

第28回  
極域宙空圏シンポジウム

プログラム & 予稿集

The 28<sup>th</sup> Symposium on  
Space and Upper Atmospheric Sciences  
in the Polar Regions

Programme and Abstracts

2004年8月3日(火) ~ 8月4日(水)

August 3-4, 2004

大学共同利用機関法人  
情報・システム研究機構  
国立極地研究所

Research Organization of Information and Systems  
National Institute of Polar Research  
Tokyo, Japan

第28回  
極域宙空圏シンポジウム

プログラム

**The 28<sup>th</sup> Symposium on  
Space and Upper Atmospheric Sciences  
in the Polar Regions**

**Programme**

2004年8月3日(火)～8月4日(水)

**August 3-4, 2004**

大学共同利用機関法人  
情報・システム研究機構  
国立極地研究所

**Research Organization of Information and Systems  
National Institute of Polar Research  
Tokyo, Japan**



国立極地研究所  
第28回極域宙空圏シンポジウム

開催日：2004年8月3日 - 8月4日  
場 所：国立極地研究所管理棟6階講堂

プログラム

口頭発表時間：質疑応答も含めて15分（12分発表 + 3分質疑応答）

ポスター発表：すべて1日目午後のポスターセッションで  
ポスター貼り出し可能期間：8月3日 8:45～8月4日 17:00

8月3日（水）09：00～18：05

【開会の辞】

09：00～09：05  
司会：佐藤夏雄（極地研）

開会の辞 江尻全機（極地研）

【1. オーロラⅠ：微細構造】

09：05～09：50  
座長：藤井良一（名古屋大）

9:05 1-1

岡田慶吾（名古屋大）、宮岡 宏（極地研）、小川泰信（名古屋大）、B. Maarten（トロムソ大）、足立和寛、野澤悟徳、藤井良一（名古屋大）  
オーロラの微細構造の研究

9:20 1-2

宮岡 宏（極地研）  
オーロラの微細構造とダイナミクス

9:35 1-3

堤 雅基、行松 彰（極地研）、D. Holdsworth（Atmospheric Radar Systems）  
SuperDARNレーダーによる高レンジ分解能観測の検討

【2. オーロラⅡ：高緯度オーロラ】

09：50～10：35  
座長：藤井良一（名古屋大）

9:50 2-1

H. Yang, Dehong Huang, H. Hu (Polar Research Institute of China), Z. Hu (Wuhan U), R. Liu, Z. Chen (Polar Research Institute of China), M. Taguchi, N. Sato (NIPR), A. Brekke (U Tromsø), K. Oksavik (U Oslo), R. Fujii, S. Nozawa, T. Ogawa (Nagoya U)  
Establishment and initial results of auroral observation with a 3-wavelength monochromatic aurora imaging system at Ny-Ålesund, Svalbard

10:05 2-2

海老原祐輔、江尻全機、田口 真、堤 雅基（極地研）、斎藤義文（宇宙研）  
南極点全天イメージャーによるオーロラ観測

10:20 2-3

宮岡 宏 (極地研)、中野 啓 (静岡大)、佐藤夏雄 (極地研)  
昼側カスプオーロラのダイナミクス — ドームふじ観測拠点における全天カメラ観測 —

■■ 休憩 10:35~10:45 ■■

### 【3. オーロラⅢ：オーロラサブストーム】

10:45~12:15  
座長：家田章正 (名古屋大)

10:45 3-1

門倉 昭 (極地研)  
JARE-44昭和基地におけるオーロラ光学観測

11:00 3-2

佐藤夏雄、門倉 昭、海老原祐輔 (極地研)、中野 啓 (静岡大)、出口大樹 (九州大)、乾 恵美子 (山形大)、  
T. Saemundsson (アイスランド大)  
共役性が非常に良いオーロラブレイクアップ現象 - 2003年9月26日イベント -

11:15 3-3

藤井良一 (名古屋大)、田中雄一郎 (村田製作所)、小川泰信、野澤悟徳 (名古屋大)  
オーロラサブストームに伴うイニシャル・ブライティング発生場所に関する研究

11:30 3-4

家田章正 (名古屋大)、D. H. Fairfield (NASA/GSFC)、K. Liou (JHU/APL)、長井嗣信 (東工大)、町田 忍  
(京都大)、向井利典 (JAXA)、斎藤義文 (JAXA)  
オーロラ爆発の緯度と磁気圏尾部全圧との対応

11:45 3-5

長井嗣信 (東工大)  
オーロラと磁気圏尾部でのプラズマ流

12:00 3-6

白井仁人 (一関高専)、向井利典 (宇宙研)、堀 智昭 (JHU/APL)  
オーロラ領域の磁気圏マッピング：尾部 (> 10 RE) プラズマシートの比較

■■ 昼休み 12:15~13:10 ■■

### 【4. PPBと宇宙線Ⅰ】

13:10~13:55  
座長：門倉 昭 (極地研)

13:10 4-1

並木道義、松坂幸彦、斎藤芳隆、飯嶋一征、川崎朋実、太田茂雄、井筒直樹、山上隆正 (宇宙研)、門倉 昭、  
海老原祐輔、佐藤 薫、山岸久雄、佐藤夏雄、江尻全機 (極地研)  
2003~2004年南極周回気球実験

13:25 4-2

北村 尚 (放医研/神戸大)、鳥居祥二、田村忠久 (神奈川大)、山上隆正 (JAXA)、山岸久雄、門倉 昭 (極  
地研)、他 PPB-BETS Collaboration  
南極周回気球による高エネルギー電子の観測

**13:40 4-3**

櫻井敬久、菊池 聡、乾 恵美子、郡司修一、門叶冬樹（山形大）、佐藤夏雄（極地研）、T. Saemundsson（アイスランド大）  
アイスランドと日本の大気中での宇宙線生成核種Be-7濃度日変動の比較

**【ポスターセッション】**

13:55~15:25

**【P 1. 熱圏と中間圏 II】**

**P1-1**

藤原 均（東北大）、前田佐和子（京都女子大）、野澤悟徳（名古屋大）  
極域中間圏・下部熱圏領域でのエネルギー収支

**P1-2**

山本 桂、福西 浩（東北大）、佐藤光輝（理研）、高橋幸弘（東北大）  
夏季米国におけるスプライトの発光形態と雷放電の電気的特徴

**P1-3**

山田嘉典、福西 浩（東北大）  
南極昭和基地上空Na夜間大気光単色波的パターンの特徴

**P1-4**

川原琢也（信州大）、堤 雅基（極地研）、野村彰夫（信州大）  
2002年の南極域成層圏突然昇温とNaライダーで観測された中間圏界面温度

**P1-5**

平安名 豪、福西 浩、藤原 均（東北大）、菊池 崇（情報通信研究機構）、細川敬祐（電通大）、片岡龍峰（情報通信研究機構）  
SuperDARN HF レーダーを用いた地上散乱波エコーの統計解析

**【P 2. オーロラ IV】**

**P2-1**

松岡大祐、村田健史（愛媛大）、岡田雅樹（極地研）、杉山 徹（地球シミュレータセンター）、臼井英之、大村善治、松本 紘（京都大）  
磁気リコネクション現象の3次元ハイブリッドシミュレーションと3次元可視化

**P2-2**

藤森 徹、能勢正仁、桂華邦裕（京都大）、R. W. McEntire（ジョーンズホプキンス大・応用物理研究）、S. P. Christon（集中解析研究所）  
サブストームのオンセット時に内部磁気圏に注入されるOとHeイオンの価数と注入場所の推定

**P2-3**

白井仁人（一関高専）、向井利典（宇宙研）  
オーロラ領域の磁気圏マッピング：地球近傍（ $< 10 \text{ RE}$ ）プラズマシートの比較

**P2-4**

熊本篤志、小野高幸、飯島雅英（東北大）  
AKR Indexの適用性の検討

**【P 3. PPBと宇宙線 II】**

**P3-1**

門倉 昭（極地研）、大塚雄一（名古屋大）、茶弥俊一（DXアンテナ（株））、山岸久雄（極地研）、山上隆正（宇宙研）、第44次隊PPB実験グループ  
第44次隊PPB実験におけるTEC観測－初期結果

### P3-2

三宅壯聡、知野明裕（富山県立大）、山岸久雄（極地研）、岡田敏美、石坂圭吾（富山県立大）、山上隆正（ISAS/JAXA）、国立極地研究所PPBグループ、ISAS/JAXA気球グループ  
南極周回気球を用いた南極域ELF/VLF帯電磁波動の研究

### P3-3

西尾泰穂、遠山文雄（東海大）、山岸久雄、佐藤夏雄、門倉 昭（極地研）、山上隆正、並木道義、斎藤芳隆（宇宙研）  
南極周回気球（PPB）による磁場データの解析

### P3-4

飯嶋一征、井筒直樹、川崎朋実、松坂幸彦、並木道義、太田茂雄、斎藤芳隆、鳥海道彦、山上隆正（宇宙研）、山岸久雄、江尻全機、佐藤夏雄、海老原祐輔、門倉 昭（極地研）、村上浩之（立教大）、内山貞幸、紺野祐司（クリアパルス（株））  
南極周回気球のハウスキーピングシステムの改良と評価

## 【P 4. 高緯度における降下イオンと上昇イオン】

### P4-1

浅井佳子（情報通信研究機構）、前澤 洌、向井利典、早川 基（JAXA/宇宙科学研究本部）  
あけぼの衛星観測によるカスプイオンの位置とIMF ByおよびBzとの関係

### P4-2

三宅 互（情報通信研究機構）、M. Bouhram（マックスプランク研究所）  
イオンコニックスのカスプ域での高度変化

### P4-3

坪根克也、坂野井健、岡野章一（東北大）、小川泰信、野澤悟徳（名古屋大）、麻生武彦（極地研）  
ASG と ESR によるオーロラ発光とイオン上昇流の同時観測

### P4-4

小川泰信（名古屋大）、シェルマー オクサビック（ジョンズホプキンス大学）  
SERSIO ロケットキャンペーン時における EISCAT観測

### P4-5

櫻井彰宏、藤井良一、小川泰信、野澤悟徳（名古屋大）  
EISCATレーダーを用いた極域電離圏におけるイオン上昇流の長期変動の研究

## 【P 5. 磁気嵐Ⅱ】

### P5-1

関 妙子（宇宙研）、森岡 昭（東北大）、三好由純（名古屋大）、土屋史紀、三澤浩昭、坂野井健（東北大）  
磁気嵐時のAKR 活動低下現象と磁気圏ダイナミクス

### P5-2

相馬 桂、能勢正仁、桂華邦裕（京都大）、R. W. McEntire（ジョンズホプキンス大・応用物理研究所）  
Statistical study of dayside magnetopause motion at SCs: Geotail/EPIC and GOES observations

### P5-3

海老原祐輔、M.-C. Fok（NASA GSFC）、R. A. Wolf（Rice U）、M. F. Thomsen（LANL）、T. E. Moore（NASA GSFC）  
Nonlinear impact of plasma sheet density on storm-time ring current

### P5-4

海老原祐輔（極地研）、M.-C. Fok（NASA GSFC）  
Global storm-time morphology of ring current proton flux: Post-midnight enhancements and their possible mechanisms

**P5-5**

桂華邦裕、能勢正仁（京都大）、P. C. Brandt、大谷晋一、高橋主衛、D. G. Mitchell（JHU/APL）  
磁気嵐回復に対する電荷交換反応の寄与：IMAGE/HENAデータを用いた定量的見積もり

**P5-6**

新堀淳樹、小野高幸、飯島雅英、熊本篤志（東北大）、大家 寛（福井工大）  
磁気嵐中における内部磁気圏・プラズマ圏内の電場変動について

**P5-7**

西野正徳、佐藤 貢（名古屋大）、J. A. Holtet（オスロ大）  
巨大プロトンイベント時のPCA現象のTwilight Effect

**P5-8**

巻田和男（拓殖大）、西野正徳（名古屋大）、星野光男（拓殖大）、佐藤 貢、加藤泰男（名古屋大）、N. J. Schuch（INPE）、A. Foppiano（Concepcion U）、R. Monreal（Magalhanas U）  
磁気異常帯域のイメージングリオメータ・ネットワーク観測

**【P 6. 将来計画と新手法 II】**

**P6-1**

岡田雅樹、江尻全機（極地研）、臼井英之、大村善治（京都大）、村田健史（愛媛大）、宇宙環境シミュレータプロジェクトチーム  
数値宇宙プラズマチェンバーによる複合型プラズマシミュレーション研究

**P6-2**

山本和憲、村田健史（愛媛大）、藤田 茂（気象大）、松岡大祐（愛媛大）  
バーチャル地球磁気圏システム

**P6-3**

松浦弘樹、村田健史、山本和憲（愛媛大）、STARSチーム  
STARS（Solar-Terrestrial data Analysis and Reference System）の現状

**P6-4**

長澤正氏（沼津高専）、福田 明、椋本介士、吉廣安昭、中野 啓、大市 聡（静岡大）、山岸久雄、佐藤夏雄、門倉 昭（極地研）、Huigen Yang（中国極地研）、Mingwu Yao、Sen Zhang、Guojing He、Lijun Jin（西安電子科技大）  
昭和－中山基地間流星バースト通信路の性質

**P6-5**

椋本介士、福田 明（静岡大）長澤正氏（沼津高専）吉廣安昭、中野 啓、大市 聡（静岡大）、山岸久雄、佐藤夏雄、門倉 昭（極地研）H. Yang（中国極地研）、M. Yao、S. Zhang、G. He、L.J in（西安電子科技大）  
43-45次隊におけるMBCデータ伝送実験結果の報告

**【5. 熱圏と中間圏 I】**

15：25～18：05

座長：村山泰啓（情報通信研究機構）  
藤原 均（東北大）

**15:25 5-1**

早川正士（電通大）  
スプライトを引き起こす雷放射電の条件

**15:40 5-2**

細川敬祐（電通大）、小川忠彦（名古屋大）、N. Arnold、M. Lester（レスター大）、行松 彰、佐藤夏雄（極地研）  
SuperDARNレーダー超近距離エコーの統計解析 - PMSE発生頻度に南北差はあるのか? -

