から得られる中性風との比較・検討を行う。

Table EISCAT-FPI PROJECT

◎: 快晴 ○: 晴れ ×: 曇り or 雪(雨)

Date (UT)	Time Period	Sky	Date (UT)	Time Period	Sky
January 11	1800-0500 (11 hrs)	○	February 1	1600-0400 (12 hrs)	×
29	1600-2200 (6 hrs)	×	4	1600-0100 (9 hrs)	×
30	1600-1900 (3 hrs)	×	5	1600-0100 (9 hrs)	◎
31	1600-0100 (9 hrs)	○	6	1600-0100 (9 hrs)	×
			7	1600-1800, 2200-0100 (5 hrs)	×
			8	1600-0100 (9 hrs)	◎
			13	0000-0500 (5 hrs)	×

前田佐和子^o・野澤悟徳
(京都造形芸術大学) (名大・STE研)

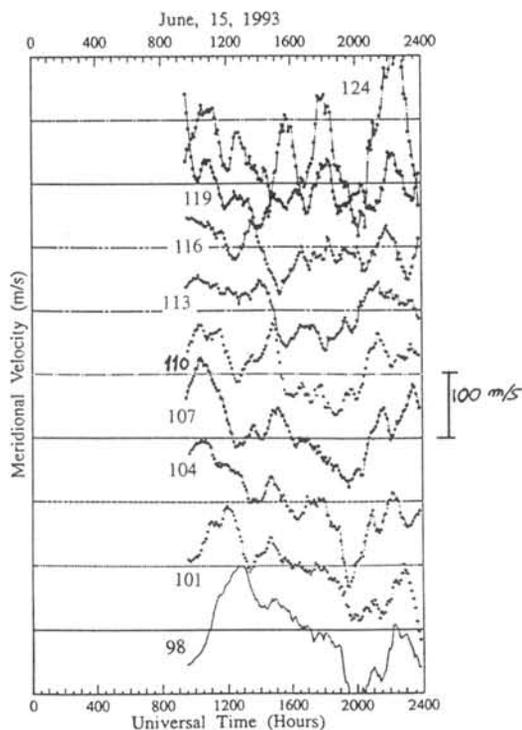
Dayside E-Region Neutral Winds During Magnetically Quiet Times
from EISCAT Measurements

MAEDA Sawako¹・NOZAWA Satonori²

¹Kyoto Univ. Art and Design, ²STE lab., Nagoya University

Momentum balance on the neutral gases in the E-region is characterized by a balance between the pressure gradient and the Coriolis force (including centrifugal force), and the geostrophic balance is set up. At high latitudes, however, the effects of the ion drag complicate the balance of force, particularly in the region lower than 120 km where the Hall drag dominates the Pedersen drag, and the Hall drag affects the geostrophic balance (Larsen and Walterscheid, 1995).

The E-region neutral winds in response to the postmidnight diffuse aurora, measured by the ARIA experiment, exhibited the large wind shear between 110 and 120 km height (Larsen et al., 1995). The 'exotic' jetlike wind feature between 115 and 120 km was also observed. Although the dynamical processes responsible for the large shear and the jet are not clear, these features are not predicted by any tidal models (Larsen et al., 1995) nor by the simulation of the high-latitude forcing (Brinkman et al., 1995). In order to study the high-latitude E-region neutral dynamics, particularly the interaction between the upward propagating semidiurnal tide and gravity waves as well as the effects of the ion drag, it is important to analyze the dayside E-region neutral winds and compare the nightside winds. This paper will report the preliminary results of the CP2 monostatic measurements by the EISCAT IS radar. The figure shows an example of time variations of the meridional winds (positive, northward) at 9 height levels between 98 and 124 km during the magnetically quiet period (the daily averaged Ap index was 5). The vertical structure of these winds will be discussed.



References

- Brinkman et al., 1995, J.G.R., vol. 100, p.17309.
Larsen et al., 1995, J.G.R., vol. 100, p.17299.
Larsen and Walterscheid, 1995, J.G.R., vol. 100, p.17321.

EISCAT KST レーダーで観測した 極域下部F層領域における大気重力波の鉛直方向減衰率

柴田 喬 (電気通信大学), 藤井 良一 (STEL, 名古屋大学), Kristian Schlegel (MPAE)

Vertical Attenuation Rate of AGWs in the Auroral Lower-F Region Observed with EISCAT KST Radar

T. Shibata (Denki-tsushin Univ.), R. Fujii (STEL, Nagoya-Univ.) and K. Schlegel (MPAE)

The vertical structure of AGW (atmospheric gravity wave) associated ionospheric fluctuations in the 100~250 km altitude range has been investigated by making use of the ion temperature (T_i) data observed by the Tromsø measurements in the EISCAT-KST CP1 observation mode. In order to investigate the fluctuation properties quantitatively, we have derived the fractional variations, dT_i/T_{i0} , of the ion temperature by removing the base value from the raw data. The dominant component of dT_i/T_{i0} fluctuation has been identified by carrying out the spectrum analysis in each altitude. From the rate of power variation against height we have calculated the effective attenuation rate of AGWs in the vertical direction, with taking the inherent growth of AGW amplitude with height owing to the decrease in background density and pressure in the upward direction into account. It has been revealed that the vertical attenuation rate takes a value in the range of about $0.6\sim 3.7\times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$ for the waves in the period region of 28~230 min and is increasing with an increase in the wave period.

波動構造が電離圏中を移動する様として観測される移動性電離層擾乱(TID)は、中性大気の波動である大気重力波(AGW)によって引き起こされており、AGWに関する一種のトレーサーであると解釈される。このAGW/TID現象の重要な側面の一つは、下層大気から上層へおよび極域電離圏から中低緯度への余剰エネルギーの輸送/再配分を、この遠達性に優れたAGWが担っていることを示すことであり、熱圏におけるエネルギー収支を解明する上で貴重な手がかりを与えるものである。

TIDおよびその元となっているAGWの水平方向特性については、これまでの主に中低緯度帯における各種観測によってかなりの程度明らかにされてきているが、鉛直方向の構造や伝搬については未だ解析事例が少ない。例えば、AGWの鉛直方向減衰率を観測データから算定する試みは、筆者の知る限りでは、Natorf *et al.* (1992) と Shibata and Schlegel (1993) によるものだけのようなのである。

本研究では、EISCAT-KST レーダーによるCP1モード観測データを用いて、AGWに伴うイオン温度(T_i)の変動構造からAGWの鉛直方向減衰率を同定している。解析にあたっては、極域特有の磁気擾乱や粒子降下等に伴う変動による汚染を避けるために地磁気活動の静穏な時期($K_p \leq 3$)のデータを選び、さらにイオン温度の変動量を背景値で正規化した相対変動量 dT_i/T_{i0} を利用している。AGWの卓越変動周期と変動パワーは dT_i/T_{i0} データを各観測高度ゲート毎にスペクトル解析して決定し、得られたパワーの高度変化から注目するAGW成分の鉛直方向減衰率(k_z^i)を求めた。Fig.1は得られた k_z^i 値をAGWの変動周期に対してプロットしたものである。 k_z^i は28~230分の周期領域において約 $0.6\sim 3.7\times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$ の値をとり、変動周期が長くなるに従って増加する傾向が認められる。これらのことは粘性や熱伝導、イオンドラッグ等の散逸を考慮した数値モデルの結果とほぼ合致している。

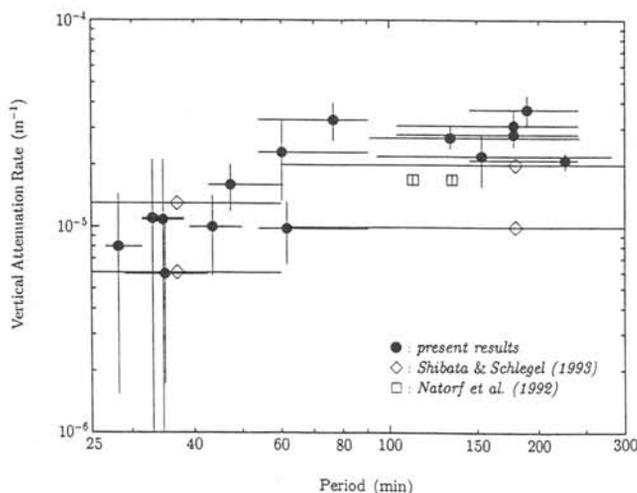


Fig.1 Wave-period dependence of the vertical attenuation rate.

電離圏イオンの運動方向と磁力線との関係について

○藤井良一, S. Buchert, 野澤悟徳 (名大STE研)

Ion movement with respect to the local magnetic field

R. Fujii^o, S. C. Buchert and S. Nozawa (STE Lab., Nagoya University)

The ion movement with respect to the local magnetic field has been determined using data obtained from the tri-static UHF EISCAT radar that is capable of providing the fully three-dimensional ion velocity vector at several altitudes both in the E- and F-regions. During geomagnetically disturbed times the ion tends to move perpendicularly to the local magnetic field line at altitudes higher than 110 km, while during geomagnetically quiet times it tends to move in the horizontal plane even at altitudes higher than 120 km.

電離圏内において、電子、イオンとも中性大気との衝突が無視できる領域では運動は電場に支配されると考えられる。電子においては、90 km以上の高度では中性大気との衝突は無視することができるが、イオンは高度130~140 km以下では中性大気との衝突は無視することができない。即ち電離圏底部では、イオンが衝突によりほぼ静止し、電子だけが電場により運動するホール電流が卓越する領域と、それより上部にイオンが衝突により運動方向が著しく $E \times B$ ドリフト方向から偏向するピーダーソン電流が卓越する領域が定常的に存在している。この衝突が有効か否かは衝突周波数とイオンまたは電子のジャイロ周波数との相対的な大きさにより決められる。この最も基本的な物理量の一つであるイオン、電子の運動の定量的な様相は、特に電離圏E領域においては非干渉散乱 (IS) レーダー以外では調べることは困難である。本研究では、3局方式のEISCAT-UHFレーダーがイオンの運動の3次元ベクトルをE領域、F領域双方で求めることができることを利用して、イオンの運動方向と磁場ベクトルとのなす角度、イオンの運動方向と水平面とのなす角度を様々なローカルタイムと地磁気活動度のもとで調べた。一般的にE領域の高度100 km以下ではイオンの運動は磁力線とは直交せず、高度が高くなるにつれ磁力線と直交するようになる。この傾向は地磁気擾乱の程度が高くなるにつれ顕著となる。一方地磁気静穏時には高度が120 km以上になっても、イオンの運動は磁力線とは直交せずむしろ水平面を動く傾向がある。これらの特性は、磁気圏から電離圏に投影される電場が相対的に大きい場合は $E \times B$ ドリフトが強く、磁力線に直交する運動が卓越し、電場が弱い場合は、イオンが昼夜の大気圧の差から生じる中性風にドラッグされるために中性面内の運動が卓越するためと考えられる。F領域では一般的にイオンは磁力線に直交して運動する傾向が見られるが、下図のようにバックグラウンドの電場の南北成分が南向きか北向きかにより系統的に異なる特性を示す。

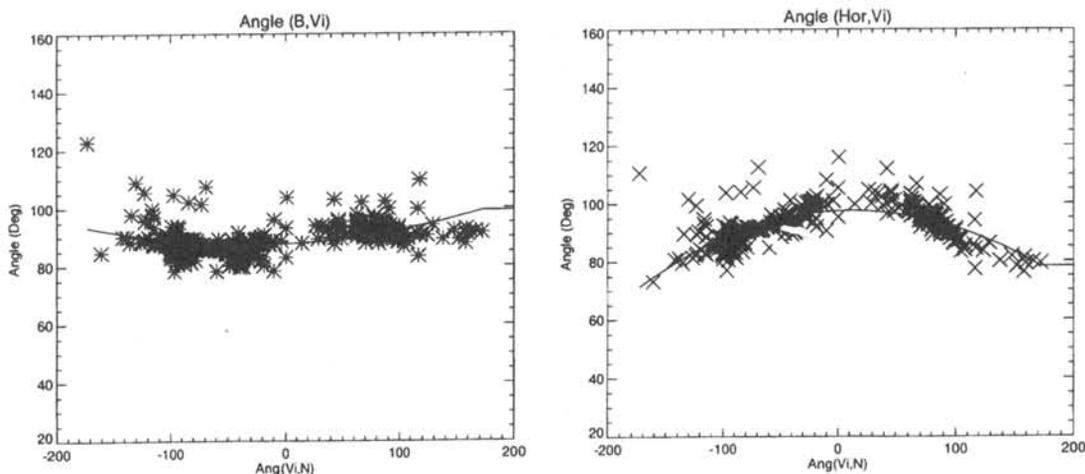


Fig.: a) The angle between the ion movement at an altitude of 278 km and the magnetic field line as a function of the direction angle of the ion from north (0° : northward, $+90^\circ$: eastward, 180° : southward, -90° : westward) for the CP-1 data obtained on April 9, 1990 b) same as a) but for the angle between the ion movement and the horizontal plane.

渡部重十, 吉田直文, 勝山公人, 福西浩 (東北大学大学院理学研究科), 阿部琢美 (青山学院大学), 佐川永一 (通信総合研究所) 藤井良一 (名古屋大学), あけぼの-EISCAT共同研究グループ

EISCAT-Akebono/SMS Observations of Thermal Ion Heating and Outflow in the Topside Polar Ionospheric Region

S. Watanabe, N. Yoshida, K. Katsuyama, H. Fukunishi (*Tohoku University*), T. Abe (*Aoyama Gakuin University*), E. Sagawa (*CRL*), R. Fujii (*Nagoya University*), Akebono-EISCAT Group

We investigated the mechanisms and the dynamics of thermal ion heating and outflow in the region of topside polar ionosphere from the simultaneous observations by EISCAT radar and Akebono satellite. The EISCAT radar provides us with ion density and velocity and ion and electron temperatures at altitudes from ~200 km to ~1500 km. Those parameters are directly compared with the Akebono observations. The Suprathermal Ion Mass Spectrometer (SMS) on the Akebono satellite observed the thermal and suprathermal ion energy distributions in and near the Transverse Ion Energization (TIE) region. The TIE occurs frequently in the low energy range ($< 20\text{eV}$) and near the polar cap boundary over ~2000km altitudes and the latitudinal range is less than 30 km. In this region, all ions (major and minor species) are energized to approximately the same energy perpendicular to the local magnetic field lines and expand outward along the magnetic field lines forming conic distributions. The Akebono-EISCAT simultaneous observations may also provide us with the information on the escape flux of atmosphere from the earth as well as the mechanisms of ion heating and outflow

あけぼの衛星に搭載された低エネルギーイオン質量分析器 (SMS) は, 極域電離圏上部で磁力線に垂直な方向のイオン加熱を頻繁に観測している. その発生領域はポーラーキャップ境界付近で2000km高度以上に定常的に存在しているが, 極域擾乱に伴い電離圏F層下部にまで発生領域は広がり, オーロラ粒子降り込み領域付近でも発生するようになる. 緯度方向に30km以下の広がりがあり, 経度方向にオーロラオーバルのように極をとりかこむように存在する. この領域では, すべての種類の電離圏イオンが同時に加熱されコニクスを形成し磁気圏へと流出している. イオンの加熱と流出のメカニズムはいくつか提案されているが, 未だ確定されていない.

あけぼの衛星とEISCATレーダーによる同時観測を1996年10月から実施している. 我々は, あけぼの衛星打ち上げ (1989年) 後からのデータとEISCATレーダーデータを比較したところ, あけぼの衛星とEISCATレーダーが同一磁力線上付近 (緯度・経度 $\sim 1^\circ$ 以内) で観測する期間, 数例を見出した. EISCATレーダーデータからイオン密度, イオン温度, 電子温度, イオン速度, あけぼの衛星/SMSから熱的イオンのエネルギー分布とイオン種ごとの速度, 温度, 密度を得ることができる. その比較はEISCATレーダーで観測する1000km以下の高度での現象とあけぼの衛星高度 (10000km以下) での現象が良い相関で物理量が変化していることを見出した. あけぼの衛星-EISCATで得られたそれぞれのパラメータについて時間的かつ空間的変動を詳細に調べることにより, イオンの加熱機構とイオンの運動について明らかになり, さらに, イオン流出量の時間的・空間的変動と, その正確な流出量を理論及びコンピュータシミュレーション結果と比較・検討することによりイオン加熱と流出のメカニズムの全体像を明らかにできると考えている. あけぼの衛星-EISCAT同時観測によりイオン加熱の発生領域を詳細に観測し極域電離圏上部での電離圏イオン加熱と磁気圏への流出分布とその時間的空間的変動を明らかにすることは地球大気の歴史を考察する上でも重要な情報となる.

Acknowledgement: This work has been carried out by the use of Akebono SDB released from the Institute of Space and Astronautical Science (ISAS), the sponsoring agency of the Akebono mission, with the important support from the National Institute of Polar Research (NIPR) and the Canadian Space Agency (CSA). We are indebted to the Director and staff of EISCAT for operating the facility and supplying the data. EISCAT is an International Association supported by Finland (SA), France (CNRS), the Federal Republic of Germany (MPG), Japan (NIPR), Norway (NFR), Sweden (NFR) and the United Kingdom (PPARC).

イメージングリオメータで観測されたインパルシ的なCNA変動

加藤賢一 (通信総合研究所), 山岸久雄, 佐藤夏雄 (国立極地研究所)

Impulsive CNA variations observed with IRIS

Ken-ichi Kato (CRL), Hisao Yamagishi and Natsuo Sato (NIPR)

Impulsive CNA variations is observed with Imaging Riometer (IRIS) at Tjornes. The impulsive CNA variations on 1991 Nov. 9 was quasi-periodic pulsations (~ 117 sec.). We study how electron precipitations shown same amplitude and non-propagation occur in magnetosphere, as clarifying the characteristics of the CNA variations from IRIS data and the associated phenomenons.

チヨルネス (Tjornes, InvLat $\sim 66.9^\circ$) に設置されたイメージングリオメータ (IRIS) によってインパルシ的なCNA変動がしばしば観測される。

1991年11月9日1035~1055UTの観測例 (図1) の場合, CNA変動は準周期的な脈動であり, その周期はおよそ117秒程度であった. この周期のCNA変動の振幅及び位相に空間的な変化はIRIS視野内ではほとんど見られなかった. さらにこの時, CNA変動に伴って同周期の地磁気脈動が地上で観測された. その地磁気脈動はH成分では約90nT程度の振幅を示すが, D成分に顕著な変動は見られなかった. この相違は地磁気脈動の背景にある地磁気変化の大きさに関係し, 地磁気H成分では約+300nTの変化が見られたのに対しD成分ではほぼ0nTであった. またその脈動の偏波は観測点に関わらず直線偏波であり, その緯度方向の変化が存在しなかった事から, その脈動は午前側で現われる磁力線の共鳴構造をもったPc4/5地磁気脈動と全く異なるものである. すなわち, 地上で観測された地磁気脈動は電離層で発生したものであり, インパルシ的なCNA変動は電離層への電子降下の周期的な変動であると考えられる.

本研究では, 1991年11月9日1040~1100UTの観測例からCNA変動やそれに伴う現象の特性を明らかにし, そしてIRIS視野内で強弱を持たずかつ伝搬しない電子降下は磁気圏でどの様に発生したかを考える.

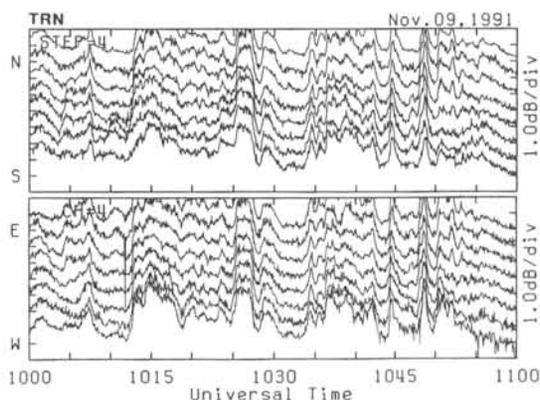


図1. チヨルネスのイメージングリオメータで観測されたCNA変動の南北方向と東西方向変化.

共役イメージングリオメータで 観測されたCNAドリフト

° 藤田裕一(1) 山岸久雄(2) 佐藤夏雄(2)
(1) 総研大 (2) 極地研

CNA drift observed by
Syowa-Iceland conjugate imaging riometers

° Y.Fujita(1) H.Yamagishi(2) N.Sato(2)
(1) Grad.Univ.Advanced Studies (2) NIPR

Drifting Diffuse CNA(DDC) event which is hundreds of kilometer in spatial scale and hundreds of meter per second in drifting speed (at 90km altitude) were observed by Syowa-Iceland conjugate-pair imaging riometers.

DDC event seems to be the projection of the magnetospheric convection onto the lower altitude ionosphere because of the similarity of the flow pattern.

南極昭和基地とその共役点であるアイスランドのチョルネスに設置されたイメージングリオメータにより、数100kmの空間的広がりを持つCNA領域が、数100m/s(高度90kmを仮定)で移動する現象が観測された。この現象は、午前-昼間を中心に年間数10回(1992年の例)以上発生し、全く同じ形・動きではないが両共役点で観測されることが多い。発生頻度の日変化は、9時(MLT)頃に明瞭なピークを持つ。

ドリフトの方向は、10時頃を境に朝側で東向き午後側で西向きの成分を持つことが多く、そのパターンの類似性から電離層に投影された磁気圏対流を見ているものと考えられる。

イメージングリオメータによる

ポーラキャップ/カuspでの南北共役点観測

○西野正徳 (名大 STE 研) 佐納康治 (朝日大)

佐藤夏雄、山岸久雄 (極地研) 賀龍松、胡紅橋、劉瑞源 (中国極地研)

Conjugate Observation in the Polar Cap/Cusp by Imaging Riometers

M. Nishino(STEL, Nagoya Univ.), Y. Sanoo(Asahi Univ.),

N. Sato, H. Yamagishi(NIPR), He. Longsong, Hu Hongqiao, Ruiyuan. Liu(PRI, China)

An imaging Riometer was newly constructed at Zhongshan Station, Antarctica ($L=13.9$) in February, 1997, along with a magnetometer, all-sky TV and photometer. Imaging riometer which measures ionospheric radio wave absorptions is a powerful tool for conjugate observation of the auroral particle precipitation into the polar cap/cusp ionosphere. We present an example of the ionospheric absorption event occurring on January 30, 1997, comparing with the simultaneous absorption event in Ny-Alesund, Svalbard, which is geomagnetic conjugate point in the arctic region.

極地研究所と中国極地研究所との共同研究プロジェクトとして、1996年12月から1997年3月までの間の約50日間、著者の2人(西野、佐納)が中国の南極中山基地を訪問し、イメージングリオメータ、及び磁力計の新設と、オールスカイTV、及びフォトメータを再建した。中山基地は磁気緯度74.5度($L=13.9$)にあるため、昼間側では、カusp領域、夜側では、キャップ領域のオーロラ現象を観測できる。一方、北半球では、スバルバル地域が中山基地の地磁気共役点に位置するが、両半球で共に暗夜の条件が必要なオーロラ光学観測は不可能であり、オーロラ粒子降下や電離層擾乱による電離層吸収を観測するイメージングリオメータが大層有力になる。

中山基地でのイメージングリオメータは、観測周波数38.2 MHz、8x8のダイポールアンテナの2次元アレーで構成され、各々のダイポール間隔は1/2波長にしたことにより、視野は電離層高(90km)で200km x 200kmと広がる。また、グレーティングローブによる視野境界付近での位置決定の不確定性がなくなる利点がある。

今回の発表では、中山基地から持ち帰った約2週間のデータから1997年1月30日1730 UT(約19hMLT)から始まった急峻な電離層吸収現象を紹介する。この吸収現象は夕方側で発生し、アーク状の形で極側に進行する。このアークの中で、強度が8dB以上にも及ぶ局所的な吸収が複雑な動きを示している。この時間帯では、中山基地はオーロラオーバルを横切るので、この吸収は、オーロラ帯で見られる典型的な現象である。北極スバルバル・ニーオルスのイメージングリオメータ(30 MHz)でも同時に電離層吸収現象が観測され、アーク状の形を成して極側に進行するが、強度は、2dBと比較的弱い。これらの初期的データからオーロラ粒子降下の南北共役性を考えたい。

山岸久雄, 佐藤夏雄, 菊池雅行 (極地研), 巻田和男 (拓殖大)
 西野正徳 (名大STE研), 佐納康治 (朝日大)
 ビーター・スタウニング (デンマーク気象研), 劉瑞源 (中国極地研)

Geomagnetic Conjugate Point in the Polarcap
 - Aurora and CNA observations at
 Antarctic Zhongshan Station, Svalbard and Greenland -

H. Yamagishi, N. Sato and M. Kikuchi (NIPR), K. Makita (Takusyoku Univ.),
 M. Nishino (STE Lab., Nagoya Univ.), Y. Sano (Asahi Univ.)
 P. Stauning (Danish Meteor. Inst), Liu R. (Polar Research Inst. China)

Abstract

All-sky TV camera and imaging riometer observation has started at Chinese Zhongshan Station in Antarctica in 1995 and 1997, respectively. Magnetosphere models tell that geomagnetic conjugate point of Zhongshan nominally locates near the midway point between Svalbard and East Greenland, and moves to either Svalbard, or East Greenland, depending on local time, season and IMF By polarity. The conjugate point cannot be obtained near midnight and midday because of open field lines. Geomagnetic conjugate point observation of auroras can prove validity of these models, whether same kind of aurora can be seen near the calculated conjugate point. Conjugate aurora observation by optical method is only possible in equinox time, because in other seasons, either hemisphere is under sunlit condition. Combination of optical and radiowave method (imaging riometer) bring in a big advantage in the conjugate aurora observation, because imaging riometers can observe active auroras under sunlit condition and this increases observational opportunities by a great deal. Fortunately, we are operating imaging riometers at Danmarkshavn in east Greenland, Ny-Alesund and Longyearbyen in Svalbard. All-sky TV cameras are operational in campaign basis at Ny-Alesund and Longyearbyen. Therefore, combined observation by optical instruments and imaging riometers at these stations provides an ideal situation for conjugate aurora observation in the polar cap. In this report, latitudinal drift of conjugate point in the afternoon hours in wintertime were confirmed by imaging riometer observation at Danmarkshavn and all-sky TV camera at Zhongshan Station.

われわれは中国極地研究所と共同して南極中山基地においてオーロラTVカメラとイメージングリオメータをそれぞれ1995年, 1997年より稼働させている。磁気圏磁場モデルによれば, 中山基地の地磁気共役点は通常スバルバルと東グリーンランドの中間に位置するが, 地方時, 季節, 惑星間磁場のY成分の極性などにより, スバルバルに近寄りたり, 東グリーンランドに近寄りたりする。また, 真昼と深夜近くの時間帯は磁力線が閉じていないため共役点を求めることができない。地磁気共役点でオーロラを観測し, その形, 位置, 動き等を比較することにより, 計算により求めた地磁気共役点がどの程度妥当であるか, 実証することができる。

光学的手法では, オーロラの共役点観測を実施できる期間は, 両地点が夜になる春秋分付近の限られた期間になり, 大きな制約となっていたが, 電波による観測手法 (イメージングリオメータ) を加えることにより, 通年にわたりオーロラの共役点観測が可能となった。われわれは, 中山基地, スバルバル, 東グリーンランドでイメージングリオメータとオーロラTVカメラを稼働させており, 極冠域での共役点観測を行うのに最適な道具建てが整ったといえる。実際の観測結果から, モデル計算から予測される共役点位置の日変化を示唆する例を紹介する。

The Conjugacy of Long Periodic Auroral Luminosity Pulsations

H. Yang^o [1,2], T. Kamei[1], T. Araki[1]

T. Iyemori[1], N. Sato[3] A. Kadokura [3], H. Minatoya[4]

1. Faculty of Science, Kyoto Univ.

2. Polar Research Institute of China

3. National Institute of Polar Research

4. University of Electro-Communications

Abstract

Auroral luminosity pulsations so far observed on the ground may be divided into two types. The first occurs within pulsating patches with period of 2-20sec, of which the characteristics were well documented by measurements using ground-based techniques, sounding rockets and geo-stationary satellites [A.D. Johnstone, 1983]. It is believed to be caused by a modulation on precipitating electron beam through interactions with ELF waves.

The second one falls in longer period range, with its morphological features, nevertheless, showing great diversities. For instances, Taylor et al [1989] have found an event associated with a magnetic giant pulsation (77s), which optically appeared to be a 77 sec. periodic modulation on the occurrence of pulsating auroral patches. XU et al [1993] have shown some events of luminosity pulsations in Pc5 range of auroral arcs, which are interpreted in terms of resonant Alfvén wave modulation on optical auroral emissions. Yamamoto et al [1988] have discovered events of luminosity pulsations in Pc5 range of diffuse and pulsating auroras, too, and even some events in Ps5 range of auroras following auroral breakups in pre-midnight hours.

The conjugacy of long periodic auroral luminosity pulsations is for the first time inspected in this study. The sequences of auroral luminosity are extracted in a sampling rate of 0.1 fps from all-sky video records observed at the conjugate pair of Syowa, Antarctica, and Husafell, Iceland. The conjugacy of long periodic pulsations is evaluated in terms of power spectra and correlation of optical and magnetic variations of / between the conjugate pair. Two case studies, one on September 9, 1991, and one on September 11, 1994, will be presented.

○田口 真 (極地研)、江尻全機 (極地研)、岡野章一 (極地研)、
川原琢也 (信州大)、岡田雅樹 (極地研)

Imaging observation of conjugate auroras from a lunar orbiter

○Makoto Taguchi (NIPR), Masaki Ejiri (NIPR), Shoichi Okano (NIPR),
Takuya D. Kawahara (Shinshu University), and Masaki Okada (NIPR)

We have started development of an upper atmosphere plasma imager (UPI) to take images of aurora, airglow, geocorona, and emission from the magnetospheric plasma of the earth from a lunar orbiter SELENE which will be launched in 2003. UPI consists of three sensors, UPI-TEX, UPI-TUV and UPI-TVIS. UPI-TUV and UPI-TVIS operate in the vacuum ultraviolet and visible regions, respectively, taking monochromatic images of conjugate auroras appearing in the both northern and southern auroral ovals in a same snapshot. The imagers are fixed on a high-gain antenna always pointing to the center of the earth while SELENE is in a lunar orbit. It is expected that year-round observation by UPI-TVIS and UPI-TUV will provide valuable data to precisely discuss temporal and spatial correlation between conjugate auroras.

人工衛星からのオーロラ撮像観測はオーロラのグローバルな分布をとらえるのに有効な手段である。これまでにいくつもの衛星にオーロラを可視光または紫外光で撮像観測する機器が搭載されているが、南北両半球のオーロラを同時に一枚の画像としてとらえた例はない。その理由のひとつには大部分の地球周回衛星は南北両半球の極域を同一視野に入れられるほど高度が高くないということが上げられる。

そこで我々は2003年に打ち上げ予定の月探査周回衛星(SELENE)に撮像装置を搭載し、地球の共役点オーロラを同時に撮像することを目指している。同一の撮像装置で南北共役点オーロラを同一画像に撮像することは、観測の同時性が完全であり、発光強度や形態の詳細な比較が容易に可能である。これらの点から本観測計画が実現すれば共役点オーロラの研究において価値の高いデータを提供できると期待される。

我々が開発している撮像装置は地球超高層プラズマイメージャー(Upper Atmosphere and Plasma Imager: UPI)¹と呼ばれる観測装置の一部である。UPIは極端紫外光、真空紫外光、可視光で動作するの3つのセンサー(UPI-TEX、UPI-TUV、UPI-TVIS)で構成される。これらのうちUPI-TVISは口径160mmF2.0の屈折式集光光学系に512×512ピクセルの冷却CCDカメラを組み合わせる。干渉フィルターによってOI 557.7nm、

OI 630.0nm、N₂⁺1NG 427.8nm、NaD 589.3nm、OH 700-800nmのオーロラ及び大気光を撮像する。一方、UPI-TUVの集光光学系は口径100mmF2.0の反射式とし、検出器にはレジスタティブアノード付MCPを用いる。水素吸収セルを備え水素ライマンα(121.6nm)による明るい地球コロナと紫外オーロラ(OI 130.4nm)を分離して撮像可能である。センサーは月周回衛星のハイゲインアンテナに同架され常に地球中心を指向する。観測器の重量はセンサー部6.0kg、電気回路部5.0kg、消費電力は最大50W、テレメトリーレートは通常観測時で100kbpsである。

シミュレーションによると月周回軌道から地球夜側半球の南北共役点のオーロラ帯を同時に見ることができるのはミッション期間1年間のうち約50日間である。一方、南北どちらかのオーロラオーバルを見渡すことができる期間は約60日間である。

今後のおおよそのスケジュールは97~99年度にかけてPMの設計・製作・試験を行い、2001年度までにFMを製作する。2001~02年度にFM噴合・単体試験・総合試験を行い、そして2003年度に打ち上げ後、1年間の観測を実施する予定である。

¹UPIのPIは中村正人氏(東大)で、著者らの他に岩上直幹氏(東大)、平原聖文氏(立教大)、斉藤義文氏(宇宙研)、三宅 互氏(通総研)がCO-Iである。

極冠域オーロラの2次元微細構造とダイナミクス

° 宮岡 宏、海老原祐輔、江尻全機 (極地研)

Polar cap arcs: micro-scale structures and dynamics

° H. Miyaoka, Y. Ebihara and M. Ejiri (NIPR)

We present several characteristic features derived from the high-resolution imaging observation of polar cap auroral arcs in the magnetic zenith direction at Sondrestrom, Greenland, using a high sensitive ICCD-TV camera with extremely narrow field-of-view ($4.8\text{km} \times 3.4\text{km}$). In this paper, micro-scale ($\leq 1\text{km}$) structures, fast drift motions and fluctuations of polar cap arcs are analyzed and discussed in detail, comparing to the recent theoretical models of polar cap arcs.