15:55 5-3

小川忠彦 (名古屋大)、N. F. Arnold (U Leicester)、西谷 望 (名古屋大)  
太陽プロトン降下に伴う極域中間圏 HFレーダーエコー

16:10 5-4

岩橋弘幸、野澤悟徳 (名古屋大)、村山泰啓 (情報通信研究機構)、堤 雅基 (極地研)、小川泰信、藤井良一  
(名古屋大)  
極域中間圏で観測された16時間周期振動の研究 - 準2日波と半日潮汐波との波動間相互作用 -

16:25 5-5

麻生武彦、堤 雅基 (極地研)、ホール クリス (トロムソ大)  
トロムソ流星レーダー (NTMR) - トロムソの新しい観測プラットフォーム -

16:40 5-6

津田卓雄、野澤悟徳、岩橋弘幸 (名古屋大)、麻生武彦、堤 雅基 (極地研)、小川泰信、藤井良一  
(名古屋大)  
ESR観測データを用いた下部熱圏風の研究

■■ 休憩 16:55~17:05 ■■

17:05 5-7

野澤悟徳 (名古屋大)、前田佐和子 (京都女子大)、麻生武彦 (極地研)、岩橋弘幸、小川泰信、藤井良一  
(名古屋大)  
2003年11月EISCAT 8日間連続観測データに基づく極域下部熱圏大気ダイナミクスの研究

17:20 5-8

三好勉信 (九州大)、藤原 均 (東北大)  
大気大循環モデルにより得られたMLT領域での半日潮汐波の変動について

17:35 5-9

村山泰啓、坂野井和代 (情報通信研究機構)、大山伸一郎 (米アラスカ大学)、廣岡俊彦、宮原三郎 (九州大)、  
河谷芳雄、高橋正明 (東京大)、A. Dowdy, R. A. Vincent (豪アデレード大学)、佐藤 薫 (極地研)、W. Singer  
(独大気物理研究所)、D. Riggin (米コロラドリサーチアソシエーツ)  
北半球高緯度夏季中層大気ジェット強度の経度依存性について

17:50 5-10

石井 守、丸山 隆、村山泰啓、久保田実 (情報通信研究機構)  
MTI 領域における長期気候変動の影響

■■ 懇親会 18:05~20:00 ■■  
(於: 管理棟6階講堂前ロビー)

8月4日 (水) 09:00~17:05

## 【6.磁気嵐I】

09:00~10:15

座長: 小原隆博 (情報通信研究機構)  
長井継信 (東工大)

9:00 6-1

小川智也、田 光江 (情報通信研究機構)、田中高史 (九州大)、山下和之 (山梨大)  
高分解能惑星間空間衝撃波伝播シミュレーション

9:15 6-2

片岡龍峰、丸橋克英、亙 慎一、菊池 崇 (情報通信研究機構)  
Fast Ejectaの微細構造に依存する磁気嵐相

9:30 6-3

中尾 昭、田口 聡、細川敬祐、山崎 敦 (電通大)、M. R. Collier, T. E. Moore (NASA/GSFC)  
IMF南向き時におけるIMAGE衛星LENAの高緯度シース方向エミッション強度と太陽風との相関

9:45 6-4

櫻井 亨、利根川豊 (東海大)  
2003年10月29日-31日にわたる磁気嵐中のULF波動について

10:00 6-5

塩川和夫、小川忠彦、上出洋介 (名古屋大)  
1999-2003年に日本で観測された低緯度オーロラ

■■ 休憩 10:15~10:30 ■■

10:30 6-6

Mei-Ching Fok (NASA GSFC)、Y. Ebihara (NIPR)、T. E. Moore (NASA GSFC)  
Geospace storm processes coupling the ring current, radiation belt and plasmasphere

11:00 6-7

海老原祐輔 (極地研)、M.-C. Fok (NASA GSFC)、R. A. Wolf (Rice U)、T. J. Immel (U California Berkeley)、  
T. E. Moore (NASA GSFC)  
リングカレントの発達に対する電離圏電気伝導度の役割

11:15 6-8

菊池 崇 (情報通信研究機構)、橋本久美子 (吉備国際大)、野崎憲朗、篠原 学 (情報通信研究機構)  
磁気嵐発達と中低緯度への磁気圏電場侵入

11:30 6-9

小原隆博 (情報通信研究機構/宇宙航空研究開発機構)  
電子放射線帯変動におけるプラズマ波動の役割

11:45 6-10

坂 翁介 (久留米高専)  
Slow mode が引き起こす磁力線沿いのプラズマ運動について

■■ 昼休み 12:00~13:00 ■■

## 【7. 電離圏擾乱と沿磁力線電流】

13:00~14:45

座長：藤井良一 (名古屋大)

13:00 7-1

門倉 昭、山岸久雄 (極地研)、中野 啓 (静岡大)、マイク・ローズ (英国南極局)  
JARE-44における無人磁力計観測 - 初期結果 -

13:15 7-2

佐藤夏雄、門倉 昭 (極地研)、T. Saemundsson (アイスランド大)、新海雄一 (総研大・極域科学専攻)、  
中野 啓 (静岡大)、行松 彰 (極地研)、小川忠彦、藤井良一 (名古屋大)、S. Milan, M. Lester (レスター大)、  
H. Hu (中国極地中心)  
南極大陸の皆既日食時に観測された共役点電離圏擾乱

**13:30 7-3**

前田佐和子 (京都女子大)、野澤悟徳、小川泰信 (名古屋大)、A. Brekke (トロムソ大)、大山伸一郎 (アラスカ大)

F領域イオン温度分布とプラズマ対流パターン

**13:45 7-4**

西谷 望、小川忠彦、津川卓也、大塚雄一 (名古屋大)、W. A. Bristow (アラスカ大学)、齊藤昭則 (京都大)、菊池 崇 (NICT)、佐藤夏雄 (極地研)

SuperDARN および GEONET による大規模TIDの観測

**14:00 7-5**

袁 志剛、藤井良一、野澤悟徳、小川泰信 (名古屋大)

1998年9月25日のサブストーム時に ESR で観測された極域電離圏擾乱

**14:15 7-6**

中野慎也、家森俊彦 (京都大)

中緯度および極冠域の地磁気データを用いた沿磁力線電流分布の推定

**14:30 7-7**

蓮沼智幸、福西 浩、高橋幸弘 (東北大)、長妻 努、片岡龍峰 (情報通信研究機構)

小規模沿磁力線電流の統計的研究

■■ 休憩 14:45~15:00 ■■

**【8.将来計画と新手法 I】**

15:00~17:00

座長：宮岡 宏 (極地研)

岡田雅樹 (極地研)

**15:00 8-1**

三好由純、塩川和夫、関華奈子、家田章正 (名古屋大)、小野高幸、飯島雅英 (東北大)、長妻 努、小原隆博 (NICT)、高島健、浅村和史、笠羽康正、松岡彩子、斉藤義文、斉藤宏文 (JAXA/ISAS)、平原聖文 (立教大)、利根川豊、遠山文雄、田中 真 (東海大)、能勢正仁 (京都大)、笠原禎也 (金沢大)、湯元清文、河野英昭、吉川顕正 (九州大)、海老原祐輔、行松 彰 (極地研)、SGEPSS内部磁気圏分科会  
ジオスペース探査ミッションの提案

**15:15 8-2**

田口 真 (極地研)、吉田和哉、中西洋喜、高橋幸弘、坂野井健 (東北大)  
惑星リモートセンシング用気球搭載望遠鏡の開発

**15:30 8-3**

佐藤 薫、堤 雅基、麻生武彦 (極地研)、佐藤 亨 (京都大)、山内 恭、江尻全機 (極地研)  
南極昭和基地大型大気レーダー計画 (PANSY) の現状

**15:45 8-4**

行松 彰、堤 雅基、佐藤夏雄 (極地研)、Mark Lester (レスター大学)  
SENSU昭和SuperDARNレーダーのステレオレーダー化及びデジタル受信機導入計画

**16:00 8-5**

西谷 望、小川忠彦、大塚雄一、塩川和夫 (名古屋大)、菊池 崇 (情報通信研究機構)、佐藤夏雄、行松 彰 (極地研)、齊藤昭則 (京都大)、細川敬祐 (電通大)、他  
北海道大型HFレーダーによる電離圏・熱圏・上部中間圏ダイナミクス研究計画

**16:15 8-6**

栗原純二、阿部琢美、小山孝一郎 (JAXA/ISAS)  
DELTA campaign: 極域下部熱圏ロケット観測計画

**16:30 8-7**

白井英之（京都大）、岡田雅樹（極地研）、大村善治（京都大）、荻野竜樹（名古屋大）、杉山 徹（地球シミュレーターセンター）、寺田直樹（名古屋大）宇宙環境シミュレータプロジェクトチーム  
宇宙環境シミュレーターの開発と宇宙機環境解析

**16:45 8-8**

村田健史（愛媛大）、STARS チーム  
分散データベースと3次元可視化による新しい地球磁気圏研究手法

**【閉会の辞】**

17:00~17:05

閉会の辞

佐藤夏雄（極地研）

# Time Table

## ◆ Tuesday, August 3rd (9:00 - 18:05)

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Aurora I・II (9:05~10:35)	Aurora III (10:45~12:15)	Lunch (12:15~13:10)	PPB and cosmic ray I (13:10~13:55)	Poster session (13:55~15:25)	Thermosphere and mesosphere I (15:25~16:55)	Thermosphere and mesosphere I (17:05~18:05)	Banquet (18:05~20:00)			

Opening

Tea break  
(10 min.)

Tea break  
(10 min.)

## ◆ Wednesday, August 4th (9:00 - 17:05)

9	10	11	12	13	14	15	16	17
Magnetic storms I (9:00~10:15)	Magnetic storms I (10:30~12:00)	Lunch (12:00~13:00)	Ionospheric disturbance and field-aligned current (13:00~14:45)	Advanced measurement and sophisticated technology I (15:00~17:00)	Closing			

Tea break  
(15 min.)

Tea break  
(15 min.)

**National Institute of Polar Research**  
**The 28<sup>th</sup> Symposium on Space and Upper Atmospheric Sciences**  
**in the Polar Regions**

**Date: August 3rd - 4th, 2004**

**Venue: Auditorium in National Institute of Polar Research, Tokyo**

**Programme**

Oral presentation: total 15 min. including 12 min. talk and 3 min. discussions

Poster session will be held on August 3rd

Tuesday, August 3rd 09:00- 18:05
----------------------------------

**【Opening sessions】**

09:00 - 09:05

Chair: Sato, Natsuo (NIPR)

Opening

Ejiri, Masaki (NIPR)

**【1. Aurora I: Fine-scale structure】**

09:05 - 09:50

Chair: Fujii, Ryoichi (Nagoya U)

**9:05 1-1**

Okada, Keigo (Nagoya U), H. Miyaoka (NIPR), Y. Ogawa (Nagoya U), B. Maarten (Tromsø U), K. Adachi, S. Nozawa, R. Fujii (Nagoya U)

Electrodynamic characteristics of small-scale auroras

**9:20 1-2**

Miyaoka, Hiroshi (NIPR)

Micro-scale structures and dynamics of aurora

**9:35 1-3**

Tsutsumi, Masaki, A. S. Yukimatu (NIPR), D. Holdsworth (Atmospheric Radar Systems)

Fine range resolution observations using SuperDARN radars

**【2. Aurora II: High latitude aurora】**

09:50 - 10:35

Chair: Fujii, Ryoichi (Nagoya U)

**9:50 2-1**

H. Yang, Dehong Huang, H. Hu (Polar Research Institute of China), Z. Hu (Wuhan U), R. Liu, Z. Chen (Polar Research Institute of China), M. Taguchi, N. Sato (NIPR), A. Brekke (U Tromsø), K. Oksavik (U Oslo), R. Fujii, S. Nozawa, Y. Ogawa (Nagoya U)

Establishment and initial results of auroral observation with a 3-wavelength monochromatic aurora imaging system at Ny-Ålesund, Svalbard

**10:05 2-2**

Ebihara, Yusuke, M. Ejiri, M. Taguchi, M. Tsutsumi (NIPR), Y. Saito (JAXA/ISAS)

Auroral observations at the South Pole station

10:20 2-3

Miyaoka, Hiroshi (NIPR), K. Nakano (Shizuoka U), N. Sato (NIPR)  
Dynamics of dayside cusp aurora — All-sky camera observation at Dome-Fuji camp —

■■ Tea break 10:35 - 10:45 ■■

### [3. Aurora III: Auroral substorm]

10:45 - 12:15

Chair: Ieda, Akimasa (Nagoya U)

10:45 3-1

Kadokura, Akira (NIPR)  
Auroral observation at Syowa Station in JARE-44

11:00 3-2

Sato, Natsuo, A. Kadokura, Y. Ebihara (NIPR), K. Nakano (Shizuoka U), H. Deguchi (Kyushu U), E. Inui (Yamagata U), T. Saemundsson (U Iceland)  
Excellent conjugate auroral breakup event obtained by the Syowa-Iceland conjugate observatories on 26 September 2003

11:15 3-3

Fujii, Ryoichi (Nagoya U), Y. Tanaka (Murata Seisaskusho), Y. Ogawa, S. Nozawa (Nagoya U)  
The location of the initial brightening of auroral substorm in the auroral oval (Part II)

11:30 3-4

Ieda, Akimasa (Nagoya U), D. H. Fairfield (NASA/GSFC), K. Liou (JHU/APL), T. Nagai (TITECH), S. Machida (Kyoto U), T. Mukai (JAXA), Y. Saito (JAXA)  
Association between auroral breakup latitudes and the total pressure in the magnetotail

11:45 3-5

Nagai, Tsugunobu (Tokyo Institute of Technology)  
Aurora and plasma flows in the magnetotail

12:00 3-6

Shirai, Hisato (INCT), T. Mukai (JAXA/ISAS), T. Hori (JHU/APL)  
Mapping of auroral regions to the magnetosphere: comparison of the tail (>10 RE) plasma sheet

■■ Lunch 12:15 - 13:10 ■■

### [4. PPB and cosmic ray I]

13:10 - 13:55

Chair: Kadokura, Akira (NIPR)

13:10 4-1

Namiki, Michiyoshi, Y. Matsuzaka, Y. Saito, I. Iijima, T. Kawasaki, S. Ohta, N. Izutsu, T. Yamagami (ISAS), A. Kadokura, Y. Ebihara, K. Sato, H. Yamagishi, N. Sato, M. Ejiri (NIPR)  
Balloon experiments at Syowa Station in 2003~2004

13:25 4-2

Kitamura, Hisashi (NIRS), S. Torii, T. Tamura (Kanagawa U), T. Yamagami (JAXA/ISAS), H. Yamagishi, A. Kadokura (NIPR), for the PPB-BETS Collaboration  
High energy electron observation by Polar Patrol Balloon flight in Antarctica

13:40 4-3

Sakurai, Hirohisa, S. Kikuchi, E. Inui, S. Gunji, F. Tokanai (Yamagata U), N. Sato (NIPR), T. Saemundsson (Iceland U)

Comparison between daily variations of Be-7 concentration in air at ground level in Japan and Iceland

**【Poster session】**

13:55 – 15:25

**【P1. Thermosphere and mesosphere II】**

**P1-1**

Fujiwara, Hitoshi (Tohoku U), S. Maeda (Kyoto Women's U), S. Nozawa (Nagoya U)

Energy budget in the polar mesosphere and lower thermosphere (MLT) region

**P1-2**

Yamamoto, Katsura, H. Fukunishi (Tohoku U), M. Sato (RIKEN), Y. Takahashi (Tohoku U)

Morphology of sprites and characteristics of positive cloud-to-ground discharges over the U.S. High Plains in summer

**P1-3**

Yamada, Yoshinori, H. Fukunishi (Tohoku U)

Quasi-monochromatic wave patterns in the sodium nightglow over Syowa Station in the Antarctic

**P1-4**

Kawahara, Takuya D. (Shinshu U), M. Tsutsumi (NIPR), A. Nomura (Shinshu U)

Antarctic stratospheric sudden warming event in 2002 and the mesospheric temperature variation observed by a sodium lidar

**P1-5**

Henna, Takeshi, H. Fukunishi, H. Fujiwara (Tohoku U), T. Kikuchi (NICT), K. Hosokawa (UEC), R. Kataoka (NICT)

Statistical analysis of the ground back-scatter echo using SuperDARN HF radar

**【P2. Aurora IV】**

**P2-1**

Matsuoka, Daisuke, K. T. Murata (Ehime U), M. Okada (NIPR), T. Sugiyama (Earth Simulator Center), H. Usui, Y. Omura, H. Matsumoto (Kyoto U)

3D hybrid simulation of magnetotail reconnection and 3-D visualization

**P2-2**

Fujimori, Tohru, M. Nose, K. Keika (Kyoto U), W. McEntire (JHU/APL), S. P. Christon (Focused Analysis and Research)

Charge states of O and He ions injected at substorm onset and injection region; Geotail/EPIC observation

**P2-3**

Shirai, Hisato (INCT), T. Mukai (JAXA/ISAS)

Mapping of auroral regions to the magnetosphere: Comparison of the near-earth (<10 RE) plasma sheet

**P2-4**

Kumamoto, Atsushi, T. Ono, M. Iizima (Tohoku U)

Applicability of AKR index

**【P3. PPB and cosmic ray II】**

**P3-1**

Kadokura, Akira, Y. Otsuka (Nagoya U), T. Chachin (DX antenna Co.), H. Yamagishi (NIPR), T. Yamagami (ISAS), JARE-44 PPB group

TEC observation in the PPB experiment in JARE-44

**P3-2**

Miyake, Taketoshi, A. Chino (Toyama Pref. U), H. Yamagishi (NIPR), T. Okada, K. Ishizaka (Toyama Pref. U), T. Yamagami (ISAS/JAXA), NIPR PPB group, ISAS/JAXA balloon group  
Study of ELF/VLF band electromagnetic waves in the Antarctica observed by Polar Patrol Balloons

**P3-3**

Nishio, Yasuho, F. Tohyama (Tokai U), H. Yamagishi, N. Sato, A. Kadokura (NIPR), T. Yamagami, M. Namiki, Y. Saito (ISAS/JAXA)  
Analysis of magnetometer data by Polar Patrol Balloon (PPB) observation

**P3-4**

Iijima, Issei, N. Izutsu, T. Kawasaki, Y. Matsuzaka, M. Namiki, S. Ohta, Y. Saito, M. Toriumi, T. Yamagami (ISAS), H. Yamagishi, M. Ejiri, N. Sato, Y. Ebihara, A. Kadokura (NIPR), H. Murakami (Rikkyo U), S. Uchiyama, Y. Konno (Clear Pulse Ltd.)  
Performance of the revised house-keeping system for the polar patrol balloons

**[P4. Precipitating ions and upflowing ions at high latitudes]****P4-1**

Asai, Keiko T. (NICT), K. Maezawa, T. Mukai, H. Hayakawa (JAXA/ISAS)  
Location of cusp Ion precipitation related with IMF By and Bz: Akebono observations

**P4-2**

Miyake, Wataru (NICT), M. Bouhram (MPIP)  
Altitude variation of ion conics around the cusp region

**P4-3**

Tsubone, Katsuya, T. Sakanoi, S. Okano (Tohoku U), Y. Ogawa, S. Nozawa (Nagoya U), T. Aso (NIPR)  
Simultaneous measurement between auroral spectral emission and ion upflow obtained by ASG and ESR

**P4-4**

Ogawa, Yasunobu (Nagoya U), K. Oksavik (JHU/APL) and the SERSIO science team  
EISCAT observations during the SERSIO experiment

**P4-5**

Sakurai, Akihiro, R. Fujii, Y. Ogawa, S. Nozawa (Nagoya U)  
Solar-cycle variation of ion upflow in the polar ionosphere using EISCAT UHF radar

**[P5. Magnetic storms II]****P5-1**

T. Seki (JAXA/ISAS), Morioka, Akira (Tohoku U), Y. S. Miyoshi (Nagoya U), F. Tsuchiya, H. Misawa, H. Sakanoi (Tohoku U)  
AKR disappearance and magnetospheric dynamics during magnetic storms

**P5-2**

Souma, Kei, M. Nose, K. Keika (Kyoto U), R. W. McEntire (JHU/APL)  
Statistical study of dayside magnetopause motion at SCs: Geotail/EPIC and GOES observations

**P5-3**

Ebihara, Yusuke (NIPR), M.-C. Fok (NASA GSFC), R. A. Wolf (Rice U), M. F. Thomsen (LANL), T. E. Moore (NASA GSFC)  
Nonlinear impact of plasma sheet density on storm-time ring current

**P5-4**

Ebihara, Yusuke (NIPR), M.-C. Fok (NASA GSFC)  
Global storm-time morphology of ring current proton flux: Post-midnight enhancements and their possible mechanisms

**P5-5**

Keika, Kunihiro, M. Nose (Kyoto U), P. C. Brandt, S. Ohtani, K. Takahashi, D. G. Mitchell (JHU/APL)  
Contribution of charge exchange process to the storm recovery: Quantitative estimate using IMAGE/HENA data

**P5-6**

Shinbori, Atsuki, T. Ono, M. Iizima, A. Kumamoto (Tohoku U), H. Oya (Fukui U Technology)  
Intense convection electric field observed in the inner magnetosphere and plasmasphere during a major magnetic storm

**P5-7**

Nishino, Masanori, M. Sato (Nagoya U), J. A. Holtet (Oslo U)  
Twilight effect of PCA during the huge solar proton event

**P5-8**

Makita, Kazuo (Takushoku U), M. Nishino (Nagoya U), M. Hoshino (Takushoku U), M. Sato, Y. Kato (Nagoya U), N. J. Schuch (INPE), A. Foppiano (Concepcion U), R. Monreal (Magalhanas U)  
Network observations of imaging riometer in geomagnetic anomaly region

**[P6. Advanced measurement and sophisticated technology II]****P6-1**

Okada, Masaki, M. Ejiri (NIPR), H. Usui, Y. Omura (Kyoto U), T. Murata (Ehime U), Geospace environment simulator project team  
Study of compound plasma simulation by numerical space plasma chamber

**P6-2**

Yamamoto, Kazunori, K. T. Murata (Ehime U), S. Fujita (Meteorological College), D. Matsuoka (Ehime U)  
Virtual Earth Magnetosphere System

**P6-3**

Matsuura, Hiroki, Ken T. Murata, K. Yamamoto (Ehime U), STARS Team  
A report on STARS (Solar-Terrestrial data Analysis and Reference System) development

**P6-4**

Nagasawa, Masashi (Numazu Col. of Tech.), A. Fukuda, K. Mukumoto, Y. Yoshihiro, K. Nakano, S. Ohichi (Shizuoka U), H. Yamagishi, N. Sato, A. Kadokura (NIPR), Huigen Yang (Polar Res. Inst. of China), M. Yao, S. Zhang, G. He, L. Jin (Xidian U)  
Properties of MBC channel between Syowa and Zhongshan stations

**P6-5**

Mukamoto, Kaiji, A. Fukuda (Shizuoka U), M. Nagasawa (Numazu Col. of Tech.), Ya. Yoshihiro, K. Nakano, S. Ohichi (Shizuoka U), H. Yamagishi, N. Sato, A. Kadokura (NIPR), H. Yang (Polar Res. Inst. of China), M. Yao, S. Zhang, G. He, L. Jin (Xidian U)  
Report on MBC data transmission experiments during JARE 43rd-45th expedition

**[5. Thermosphere and mesosphere I]**

15:25 - 18:05

Chair: Murayama, Yasuhiro (NICT)  
Fujiwara, Hitoshi (Tohoku U)

**15:25 5-1**

Hayakawa, Masashi (UEC)  
Condition of thunderstorms leading to sprites in winter in the Hokuriku area

**15:40 5-2**

Hosokawa, Keisuke (UEC), T. Ogawa (Nagoya U), N. Arnold, M. Lester (U Leicester), A. S. Yukimatu, N. Sato (NIPR)

Statistical analysis of backscatters from first range gates with SENSU Syowa East and CUTLASS Iceland East - an attempt to estimate interhemispheric asymmetry in PMSE activities -

**15:55 5-3**

Ogawa, Tadahiko, N. F. Arnold (U Leicester), N. Nishitani (Nagoya U)  
Polar mesosphere HF radar echoes during a solar proton event

**16:10 5-4**

Iwahashi, Hiroyuki, S. Nozawa (Nagoya U), Y. Murayama (NICT), M. Tsutsumi (NIPR), Y. Ogawa, R. Fujii (Nagoya U)  
Research on a 16-hour oscillation in the polar mesosphere - A possible wave-wave interaction between Q2DW and semidiurnal tide -

**16:25 5-5**

Aso, Takehiko, M. Tsutsumi (NIPR), Chris M. Hall (U Tromsø)  
NIPR/Norway Tromsø meteor radar (NTMR) - a new observing platform in Tromsø -

**16:40 5-6**

Tsuda, Takuo, S. Nozawa, H. Iwahashi (Nagoya U), T. Aso, M. Tsutsumi (NIPR), Y. Ogawa, R. Fujii (Nagoya U)  
Study of the lower thermospheric wind derived from ESR data

■■■ Tea break 16:55 - 17:05 ■■■

**17:05 5-7**

Nozawa, Satonori (Nagoya U), S. Maeda (Kyoto Women's U), T. Aso (NIPR), H. Iwahashi, Y. Ogawa, R. Fujii (Nagoya U)  
Polar lower thermospheric wind dynamics based on EISCAT 8-day wind data obtained in November 2003

**17:20 5-8**

Miyoshi, Yasunobu (Kyushu U), H. Fujiwara (Tohoku U)  
Variations of the semidiurnal tide in the MLT region simulated by a GCM

**17:35 5-9**

Murayama, Yasuhiro (NICT/NIPR), K. Sakanoi (NICT), S. Oyama (U Alaska), T. Hirooka, S. Miyahara (Kyushu U), Y. Kawatani, M. Takahashi (CCSR, U Tokyo), A. Dowdy, R. A. Vincent (U Adelaide), K. Sato (NIPR), W. Singer (IAP, Germany), D. Riggin (CoRA, USA)  
Latitudinal variation of summer middle atmosphere jet at northern high-latitudes

**17:50 5-10**

Ishii, Mamoru, T. Maruyama, Y. Murayama, M. Kubota (NICT)  
Long-term climate change effect in MTI region

■■■ Banquet 18:05 - 20:00 ■■■  
(At Auditorium Lobby in NIPR)

Wednesday, August 4th 09:00 - 17:05

## **[6. Magnetic storms I]**

09:00 - 10:15

Chair: Obara, Takahiro (NICT/JAXA)

Nagai, Tsugunobu (Tokyo Institute of Technology)

9:00 6-1

Ogawa, Tomoya, M. Den (NICT), T. Tanaka (Kyushu U), K. Yamashita (U Yamanashi)  
High-resolution simulation of propagation of Interplanetary shock wave

9:15 6-2

Kataoka, Ryuho, K. Marubashi, S. Watari, T. Kikuchi (NICT)  
Geomagnetic storm phases depending on microstructures of fast ejecta

9:30 6-3

Nakao, Akira, S. Taguchi, K. Hosokawa, A. Yamazaki (UEC), M. R. Collier, T. E. Moore (NASA/GSFC)  
Solar wind control of the intensity of the emission observed by IMAGE/LENA in the direction of the high-latitude sheath during southward IMF