極冠域オーロラの生成機構として、マクロ/メソスケールの電離圏・磁気圏結合による時間発展モデルが提案されている (Zhu et al., 1993など)。こうした理論モデルを検証するためには、極冠域オーロラを構成するディスクリートアークの元素 (厚さのスケール $\sim 100\text{m}$) の時空間変動を分離しうるミクروسケールの高解像度観測が有効である。こうした観点から、1995年ならびに1996年の12月、グリーンランドのSondrestrom (Inv=74.5) において、非常に狭い視野角を持つ高感度オーロラカメラを用い、磁気天頂視野内に現れたディスクリートアークの高解像度観測を実施した。

ディスクリートオーロラの微小、中規模ならびに大規模スケールに対応した撮像観測を同時に行うため、下記の3種類のオーロラTVカメラを使用した。

- 1) 冷却型ICCDカメラ (浜松 V5102UX、ピーク感度波長430nm)
視野角 $3.8 \times 2.8^\circ$ (高度100kmで $4.8\text{km} \times 3.4\text{km}$ 、解像度10m)
- 2) I I + CCDカメラ (浜松 Nightviewer + C3077)
視野角 $30 \times 22^\circ$ (高度100kmで $51\text{km} \times 37\text{km}$ 、解像度110m)
- 3) I I + CCDカメラ (浜松 Nightviewer + C3077)
視野角 180° (全天)

Sondrestromはオーロラオーバルの高緯度側に位置しているが、サブストームの開始とともに高緯度へ搬送されてくるオーロラサージが磁気天頂視野内に入ってくることが多く、また静穏時には、極冠域オーロラのsun-aligned arcsやコロナ状オーロラが同じく磁気天頂付近に出現するため、予想以上に多くの観測例が得られた。また、部分的にIS Radarとの同時観測も実現した。本講演では、画像解析の結果に基づき、こうした極冠域オーロラの微視的な空間構造とその時間発展について議論する。

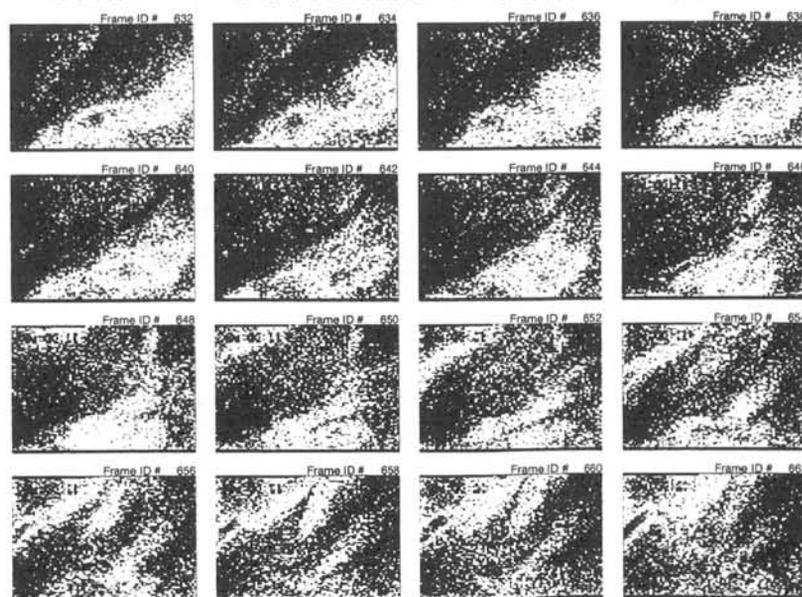


図1
極冠アーク微細構造の時間発展の一例
(画角: $3.8 \times 2.8^\circ$ 、中心が磁気天頂、全体で1秒間の画像)

オーロラのALISによる多点トモグラフィと
FAST-EISCATとの同時観測

麻生武彦*, 江尻全機**, 浦島智*

Åke Steen***, Urban Brändström***, Björn Gustavsson***

Asta Pellinen-Wannberg***, Ingemar Häggström***

Charles Carlson†, David M. Klumpar††, Cinthia Cattell†††

*京都大学, **国立極地研究所, ***スウェーデンスペース物理研究所
†カリフォルニア大学, ††ロッキードパロアルト研究所, ††† ミネソタ大学Conjunctive ALIS multi-point auroral tomographic observation
with FAST satellite and EISCAT radar in January-March, 1997

T. Aso*, M. Ejiri**, A. Urashima*, Å. Steen***

U. Brändström***, Björn Gustavsson***, A. Pellinen-Wannberg***

I. Häggström***, C. Carlson†, D. M. Klumpar††, C. Cattell†††

*Kyoto University, **National Institute of Polar Research

***Swedish Institute of Space Physics

†University of California, ††Lockheed Palo Alto Res. Lab., †††University of Minnesota

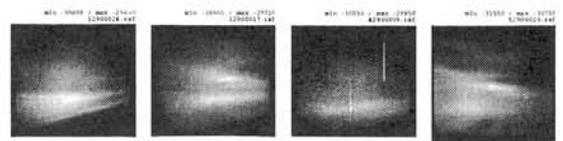
Conjunctive auroral tomographic observation has been carried out in January to March this year by the ALIS (*Auroral Large Imaging System*) of the Swedish Institute of Space Physics with close cooperation with FAST (*Fast Auroral Snapshot Small Explorer*) satellite and EISCAT radar. Several opportunities for the conjunction were anticipated. It is, however, almost like a windfall to have aurora arc coming up in the core region just when magnetic conjunction with FAST satellite of only a few minutes is taking place and EISCAT radar run is also going on. At the moment, we had only one or two cases when aurora, not tomographic but just multi-point monochromatic images were secured in some way for this synchronous condition. In this 3rd ALIS-JAPAN collaboration, 5-point observation are carried out using ALIS facilities. Filter wheel are equipped with all cameras this time, and 4278 Å and 6300 Å images, sometimes tomographic and sometimes of broad coverage, were occasionally taken along with usual 5577 Å images. These will give us 3-dimensional luminous structure from flawless tomographic reconstruction, altitude information of structured part from triangulation analysis or large-scale auroral behaviors at particular wavelengths. Fully automated ALIS system thus indicates versatile applicability of multi-point steerable and spectroscopic aurora imaging in collaboration with satellite, radar and other observations.

1995年3月および12月に引き続いての3回目のALIS-JAPAN トモグラフィ観測は5点が整備されたALISシステムにより本年1月から3月にかけて行われた。今回はかねてよりIAS(*International Auroral Study*) [1]の一環として計画され、FAST衛星の昨年8月21日の打ち上げにより、2年遅れで実現したFAST衛星、EISCATレーダとの同時観測が主眼である。IASのゴールは[1]に述べられているように、オーロラ生成、なかでもアークの構造やダイナミクスと加速の直接計測との繋がり、電離層の大規模電場・電流系の振る舞い、アークと磁気圏サブストームや磁気圏境界領域との関連などを描出する事にある。衛星の北半球遠地点位置に対応して、キャンペーン観測が予定されたが[2]、これは数回にわたる磁気的な合すなわちALIS観測点の上層高度100kmを通る磁力線を衛星が横切る時刻に同期してALIS多点観測を行い、同時にEISCATレーダにより近傍でのプラズマ諸量やドリフトの計測を行うものであり、さらに、POLARやMSX衛星等との同期観測も計画された。

観測は、わずか1~2分の衛星との合の間に、オーロラがトモグラフィに好個な位置に出現し、EISCATが観測しているという難しい条件であり、数度のチャンスに対し、完全に同期した理想的なトモグラフィ画像は得られなかったが、2月7日20:49UTにはFAST,EISCAT、一瞬のアークの出現が同期し、興味ある多点画像データの取得が行われた。また、ALISの5観測点すべてにフィルタホ

ールが装備され、5577 Åに加えて4278 Åや6300 Åでのオーロラ画像組も得られた。図は、2月9日18時30分30秒に波長6300 Åで撮像されたトモグラフィ画像例であり、図左から右へキルナ、シルキモトカ、チャウチャス、アビスコで、方向はキルナ真上のコア領域である。このほかに、種々のトモグラフィ画像や、少なくとも高度推定が可能な画像が多数得られており、現在解析を進めているところである。完全に自動化されたALIS観測網は、トモグラフィ観測による高度や3次元構造復元の可能性と相俟ってロケット、衛星やレーダなど他の観測との総合的な観測のなかで、とりわけ有力な観測手段の一つとして、ますますその重要性を増すものと期待される。

謝辞 本トモグラフィ観測・解析を行うに当たり平成8年度文部省科学研究費(国際学術研究、代表者国立極地研究所佐藤夏雄教授)、名古屋大学太陽地球環境研究所共同研究経費(担当藤井良一教授)ならびに平成9年度文部省科学研究費(基盤研究(C))の援助を得ている。また、EISCAT観測時間振り替えにつき名古屋大学野澤悟徳氏の好意に謝する。



参考文献 [1] Baker, D. N. et al., STEP International, 3(2), 1-3, 1993. [2] Cattell, C., Intern. STEP Newsletter, 2(4), 5, 1996.
(第21回極域における電離層磁気圏総合観測シンポジウム講演予稿1997年5月)

静穏時及び擾乱時における高緯度オーロラ

○巻田 和男(拓殖大学)、鮎川 勝(極地研)、西野 正徳(STE研)

P. Newell (APL/JHU)、C.-I. Meng (APL/JHU)

High latitude aurora during quiet and disturbed period

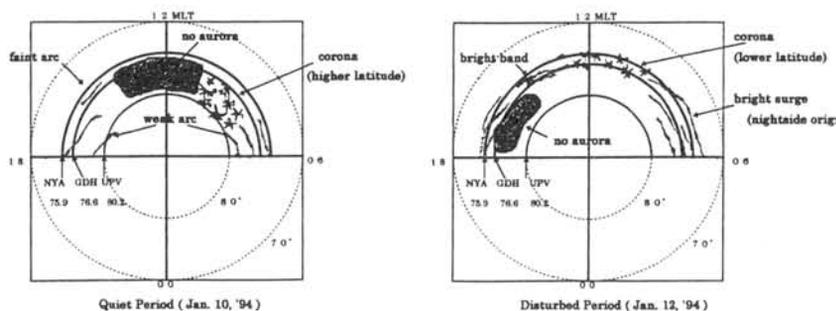
K. Makita(Takushoku Univ.), M. Ayukawa(NIPR),

M. Nishino(STE Lab.), P. Newell (APL/JHU)、C.-I. Meng (APL/JHU)

Dayside auroras are examined for the quiet and disturbed period by using Upernavik, Godhavn and NyAlesund all-sky TV data. Generally, during quiet period, the weak arc and corona aurora are observed in the prenoon sector. No remarkable aurora is seen in the noon sector and faint arc is observed in the postnoon sector. On the other hand, during the disturbed period, bright surge and active corona are seen in the prenoon and noon sector, respectively. The bright band appeared in the postnoon sector. The characteristics of precipitating particles are examined by using simultaneous DMSP data.

昼側(06-18 MLT)のオーロラ現象について、グリーンランドのゴッドハブ(76.6°)とウペルナビーク(80.2°)及びスバルバードのニーオルソン(75.9°)で観測されたオーロラテレビデータを用いて解析を行った。

本報告では、観測データの中から典型的な静穏時と擾乱時のイベントを選び出し、オーロラの出現特性と入射粒子との関係を明らかにした。これらの解析結果について図で示してある。これによると、静穏時のオーロラは朝方と夕方に弱いアーク(weak arc)が見られる。昼より前の時間帯にはコロナ(corona)が出現するが、昼前後では顕著なオーロラが見られない。午後側には薄いアーク(faint arc)が見られるがこのオーロラは夕方側のアークとは連続していないようである。これに対して、擾乱時においては、朝方と夕方で夜側から伝播してきたと思われる明るいサージオーロラ(Bright surge)が見られ、昼前後では活動的なコロナ(corona)が出現し、午後側では明るいバンド(bright band)が観測される。これらのオーロラと入射粒子の関係について、比較をおこなった。これらの詳細についてあわせて発表する。



Altitude distribution of the ratio of auroral photoemission rate of the oxygen red and green lines to that of the first negative band system of N_2^+ at $\lambda 427.8\text{nm}$ observed by the sounding rocket.

°Kunizo Onda (Sci. Uni. of Tokyo), Hiroshi Miyaoka (NIPR),
Yukikazu Itikawa (ISAS), and Masaki Ejiri (NIPR)

The sounding rocket S-310JA-8¹⁾ was launched toward active auroral arcs at a substorm expansion phase from Syowa Station in Antarctica of the invariant latitude 66.14°S and the geomagnetic longitude 70.98° at 19:27:01(UT) on April 4, 1984. We have been theoretically investigated this electron aurora by using the Monte Carlo method.²⁾ We considered only N_2 , O and O_2 as the atmospheric constituents, whose number density and temperature corresponding to this observed aurora were estimated by employing the MSIS-86 model.³⁾ Electrons were injected downward into the upper atmosphere at the altitude of 200 km, at which a downward electron differential number flux was measured by the same rocket experiment. An initial electron energy E_0 was considered in the range of 100 eV to 18 keV. It is assumed that an initial pitch angle is uniformly distributed in the range of $[0, \pi/2]$. Production and emission at $\lambda 427.8\text{ nm}$ rates of the first negative band system of nitrogen molecular ions $N_2^+(\text{B } ^2\Sigma_u^+)$ were calculated as a function of altitude, the initial pitch angle, and the initial electron energy. Time variation of the observed absolute intensity of this line was reasonably reproduced by the Monte Carlo method combined with the measured electron number flux.⁴⁾ We also investigated production and emission rates of oxygen green and red lines. We considered production rate of the $O(^1\text{S})$ state through the collision process of $N_2(\text{A}^3\Sigma_u^+) + O(^3\text{P})$ in addition to the direct excitation of electrons. Altitude distributions of the ratios of the emission rate of these oxygen lines to that of the first negative band system of $N_2^+(\text{B } ^2\Sigma_u^+)$ were calculated to understand emission processes in electron auroras.

We will present and discuss our numerical results at the meeting.

- (1) M. Ejiri, Results of sounding rocket experiments at Syowa Station, Antarctica, 1984. Upper Atmosphere Physics Division, National Institute of Polar Research, Japan, November 14, 1988.
- (2) K. Onda, M. Hayashi, and K. Takayanagi, ISAS Report No. 645, 1 (1992).
- (3) A. E. Hedin, J. Geophys. Res., **92**, 4649 (1987).
- (4) K. Onda, H. Miyaoka, Y. Itikawa, and M. Ejiri, Proc. NIPR Symposium on Upper Atmos. Phys., **10**, 1 (1997).

昭和基地におけるオーロラの同時比較

- ° 瀧澤博和、森岡 昭、三澤浩昭、高橋幸弘（東北大理）、
宮岡 宏、佐藤夏雄（極地研）、向井利典（宇宙研）

*Simultaneous Observation between Electron Precipitation Obtained by AKEBONO Satellite
and Auroral Dynamics at Syowa Station*

- ° H. Takizawa, A. Morioka, H. Misawa, Y. Takahashi (Tohoku Univ.), H. Miyaoka, N. Sato (NIPR) and T. Mukai (ISAS)

The electron precipitation associated with an omega band was observed by AKEBONO (EXOS-D) satellite at the altitude of 8000 km around 0:14:00 UT, Sep. 18, 1992. AKEBONO satellite was located above Syowa Station by the distance about 45 km at that time. Auroral image data were obtained simultaneously by SIT TV camera at Syowa Station. We examine the relationship between the electron precipitation at the satellite altitude and auroral structure.

衛星高度におけるオーロラに伴う降下粒子に関する研究は、これまでISIS、DE、DMSP衛星などによって行われている。本研究では、あけぼの衛星で観測された電子降下と昭和基地で観測されたオーロラとを高い時間・空間分解能で比較し、オーロラと降下粒子との対応を明らかにしていく。

1992年9月18日0時14分（世界標準時）にあけぼの衛星が高度約8000kmで、南極昭和基地からfoot-printの距離で約45kmという極めて近い場所を通過した。あけぼの衛星では、波動・粒子・磁場データが得られており、LEPによる低エネルギー粒子観測により降下電子が観測されている。このときの地上からのSITカメラを用いた全天オーロラ高感度TV観測では、あけぼの軌道上にオメガバンドの基部が観測されている。これらあけぼの衛星と地上との同時観測データを用いて、衛星高度におけるオーロラの構造と対応した降下電子の同定を試みる。

図1に、0時10分55秒に昭和基地のSITカメラで観測されたオーロラの輝度分布と、あけぼの衛星の軌道（図中の実線）を示す。

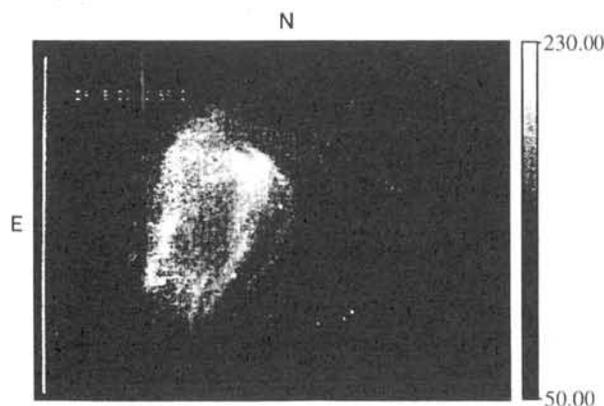


Fig.1 Auroral image (0:10:55 UT) observed at Syowa Station and the orbit of AKEBONO Satellite.

磁気圏内の AKR の伝搬と plasmapause 境界の評価

- GEOTAIL と POLAR による AKR 同時観測

村田健史¹ 山口弘市¹ 橋本弘蔵² 松本紘² W. Kurth³

1. 愛媛大学工学部情報工学科 2. 京都大学超高層電波研究センター 3. NASA/GSFC

AKR Propagation in the Magnetosphere

- Multi-Satellite Observations by GEOTAIL and POLAR

Hiroichi Yamaguchi¹ Takeshi Murata¹ Kozo Hashimoto² Hiroshi Matsumoto² William Kurth³

1. Faculty of Engineering, Ehime University

2. Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

3. NASA/GSFC

It is of great interest to study how the AKR propagates in the night side or the dayside of the Earth. This study requires a reference to judge when AKR is excited or not generated.

Using two spacecraft, GEOTAIL and POLAR, we have compared 24 hours dynamic spectra in April and May 1996. The orbit of GEOTAIL is almost on the equator plane and 20 R_E from the Earth. The trajectory of POLAR is in the meridian plane with the apogee of 8 R_E over the northpole and the perigee 2 R_E over the southpole.

We find regimes where AKR does not propagate on the POLAR orbit (Fig. 1). These regimes corresponds to the AKR occultation region predicted by ray tracings (Fig. 2). We compare the present observations in ray tracings and discuss the mechanism of the AKR occultation .

本研究では磁気圏内のオーロラ電波(AKR)の伝搬について調べる。AKR 伝搬についての研究は一衛星のみによる観測では困難である。AKR を観測していない時に、それが伝搬の効果によるものか AKR が発生していないためなのか区別できないからである。本研究では、GEOTAIL と POLAR の二衛星による AKR の同時観測を比較して、地球近傍の AKR の伝搬しない領域について調べる。POLAR はほぼ地球の子午面内を周回している。一方 GEOTAIL は赤道面を地球から約 20 R_E で周回している。両衛星は AKR を含むプラズマ波動のダイナミックスペクトルを定常観測している。多くの場合、両衛星は同じ時刻に同じ周波数帯域で AKR を観測していた。しかし一方の衛星でしか観測されない AKR も数多くあった。そこで POLAR の軌道上で AKR が伝搬しない領域を 96 年 4 月、5 月の二か月について調べた。比較を行なう際、GEOTAIL の AKR 観測をリファレンスとして AKR 発生の確認を行なった。

AKR の POLAR で AKR が観測されてない時は次の 2 つの場合がある事が分かった。まず POLAR と GEOTAIL で上限周波数が明らかに異なる場合である。この現象は主に極域上空で見られる。特に、極域の磁気緯度で 6-12 時で高周波 (>500kHz) の AKR が伝搬しないことが分かった。次に赤道付近の低緯度、すなわちプラズマ圏近傍で AKR が全周波数帯域にわたり伝搬していない場合があった。この時の POLAR の軌道をプロットしたのが図 1 である。この図より低緯度では AKR はほとんど伝搬しない事が分かった。さらに ray tracing を行った結果、この AKR の伝搬しない領域は ray tracing の結果と非常によく一致を示すことが分かった(図 2)。

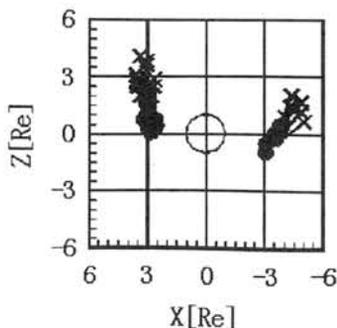


図 1

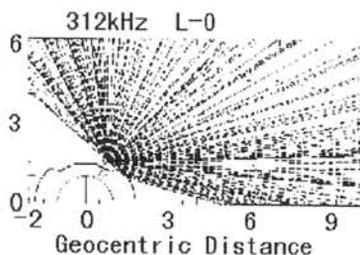


図 2

磁気圏プラズマの不規則構造を考慮したオーロラヒスの伝搬ベクトル解析

松尾 敏郎¹ 西山俊宏¹ 木村 磐根²
¹京都大学工学部, ²大阪工大情報科学部

Propagation vector analysis of auroral hiss
 in an irregular magnetospheric plasma

©T. Matsuo¹, T. Nishiyama¹, I. Kimura²
¹ Kyoto Univ. ² Osaka Institute of Technology

In recently, satellite observations of auroral hiss has revealed that its wave normal angles took a relatively high angles to earth's magnetic field at an altitude of a several thousand km. Such a high wave normal angles makes a difficult to penetrate through the bottom of the ionosphere to the ground. In order to be observed on the ground, it needs to become nearly perpendicular to the lower ionosphere. In this report, we will discuss how it varies with decreasing altitude.

磁気圏プラズマの不規則構造を考慮する事により、オーロラヒスの波面法線方向を地球磁場にたいして内向にも、外向にも大きな角度で下向に出したとしても、下方伝搬するにつれ、波面法線方向は大きく曲げられ、電離層の高度ではほぼ垂直近くなり得る事がレイトレイシングで明らかにされた。

地上観測データにもとづくオーロラヒスの波面法線角の推定は、ヒスが電離層を通過し地上に達するためには、極域磁気圏内で小さな角度で伝搬する必要があると考えられてきている。これに対して、最近の科学衛星による伝搬ベクトル解析では、ヒスの波面法線方向は地球磁場にたいして、内向にも外向にも大きな角度で下方伝搬している事が明らかにされている。オーロラヒスの電離層突抜け問題を考える場合、数千 km の高度から地球磁場にたいして、今まで考えられていたよりも大きな角度で内向に電波を出すぶんだけ、電離層に到達するまでの間に、より大きく曲げられなければトランスミッションコーン内に入らない。これはオーロラヒスが電離層を突き抜けて地上に達しない事を意味する。地上観測で推定したように、小さい場合は拡散平衡モデルだけで電離層を突き抜ける条件を満たす事ができたが、衛星観測で明らかにされたように、オーロラヒスが準静電的波動であるとする、今までのような、簡単な拡散平衡モデルによる電子密度構造では、オーロラヒスは地上で観測されない事になり、事実と異なる。そこで、電子密度の緯度方向の勾配を考慮した、より現実的な構造の電子密度モデルを作成し、レイトレイシングで波面法線角がどのように変化するかを計算した。

図 1 の濃淡は背景の電子密度分布を表し、5 kHz のヒスの初期値として、波面法線方向をレゾナンス角よりも 10 度だけ小さい角で地球磁場にたいして内、外向きに、磁気緯度 60 度から 75 度までの 5 度間隔で、高度が 5,000 km から打ち出した時の伝搬通路と波面法線角 (矢印付の線) の変化の様子を図示したものである。図から明らかなように、電子密度も伝搬ベクトルも 2,000 km 以下で大きく変化している。これは、高度方向の電子密度の変化の効果のみならず、緯度方向の密度変化の効果効いてこのように、伝搬通路と波面法線方向が大きく曲げられたものである。

この計算例から、レゾナンス角に近い角度で伝搬するオーロラヒスの波面法線方向は、高度方向のみならず、水平 (緯度方向) の電子密度勾配を導入する事により、電離層に達するまでに、大きく曲げられ電離層にはほぼ垂直になり得り、地上に抜け得る事が分った。

特に、外向に出した場合は、地上に抜けるためには、内向きの場合と比べて、かなり大きく曲げられなければならない、垂直近くまで曲げるのは困難視されてきた。しかし、緯度方向の密度勾配をも考慮することで可能である事が明らかにされた。今回は Scarabucci の波面法線角の変化を与える式⁽¹⁾を使って、どのようなファクターが曲げるのに効くのかについても検討し報告する予定である。

参考文献

- (1) Scarabucci, R.R., Tech. Rep. No. 3418-2, Stanford Radio Sci. Lab., 1969.

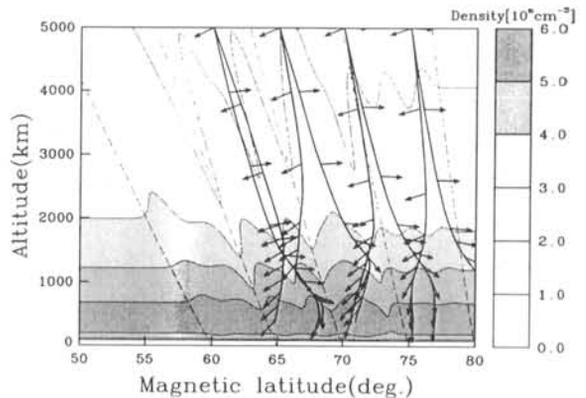


図 1, An altitude variations of propagation path and wave normal direction of auroral hiss.

衛星磁場データからみた
Pi2開始の1分間に起こる磁気圏現象

A Response of Near-Earth Magnetosphere to Pi 2
Onset as Observed from the Dip-Equator

坂 翁介 (国立久留米高専)
O. Saka (KNCT)

It has been widely accepted that substorm expansion phase onset is accompanied by an onset of ground Pi 2 pulsations. Fluxgate magnetometer observations with higher accuracy of timing (0.1 sec) and amplitude resolution (0.01 nT) was carried out at the dip-equator (Huancayo, Peru; 1.44N, 355.9 in geomagnetic coordinates; 12.1S, 75.2W in geographic coordinates; L=1.00), and data obtained were utilized to survey onset of Pi 2 pulsations during PROMIS (Polar Region and Outer Magnetosphere International Study) periods (March 1 - June 20, 1986). We examined a signature of magnetic field changes as observed by the geosynchronous satellites GOES 5 (75W in geographic coordinates), and GOES 6 (107W in geographic coordinates) during the onset of Pi 2 pulsation. A detailed examination of those field changes in space indicates a concurrent onset of Pi 2 pulsation with that of the eastward (dusk-to-dawn) current sheet in the midnight sector. For most of the Pi 2 events (73%), the current sheet appeared first at a region below the satellite latitudes (9~11N) and then executed a rapid movement. It is likely that the earthward edge of the current sheet might extend in the range of L well inside geosynchronous orbit, because the geosynchronous altitude is often located even near the tailward edge of the current sheet. Only four cases out of 59 events indicated that the current sheet was at a L tailward of the geosynchronous altitudes. We will discuss a possible source of the eastward currents at the Pi 2 onset.

夜側Dip-Equatorでの磁場観測から、Pi2の開始は究めて明快に決定できる。このPi2の最初の立ち上がりの1分間に磁気圏静止軌道上で何が起こり始めるのかを衛星磁場データから調べ報告する。

Onset relation between ground Pi 2 and magnetotail substorm signatures

°Keiji Sakata¹, Tohru Sakurai¹, Yutaka Tonegawa¹, Toshibumi Sakata¹,
Tatsundo Yamamoto², Toshifumi Mukai² and Kohichiro Tsuruda²

1: Tokai University, 2: ISAS

Fluxgate magnetometer has been installed at the Space Information Center of Tokai university located at Kumamoto. Latitude and longitude of the station are 32.8°N, 130.9° E, and 22.5° N, 199.7° E in geographic and geomagnetic coordinates, respectively. Magnetic field variations have been measured since May 20, 1996. Substorm onset relation between the ground Pi 2 and magnetotail substorm signatures is examined based on the data observed at the station, Kumamoto and in the near-Earth magnetotail by the Geotail satellite.

Substorm event discussed here is the event, which began its activation with positive excursion in the H component magnetic field at 17:00 UT and continued its development through one hour until 18:00 UT in the postmidnight hour on December 10, 1996 at Kumamoto. Seven Pi 2's were successively observed throughout the activation of this positive bay. These Pi 2's are examined whether there is any correspondence of substorm signatures in the magnetotail or not. Followings are results obtained so far;

1. The correspondence is fairly well throughout the event, especially in the initial phase of the substorm activity.
2. However, it becomes unclearer in the later phase. This result suggest that there may be some modulations on the way for the signal propagating from the magnetotail to the ground, or Pi 2 signal might be triggered at the other place in the magnetotail or in the ionosphere.

MUSIC法によるVLF波動の偏波推定

酒井 智弥, 島倉 信 (千葉大学)

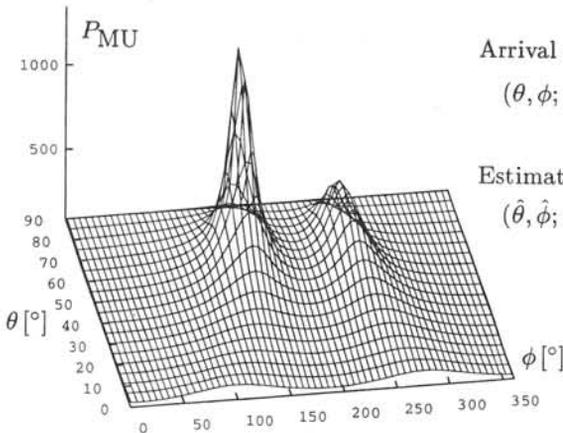
Estimation of VLF Wave Polarization with MUSIC Method

Tomoya Sakai and Shin Shimakura (Dept. of Electrical Eng., Chiba Univ.)

The WDF method is effective for the ground-based direction finding for ELF/VLF waves. The solution, however, depends upon the wave polarizations. We have investigated the effectiveness of the MUSIC method for the estimation of the wave polarizations by means of computer experiment.

磁気圏内や、大地・電離層間を伝搬するVLF波動の到来方位を地上で推定する手法のひとつであるエネルギー分布関数(WDF)推定法では、推定結果が波動の偏波に依存する問題があり、多重反射波や複数波源に対しては推定が不可能となることがある。この要因として、偏波が到来方位によらない定数と仮定されていることが挙げられる。波動を左右円偏波成分に分離して解析するという偏波依存性の除去が試みられているが、解析中に入射角が複素角で扱われるという矛盾が生じる。

複数波源を識別するMUSIC法(multiple signal classification)は、スペクトル・マトリクスの一般固有値解析によって到来方位と共に偏波を決定することが可能である。Fig.1は、異なる偏波をもつ2つの波源のVLF波動到来方位推定にMUSIC法を応用したシミュレーション結果である。到来方位 θ, ϕ 、偏波比 r 、偏波角 δ をそれぞれ $\sigma_{\theta, \phi} = 10^\circ$ 、 $\sigma_{\log r} = 0.3$ 、 $\sigma_\delta = 10^\circ$ で正規分布させ、S/N比が0 dBのノイズを加えた。1地点電磁界3成分では、偏波を未知とすると2つ以上の波源を同定できないので、乾土面反射を考慮した電磁界6成分の観測を仮定した。結果、波源1, 2の到来方位と共に偏波が精度良く推定された。電磁界6成分観測は現実的ではないが、多地点観測によって情報量を補えば同様の解析が可能であると考察される。



Arrival directions and polarizations of source model:

$$(\theta, \phi; p) = (60^\circ, 150^\circ; \exp\{i(-90^\circ)\}), \\ (60^\circ, 240^\circ; 0.6065 \exp\{i(-80^\circ)\}).$$

Estimated directions and polarizations:

$$(\hat{\theta}, \hat{\phi}; \hat{p}) = (63.2^\circ, 147.0^\circ; 1.037 \exp\{i(-98.4^\circ)\}), \\ (60.3^\circ, 239.7^\circ; 0.591 \exp\{i(-81.4^\circ)\}).$$

Fig. 1: Estimation of arrival directions and polarizations.

The transfer characteristics of Pi2 magnetic energy

T.Uozumi ⁽¹⁾, K.Yumoto ⁽¹⁾, S.I.Solovyev ⁽²⁾ and E.F.Vershinin ⁽³⁾

⁽¹⁾ Kyushu Univ., ⁽²⁾ IKFIA, ⁽³⁾ IKIR)

We examined transfer characteristics of Pi2 magnetic energy by using the 210° MM network data. In this paper, we define the magnetic transfer energy by Pi2 wave packets. The main results of analysis are as follows. Near plasmopause latitude (Zyryanka : $L = 3.91$), the time of peaks of the magnetic transfer energy are delayed about 1 - 2 minutes to equatorial and low latitude ($L < 2$) stations.