9:45 6-4

Sakurai, Tohru, Y. Tonegawa (Tokai U)  
Strong enhancements of ULF wave activities during the super storm on October 29-31, 2003

10:00 6-5

Shiohara, Kazuo, T. Ogawa, Y. Kamide (Nagoya U)  
Low-latitude auroras observed in Japan during the solar maximum period of 1999-2003

■■ Tea break 10:15- 10:30 ■■

10:30 6-6

Mei-Ching Fok (NASA GSFC), Y. Ebihara (NIPR), T. E. Moore (NASA GSFC)  
Geospace storm processes coupling the ring current, radiation belt and plasmasphere

11:00 6-7

Ebihara, Yusuke (NIPR), M.-C. Fok (NASA GSFC), R. A. Wolf (Rice U), T. J. Immel (U California Berkeley), T. E. Moore (NASA GSFC)  
Influence of ionosphere conductivity on ring current development

11:15 6-8

Kikuchi, Takashi (NICT), K. Hashimoto (Kibi International U), K. Nozaki, M. Shinohara (NICT)  
Penetration of the convection electric field to the low latitude ionosphere during a geomagnetic storm

11:30 6-9

Obara, Takahiro (NICT/JAXA)  
Role of plasma waves for the radiation belt variation

11:45 6-10

Saka, Osuke (Kurume National College of Technology)  
Field-aligned plasma flow associated with slow mode waves

■■ Lunch 12:00 – 13:00 ■■

## **[7. Ionospheric disturbance and field-aligned current]**

13:00- 14:45

Chair: Fujii Ryoichi (Nagoya U)

13:00 7-1

Kadokura, Akira, H. Yamagishi (NIPR), K. Nakano (Shizuoka U), M. Rose (BAS)  
Unmanned magnetometer observation in JARE-44 - preliminary result

**13:15 7-2**

Sato, Natsuo, A. Kadokura (NIPR), T. Saemundsson (Iceland U), Y. Shinkai (Grad. U Advanced Studies), K. Nakano (Shizuoka U), A. S. Yukimatu (NIPR), T. Ogawa, R. Fujii (Nagoya U), S. Milan, M. Lester (U Leicester), H. Hu (Polar Research Institute of China)  
Conjugate ionospheric disturbances affected by the 23 November 2003 solar eclipse

**13:30 7-3**

Maeda, Sawako (Kyoto Women's U), S. Nozawa, Y. Ogawa (Nagoya U), A. Brekke (U Tromsø), S. Oyama (U Alaska)  
Relationship between F-region ion temperature distribution and plasma convection pattern

**13:45 7-4**

Nishitani, Nozomu, T. Ogawa, T. Tsugawa, Y. Otsuka (Nagoya U), W. A. Bristow (U Alaska), A. Saito (Kyoto U), T. Kikuchi (NICT), N. Sato (NIPR)  
Observation of large-scale TIDs by SuperDARN and GEONET

**14:00 7-5**

Yuan, Zhigang, R. Fujii, S. Nozawa, Y. Ogawa (Nagoya U)  
Polar ionospheric disturbances observed by ESR during magnetospheric substorms of 25 September 1998

**14:15 7-6**

Nakano, Shin'ya, T. Iyemori (Kyoto U)  
Estimation of global distribution of large-scale field-aligned currents from ground-based magnetic data at mid-latitude and polar-cap observatories

**14:30 7-7**

Hasunuma, Tomoyuki, H. Fukunishi, Y. Takahashi (Tohoku U), T. Nagatsuma, R. Kataoka (NICT)  
Statistical study of small-scale field-aligned currents

■ ■ Tea break 14:45- 15:00 ■ ■

## **[8. Advanced measurement and sophisticated technology I]**

15:00 – 17:00

Chair: Miyaoka, Hiroshi (NIPR)  
Okada, Masaki (NIPR)

**15:00 8-1**

Miyoshi, Yoshizumi, K. Shiokawa, K. Seki, A. Ieda (Nagoya U), T. Ono, M. Iizima (Tohoku U), T. Nagatsuma, T. Obara (NICT) T. Takashima, K. Asamura, Y. Kasaba, A. Matsuoka, Y. Saito, H. Saito (JAXA/ISAS), M. Hirahara (Rikkyo U), Y. Tonegawa, F. Toyama, M. Tanaka (Tokai U), M. Nose (Kyoto U), Y. Kasahara (Kanazawa U), K. Yumoto, H. Kawano, A. Yoshikawa (Kyushu U), Y. Ebihara, A. S. Yukimatu (NIPR),  
the Inner Magnetosphere Subgroup in the SGEPS  
A satellite mission to investigate the geospace

**15:15 8-2**

Taguchi, Makoto (NIPR), K. Yoshida, H. Nakanishi, Y. Takahashi, T. Sakanoi (Tohoku U)  
Development of a balloon-borne telescope for remote sensing of planets

**15:30 8-3**

K. Sato, M. Tsutsumi, T. Aso (NIPR), T. Sato (Kyoto U), T. Yamanouchi, Ejiri, Masaki (NIPR)  
Current status of program of the Antarctic Syowa MST/IS radar

**15:45 8-4**

Yukimatu, Akira S., M. Tsutsumi, N. Sato (NIPR), M. Lester (U Leicester)  
New implementation of Stereo radar system and digital receivers in the SENSU Syowa SuperDARN HF radars

**16:00 8-5**

Nishitani, Nozomu, T. Ogawa, K. Shiokawa, Y. Otsuka (Nagoya U.), T. Kikuchi (NICT), N. Sato, A. S. Yukimatu (NIPR), A. Saito (Kyoto U), K. Hosokawa (UEC) and others  
Plans for Hokkaido HF radar

**16:15 8-6**

Kurihara, Junichi, T. Abe, K.-I. Oyama (JAXA/ISAS)  
DELTA campaign: Sounding rocket experiment to study the Dynamics and Energetics of the Lower Thermosphere in Aurora

**16:30 8-7**

Usui, Hideyuki (Kyoto U), M. Okada (NIPR), Y. Omura (Kyoto U), O. Ogino (Nagoya U), T. Sugiyama (The Earth Simulator Center), N. Terada (Nagoya U), Geospace environment simulator project team  
Development of geospace environment simulator and the application to the analysis of spacecraft environment

**16:45 8-8**

Murata, Ken T. (Ehime U), STARS team  
A new paradigm for research of solar-terrestrial physics

**[Closing]**

17:00 - 17:05

Closing remarks

Sato, Natsuo (NIPR)

第28回  
極域宙空圏シンポジウム

予稿集

**The 28<sup>th</sup> Symposium on  
Space and Upper Atmospheric Sciences  
in the Polar Regions**

**Abstracts**

2004年8月3日(火) ~ 8月4日(水)

**August 3-4, 2004**

大学共同利用機関法人  
情報・システム研究機構  
国立極地研究所

**Research Organization of Information and Systems  
National Institute of Polar Research  
Tokyo, Japan**

## オーロラの微細構造の研究

岡田慶吾 (名大 STEL) 宮岡宏 (NIPR) 小川泰信 (名大 STEL) Blixt Maarten (トロムソ大)  
足立和寛 (名大 STEL) 野澤悟徳 (名大 STEL) 藤井良一 (名大 STEL)

## Electrodynamic characteristics of small-scale auroras

Keigo Okada (STEL, Nagoya Univ), Hiroshi Miyaoka (NIPR), Yasunobu Ogawa (STEL, Nagoya Univ),  
Blixt Maarten (Tromsø Univ), Kazuhiro Adachi (STEL, Nagoya Univ), Satonori Nozawa (STEL,  
Nagoya Univ), Ryoichi Fujii (STEL, Nagoya Univ)

We have conducted simultaneous EISCAT-optical observations in March 1-5, 2003 in order to investigate electrodynamic characteristics of small-scale auroras. In this campaign, we run a special program of the EISCAT Tromsø UHF radar viewing at the local magnetic field aligned direction. Also, we operated a high resolution TV camera, and two digital cameras at Tromsø (Geographic latitude: 69.6 deg North). To investigate electrodynamic characteristics of fine structures of auroras, we have used high time resolution (1.33 sec or 4 sec) EISCAT data.

本研究では、オーロラの微細構造とその周辺領域における電磁氣的及びプラズマの運動特性を定量的に調べ、沿磁力線電場や磁場に直交する電場の生成を伴う磁気圏-電離圏結合を理解することを目的としている。2003年3月に、ノルウェー・トロムソ(北緯 69.6 度)に設置した高感度 TV カメラ及びデジタルカメラを用いて、オーロラの微細構造を調べると共に、EISCAT トロムソ UHF レーダーを沿磁力線方向に向けて同時観測することにより、オーロラ内外部の密度や温度等のプラズマ物理量を導出した。一般にブラックオーロラは、大きさが数 km 程度、移動速度が数 100 m/s ~ 1 km/s 程度であることから、レーダー視野がブラックオーロラを捉える時間は、数秒間にすぎない。また、ディスクリートオーロラの境界の電子密度の減少も非常に急峻である。そのため、短いタイムスケールで電離圏における物理量の変動を推定できるように、EISCAT レーダーの新しい解析方式を開発導入した。2003年3月2日 1949 UT 付近のイベントにおけるイオン温度の変動は、ディスクリートオーロラ(幅  $19.6 \pm 2.8$  km)に相当する電子密度の高い領域を挟むようにその両側で、イオン温度が上昇していた。ディフューズオーロラの中でオーロラアークまでの  $12 \pm 4$  秒間(幅  $8.4 \pm 2.8$  km)でその温度変動幅は 500 K、オーロラアークから出たところから  $8 \pm 4$  秒間(幅  $5.6 \pm 2.8$  km)の領域で、変動幅は 700 K であった。ブラックオーロラ領域に関して、電子密度はオーロラ領域に比べて 1/3 程度減少し、元々オーロラのないバックグラウンド領域よりは高い。ブラックオーロラ領域内で電子密度の高度プロファイルに変動が見られる、という新たな結果を得た。本発表では、同時観測期間中の 3月4日、5日のイベントの解析結果も加え、オーロラ及びその周辺領域の電磁氣的特性について考察する。

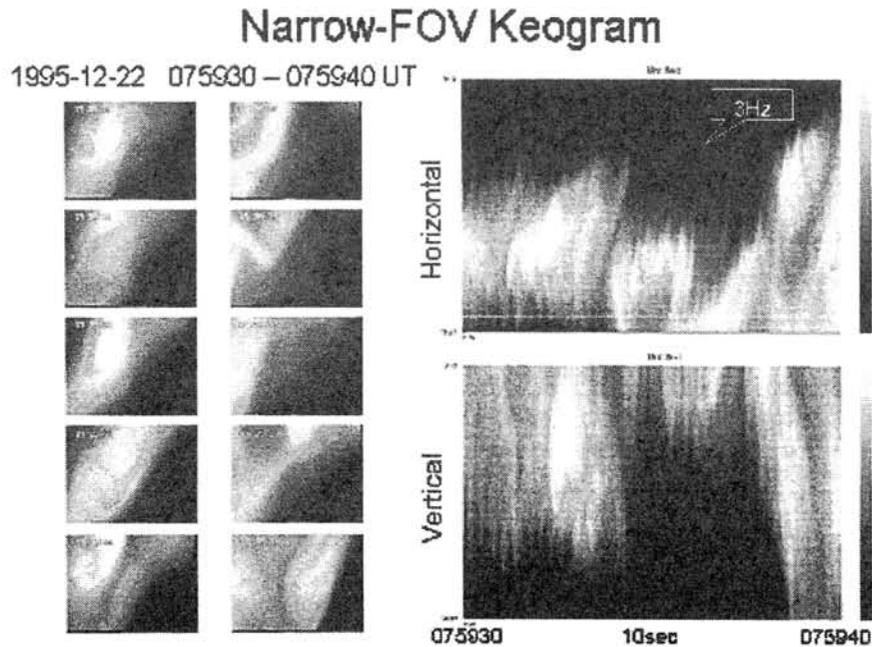
## オーロラの微細構造とダイナミクス

宮岡 宏(極地研)

## Micro-scale structures and dynamics of aurora

Hiroshi Miyaoka  
(National Institute of Polar Research)

Micro-scale structures and dynamics of aurora are expected to contain rich and essential information relevant to the generation mechanism of auroral particles in the coupling region of the topside polar ionosphere and the magnetosphere. Based on this perspective, we have made quantitative and comprehensive analyses on the characteristics of the micro-scale structures and dynamics of aurora which have been collected through our past campaign-based observations in Sondrestrom (Inv. Lat.=74.2), Greenland and Syowa Station (Inv. Lat.=66.0), Antarctica using a narrow-FOV auroral imager looking at the local magnetic zenith with an extremely fine spatial resolution ( $\sim 11\text{m}$ ). It has been confirmed that the thickness of elementary auroral arcs which evolve into curl structures is very thin ( $\sim 100\text{m}$ ) in dominant cases, so the generation mechanism for these thin arcs in the ionosphere seems still open question as originally pointed out by Borovsky(1993). In this paper, we present an observational summary of the micro-scale structures, fast drift motions and fluctuations of discrete arcs including flickering auroras during an auroral breakup.



**Figure 1.** Snapshot of a thin auroral arc making up a curl structure(left panel, every 1 sec) and its keograms on horizontal axis(upper right) and vertical axis(lower right). FOV of each snapshot is  $4.0 \times 2.7^\circ$  ( $7.5\text{km} \times 5.0\text{km}$  at  $105\text{km}$ ). Clear 3Hz modulations are found in both keograms, presumably caused by high speed shear flows on both sides of a curl street.

## SuperDARN レーダーによる高レンジ分解能観測の検討

○堤 雅基<sup>1</sup>、行松 彰<sup>1</sup>、D. Holdsworth<sup>2</sup>

<sup>1</sup>国立極地研究所、<sup>2</sup>Atmospheric Radar Systems

### Fine range resolution observations using SuperDARN radars

M. Tsutsumi<sup>1</sup>, A. S. Yukimatu<sup>1</sup> and D. Holdsworth<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Polar Research

<sup>2</sup>Atmospheric Radar Systems, Australia

The range resolution of SuperDARN observations is 15, 30 or 45 km and thought to be significantly coarse compared to the spatial scales of echo scattering regions. By utilizing the frequency agility of SuperDARN, we propose an application of FDI (Frequency Domain Interferometer) technique to SuperDARN observations in order to study fine spatial structures of polar E and F region plasma.

SuperDARN レーダーは南北両極を中心に多数が展開され、F 層プラズマの水平対流パターンの研究を中心に、E 層や中間圏の研究にも幅広く利用されている。水平方向に広く F 層を観測することを主要目的とするため、水平距離で 3000km におよぶ領域をカバーする。しかしその一方で現状では距離分解能には限界があり、15km、30km あるいは 45km の距離分解能での観測がなされている。

レーダーエコーは、電離圏プラズマ中になんらかの原因（プラズマ中の不安定生成機構など）で生じた電子密度変動（屈折率変動）がターゲットとなり受信されると考えられるが、その変動の成因や時空間スケールは十分に理解されているとは言いがたい。得られるレーダーエコーのスペクトルを見ると、観測する領域や時間によりドップラー幅に特徴を持っていることなどから成因やスケールは一様ではなさそうなことは既に知られている。レーダーエコーはオーロラ現象と密接に関連すると考えられているが、オーロラの光学観測からは非常に幅の狭いアークの存在などが次第に明らかにされつつあり、オーロラ現象の素過程理解への大きなステップとなっている。このため、レーダー観測においても空間分解能の高い観測がこれからは強く求められる。

本研究では、複数の送受信周波数による運用が可能な SuperDARN レーダーの利点を生かした距離方向の微細構造観測について考察する。ここで用いるのは一般に周波数領域干渉計 (Frequency Domain Interferometer: FDI) と呼ばれる手法で、MST レーダーコミュニティにおいて対流圏から熱圏域までの広い大気領域に応用されている。発表では、FDI 観測にとって理想的なターゲットである流星エコーへの応用例をまず示し、E 層・F 層プラズマへの応用方法についての考察を行なう。また、本研究は本予稿集中の行松他によるデジタル受信機導入計画 (方位方向の微細構造観測の検討) と密接に関連しており、双方を併用した水平 2 次元面内の微細構造観測を目指している。

## Establishment and Initial Results of Auroral Observation with a 3-wavelength monochromatic aurora imaging system at Ny-Ålesund, Svalbard

H. Yang<sup>1</sup>, D. Huang<sup>1</sup>, H. Hu<sup>1</sup>, Z. Hu<sup>2</sup>, R. Liu<sup>1</sup>, Z. Chen<sup>1</sup>, M. Taguchi<sup>3</sup>, N. Sato<sup>3</sup>

A. Brekke<sup>4</sup>, K. Oksavik<sup>5</sup>, R. Fujii<sup>6</sup>, S. Nozawa<sup>6</sup>, Y. Ogawa<sup>6</sup>

1. Polar Research Institute of China, China

2. Wuhan University, China

3. National Institute of Polar Research, Japan

4. University of Tromsø, Norway

5. University of Oslo, Norway

6. Solar-Terrestrial Environment Lab., Nagoya University, Japan

### Abstract:

3 all-sky CCD imagers were successfully assembled with Nikon ASI-2 optics, Hamamatsu CCD cameras, and Andover interference filters. Nikon ASI-2 is all-sky optics with a moderate sensitivity which is higher than that of Nikon ASC but lower than that of Nikon ASI. The other performances of ASI-2 such as spatial resolution, field-of-view, and sensitivity flatness are equivalent to those of ASC and ASI. ASI-2 is manufactured at very low costs by using commercial camera lenses. CCD camera selected is Hamamatsu C4880-21-24A which is an air-cooled camera with 14 bit A/D converter. Interference filters used are targeted on auroral emissions of 427.8 nm, 557.7 nm and 630 nm. The 3 all-sky CCD imagers were calibrated at the optical laboratory in NIPR in 2003 October.

China has established a permanent Arctic station at Ny-Ålesund, Svalbard, which is located under the projection of cusp in day time and is close to the geomagnetic conjugate point of Zhongshan station in Antarctica. The 3 identical all-sky CCD imagers with different filters were set up at the Chinese Arctic Station in 2003 December. They formed a 3-wavelength monochromatic aurora imaging system for simultaneous multi-wavelength auroral observation. The highest time resolution of this system is 6 seconds (3 seconds for exposure and 3 seconds for data read out), which is high enough to resolve Pc3 auroral pulsations in auroras. This system provides a new means to complement the existing auroral observations in Svalbard and forms a conjugate aurora observation scheme with the Zhongshan auroral observation.

The first wintering observation with the 3-wavelength monochromatic aurora imaging system was carried out during 10 December 2003 to 10 March 2004 and more than 900 hours of multiple wavelength all-sky imaging data of aurora were obtained. By coordinating the 3-wavelength monochromatic aurora imaging system and EISCAT Svalbard Radar at Longyearbyen, 40 hours of campaign observation on cusp and postnoon auroras were carried out during 5 Dec., 2003 ~ 29 Jan., 2004. Initial analysis results of the routine and ESR campaign observation with the 3-wavelength monochromatic aurora imaging system during the winter will be presented.

## 南極点全天イメージャーによるオーロラ観測

海老原祐輔<sup>○</sup>・江尻全機・田口真・堤雅基

(国立極地研究所)

斎藤義文

(宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部)

## Auroral observations at the South Pole station

Yusuke Ebihara<sup>○</sup>, Masaki Ejiri, Makoto Taguchi and Masaki Tsutsumi

(NIPR, Tokyo, Japan)

Yoshifumi Saito

(JAXA/ISAS, Sagamihara, Japan)

Telescience has been employed as a means of commanding remotely the all-sky imager at the Amundsen-Scott South Pole station to conduct optical auroral studies as well as mesosphere-thermosphere studies since 1997. A unique geographic ( $-90.0^\circ$ ) and geomagnetic ( $-74.3^\circ$  in CGLAT) location of the South Pole provides us an excellent opportunity to continuously measure the dayside/nightside high latitude aurora, and airglow associated with gravity waves and tidal oscillations. In 2003 and 2004, five narrow bandpass interference filters for wavelengths of 427.8 nm [ $\text{N}_2^+1\text{NG}(0,1)$ ], 486.1 nm [ $\text{H}\beta$ ], 557.7 nm [ $\text{OI}$ ], 630.0 nm [ $\text{OI}$ ], and 579.0 nm [ $\text{NaI}$ ] have been equipped, and high resolution data from the all-sky imager has been automatically transferred to National Institute of Polar Research, Tokyo by way of Tracking and Data Relay Satellites (TDRS). All the data is open to public at the web <http://polaris.isc.nipr.ac.jp/~asi-dp/> in near-realtime.

The following two scientific subjects are in particular focused on. (1) Successive poleward moving auroral forms were observed in the closed field line region at dawn in conjunction with the Geotail satellite. Quasi-periodic oscillations in bulk motion of plasma and electric fields were observed by Geotail near the equatorial plane in association with the successive auroral forms. The auroral forms are probably attributed to bulk motion of the plasma vortices propagating tailward near the dawnside flank. (2) Midday proton auroras have been clearly captured. Localized spots detached from electron auroras are found to appear and disappear regardless of the electron auroras. Detailed analysis will be presented.

## 昼側カスプオーロラのダイナミクス — ドームふじ観測拠点における全天カメラ観測 —

宮岡 宏(極地研)、中野 啓(静岡大工)、佐藤夏雄(極地研)

### Dynamics of dayside cusp aurora — All-sky camera observation at Dome-Fuji camp —

H. Miyaoka(NIPR), K. Nakano(Shizuoka Univ.) and N. Sato(NIPR)

Bright red cusp aurora was observed with an all-sky color digital camera and an all-sky TV camera overhead at Dome Fuji Camp (77.3S, 39.7E), Antarctica on May 29, 2003, soon after the arrival of solar wind disturbance caused by a coronal mass ejection. The dayside magnetopause during this event was compressed inward beyond the geosynchronous orbit (6.6Re) judging from the GOES satellite data. We will present and discuss on the dynamic feature of dayside cusp aurora during a magnetic storm based on the full-color auroral images recorded at Dome Fuji and the conjunct FAST/DMSP satellite particle data.

2003年5月29日1224UT、CMEに伴う太陽風の擾乱が地球磁気圏に到達し、中規模の磁気嵐 (Dst: -131nT)が発生した。この時、ドームふじ観測拠点はちょうど昼間側に位置し、630nmが卓越した赤いオーロラ(タイプA)が2時間以上にわたり観測された。ドームふじ観測拠点は通常カスプ域より低緯度側の閉磁力線領域に位置するが、この時、昼側磁気圏境界は強く圧縮され、静止軌道(6.6Re)の内側に入っていたことがGOES衛星データより判明した。ドームふじ観測拠点(L=9.5)はこの間一時的に極冠域に入り、昼側カスプオーロラの発達過程を詳細に捉えることができた。本講演では、全天デジタルカラーカメラ(30sec/F)、全天TVカメラ(パンクロ)の画像解析を中心にFAST/DMSP衛星粒子データを併せて、磁気嵐に伴う昼側カスプオーロラの動態、スペクトル特性、降下粒子の空間構造などについて報告する。

DMSP-estimation Model by JHU/APL

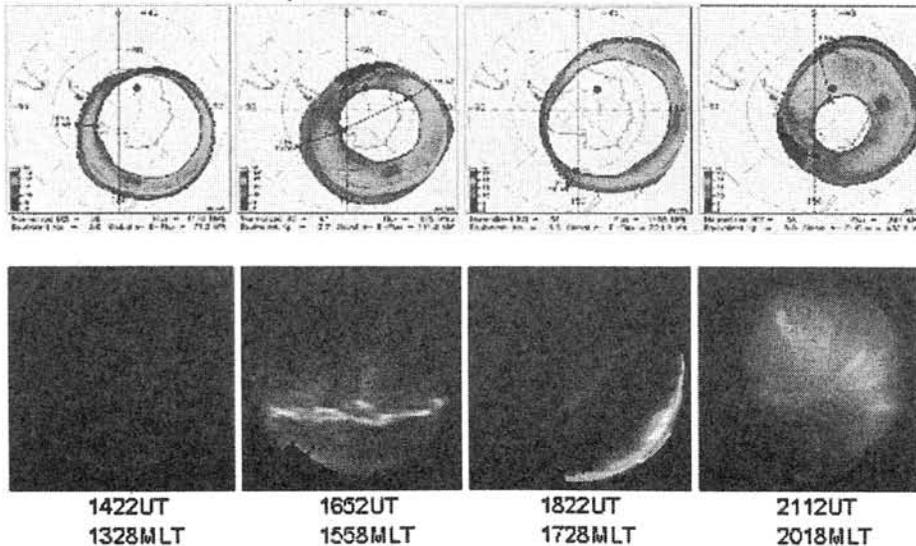


図1. ドームふじ観測拠点の全天カラーカメラで捉えた昼側カスプオーロラ(下段1~2枚目)とDMSP衛星粒子データから推定したオーロラオーバルのマップ(上段)。図中の丸印はドームふじ観測拠点を示す。

## JARE-44 昭和基地におけるオーロラ光学観測

○門倉昭 (極地研)

## Auroral observation at Syowa Station in JARE-44

A. Kadokura (NIPR)

In JARE-44, optical auroral observation was carried out, in total, at 128 nights at Syowa Station from February to October in 2003 (Table 1), using six different instruments (Table 2). The tilting photometer (TPM) was newly installed and the multi-color photometer (MCP) was re-installed for a specific purpose of investigating the spatial and temporal relationship between electron and proton auroral emissions. Both the TPM and MCP data were recorded together with the SPM (Scanning Photometer) data with a sampling rate of 20-80 Hz (Fig. 1 and Table 3). In our presentation, we will talk about a summary of auroral observation at Syowa Station in JARE-44, about the performance, especially, of the TPM, and show several interesting events.