地磁気脈動の研究の大きな目的の一つとして、磁気圏の内外で発生する電磁氣的擾乱のエネルギーがいかに伝播するのかを明らかにすることが挙げられる。磁気圏サブストームに伴う Pi 2 の発生および伝播の過程を明らかにするためのアプローチとして今回の解析では、Pi 2 を波束、すなわちエネルギーの塊として捉える観点から新たに Pi 2 をみた場合、エネルギーがどのような伝播経路を経て地上に伝わってくるのかの考察を行った。

磁気圧 $B^2/2\mu_0$ は単位体積あたりの磁場のエネルギーを表すが、これの変動エネルギー $\Delta(B^2/2\mu_0)$ は次式で表わされる。

$$\Delta\left(\frac{B^2}{2\mu_0}\right) = \frac{B}{\mu_0} \Delta B = \frac{B}{\mu_0} \sqrt{(\Delta H)^2 + (\Delta D)^2 + (\Delta Z)^2}$$

すなわち、磁場の変動エネルギーの大きさは磁場変動の振幅の大きさに比例する。210° 磁気子午線沿いに位置する 8 観測点 ($L = 1.00 \sim 8.50$) で記録された磁場のデータに Pi 2 の高周波帯に当たる周期 40 - 100 秒のバンドパスフィルターを施して $\Delta H, \Delta D, \Delta Z$ を抽出して磁場変動の大きさの計算を行った。Fig 1. は 1995 年 1 月 7 日の 15:55 頃に発生した Pi 2 の変動エネルギーの計算結果をプロットしたものである。各点の計算結果にその地点での主磁場をかけると磁場の変動エネルギーが得られるが、ここでは変動の時間関係のみを議論するので主磁場をかける操作は行わない。また、振幅は 1 に規格化している。

Fig 1. を見ると特筆すべきことは、プラズマポーズ付近を通る磁力線の足に当たる Zyryanka (ZYK : $L = 3.91$) では伝播してくる磁氣的な変動エネルギーのピークの時刻は赤道や低緯度と比較して約 80 秒遅延していることである。また、Magadan (MGD : $L = 2.83$) でもエネルギーのピークが約 50 秒遅延している。一方、 $L \leq 1.6$ の低緯度領域では以前から言われていたように cavity-like oscillation の特性がエネルギーの観点からもみられた。高緯度領域の Kotel'nyy (KTN : $L = 8.50$) では、赤道中低緯度領域で観測される Pi 2 の前兆現象のようなエネルギーの流入が見受けられた。

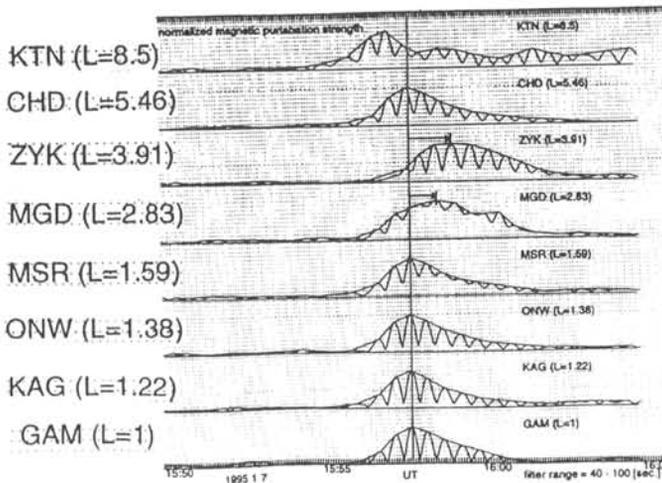


Fig 1.

南極無人観測所(AGO)網で観測された Magnetic Impulse Event とそれに伴う Pc 1 burst 現象

佐藤 光輝、 福西 浩 (東北大学大学院理学研究科)

L. J. ランゼロッチィ (ベル研究所, ルーセントテクノロジー)

Magnetic Impulse Events and Associated Pc 1 Bursts Observed by the AGO Network in Antarctica

M. Sato, H. Fukunishi (Graduate School of Science, Tohoku University)

L. J. Lanzerotti (Bell Laboratories, Lucent Technologies)

Using the magnetic data obtained by fluxgate and search coil magnetometers installed at four Automatic Geophysical Observatories (AGOs), South Pole, McMurdo, Iqaluit stations we have studied the relationship of Pc 1 bursts to magnetic impulse events (MIEs), the spatial scale size of MIEs and the origin of high latitude Pc 1 bursts in the magnetosphere. During the period from February 20, 1995 to March 12, 1995 four large MIE events were observed. Simultaneously, Pc 1 bursts were observed at AGOs without exception. The contour plots of MIE amplitudes and the phase relation of Pc 1 bursts between AGO stations revealed the scale size of MIEs. A possible occurrence mechanism of MIEs and MIE-related Pc 1 bursts will be proposed.

昼側の高緯度極域で、Magnetic Impulse Event (MIE) に伴い Pc 1 burst が同時に地上で観測されることが近年の観測によって明らかになった。本研究は MIE とそれに伴う Pc 1 burst の発生メカニズムおよび磁気圏での発生領域を明らかにすることを目的としている。そのために、南極のカस्प・極冠域に展開する4つの無人観測所 (AGO / PENGUIn 計画) のサーチコイル磁力計とフラックスゲート磁力計データ、South Pole, McMurdo, Iqaluit (South Pole の磁気共役点) ステーションのフラックスゲート磁力計データを解析した。

1995年2月20日から1995年3月12日にかけてMIEは、AGOP3ステーションで2イベント、South Pole ステーションで1イベント、South Pole と Iqaluit ステーションで同時に1イベントの計4イベントが観測された。またこれと同時に全てのイベントにおいて Pc 1 burst が AGOステーションで観測されている。MIEが観測された時刻における各々のステーションの振幅を表示したコンタープロットを作成した結果、MIE の空間スケールは磁気緯度方向に $5^{\circ} - 7^{\circ}$ 、磁気経度方向に $40^{\circ} - 60^{\circ}$ と非常に局所的な現象であることが分かった。さらに、フラックスゲート磁力計 H, D 成分のデータから MIE が観測されているときの電離圏プラズマのドリフト方向を求めた。それにより、MIEを引き起こす電離圏ホール電流ループはカस्प領域で形成され、磁気圏テイル方向に移動することが明らかになった。MIE に伴って発生した Pc 1 burst は、高緯度側の AGO P1, P4 ステーションと低緯度側の P2, P3 ステーションの双方で同時に、周波数がほぼ等しく観測されているが、スペクトル解析の結果、スペクトルパワーは低緯度側のステーションの方が常に強いことが分かった。また、Pc 1 burst の AGO ステーション間の位相関係を計算した結果、コヒーレンスが低いイベントが多いことが分かった。この結果から、各ステーションで観測された Pc 1 burst の波動は電離層を伝搬してきたものか、あるいは磁気圏から観測点上に直接伝搬してきたものかをさらに検証する必要があると考える。

PECULIARITIES OF GEOMAGNETIC PULSATIONS OBSERVED AT GLOBAL NETWORK STATIONS

Kiyohumi Yumoto and the CPMN Group

Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University 33,
Fukuoka 812-81, Japan

Abstract: Geomagnetic pulsations had been studied by many researchers during the International Geophysical Year (IGY), and had been classified into two main types at the 1963 IAGA Berkeley Meeting; continuous pulsations (Pc) and irregular pulsations (Pi). The Pc and Pi were further classified into seven subtypes according to their period ranges; Pc 1 (0.2-5 sec), Pc 2 (5-10 sec), Pc 3 (10-45 sec), Pc 4 (45-150 sec), Pc 5 (150-600 sec), Pi 1 (1-40 sec), and Pi 2 (40-150 sec). Pc 1 at lower latitudes is believed to be waveguide mode through the duct near the ionospheric F layer from around the plasmapause, where the ion cyclotron waves are excited, to lower latitudes. Pc 2 and Pc 3 are a nightside and dayside phenomenon, respectively. The Pc 2 oscillations were thought to be caused by a fluctuation of the ionospheric current, of which dominant period is determined by the distance to a maximum of Alfvén velocity at a few 1000 km where a compressional wave will be reflected. The source wave of daytime Pc 3-4 pulsations is believed to be the upstream wave excited by the reflected ions at the bow shock. Pc 4-5 pulsations at lower latitudes must be an evanescent (or penetration) mode of field-line resonance oscillations excited at higher latitudes. Pi 1's are short period pulsations which often occur simultaneously with Pi 2 and the beginning part of magnetic bay variations. Pi 2 pulsations are transient hydromagnetic oscillations at the onset of magnetospheric substorms.

Recently, the organized ground magnetometer network with the high time resolution of 1-sec makes it possible to clarify global amplitude structures and phase relations from high to equatorial latitudes along the 210° magnetic meridian, and to understand the global generation mechanisms of geomagnetic pulsations.

In this paper, we will demonstrate peculiarities of Pc 3 and Pi 2 magnetic pulsations observed at the equatorial and along the 210° magnetic meridian network (i.e. the Circum-pan Pacific Magnetometer Network; CPMN) stations. It is noteworthy that both daytime Pc 3 and Pi 2 pulsations show equatorial amplitude enhancements. The H-component Pc 3 observed along the meridian indicates various coupling oscillations with the Pc 3 source wave in the inner magnetosphere, while the D-component Pc 3 shows an evanescent mode penetrating from high latitudes. The Pi 2 at equatorial and lower latitudes shows a nature of compressional cavity oscillation in the plasmasphere, while daytime Pi 2 must be associated with a penetration of electric field variations in the Pi 2 frequency range at higher latitudes.

Amplitude profiles of HF radio waves in the polar ionosphere calculated by the mode coupled equations
M. Ikeda (Musashi Univ.)

The author thinks that intensity analysis of radio waves transmitted with variable frequency from satellites and rockets and then received on the ground may be one of the most practical methods by which electron density and structure in the ionosphere and magnetosphere are estimated against height. In this symposium, as a first step, the author presents amplitude profiles of Rmode and Lmode radio waves within HF range, propagating with ionospheric absorption and coupling with other modes as plane waves. The differential equations are the first order mode coupled ones with WKB solutions in the anisotropic and inhomogeneous ionosphere. Amplitudes of respective modes are obtained by Full Wave Method with input wave of Lmode injected at 150km. The density profile used for electron in the polar ionosphere is referred to the data obtained near EISCAT radar.

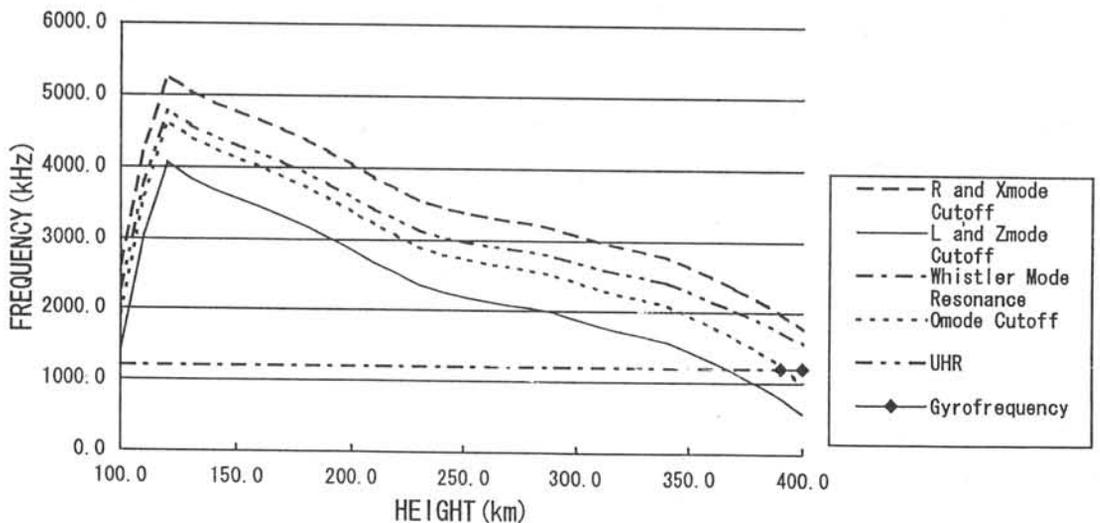
衛星・ロケットから送信された周波数可変電波を地上で受信し、その強度解析をする事は、磁気圏・電離層内の電子密度分布を推定する一つの手段であると考えられる。今回は、最初のステップとして、電離層内から放射されたLモードのHF帯電波が、平面波として減衰・他のモードと結合しながら、地上まで到達した時、どの程度の強度になるのかを検討する。媒質は最も簡単に、衝突項をもつコールド電子プラズマ、双極子磁場、電子衝突回数は90 kmの268 kHzから指数関数的に変化するとした。電子密度分布は、水平方向には一様、高さにより変化するとして、EISCATレーダー近傍で得られたデータを参考に仮定された。上記のパラメータ分布に対して、Rモード(Xモード)カットオフ周波数、Lモード(Zモード)カットオフ周波数、Oモードカットオフ周波数、UHR周波数、ホイスラーモード共鳴周波数、電子ジャイロ周波数の高度分布を【図1】に示した。方程式系は波動振幅に対する4元連立 mode coupled equations であり、(1)式で与えられる。

$$\frac{d}{kdz} f_i + i q_i f_i = \Gamma_{i1} f_1 + \Gamma_{i2} f_2 + \Gamma_{i3} f_3 + \Gamma_{i4} f_4 \quad (1)$$

i=1,2,3,4

q_i はブッカーの4次方程式から得られる。今講演では、ある境界面でiモードの振幅 f_i (i=1,2,3,4) を与え、フルウェイブ法で極域電離層各高度における f_i を計算した結果を報告する。入射高度を150 km、大気圏との境界を100 kmにある sharp boundaryとした。将来は、さらに高い高度から入射したHF帯電波をWKB法を使って計算し、低高度でのフルウェイブ法と接続する事を考えている。

CUTOFF and RESONANCE FREQUENCIES
from electron density profiles measured by EISCAT



【図1】

藤田茂* (気象大) · 中田裕之 (京大理)
糸長雅弘 (九大工) · 吉川顕正 (九大理)

The MHD Eigenmode Oscillations in the Magnetosphere – Ionosphere Coupled System

S. Fujita* (Meteorological College), H. Nakata (Kyoto Univ.),
M. Itonaga (Kyushu Univ.), A. Yoshikawa (Kyushu Univ.)

Extending the work by *Yoshikawa and Itonaga* (1995), we study the eigenmode analysis of the MHD oscillations in the magnetosphere – ionosphere system by using a wedge-shaped magnetosphere model with magnetic field lines oblique to the ionosphere. The MHD equations are solved under the boundary conditions of a thin, anisotropically conducting ionosphere. The finite difference scheme with the boundary-fitted curvilinear coordinates is used. The ionosphere boundary conditions are explicitly written below;

$$i\omega\mu_0\Sigma_P\nabla\delta\mathbf{E}_t \pm i\omega\mu_0\Sigma_H\hat{n}(\nabla\times\delta\mathbf{E}_t) = -\hat{n}\nabla(\nabla\delta\mathbf{E}_{\perp,mag}) + \hat{n}\nabla^2\delta\mathbf{E}_{\perp,mag}, \quad (1)$$

$$i\omega\mu_0\Sigma_P\hat{n}(\nabla\times\delta\mathbf{E}_t) \mp i\omega\mu_0\Sigma_H\nabla\delta\mathbf{E}_t = -\hat{n}(\nabla\times\delta\mathbf{E}_{\perp,mag})(\nabla\hat{n}) \\ -\hat{n}(\hat{n}\nabla)(\nabla\times\delta\mathbf{E}_{\perp,mag}) + \frac{\hat{n}(\nabla\times\delta\mathbf{E}_{\perp,mag})}{d}, \quad (2)$$

where + and – in front of $i\omega\mu_0\Sigma_H$ are used for the northern ionosphere and the southern one, respectively. \hat{n} is the unit vector normal to the ionosphere. d is the thickness of the neutral atmosphere. Note that this vector is not parallel to the magnetic field lines. Thus, the last term ($\hat{n}\nabla^2\delta\mathbf{E}_{\perp,mag}$) in Eq. (1) remains in the wedge-shaped magnetosphere model. Our present analysis suggests that the above-mentioned Laplacian term seems to yield small, but non-physical numerical noises.

Only the case where the wave field is uniform in the east-west direction is analyzed. As long as limited parameter survey of numerical results, we notice that, for the localized mode, the obliqueness enhances the ionosphere electric field intensity relative to the maximum one in the magnetosphere. This implies ground magnetic signatures enhance in the case of more oblique magnetic field lines. For the global mode, there are strong coupling between the fast magnetosonic mode and the Alfvén mode on the field line where the frequency of the fast mode matches that of the Alfvén mode. This strong coupling is invoked through the ionosphere Hall current. Since the wave field is assumed as 2D, the field-line resonance due to the magnetosphere nonuniformity does not occur.

References

Yoshikawa and Itonaga, *Geophys. Res. Lett.*, , 1995.

昭和基地における超高層モニタリングデータ収録システム

菊池雅行・行松彰・岡田雅樹・山岸久雄・佐藤夏雄

国立極地研究所

New UAP Monitoring System at SYOWA Station M.Kikuchi, A.Sessai, Yukimatu, M.Okada, H.Yamagishi and N.Sato

National Institute of Polar Research

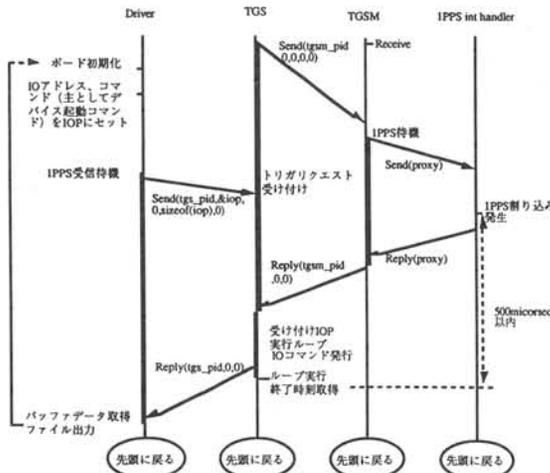
Since Feb. 15th 1997, new monitoring data storage system on PC UNIX (QNX) has been working at Syowa Station. The feature of this system are as follows; 1) The system can get data continuously at the rate of 100Hz x 32ch or 200Hz x 16ch. 2) AD and DIO board are controlled by 1PPS from GPS: the accuracy of 1 sec trigger for AD is less than 1 msec. 3) Data are stored on hard disk controlled by QNX, and we can access easily through the network using TCP/IP services. 4) Because the quick look system uses the recorded data on the disk, we can check recording condition itself. 5) Quick look programs are written by Xlib, so we can monitor the data and operate the system from remote site.