Table 1. Date of auroral observation at Syowa Station in JARE-44 in 2003

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TD
Feb																									●	●	●	●	●			5
Mar	●	●		●			●	●		●		●	●	●	●	●			●		●			●		●	●	●	●	●		18
Apr		●	●	●	●	●		●	●			●	●	●								●	●	●				●			●	15
May		●	●	●		●	●	●		●									●	●	●	●	●							●		13
Jun	●				●	●			●						●	●	●	●			●			●	●	●	●					13
Jul	●				●		●	●					●	●	●	●			●	●	●	●	●		●	●	●	●		●		17
Aug			●		●		●			●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	19
Sep		●	●	●		●	●	●	●			●		●						●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	20
Oct	●	●							●	●		●	●	●	●																	8
Σ																																128

Table 2. Nights of auroral observation by each instrument

Instrument	ASC	SPM	ATV	ASI	FPI	TPM	MCP
nights	0	100	123	117	96	92	91

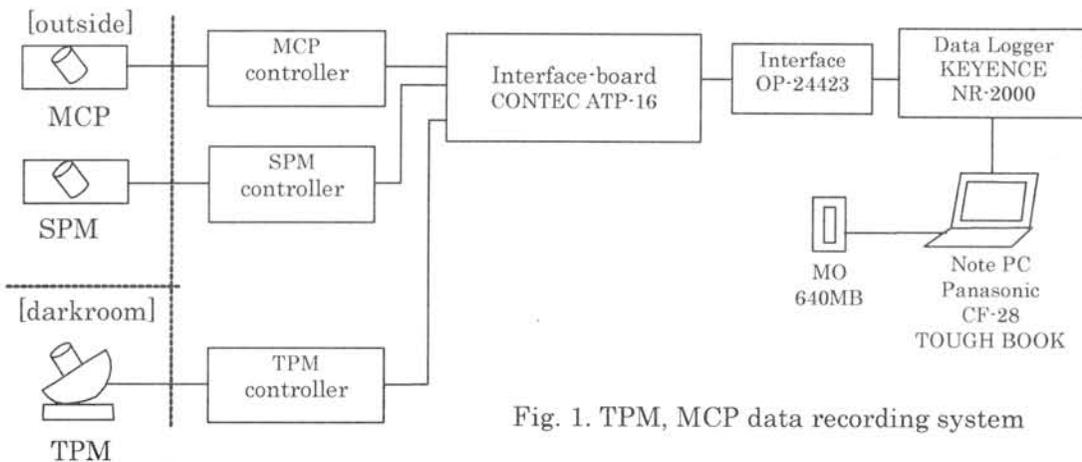


Fig. 1. TPM, MCP data recording system

Table 3. Channel assignment of the data recorder NR-2000

Ch1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
TPM HV	TPM Tilt	TPM Lo	TPM Hi	MCP 4825	MCP 4855	MCP 6303	MCP 6705	MCP 8446	SPM Scan	SPM 4278 x1	SPM 4852 x1	SPM 4874 x10	SPM 5577 x10	SPM 6300 x10	SPM 8446 x10

## 共役性が非常に良いオーロラブレイクアップ現象 — 2003年9月26日イベント —

### Excellent conjugate auroral breakup event obtained by the Syowa-Iceland conjugate observatories on 26 September 2003

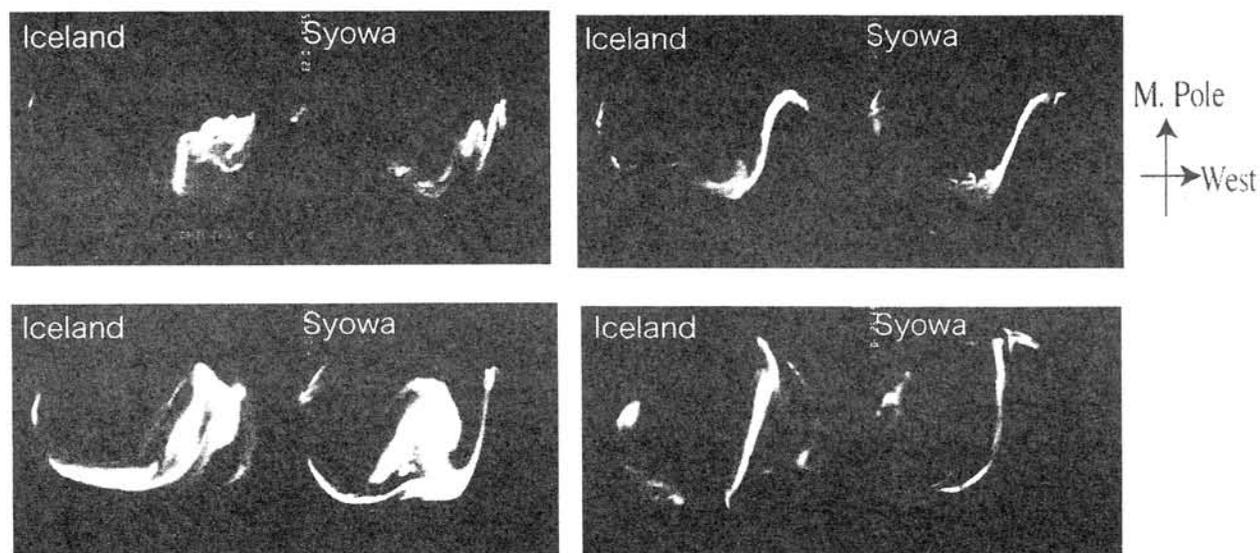
○佐藤 夏雄、門倉 昭、海老原 祐輔（極地研）、中野 啓（静岡大）、出口大樹（九州大）、乾 恵美子（山形大）、Thorsteinn Saemundsson（アイスランド大）

\*Natsuo Sato (1), Akira Kadokura (1), Yusuke Ebihara (1), Kei Nakano (2), Hiroki Diguchi (3), Emiko Inui (4) and Thorsteinn Saemundsson (5)

(1) National Institute of Polar Research, Japan, (2) Sizuoka University, (3) Kyusyu University, (4) Yamagata University, (5) University of Iceland

An excellent conjugate event, which occurred on 26 September 2003, showed that the evolution of an auroral substorm from the growth phase through expansion phase to recovery phase was observed at the conjugate-pair observatories. Auroral breakup occurred at lower latitudes, and then a north-south (N-S) structured auroral forms appeared from higher latitudes and extended to lower latitudes several times.

アイスランドでの昭和基地とのオーロラ共役点観測は 1984 年に観測を開始して以来 20 年を経過しようとしている。昨年（2003 年）9 月 26 日には、過去に例のない最も共役性の良いオーロラが観測された。この共役性オーロラの特徴は、弱い東西アークの後にブレイクアップが西側から発達して天頂を覆った。それに続いて南北バンドが現れ、その後、長時間脈動オーロラが続いた。これら一連のオーロラブレイクアップ現象が、非常に共役性良く観測された。下図にその例を示す。本講演ではその詳細を報告する。



## オーロラサブストームに伴うイニシャル・ブライティング発生場所に関する研究

藤井良一、田中雄一郎\*、小川泰信、野澤悟徳

名古屋大学太陽地球環境研究所、\*村田製作所

本研究は、磁気圏-電離圏を結ぶシステムで最も基本的な擾乱といわれているサブストームのイニシャル・ブライティング (IB) がオーロラオーバルのどの位置で発生するのかを明らかにするのを目的としている。Polar 衛星と DMSP 衛星のデータを用いて解析を行った。

1997-1999 年に生じた孤立したサブストームイベントについて Polar 衛星の同時画像データを用いて、IB のオーロラオーバルの高・低緯度境界に対する相対的位置を統計的に調べた。さらに、そのうち、DMSP 衛星が IB 付近を横切ったイベントを数例取り上げ、DMSP 衛星粒子データから IB の生じた磁気圏内の領域の推定を行った。得られた結果は、以下のようにまとめられる。

1) 孤立したサブストームイベントの IB は、発生する緯度自体は変わるが、オーロラオーバルの高・低緯度境界に対する相対的な位置として見ると、そのオーロラオーバルの緯度方向の中心付近で生じることが統計的に示された。即ち IB はオーロラオーバルの低緯度境界付近や高緯度境界付近で起きるのでは無い。

2) DMSP との同時データが得られた 1 例では、IB 発生位置の中心は、DMSP の降下粒子データから推測した Central Plasma Sheet (CPS) の領域に存在し、さらに DMSP の磁場データから推測した沿磁力線電流の Region 2 の領域に存在していた。

## The location of the initial brightening of auroral substorm in the auroral oval (Part II)

Ryoichi FUJII, Yuichiro TANAKA\*, Yasunobu OGAWA, Satonori NOZAWA

STEL/Nagoya Univ., \* Murata Seisakusho

The initial brightening (IB) is the first, localized auroral emission that is followed by auroral intensification in area and brightness and eventually developed to an auroral bulge. The aim of this study is to reply to one of the outstanding questions to understand the substorm processes, where the IB happens to occur in the magnetosphere. We have analyzed isolated substorm events observed with Polar and determine the relative location of IBs to the higher and lower boundaries of individual auroral ovals. Furthermore, we found quasi-simultaneous observations between Polar and DMSP, which enables us to infer the location of an IB in the magnetosphere in terms of BPS/CPS. The results are summarized as below.

1) Statistically, IBs occur around the middle of the auroral oval, neither near the equatorward nor the poleward boundary of the auroral oval.

) One quasi-simultaneous observations between Polar and DMSP has shown that the IB of this substorm event occurs in CPS and downward field-aligned region.

## オーロラ爆発の緯度と磁気圏尾部全圧との対応

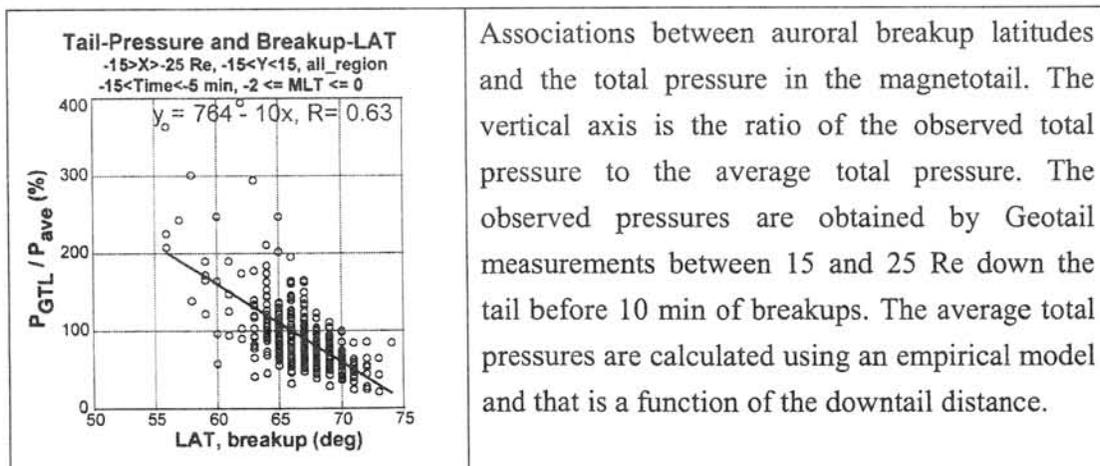
○家田章正(名大 STE 研), D.H. Fairfield (NASA/GSFC), K. Liou (JHU/APL), 長井嗣信(東工大), 町田忍(京大), 向井利典(JAXA), 斎藤義文(JAXA)

Association between auroral breakup latitudes and the total pressure in the magnetotail

○A. Ieda (STEL), D.H. Fairfield (NASA/GSFC), K. Liou (JHU/APL), T. Nagai (TITECH), S. Machida (Kyoto U), T. Mukai (JAXA), Y. Saito (JAXA)

Associations between auroral breakup latitudes and the static total pressure in the magnetotail were studied. We first identified 2084 auroral breakup events in the Polar ultraviolet imager observations. We then studied Geotail observations of the total pressure between 9 and 31 Re down the tail before 10 min of breakups. It was found that breakups tended to be observed on the lower latitudes when the total pressure was high. This result indicates that (1) reconnection tends to occur nearer the earth for higher total pressures in the tail, and/or that (2) the auroral oval tends to shift to the lower latitudes for higher total pressure in the tail.

ポラー衛星が観測したオーロラ爆発(208例)と、ジオテイル衛星が磁気圏近尾部(9-31 Re)で観測した静的全圧(プラズマ圧+磁気圧)との関係を調べた。解析の結果、オーロラ爆発直前(10分前)の尾部の全圧が高いほど、オーロラ爆発は低緯度で生じていることが見いだされた。図は、15-25 Re での統計例を示す。この結果について、以下の二つの解釈が考えられる。(1) 全圧が高ければ、プラズマシートがZ方向に大きく圧縮されるため、比較的地球近傍でも磁気再結合が起こることが可能となり、オーロラ爆発が比較的low latitudeで起こりやすくなる。(2) 全圧が高ければ、プラズマシートの内側境界が地球に近づくため、オーロラ・オーバル全体が低緯度に移り、オーロラ爆発が比較的low latitudeで起こりやすくなる。これら(1)・(2)の効果は0次的には同時進行すると予想されるが、講演ではこれらの効果を分離できるか議論したい。



## Aurora and Plasma Flows in the Magnetotail

T. Nagai Tokyo Institute of Technology

長井嗣信 東京工業大学 地球惑星科学

In association with substorm onsets, magnetic reconnection takes place mostly at radial distances of 20-30 Re in the magnetotail. This finding is based on relatively small substorms observed in 1996-1997 with the spacecraft Geotail. The recent study with the data obtained with the spacecraft Cluster in 2001 shows that magnetic reconnection can occur near 15 Re for large substorms. Magnetic reconnection in the near-Earth magnetotail produces fast earthward plasma flows with positive Bz and fast tailward plasma flows with negative Bz. These fast plasma flows exist only in the expansion phase of substorms. On the ground, a signature of substorm onset is aurora brightening. The auroral brightening appears mostly at geomagnetic latitudes less than 70° in the limited local time range in the expansion phase. The tail plasma flows appear to be observed only in the limited local time range of the auroral brightening. Substorm onset starts frequently with multiple-onset. Each onset has auroral brightening, Pi2 burst, and particle injection at synchronous orbit. Each onset is well correlated with short-lived fast plasma flow in the magnetotail. Hence, a good one-to-one correspondence between auroral activity and tail flows is found in the expansion phase.

In the recovery phase, fast earthward flows appear at radial distances inside 30 Re in the magnetotail. These fast earthward flows are often intermittent. The flows are observed as field-aligned flows near the plasma sheet/tail lobe boundary region. Near the equatorial plane of the plasma sheet, the fast flows form convection motion carrying the magnetic flux, resulting in an increase in Bz in the midtail. These convection flows are associated with aurora activity at geomagnetic latitudes higher than 70°. These auroral activities can be classified as polar boundary intensifications (PBIs). The duration of the flows is relatively short and thought to be localized in the limited local time segment. Since the flows in the recovery phase are usually disconnected with the flows in the expansion phase, the flows in the recovery phase are most likely attributable to magnetic reconnection in the distant plasma sheet.