昭和基地における超高層モニタリングデジタル記録は1981年第22次南極地域観測隊により開始された。現在の観測項目はフラックスゲートによる地磁気3成分、サーチコイルによる地磁気脈動3成分、ループアンテナによるVLF波動9周波数検波強度、RiometerによるCNA観測の各項目である。22次隊によって設置された当時は、ミニコンによるデータ収録が行われ、取得されたデータはハードディスクから磁気テープに移し変えた後、国内に持ち帰られた。その後28次隊によって磁気テープ媒体用データ収録専用機による収録が開始された。

1997年2月15日より、データ収録システムはファクトリー仕様のAT互換機上で動作するシステムに移行され、現在旧記録系との平行運転が行われている。システムはPOSIX準拠でプリエンティブマルチタスクOSであるQNX上で動作する。本システムは以下の特徴を持つ。1)市販のボードを用いたシステムで100Hz 36ch又は200Hz 16chの通年連続サンプリングが可能。2)サンプリングトリガは内蔵GPSボードから供給され、ボードに対するトリガ時刻精度はソフトウェア経由で1msec以内。3)データが直接QNX管理のディスクに書かれるため、TCP/IP経由でネットワークからの読み出しが随時可能。4)クイックルックはディスク上に書かれたデータを読み出す為、記録されたデータの確認がリアルタイムで可能。5)ディスプレイはXlibで記述されているため、ネットワーク上のリモートコンピュータに表示可能。

通常のマルチタスクOSの場合、プロセスの切り替わり時間は数10msecから数100msecの範囲で起こる。サンプリング周波数100Hzのオーダーが必要となる超高層観測の場合、特に数カ所の同時観測を行う場合、絶対時刻精度として5msec程度が必要である。また、サンプリング終了後のレジスタリセット動作の様にハードウェアに対する直接操作は動作要求後5msec以内に終了させる必要がある。この様な時間スケールのリアルタイム性が要求される用途にはLinux, BSD386, Windows等通常のマルチタスクOSは専用ボードを用いない限り適さない。また、1PPSを複数のボード間で使用する際、ハードウェア的に同期をとる場合は各ボードに対して外部に1PPS用の結線を行わなければならない。システムの保守性、拡張性を妨げる。ソフトウェア的にタイミングを配信する場合、通常のマルチタスクOSでは実行までの時間がプロセスによって異なること、またその時間が数10msec程度かかることから、この方法も使用することが出来ない。

プリエンティブマルチタスクOSは、プロセスの切り替えが時間により強制的に行われる。この為、タスク間の優先順位をうまく設定する事で1m秒以下のタイミング配信がソフトウェア上で可能となる。図にタイミング配信シーケンスを示す。外部トリガーは割り込みハンドラーによって或るプロセス(TGSM)を経由し優先順位の高いトリガ・サーバ(TGS)プロセスに渡る。この後TGSは各ボードからのクリティカルなIO処理要求を代行した後、制御権をドライバに戻す。ドライバはその後時間制約の緩いバッファ読み出し、データ編集等の仕事を行い、IO制御マネージャに制御権を渡す。この仕組みにより、本システムはクリティカルなIO処理を可能にしている。



渡辺 堯, 神取たか子 (茨城大学理学部)

T. Watanabe and T. Kandori (Department of Environmental Sciences, Ibaraki University)

極域は太陽高エネルギー粒子や宇宙線が下部成層圏まで侵入可能な領域であるだけでなく、オーロラ活動など、太陽地球系現象が最も顕著な形で現れる場所として、太陽活動と地球大気環境との関係を研究にとって重要である。そこで昭和基地を始めとする南極の観測基地における高層気象レーウィンゾンデ観測や全オゾン量観測データの解析を進めるとともに、よりグローバルな観測データを併用して、太陽地球系現象の影響がどのような成層圏・対流圏現象として現れているかを調べているが、特に昭和基地で得られた観測データの解析によると、

(1) 太陽プロトン現象の発生直後、成層圏では1-2度Cの気温低下が、対流圏では気温の上昇が見られる。この傾向は特に南極の冬季(5月)、 $QBO > 0$ (西風)のときに顕著であり、北極に対してLabitzke and van Loonが得た結果とほぼ一致する。

(2) 昭和基地におけるレーウィンゾンデ観測によると、太陽活動の11年周期に伴って、太陽活動の高い時期に成層圏の温度が高めの傾向を示すが、これは $QBO > 0$ の時期に限られる。

(3) 昭和基地において南極の春に観測された全オゾン量は、太陽活動のレベルと正の相関を示す。ただしこの相関は、 $QBO < 0$ の期間においてのみ現れる。

といった解析結果が得られた。このように昭和基地における観測データの解析では QBO に対する依存性が顕著に現れるが、この傾向が果たしてグローバルなものかそれとも局地的な現象であるかが問題となる。それを確認するため1978-1991年に得られた衛星によるオゾン観測データ(TCMS)の解析を行った。このとき緯度10度毎の経度平均値について解析を行って見ると、南北両半球とも緯度55度以北において、 QBO に関係なく太陽活動レベルと正の相関が見られた。このことは、 QBO の位相によって成層圏オゾン濃度の経度分布のパターンが変化するため、一ヶ所のみ観測データには QBO の位相に対する依存性が現れることを示している。

サブストーム開始に伴う極域電磁場分布の変化

○吉村 令慧, 家森 俊彦 (京大理), 行松 彰 (極地研)

Global Electric and Magnetic Field Variation
at Substorm Onsets in the Polar RegionsR. Yoshimura¹, T. Iyemori¹, A. Yukimatu²¹Graduate School of Science, Kyoto University²National Institute of Polar Research

Abstract

It is known that equivalent current systems in the polar regions can be classified to, so called, DP1 and DP2. (Typically DP1 appears after substorm onset and DP2 before onset.)

In this study, a substorm onset is defined by a mid-latitude positive bay onset. A distribution of electric fields is obtained from HF radar data (Super DARN) and a distribution of magnetic field is investigated with 1 minute resolution value. These two distributions are compared and discussed.

サブストームの onset の前後で電磁場分布にどのような違いがあるか、また電場、磁場の分布に相関があるかを調べる。

本研究では、サブストームの onset を ASY index で判断した中緯度 positive bay の onset で定義する。磁場の分布は地磁気の 1 分値データを用いて等価電流系で表現し、また、Super DARN の HF radar のデータから電場分布を推定して、onset の前後で両者の分布に変化が見られるか、または電場と磁場の分布に共通する変化が見られるか解析した。

Fig.(a),(b) は選び出したイベント数だけ サブストーム onsets の前後について等価電流を計算し、1 時間ごとの平均をプロットした図である。この磁場の分布は今まで考えられてきたサブストーム前後での変化と調和的である。

今回の発表ではこれと比較して、Super DARN HF radar のデータより求めた電離層プラズマ対流のベクトル分布にみられる変化を議論する。

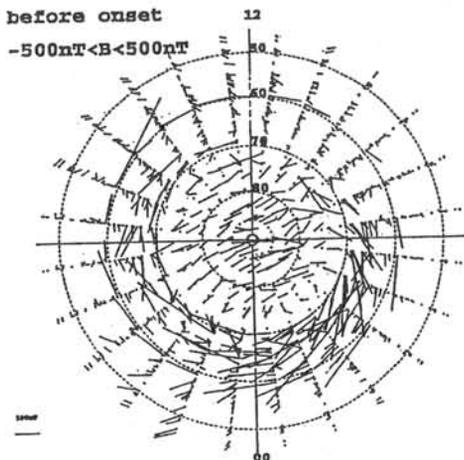


Fig.(a) Averaged distribution of equivalent current vectors at 15 minutes before substorm onsets.

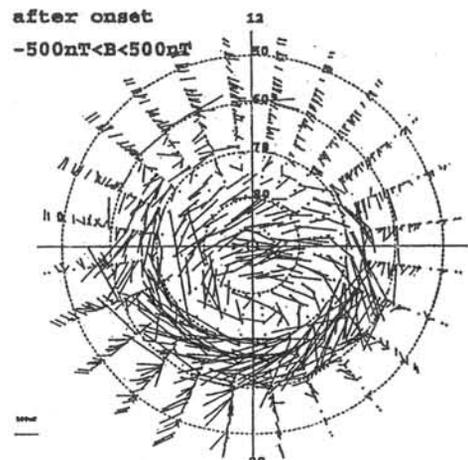


Fig.(b) At 25 minutes after substorm onsets.

○家森俊彦・吉村令彗・楊恵根・河野美樹
竹田雅彦・亀井豊永・能勢正仁（京大理）、
行松彰（極地研）

Time Evolution of Global Equivalent Current System Associated with Partial Ring Current

¹ T. Iyemori, ² R. Yoshimura, ¹ H. Yang, ³ M. Kono
¹ M. Takeda, ¹ T. Kamei, ² M. Nose and ¹ A. Yukimatsu
¹ Faculty of Science, Kyoto University
² Graduate School of Science, Kyoto University
³ National Institute of Polar Research

Abstract

It is not yet clear that how and under what condition a 'partial ring current' system is formed. We use one minute resolution geomagnetic data and draw equivalent current system to investigate temporal evolution of the current system for various cases including storm and substorms. It is found that a unique feature of current pattern appears in the afternoon sector under the situation where a partial ring current develops. We will discuss the relationship between the development of such current system and storm phase, substorm onset, IMF etc..

HFレーダーネットワークや人工衛星からのオーロラ撮像等により、極域のグローバルな変動の様子を刻々調べることができるようになってきた。ここでは、京都大学理学部附属地磁気世界資料解析センターで作成しつつある、地磁気1分値を用いた電離層等価電流系解析システムを用いて、いわゆる Partial Ring Current の発達に対応する等価電流系の時間発展を調べた結果について報告する。図1は、磁気嵐の主相における極域等価電流ベクトルの時間変化を30分毎にプロットしたものである。午後の低緯度側に極向き等の等価電流ベクトルが発達する様子が見取れるが、これは Partial Ring Current につながる沿磁力線電流の効果であると考えられる。講演では、このような電流系の時間発展と磁気嵐やサブストームの発達との関連について述べる。

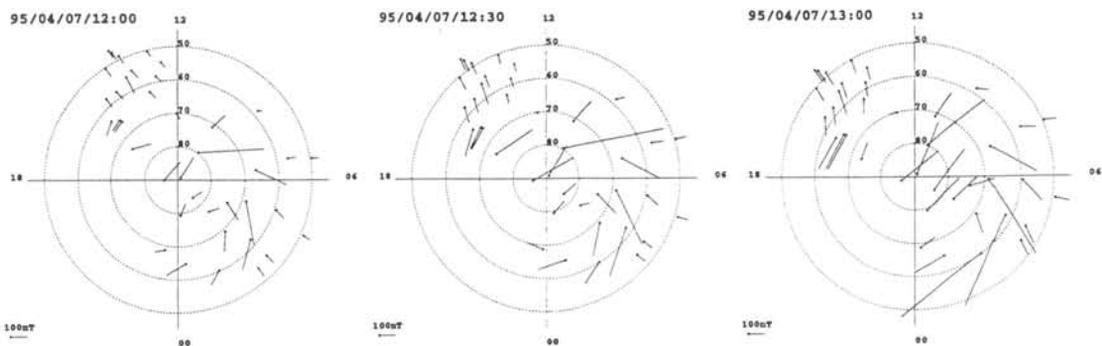


Fig. 1 Equivalent ionospheric current vectors at every 30 minutes.

IMF 北向き時における昼側極域電離圏対流の コントロールパラメタ

○田口 聡、藁科正秀（電気通信大学）

Control parameters for daytime polar ionospheric convection during northward interplanetary magnetic field

S. Taguchi and M. Warashina

The University of Electro-Communications

The daytime polar ionospheric convection for northward interplanetary magnetic field (IMF) has various configuration. The convection can show a reverse pattern, i.e., sunward flow at the highest latitudes and anti-sunward flow on both sides of the sunward flow region, an irregular pattern which has multiple sunward and antisunward flow regions, or a standard two-cell pattern similar to the one for southward IMF [e.g., Taguchi and Hoffman, 1996, *Geophys. Res. Lett.*, 637-640].

The reverse convection pattern is thought to be caused by the solar wind potential imposed on the polar cap through the cusp reconnection. The purpose of this paper is to identify the parameters determining the flow region geometry of the reverse convection pattern, and to determine quantitative relations of the geometry-related parameters versus solar wind parameters.

The potential data from the 72 dawn-dusk passes of the DE 2 satellite have been used. These passes were selected by requiring the IMF hourly value $B_Z \geq 1$ nT for the preceding 2-hr interval and the satellite crossing of latitudes higher than 80° invariant latitude.

Previous studies showed that the sunward flow region of the reverse pattern is shifted in the dawn-dusk direction depending on the sign of IMF B_Y . Our results suggest that three components of IMF including B_Y are the parameters controlling the flow region geometry. Quantitative relations of the geometry-related parameters versus the solar wind parameters will be shown, and interpreted in terms of the cusp reconnection. Existence of these quantitative relations suggests a feasibility that the two-dimensional distribution of the polar cap potential can be modeled as a function of the solar wind parameters. This issue will be also reported.

°中村るみ, 国分征(名大,STE研), 長井嗣信(東工大), 向井利典, 山本達人(宇宙研)

Pressure variations in the midtail associated with substorms

R. Nakamura, S. Kokubun (STEL), T. Nagai (Tokyo Inst. Tech.),

T. Mukai, T. Yamamoto (ISAS)

By using the magnetic field and plasma data obtained by GEOTAIL between October 1995 and February 1996, we examined the response of the tail for different IMF variations. In the midtail region, where the effect of the flaring is important, the magnetic flux transferred from the dayside to nightside can be detected by enhancement in the pressure. The rate of flux transport in the current sheet can be detected from the flow. By analyzing the pressure variations, changes in the plasma flow, and the probability of detecting different region we inferred the change in the energy content in the midtail region. These tail values are compared with the input rate from the solar wind to infer the energy budget for geomagnetic disturbances.

In this study, we discuss the November 22, 1995 event, when 3 periods of southward IMF intervals occurred but only 2 westward electrojet activities were detected in the night-side high latitude region. The period has been also selected as one of the GEM (Geospace Environment Modeling) events for studying day-night relationships in the boundary layer campaign and has a good coverage of radar data in the dayside. Associated with the first interval of southward IMF, which started from ~400 UT, an enhancement in the tail pressure was detected, but the dissipation process in the tail caused no detectable electrojet activity on the ground. Two substorms took place at 1108 UT and 1502 UT associated with the second and the third southward-IMF B_z intervals. The 1108 UT-substorm occurred during times of a fluctuating, predominantly weak northward IMF B_z (~1.5 nT), while the 1502 UT-substorm occurred during times of a prolonged southward IMF B_z (~-5 nT). Although a conventional substorm signature in the midtail, i.e. tailward fast flow in the plasma sheet and entry into the lobe, was observed during the expansion phase for both substorms, the satellite entered into different types of plasma sheet during the recovery phase. A cold and dense plasma sheet was observed for 1108 UT-substorm, while a hot and tenuous plasma sheet with earthward flow bursts was observed for the 1502 UT-substorm. The latter flow activities in the tail during 1502 UT-substorm recovery phase was accompanied by a prolonged magnetic disturbances in the polar cap region and a very low pressure in the midtail. The results indicate that the dissipation process of the transferred energy in the tail varies significantly according to the previous condition of the magnetosphere and ionosphere.

放射線帯電子の磁気嵐・磁気圏嵐に対する応答
 — 「ひまわり」搭載・宇宙環境モニター観測結果 —

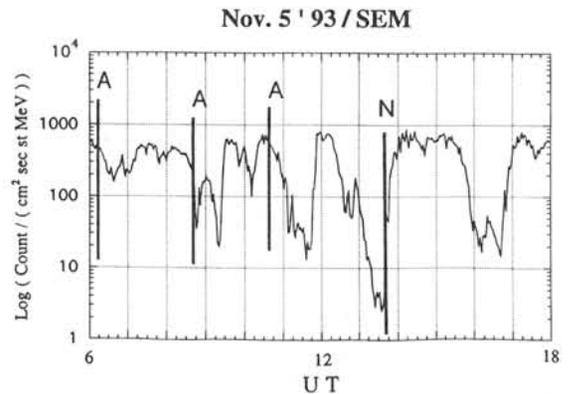
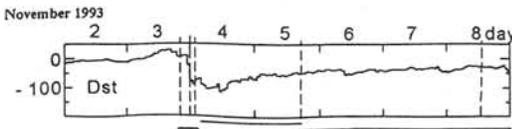
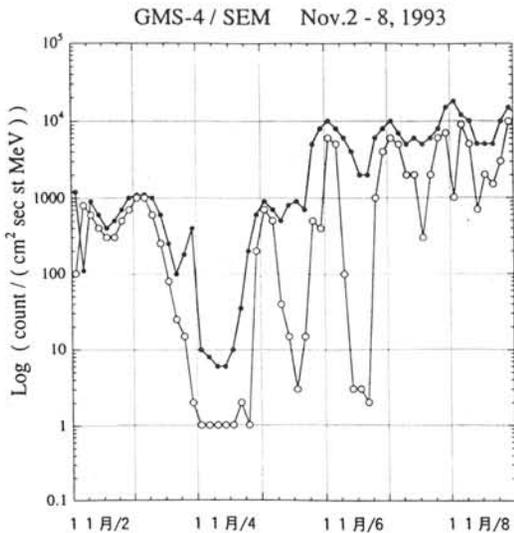
○小原隆博、田 光江、長妻 努、佐川永一（平磯宇宙環境センター）

Response of the trapped radiation electrons to the storm and substorm
 ---- Results of analysis from GMS / SEM ----

○ T.Obara, M.Den, T.Nagatsuma and E.Sagawa (Hiraiso Solar Terrestrial Res.Center)

Recent data from spacecraft revealed the extremely dynamic nature of the trapped radiation. In order to define the dynamical model for the use of Space Weather, we, as a first step, have specifically examined the outer zone relativistic electrons, by paying a particular interest in the storm as well as substorm based on the GMS / SEM. Observations demonstrate a sudden decrease of the trapped electrons at the onset of storm, and then a rapid increase above the pre-storm level. In the night side sector, the flux falls during the growth phase and rapidly increases at the substorm onset. Physical explanation will be presented along with its use for the applications.

放射線帯電子フラックスの突然の増加が、宇宙機器に甚大な被害を与える事例が多く報告されている。放射線帯電子フラックスの変動は、磁気嵐・磁気圏嵐等、地球周辺環境の擾乱現象と密接に関連しており、これまで、変動の原因に関する多くの研究がなされて来ている。これらの成果に基いた放射線帯粒子の挙動をダイナミックに記述するモデルの確立は、知識の集大成のみならず、宇宙天気予報に大きく貢献する。平磯宇宙環境センターでは、このような観点から、モデルの確立に向けての第1歩として、GMS/SEMデータの解析をスタートした。GMSによる観測結果は、これまでの観測事実とコンシステントであり、下図(左)に示すように、磁気嵐開始時にフラックスの激減を示すが、その後(この例では12時間後)一転して急激な上昇を示している。下図(右)は、磁気圏嵐に対する放射線帯電子の応答であるが、衛星が真夜中のセクターにいる時は、オンセット前に減少していたフラックスが、オンセットと共に回復している。これに対して、午後側では、オンセット時にフラックスが減少するという、LT依存性 (Nagai et al., JGR, 1982) を示している。現在多くに例について解析が行われているところであるが、特に、夜側のオンセット前のフラックスの減少がどうして起こるのかについて明らかにする事は、サブストーム発生の前兆 (換言すれが、グロスフェーズを確認する) をとらえていることになり、宇宙天気への利用が期待できる。講演では、観測結果のレビューと共に、いくつかの作業モデルを議論する。



図(左) : 93年11月2日から8日の3時間毎のフラックスの最大値(黒) 最小値(白)及び、DST(下)

図(上) : 11月5日6-18UTのフラックスの変動。縦線は、サブストームの開始時刻を示す。

Sc/Si に伴う静止軌道での高エネルギー電子フラックス変動

*長妻 努、小原 隆博 (平磯宇宙環境センター)

Energetic Electron Flux Variations associated with Sc/Si at the Geosynchronous Orbit

T. Nagatsuma, T. Obara

Hiraiso Solar Terrestrial Research Center, CRL

Flux variations of the energetic electrons are one of the most important issue for space weather forecast. We have studied energetic electron flux variations associated with Sc/Si at the Geosynchronous orbit. It was found that the responses of the energetic electron flux for Sc/Si are quite complicated. These flux are sometimes enhanced, sometimes drop out, and sometimes no significant variation. The statistical results of these variations and possible mechanism of these variations will be presented.

磁気圏内の高エネルギー粒子フラックスはサブストームや磁気嵐によってダイナミックに変動することがわかっており、その物理過程に関して様々な研究がなされている。磁気圏内の高エネルギー電子フラックスの増加は人工衛星の深部絶縁体帯電(Deep Dielectric Charging)の原因の1つであり、最近では1997年1月10日の磁気嵐に伴う高エネルギー電子変動が原因で米国の通信衛星が永久故障したとされている。このため、サブストームや磁気嵐に伴う高エネルギー電子変動を理解することが宇宙天気予報の観点からも求められて

いる。本研究では静止軌道での電子フラックス変動のふるまいを理解する第1段階としてSc/Siに伴うフラックス変動について調べた。断熱過程を考えた場合、Sc/Siによる磁気圏の圧縮で高エネルギー粒子のフラックスは増加することが期待されるが、実際にはSc/Siに伴ってフラックスが増加する場合(図1)もあれば、減少する場合(図2)、ほとんど変化を生じない場合が存在し、その対応関係は複雑である。講演ではこれらのフラックス変動の性質を統計的に調べた結果と、そのメカニズムについて考察を行う。

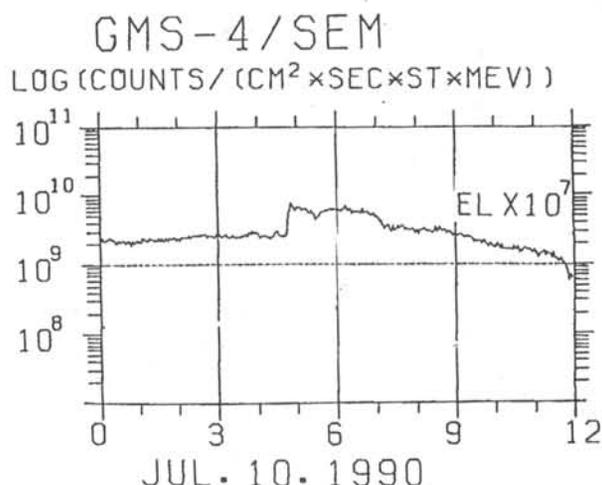


図1 GMS/SEMで観測された1990年7月10日のScに伴うフラックス変動。04:46UTのScにより、電子フラックスは増加している。

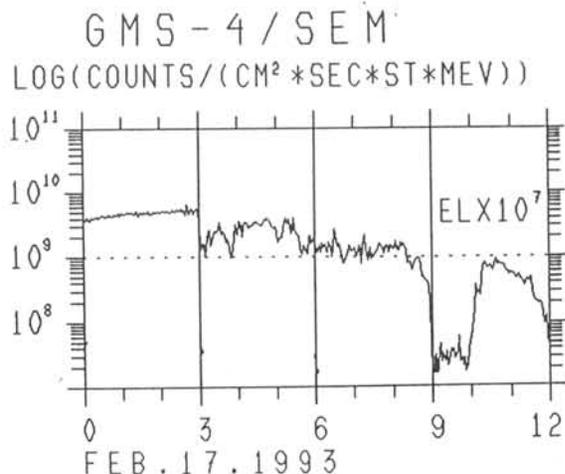


図2 GMS/SEMで観測された1993年2月17日のScに伴うフラックス変動。03:01UTのScにより、電子フラックスは減少している。(GMS/SEMのデータは気象庁の提供による。)

磁気嵐時におけるプラズマポーズ付近の LF 帯波動の分布と放射線帯粒子の変動

°小林 拓恵、森岡 昭、三澤 浩昭（東北大理）、長井 嗣信（東工大理）、行松 彰（極地研）

Distributions of LF waves and energetic particles near the plasmopause during the storm time

°H. Kobayashi, A. Morioka, H. Misawa (Tohoku Univ.),
T. Nagai (Tokyo Institute of Technology) and A. Yukimatsu (NIPR)

The source and loss mechanisms of energetic electrons in radiation belts are not well understood, especially during the storm time. We studied distributions of LF range waves, thermal plasma density and electron flux during the magnetic storms by using data from the AKEBONO(EXOS-D) satellite. As the result, we found that there are concurrent enhancement of LF range waves with anisotropic electrons near the plasmopause.

放射線帯電子のロス機構はまだよく理解されていない。その機構の一つとしてはホイッスラーモード波によるピッチ角散乱のような波動粒子相互作用が知られている。そこで、波動と粒子の変動や周辺のプラズマの環境を同時観測する事は重要である。

1994年5月28日の磁気嵐前後のあけぼの衛星のデータを解析した結果、磁気嵐後にLF波動がスロット領域(L=2.5-3.5)とほぼ重なるL=2.8-4の領域で励起されるのに対応して、高エネルギー粒子のピッチ角散乱が起こっていることが分かった。また、そのLF波動が励起された場所はプラズマポーズ付近にあった。Fig.1に磁気嵐の前後(1994年5月28日および29日)の例について周波数24-34kHz帯の励起されたLF波動とその時の放射線帯電子フラックス及びプラズマ密度を示す。

上記の事柄から考えると、LF波動は放射線帯フラックスとプラズマ密度の変化により、波動の成長率が大きくなることによって励起されたものと考えられる。

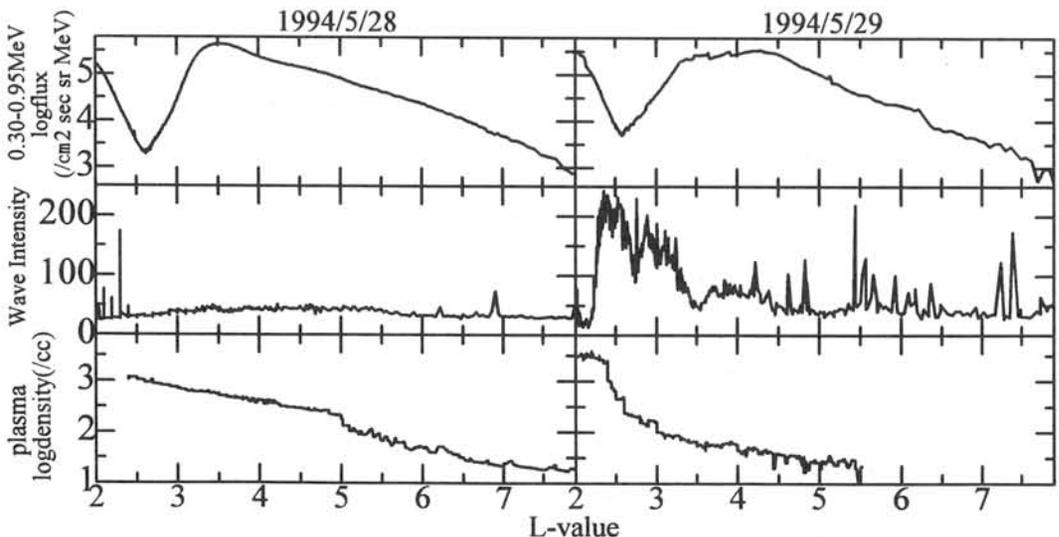


Figure 1. L-value versus radiation belt flux (top), LF range waves (middle) and plasma density (bottom), before the storm (left) and after the storm (right).

A New Substorm Current Wedge Model by Means of the Magnetic Field Reconfigurations at the Synchronous Orbit

- 岡田 興太、渡辺 修、湯元 清文 (九大・理)
- K.Okada, O.Watanabe, K.Yumoto (Kyushu Univ.)

At the onset of ground Pi 2 pulsations observed at the dipequator, reconfigurations of the magnetic field are often detected at the nightside geosynchronous orbit. In order to clarify this behavior in the Pi 2 period range, we examined dynamical field changes in the nightside magnetosphere using high-time resolution magnetic field data from the geosynchronous satellites GOES 5 and 6. It is found that the first field changes in space show a peculiar feature. We will propose a new possible model of the substorm current wedge formation at $L \leq 6.6$ (to explain the observed magnetic reconfiguration at the substorm onset) in space.

赤道でのPi2脈動の開始時、夜側磁気圏において特異な磁場変動が観測されることが知られている。これらの観測報告を基に静止衛星 (GOES 5 ,GOES 6) の磁場変動データの統計的解析を行った。その結果、特徴的な以下の観測事実を得ることが出来た。

・静止衛星高度磁場変動の初動の方向に着目すると、サブストームオンセット時に、

θ 成分は増加 (V成分が増加することと意味的に等価) 、

Bt成分は減少、

H成分は増加する場合と減少する場合があります、

D成分 (ϕ 成分) は夜半前では増加、夜半後では減少する。

(ここで、 θ はD-V平面からの傾斜角、Btは磁場の絶対値、 ϕ はV軸から右回りに計った方位角である。)

これらの観測事実を理解するために、本論文では磁気圏サブストームのカレントウェッジの発生位置が静止衛星高度より地球側にある新しいモデルの構築を試みた。

オーロラ嵐群と太陽コロナの11年変化

斎藤尚生(東北大・OB)・高橋典嗣(明星大・地学)
佐藤夏雄(極地研)

Solar Cycle Variation of Auroral Substorm Group and Coronal Configuration

Takao SAITO (Tohoku Univ.OB), Noritsugu TAKAHASHI (Meisei Univ.)
Natsuo SATO (Polar Res. Inst.)

Various solar-geophysical data are analyzed to study relationships between auroral substorm activity and coronal configuration in relation to solar cycle variation. Conclusions are: (1) complicated solar phenomena in the coronal region correspond to complicated auroral substorm group, and (2) the solar phenomena are fairly interpreted by large-scale magnetic structure in the coronal region.

1. はじめに オーロラ嵐はグループとして活動と静穏を周期的あるいは非周期的に繰り返す。これは太陽風がどのような磁場を伴って太陽から吹き出し、地球磁気圏と相互作用を起こすかによって決まり、この吹き出し方は地球からみたコロナの形態や構造に大きく依存する。本研究ではオーロラ嵐群発生の特徴と、複雑な形態変化を示すコロナの間の、電磁的な関係を明らかにする。

2. データ 高橋らによって撮影され、digital unsharp masking法で画像処理された、11年周期各phaseでの皆既日食コロナ画像。Sacramento Peak天文台などのコロナ資料。ようこう・SOHO・SMMなどの衛星によるコロナ画像。Wilcox天文台による太陽磁場資料。各種地磁気資料等。

3. 解析 3.1. コロナグラフから求めたEコロナの明るい領域を、巨大斑磁域と捉え、3双極子モデルを適用して、流源面中性線を計算で求めると、光球面磁場から求めた流源面中性線と一致する(図1)。

3.2. その流源面中性線をシート状コロナの回転反転モデルに適用して、各日食時の太陽周辺磁場を作図し、コロナ画像と比較すると、形態、構造が説明できる。

3.3. 突発性オーロラ嵐群の発生は、巨大斑磁域の中央子午線通過に関係することがわかった。

3.4. 回帰性オーロラ嵐群の発生は、流源面中性線を挟む二つのコロナホールの中央子午線通過と関係深いことが確かめられた。

3.5. 地上および衛星からのコロナグラフを解析すると、多発するCMEが、巨大斑磁域の急激な移動を引き起こすと考えられる。

3.5. 回帰性オーロラ嵐群の回帰位相の急激な移動は、このような巨大斑磁域の急激な移動に対応している。

4. 結論 オーロラ嵐群の複雑な発生は、コロナ領域の複雑な現象にそれぞれ対応している。更にそれらコロナ領域現象は、コロナ領域の大規模構造でほぼ統一的に解釈される。

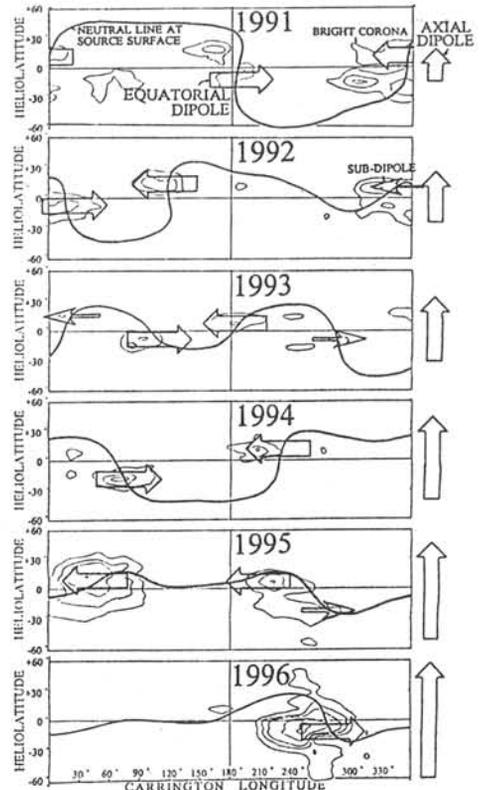


図1

地上中低緯度に於けるsc DL-fieldの変動特性
と太陽風動圧の相関性について

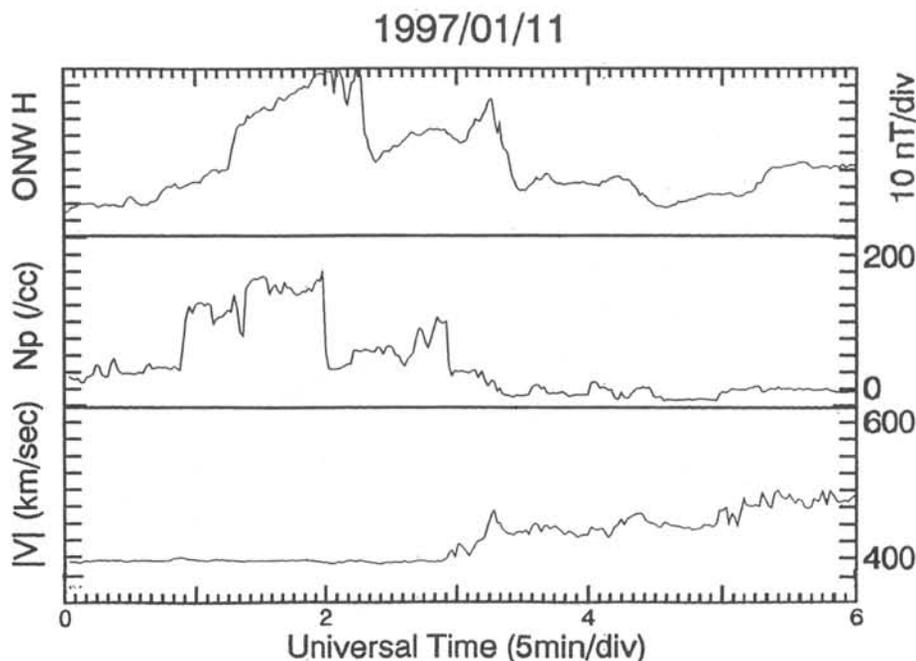
北村健太郎、湯元清文（九州大学理学部）、
210°地磁気観測グループ

Correlation of Solar Wind Dynamic Pressure and sc DL-field
Observed at Low and Middle Latitudes on the Ground

K. Kitamura, K. Yumoto (Kyushu Univ.),
and the 210° MM Observation Group

Magnetic data along the 210° magnetic meridian and the solar wind data obtained by the WIND satellite have been analyzed to investigate a relationship between DL-field of sc and solar wind dynamic pressure. The figure shows the sc event, occurred on Jan. 11, 1997. The upper panel presents sc magnetic variation observed at Onagawa ($\Phi=31.65^\circ$). The proton density in solar wind increased to about 180 /cc, but its velocity was almost constant.