The aurora observations in the studies described above are based on UV observations provided with the spacecraft Polar and IMAGE. However, detailed spatial and temporal characteristics of the auroras cannot be examined in these data sets. It is highly needed to compare aurora observations on the ground with plasma flows in the magnetotail. Recently, the spacecraft Geotail has its apogee (30 Re) in the magnetotail in May–June. It is possible to make conjunction studies with Geotail in the tail and ground aurora observations in Syowa. Furthermore, these studies are based on the magnetic field model, for example, the T96 model. A calculation of the spacecraft foot point has large ambiguity. The calculated magnetic local time of the spacecraft corresponds well to the aurora signature. It is difficult to identify the magnetic field line that passes through the spacecraft in the magnetotail, so that the latitude of the foot point is less correct. Hence, it is required to collect many examples in order to establish the relationship between aurora activity and plasma flows in the magnetotail.

オーロラ領域の磁気圏マッピング：尾部 ( $> 10 R_E$ ) プラズマシートの比較

白井仁人 (一関高専)、向井利典 (宇宙研)、堀智昭 (JHU/APL)

Mapping of Auroral Regions to the Magnetosphere : Comparison of the Tail ( $> 10 R_E$ ) Plasma Sheet  
Hisato Shirai (INCT), Toshifumi Mukai (JAXA/ISAS), Tomoaki Hori (JHU/APL)

We analyze E-t spectrograms of 10 eV-40 keV particles obtained by the Geotail spacecraft at 9-30 Re near the magnetospheric equator. The spectrograms indicate that particle intensity was usually large and fluctuating in the magnetotail, but that in the near-Earth magnetosphere is small and stable. We find that the change of particle signature often occurs rapidly. This suggests that there exists a boundary showing a rapid transition of particle signature between the tail plasma sheet and the near-Earth plasma sheet. We call this boundary the PS transition boundary in this paper. When we compare the E-t spectrograms with those obtained in auroral regions by Akebono, we notice that the PS transition boundary is very similar to the equatorward boundary of the so-called Ion Gap (Wall region), which was examined by Ashour-Abdalla et al. [1993] and was explained by Delcourt et al. (1996) as the boundary between chaotic ion motion and quasi-adiabatic one in the magnetosphere. In this paper, we investigate the position of the PS transition boundary observed by Geotail and compare it with the Ion Gap boundary observed by Akebono. Our results show that (1) the PS transition boundary was often observed in the magnetosphere, (2) it was located usually at a geocentric distance between 9 and 15 Re, and (3) its occurrence number depends on MLT. From these results, we discuss particle motions around the boundary and present a new method of mapping of auroral regions to the magnetosphere.

ジオテイル衛星が9-30 REの磁気圏で観測した粒子スペクトルを詳しく解析した。その結果、磁気圏尾部では粒子スペクトルのゆらぎが大きくてフラックスが小さく、地球近傍では逆にスペクトルのゆらぎが小さくてフラックスが大きいことがわかった。特に重要な点は、その性質が地球に近づくにつれて徐々に変わるのではなく急速に変わっている場合が多いことである。これはなんらかの境界が尾部と地球近傍プラズマシートの間が存在することを示唆している。この境界（遷移領域）の性質は、オーロラ領域の粒子スペクトルと比較して考えると、Ion Gap (Wall Region)と呼ばれる領域の低緯度側の境界とよく似ている。Ion Gapの低緯度側は磁気圏内でイオンがカオス運動をする領域に対応すると考えられており (Delcourt et al. 1993)、またイオンのカオス運動が磁気圏ダイナミクスに影響している可能性も指摘されている (Zelenyi, 2000, 2002)。このような意味でも上記の境界（遷移領域）は興味深い。本論文では、この境界（遷移領域）の位置について詳しく調査する。その結果は、境界（遷移領域）の位置が地球から9-15 RE程度の距離にあり、その発生頻度に朝夕非対称性があることを示している。また講演では、この境界の研究と電離圏磁気圏マッピングとの関係、磁気圏ダイナミクスとの関係、そしてイオンのカオス運動との関係についても詳しく議論する予定である。

## 2003～2004 年南極周回気球実験

○並木道義, 松坂幸彦, 斉藤芳隆, 飯島一征, 川崎朋実, 太田茂雄, 井筒直樹, 山上隆正 (宇宙研), 門倉 昭, 海老原祐輔, 佐藤 薫, 山岸久雄, 佐藤夏雄, 江尻全機 (極地研)

### Balloon Experiments at Syowa Station in 2003～2004.

Namiki Michiyoshi, Matsuzaka yukihiko, Saito Yoshitaka, Iijima Issei, Kawasaki Tomomi, Ohta Shigeo, Izutsu Naoki, Yamagami Takamasa (ISAS) Kadokura Akira, Ebihara Yusuke, Sato Kaoru, Yamagishi Hisao, Sato Natsuo, Ejiri Masaki (NIPR)

National Institute of Polar Research, Institute of Space and Astronautical Science/Japan Aerospace Exploration Agency, and other universities carried out six balloon experiments in Antarctic from December 2003 to January 2004. Two balloons were for collecting polar stratospheric atmosphere in samplers at different altitudes between 18km and 30 km. These samplers have 11 cylinders cooled with liquid helium. These experiments were performed successfully and recovered these all samplers near Syowa Station.

One balloon was for the observation of high-energy cosmic electron in 100 to 1000 Gev regions. This balloon was performed at Polar Patrol Balloon in Syowa Station. The balloon was launched successfully on 4th January in 2004 and floated for 13 days at the ceiling altitude of 35 km. The other three balloons were for the study of altitude profiles of polar stratospheric ozone. Three balloons were high altitude balloons made of thin polyethylene film of only 6 micron thickness. Three balloons were launched successfully from December 2003 to January 2004 and we obtained altitude ozone profiles in recovery phase of ozone hole of Antarctica.

国立極地研究所, 宇宙科学研究所および他の大学研究機関と共同で行った大気球実験は, 2003年12月から2004年1月に南極における6機の気球実験を実施した。2機の気球は南極域の18km～30kmの高度における成層圏大気を採集するための11本の小容器を液体ヘリウムで冷却したクライオジェニックサンプリングと呼ばれる方式で試料を採集する。PPB 南極周回気球で行った高エネルギー一次宇宙線の観測器は, 100～1000億電子ボルト以上のエネルギーを持つ電子の観測を目的として実験を行った。この観測器は2004年1月4日に放球され, 35kmの高度を13日間飛行し続け貴重なデータを観測することができた。観測されたデータは, イリジウム衛星回線システムを用いて, 日本に直接伝送した。他の3機は薄膜型高々度気球(厚さ6ミクロン)を使用して極域で高度40kmを越えるオゾン観測を行い, 2003年12月～2004年1月の極域高度によるオゾンホールの回復時の観測が行われた。

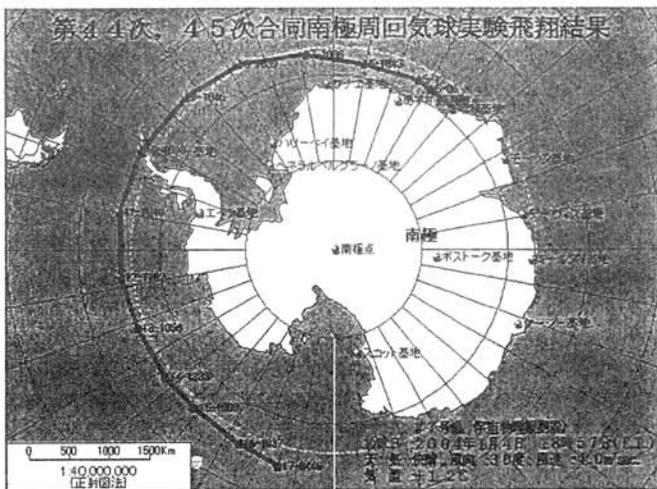


図1 PPB 南極周回気球航跡図

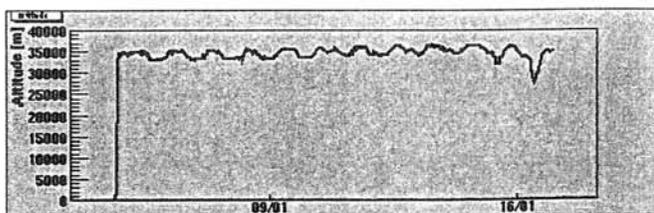


図3 PPB 気球全飛行中の高度変化

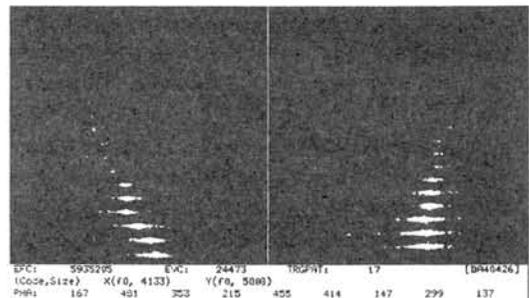


図2 観測データ (200Gev の宇宙線)

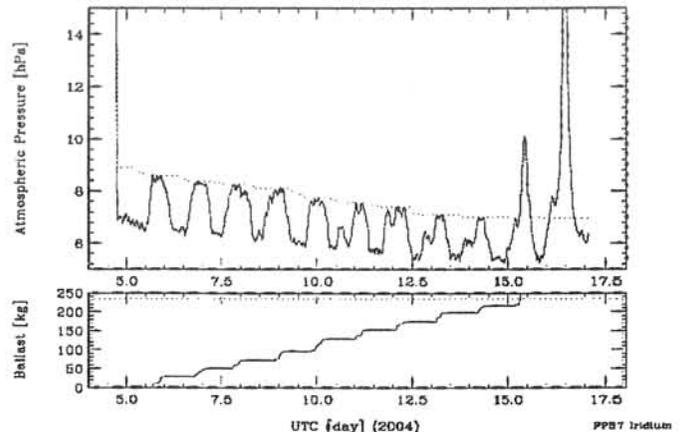


図4 PPB 気球バラスト消費量

## 南極周回気球による高エネルギー電子の観測

北村尚 (放医研/神戸大)、鳥居祥二(神奈川大)、田村忠久(神奈川大)、山上隆正(JAXA)、山岸久雄(極地研)、門倉明(極地研)、他 PPB-BETS Collaboration

### High Energy Electron Observation by Polar Patrol Balloon Flight in Antarctica

H.Kitamura (NIRS), S.Torii (Kanagawa Univ.), T.Tamura (Kanagawa Univ.), T.Yamagami (JAXA), H.Yamagishi (NIPR), A.Kadokura (NIPR) for the PPB-BETS Collaboration

#### Abstract

We carried out the observation of high-energy electrons by the Polar Patrol Balloon (PPB) at the Syowa Station in Antarctica in January, 2004. The detector is an imaging calorimeter composed of scintillating-fiber belts and plastic scintillators sandwiched by lead plates to measure high energy cosmic-ray electrons from 10 GeV to 1 TeV. The performance of the detector had been confirmed by the test flight and the accelerator beam test at CERN-SPS. The balloon flight succeeded during 13 days at a level altitude of about 35 km. We will report the detector performance and the outline of observation.

一次宇宙線中の高エネルギー電子は、加速源からの伝播過程においてシンクロトロン放射や逆コンプトン散乱によってエネルギーを失うため、100 GeV を越えるエネルギーを持つ電子の加速源は、近傍(>1kpc)に限られるので、スペクトラムや到来方向に個々の加速源の影響が現れると理論的に予想されており、高エネルギー電子の観測によって、宇宙線加速メカニズムと伝達過程の解明が期待される。

電子の観測は、その最大のバックグラウンドである宇宙線陽子との判別が重要である。このため、シンチレーションファイバー(SCIFI)を用いた電子観測装置 (Balloon-borne Electron Telescope with Scintillating Fibers : BETS) を開発し、三陸大気球観測所において気球実験を行い、10 GeV から数 100GeV までの電子の観測に成功した。その技術をいかし、さらに高エネルギーの電子を観測するために、長時間の飛行時間を持つ南極周回気球 (Polar Patrol Balloon : PPB) を用いて、10 GeV から 1 TeV の宇宙線電子の観測を行った。気球は昭和基地から 2004 年 1 月 4 日 (UTC) に打ち上げられ、上空約 34.6km の高度で南極大陸を半周し、1 月 17 日 (UTC) まで飛行した。その間、約 13 日間に渡って宇宙線電子の観測を行った (Fig.1)。

PPB-BETS 検出器は、18 層の SCIFI ベルト、全体で 9 輻射長の鉛板、トリガー用の 9 枚のシンチレータから成り立っている。入射宇宙線は検出器内でカスケードシャワーを発達させるが、その発達を SCIFI で 3 次元的に測定し、Image Intensifier (II) と CCD によって画像化される。この画像によって電子とバックグラウンド陽子との判別を行う。この検出器の性能テストのために、CERN-SPS 加速器によってビーム実験を行い、200 GeV までの電子を観測し、陽子との選別を行えることを確認した。

長時間観測のため、装置は太陽電池と二次蓄電池によって駆動され、得られたデータは機上に蓄積されるだけでなく、テレメーターとイリジウム衛星電話を用いて地上に転送された。三陸において、気球のテストフライトを行い、太陽電池やトリガーシステムの動作確認を行い、また、数週間にわたる低気圧下での環境試験を行った。

現在、データ解析はまだ進行中であるが、三陸での実験の 10 年分以上に相当する、100GeV 以上で 100 例程度の電子が観測されていると予想できる。

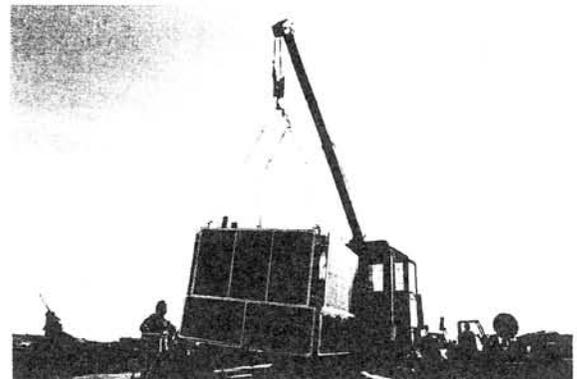


Fig. 1 The PPB-BETS instrument in Antarctica

## アイスランドと日本の大気中での宇宙線生成核種 Be-7 濃度日変動の比較

櫻井敬久、乾 恵美子、郡司修一、門叶冬樹（山形大・理）、佐藤夏雄（国立極地研）、  
T. Saemundsson(アイスランド大学)

Comparison between daily variations of Be-7 concentration in air at ground level in Japan and Iceland

H. Sakurai<sup>1</sup>, S. Kikuchi<sup>1</sup>, E. Inui<sup>1</sup>, S. Gunji<sup>1</sup>, F. Tokanai<sup>1</sup>, N. Sato<sup>2</sup>, and T. Saemundsson<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Yamagata University, <sup>2</sup>National Institute of Polar Research, <sup>3</sup>Science Institute, Iceland University

Daily Be-7 concentrations in air at ground level are continuously observed at Yamagata located in middle latitude (38°N) since 2000. The time profile of the daily Be-7 concentrations from 2000 to 2003 indicates gradually increasing of the Be-7 concentrations corresponding to descending solar activities from the solar maximum at 2000. From the power spectral analysis, the periodicity of 26 days was shown for the 3 years daily data of Be-7 concentrations from 2000. For the periodic variation of Be-7 concentrations it is necessary to consider both effects of the production of Be-7 and the flow of Be-7 with the air mass motion. In order to know which effect dominant is, we set the same daily observation system of Be-7 concentrations at Husafell in Iceland located in high latitude (64 °N), and began the observation from September 2003. The average Be-7 concentration at Iceland was approximately one-fifth of that at Yamagata, indicating the latitude effect. We will describe the comparison between daily variations of Be-7 concentrations in Japan and Iceland.