In this paper, we will show the relationships and characteristics of the sc event, observed by the WIND satellite and the ground network stations.



GEOTAIL 衛星によって観測された 静電孤立波に関する二次元計算機実験

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

Two-dimensional Computer Experiments of Electrostatic Solitary Waves Observed by GEOTAIL Sapecraft

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

We performed computer simulations of electrostatic solitary waves (ESW), which correspond to broadband electrostatic noise (BEN), observed by GEOTAIL in the magnetotail. According to GEOTAIL/WFC data analyses, ESW are composed of sequences of impulsive solitary waves, and these potentials are revealed to have uniform structures in the perpendicular direction to the ambient magnetic field. We performed a series of two-dimensional electrostatic particle simulations with a cold electron beam drifting against background hot electrons along the ambient magnetic field. In these simulations, spatial potentials are excited by the initial electron beam instability. They coalesce with each other and form potential troughs uniform in the perpendicular direction to the ambient magnetic field, as predicted by the GEOTAIL observations[Fig.1]. We varied the magnitude of the ambient magnetic field, and found that this parameter critically affects the ESW formation process. These simulation results indicate that ESW are excited by the electron beam instability in the presence of the static magnetic field with a certain magnitude. ESW are also subject to the enhanced thermal fluctuations due to the limited number of superparticles in the present simulations.

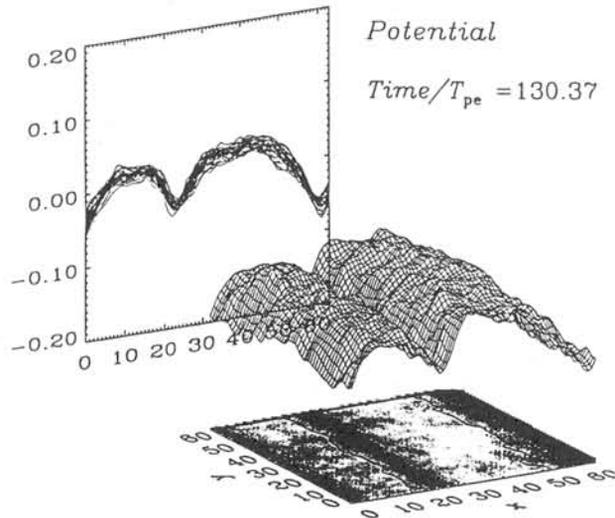


Fig.1 : Spatial profile of potential structures in the two-dimensional system.
Clear potential troughs are formed from the electron bump-on-tail instability.

The indication Of The Magnetic Reconnection In The Dusk Side LLBL Observed By The GEOTAIL Spacecraft

2 - 29

○ Motoharu Nowada¹, Tohru Sakurai¹, Tatsundo Yamamoto², Toshifumi Mukai²,
Koichiro Tsuruda²

1:Tokai Univ. 2:ISAS

To confirm whether the magnetic field reconnection really depends on the IMF direction or not, we examined the ion distribution of the data from the GEOTAIL spacecraft. The impulsive fluctuations were found in the magnetic field and the plasma momentum data on Nov.30.1994, when the GEOTAIL spacecraft passed in the dusk side LLBL. In the ion velocity distribution in the plane including the B-axis and C-axis, when the IMF is southward(5:10UT – 5:21UT)(left figure of Fig1), we can see the distribution of the magnetosheath origin low energy ions are predominant in perpendicular to the magnetic field line. This provides the clear evidence that the magnetic field line became open field line due to the magnetic filed reconnection. On the other hand, when the IMF is northward(5:21UT – 5:40UT)(right figure of Fig1), we can see the distribution of the magnetosheath origin low energy ions are predominant in parallel to the magnetic field line. This also provides the clear evidence that the magnetosheath origin low energy ions are accelerated along the magnetic field line due to the magnetic field reconnection. In order to obtain further clearer picture of the ion distribution at the magnetic field reconnection, we examined the ion distribution function along the magnetic field line as shown in the lower left panels of Fig1. When the IMF is southward, we can see the leakage of magnetospheric origin high energy ions and enhancement of magnetosheath origin low energy ions in parallel to the magnetic field. On the other hand, when the IMF is northward, we can see there were much more enhanced magnetosheath origin low energy ions than the leaked magnetosphere origin high energy ions seen in the southward IMF. These observations also provides clear evidences for the magnetic reconnection because we confirmed that there were coexistence of the ions from two different sources. Based on two kind ion distribution functions, we can conclude these observations suggests the magnetic field reconnection took place in the dusk side LLBL even in the IMF direction.

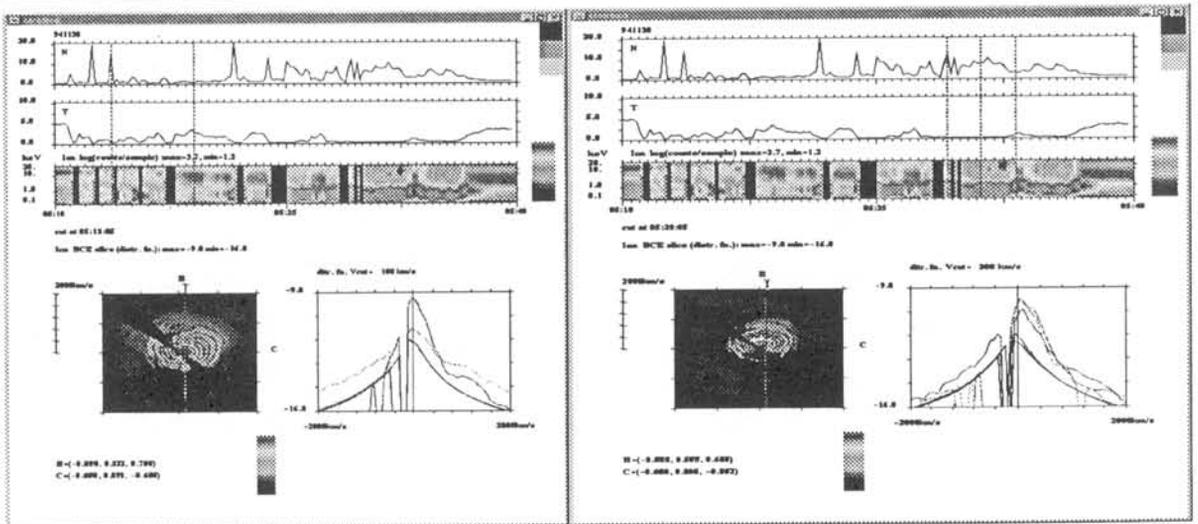


Fig 1. shows ion distribution function of data on Nov.30.1994. From the top, ion number density(N), ion temperature(T), E-t diagram, ion velocity distribution in the plane including B-axis and C-axis(left panel) and distribution function along the magnetic field line(cut dashed line)(right panel).Left figure shows ion distribution IMF Bz < 0, right figure shows ion distribution IMF Bz > 0.

実験室で作られた磁気圏の動画表示

° 南 繁行, 鈴木 裕, 江尻全機
(大阪市立大学工学部) (国立極地研)

Motion Pictures of a laboratory Magnetosphere

° S. Minami, ¹ Y. Suzuki ¹, and M. Ejiri ²

¹ Dept. Electr. Eng., Osaka City Univ. ² National Inst. Polar Res.

Abstract:

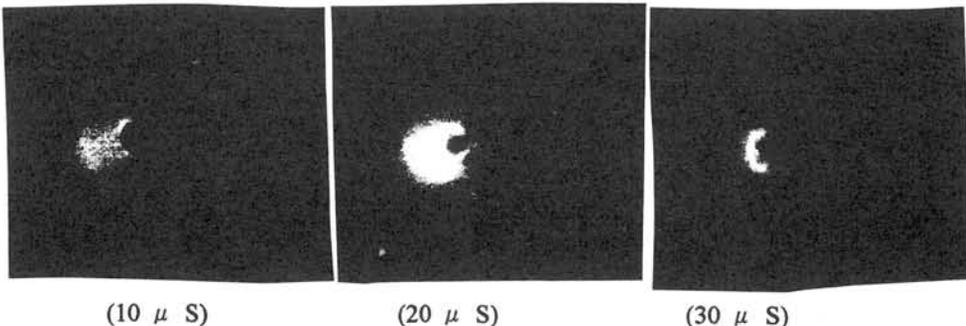
We have performed a laboratory formation of the magnetosphere as an interaction between the solar wind and a intense magnetic dipole field simulating the earth. In the simulated photographs, luminosity depends on the plasma density and the local magnetic field intensity. Here we show the motion pictures of the magnetospheric configuration during the change of the dynamic pressure of the solar wind. Dynamic behaviors of the magnetosphere during the passage of the solar wind through the earth's dipole magnetic field are demonstrated.

地球磁気圏のダイナミクスを知るための、グローバルなシミュレーション実験を行った。実験では密度 10^{13} 乗/cc, 速度 100 km/s , 温度 5 eV で, 50 マイクロ秒間, 強力なプラズマ流を発生できるプラズマ銃を, 赤道磁場 10 kG の模擬地球にあてた。実験では, プラズマ流が発生して, 太陽風が磁気ダイポールにぶつかり, 地球磁気圏を形成する状況を, 時間分解写真によって撮影し動画化した。磁気圏は, 準定常状態を中心に, 変動する。磁気圏の発光量は, プラズマ密度と, その場所での磁場強度に依存する。磁気圏尾部で加速されたオーロラ降下粒子が, 地球の両極に到達する状況が, 発光によって示される。

室内実験は, 実際の観測や, 計算機実験と相補的である。実験装置の詳細は Minami and Takeya [1985] に記載してある。

Reference:

Minami and Takeya, Flow of Artificial plasma in a Simulated Magnetosphere, JGR, 90, 9503-9518, 1985.



(10 μ S)

(20 μ S)

(30 μ S)

第1図 コマ撮り写真による地球磁気圏の発光の様子。発光は, プラズマ粒子が真空容器中の残留ガスをペンニング電離することによって生ずる, 発光領域では, プラズマ密度が高く, 粒子がジャイロ運動を繰り返している。(太陽風は左側から到達する。シャッタ 1 マイクロ秒)。

Evolution of the enhanced differential flux of ring current particles
associated with a magnetic storm

Yusuke EBIHARA¹*, Masaki EJIRI² and Hiroshi MIYAOKA²

1. Dept. of Polar Science, Grad. Univ. Advanced Studies

2. National Institute of Polar Research

We have been developing a computer simulation scheme for the energetic particles trapped in the earth's magnetic field during a magnetic storm. Bounce-average particles are traced in the inner magnetosphere under a dipole magnetic field, time-dependent Volland-Stern convection and corotation electric fields. The primary output of this model is the absolute directional differential flux of ions and electrons injected from the near-earth plasmashet arising from a substorm onset. The model includes major two loss processes of the energetic ions, (1) charge exchange with neutral hydrogen and (2) Coulomb collision with time varying plamsasphere. We compared the calculated differential flux of newly injected particles with Explorer 45 measurements during a substorm event on February 13, 1972. We found that an inductive electric field due to dipolarization was required to push the injected protons into the observed point ($L=5.2$, $MLT=19h$). By using the model, we can calculate plasma pressure and perpendicular current density (Fig.1) integrated by the differential flux of the energetic particles with respect to the pitch angle and the energy. An H-component magnetic disturbance at the center of the earth induced by the ring current is derived from the spatial distribution of the current density. The magnetic disturbance due to the ring current is regarded as one of contributions to the Dst index during a magnetic storm. We will discuss the relation of the substorm injection, ring current formation and the variation of the Dst index during main and recovery phases in a magnetic storm.

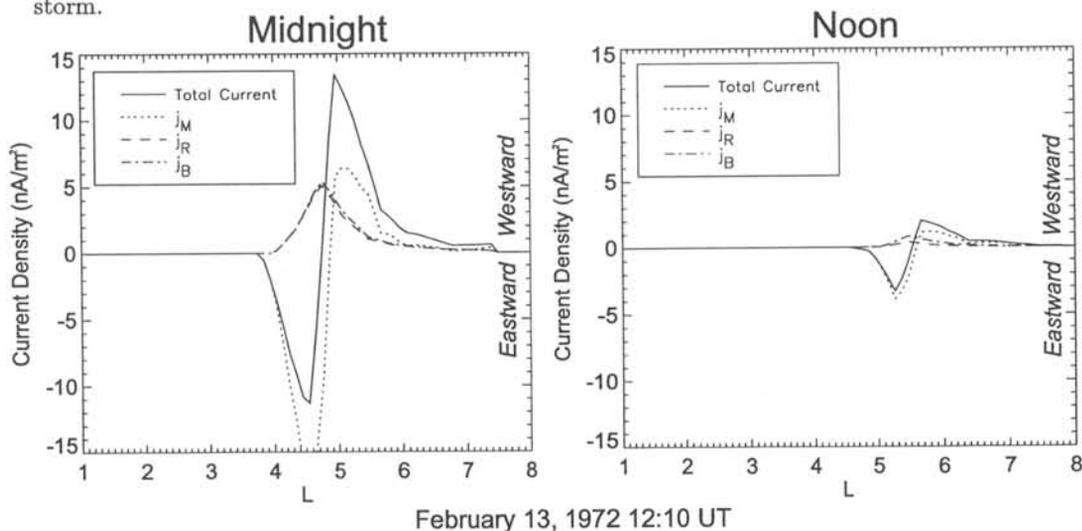


Fig.1 : Cross sections of equatorial ring current density j_{\perp} at midnight (left) and noon (right) after 1 hour from the first substorm onset. The three currents, j_M , j_R and j_B which compose the total current represent magnetization current, curvature current and grad-B current, respectively. Positive quantity represents westward current.

空間分割法によるプラズマ粒子シミュレーションコードの並列化

岡田 雅樹

国立極地研究所情報科学センター

Parallelization of Plasma Particle Simulation Code
with Spatial Decomposition Method

Masaki Okada

National Institute of Polar Research, Information Science Center
mokada@nipr.ac.jp

Parallel processors are becoming a powerful method to achieve large scale plasma particle simulations which require large spatial modeling space, such as aurora acceleration region model and the magnetic reconnection in the geomagnetic tail region. Two different schemes are known for parallelization of the plasma particle simulation code. One is the particle decomposition scheme and the other is the spatial decomposition scheme. The author implements spatial decomposition code to model aurora acceleration region. Total performance and the efficiency of the code will be presented in the talk.

並列計算機の発達にともない、プラズマシミュレーションコードは、これまでのベクトル計算機に対応したアルゴリズムから、より大規模高速シミュレーションが可能な並列計算アルゴリズムへと進歩しつつある。なかでも粒子シミュレーションコードはベクトル化により飛躍的な計算速度の向上が可能であるが、一方、非一様プラズマを取り扱うモデルの場合には、その速度向上が非常に難しいということもわかってきた。そこで、近年の並列計算アルゴリズムは、粒子シミュレーションコードで非一様プラズマを取り扱う場合の困難を解決する方法の一つとして非常に注目され始めている。

並列化コードの効率は計算機のアーキテクチャーに大きく依存し、粒子コードの場合、取り扱う粒子数とモデル化する空間スケールの比によって 2 通りの並列化アルゴリズムが検討されている。一方は粒子分割による並列化であり、他方は空間分割法による並列化である。粒子数がグリッド数より十分に大きい場合には粒子の時間発展に必要な計算量が増大するため、粒子分割法が有効であると考えられる。対象とするモデルがオーロラ加速域や磁気圏尾部などの領域を扱う場合には、十分な空間スケールが必要であるため、空間分割法による並列化を行った。本研究では、極地研情報科学センターのシステム SR-2201 8PE システムを用いて開発を行った。

本システムは、300Mflops の浮動小数点演算速度のプロセッサエレメントを 8 個有し、1 次元のクロスバーネットワークで接続されたアーキテクチャーを持つ。今回は、1 次元周期境界電磁粒子コード (KEMPO1) の並列化を行い、試験を行った結果について発表する予定である。