地球大気は宇宙線の検出物質であり、生成される宇宙線生成核種は宇宙線強度スペクトルの積分値を示している。従って宇宙線生成核種の強度変動は原理的には地球全体へ降り注ぐ宇宙線の強度変動を表わしており全強度測定として重要である。宇宙線生成核種の地表への降下は、成層圏、対流圏での大気循環等の気候変動や地表付近での気象に影響されるため、宇宙線強度変動を調べるためには長期連続観測によりこれら変動の因子を明らかにすることが必要である。このため 2000 年より山形大学構内で大気中浮遊塵を収集し Be-7 の濃度変動を継続観測している。

太陽活動の極大期より極小期へ向かう約 4 年間の日変動データ（図 1）が得られ、太陽自転周期との関係が調べられたが Be-7 濃度変動は約 13%と宇宙線中性子強度変動に比べて大きく今後太陽活動の静穏期へ向けての追跡と高緯度地域での観測との比較が必要となった。そこで、2003 年 9 月後半よりアイスランド、フッサヘル（北緯 64 度）に同じダストサンプラーシステムを設置し高緯度地域での観測を開始した。図 2 はアイスランドでの Be-7 濃度の日変動のプロファイルを示しており、山形（日本）での濃度の約 5 分の 1 であった。これは、宇宙線生成核種である Be-7 が対流圏および成層圏で滞在時間が異なること及び生成率の高度分布が異なることを表している。これらの結果と両地点での変動の周期的変化について報告する。

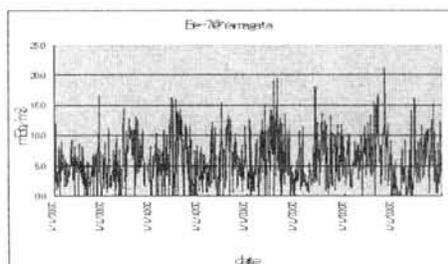


図 1 山形における 2000 年から 2003 年までの Be-7 日

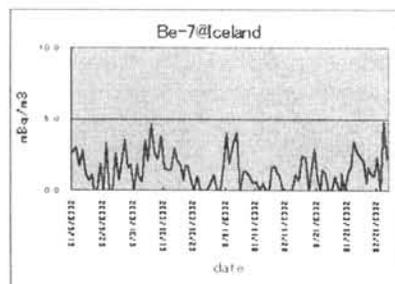


図 2 アイスランドにおける Be-7 日変動

## スプライトを引き起こす雷放射電の条件

早川 正士 (電気通信大学電子工学科)

**Condition of thunderstorms leading to sprites in winter in the Hokuriku area**

M.Hayakawa (Univ. of Electro-Comms.)

Thunderstorm-excited optical phenomena like sprites and elves in the mesosphere and lower ionosphere have become very popular and interesting subjects in the field of atmospheric electricity during the last several years [e.g. Sentman and Wescott, 1995; Rodger, 1999]. Initially those sprites were mostly observed for well-developed mesoscale convective system (MCSs) over the US plains [Vaughan and Vonnegut, 1989; Franz et al., 1990; Sentman and Wescott, 1995], but recently additional observational evidences are reported over South America [Sentman et al., 1995], Australia [Dowden et al., 1997], Japan [Fukunishi et al., 1999; Hayakawa et al., 2004], Taiwan [Su et al., 2002] and Europe [Neubert et al., 2001]. The thunderstorms in South America, Australia, China mainland and Europe are all MCSs, but those in Japan are considered to be non-MCSs [Hayakawa et al., 2004]. The most commonly observed class of optical emissions are sprites, which are found to be associated with positive cloud-to-ground (+CG) lightning in the thunderstorm below [Boccippio et al., 1995]. However, it is not well understood what are the fundamental factors for thunderstorms leading to the generation of sprites (and elves). There have been some reports on the lowest threshold of peak currents [Boccippio et al., 1995; Reising et al., 1996], but recently Huang et al. [1999], Hobara et al. [2001], Hu et al. [2002], Sato et al. [2003] and Lyons et al. [2003] have shown that the charge moment change of the lightning is more influential than the peak current in triggering red sprites. Very recently Hayakawa et al. [2004] have investigated the criteria of sprite occurrence for lightning during winter thunderstorm on the side of the Sea of Japan with special reference to the significant differences of Hokuriku lightning from continental summertime MCSs (such as shallow, winter-time, maritime non-MCSs during cold air advection). On the other hand, elves [Fukunishi et al., 1996] are believed to occur as a result of the direct heating of the lower ionosphere by the lightning electromagnetic pulse [Nickolaenko and Hayakawa, 1995; Inan et al., 1996, 1997; Hobara et al., 2003; Otsuyama et al., 2003, 2004], and the peak of current (either negative or positive) is the essential factor to trigger elves [Hobara et al., 2003]. These are all concerned with the macroscopic features of the causative lightning, and there have been no reports on the detailed investigation of the fine structures of causative convective cloud leading to sprites or elves.

In this paper we try to understand in which phase of the thunderstorm activity (life) such sprites or elves take place (or their association with dynamic organization of thunderstorm) and the analysis is based on the fractal analysis for the radar images. Another important point of this paper is that we deal with the lightning during winter thunderstorm in the Hokuriku area because the Hokuriku lightning is related to the shallow, winter-time, maritime convection during cold advection. Hayakawa et al. [2004] have found that the Hokuriku convective cloud leading to sprites is not a MCS and the study on the Hokuriku sprites and their causative lightning would be an essential key in studying the generation of sprites and elves. We study the fine structure of radar images by means of fractal analysis [Bak, 1997; Ludin et al., 2003]. An important paper suggesting the fine property of sprite thunderstorms was published by Lyons [1996], who indicated that the lightning associated with sprites occurs in a large nocturnal MCS class thunderstorm, but the sprites tend to occur over a relatively small regions (2,000~5,000km<sup>2</sup> radar echo) of the storm. We wonder whether dimension is the only one physical quantity in triggering a sprite, but we want analyze the qualitative characteristics of the causative thunderstorms of sprites by means of fractal analysis either in the case of Hokuriku lightning or continental lightning in summer.

# Statistical analysis of backscatters from first range gates with SENSU Syowa East and CUTLASS Iceland East

- an attempt to estimate interhemispheric asymmetry in PMSE activities -

◦ K. Hosokawa<sup>1</sup>, T. Ogawa<sup>2</sup>, N. F. Arnold<sup>3</sup>, M. Lester<sup>3</sup>, A. S. Yukimatu<sup>4</sup>, N. Sato<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Dept. of Information and Communication Engineering, The Univ. of Electro-Communications

<sup>2</sup> Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya Univ.

<sup>3</sup> Dept. of Physics and Astronomy, Univ. of Leicester

<sup>4</sup> National Institute of Polar Research

## Abstract

Polar Mesosphere Summer Echoes (PMSE), which are regularly observed in summer months at polar latitudes, are strong radar backscatter from the upper mesosphere. PMSE in the Northern Hemisphere have been detected with ground-based radars whose frequency ranges from VHF to UHF. In contrast to the Arctic PMSE, observational history of the Antarctic PMSE is very short and our knowledge of them is still poor. This could be due to the lack of VHF radar facilities suitable for the detection of PMSE and/or lower occurrence of PMSE itself in the Southern Hemisphere. Further detailed investigations are required to clarify the characteristics of the Antarctic PMSE and to estimate possible interhemispheric asymmetry of PMSE occurrence probability. However, a problem is that only a small number of VHF radar have been operative in Antarctica. Alternative way of monitoring the Antarctic mesosphere is indispensable for more detailed analysis of PMSE.

Ogawa et al. [2002] identified peculiar radar echoes at the near ranges of the SuperDARN Syowa radars in Antarctica. Their origin can not be explained by backscatters from *E* region field-aligned irregularities (FAIs) and their morphological features are very similar to those of the Arctic PMSE. Very recently, Ogawa et al. [2003] have succeeded in observing PMSE simultaneously with SuperDARN radar at Hankasalmi, Finland and VHF MST radar at Esrangle, Sweden. These two papers are very suggestive of the possibility that the near range observations of the SuperDARN radars contain PMSE. However, amount of the dataset surveyed is not sufficient to disclose their statistical characteristics.

In the present paper, we statistically analysed occurrence probabilities of the first range gate backscatter echoes using 6-years measurements of the SuperDARN radars at Syowa Station, Antarctica (69.0°S) and Pykkvibaer, Iceland (63.8°N). We compare echo characteristics such as seasonal variation and local time distribution with those of the VHF PMSE. Interhemispheric asymmetry and long-term variabilities of the echo occurrence probabilities are also estimated.

## References

Ogawa, T., N. Nishitani, N. Sato, H. Yamagishi, and A. S. Yukimatu, Upper mesosphere summer echoes detected with the Antarctic Syowa HF radar, *Geophys. Res. Lett.*, **29**(7), doi:10.1029/2001GL014094, 2002.

Ogawa, T., N. F. Arnold, S. Kirkwood, N. Nishitani, and M. Lester, Finland HF and Esrangle MST radar observation of polar mesosphere summer echoes, *Ann. Geophys.*, **21**, 1047, 2003.

## 太陽プロトン降下に伴う極域中間圏 HF レーダーエコー

°小川 忠彦<sup>1</sup>、N. F. Arnold<sup>2</sup>、西谷 望<sup>1</sup>

1) 名大 STE 研、2) レスター大学

## Polar mesosphere HF radar echoes during a solar proton event

T. Ogawa<sup>1</sup>, N. F. Arnold<sup>2</sup>, and N. Nishitani<sup>1</sup>

1) STE Lab., Nagoya Univ. 2) Univ. of Leicester, UK

On November 9, 2000, the Finland SuperDARN HF radar (13.2 MHz) detected for the first time echoes induced by a solar proton event that occurred on November 8. The same echoes, which are called polar mesosphere winter echoes (PMWE), were also observed at 63-75 km altitudes with an MST radar at Esrange in Sweden, about 650 km NNW of the HF radar site (Kirkwood et al., 2002). The HF radar data show the followings: 1) echo ranges between 450 (geomag. lat. 62 deg.N) and 700 km, 2) echo powers less than 30 dB, 3) Doppler velocities mostly between -10 and +10 m/s, 4) Doppler spectral width less than 20 m/s, and 5) angles-of-arrival of the echoes are 15-25 deg.. Although we do not know exact echo altitudes from the current HF radar experiment, the above facts 3-5 strongly suggest the echoes to be returned from the mesosphere with low elevation angles. Echo targets might not be produced through a plasma instability under strong electric fields, but were due to neutral turbulence and/or charged aerosols.

大きな太陽フレアに伴って放出された高エネルギー太陽プロトンは南北の極域中間圏高度まで進入し、その電子密度を増加させる。また、様々な化学過程を経て大気組成をも変化させると考えられているが、詳しいことは不明である。Kirkwood et al. (Adv. Polar Upper Atmos., 16, 111, 2002)は、2000-2001年に発生した多くの太陽プロトンイベントに伴って Sweden Esrange (67.9度N)の52 MHz MST レーダー(ESRAD)で検出されたエコーの特性を調べた。それによると、i) 冬季に日中の別なく出現(したがって、極域冬季中間圏エコー(PMWE)と呼ばれる:夏季にはプロトンイベントがあっても出現しない)、ii) 出現高度は主に60-80 km、iii) エコー層の厚さはレーダー分解能(300 m)以下になる場合もある、iv) エコーは鉛直方向から返ってくる(aspect sensitivityが非常に高い)、などである。エコー層の生成因として、Kirkwood et al.は乱流層だけでなく、荷電エアロゾルが関与しているのではないかと推測している。

我々は、Kirkwood et al.が議論した2000年11月9日のESRAD-PMWE(高度63-75km)に注目し、同日のFinland Hankasalmi(62.3度N)のSuperDARN(13.2 MHz)のデータを調べた結果、斜め入射の短波レーダーでもPMWEが検出できることを初めて見つけた。エコーが検出された時間帯は1050-1135 UTであるが、ESRADはこれよりも長い時間帯で観測されている。SuperDARN HF エコーの特性は次の通りである: 1) エコーレンジは450 km(磁気緯度62度N)から700 kmで、Esrangeの南方と東方にも出現、2) エコー強度は30 dB以下、3) ドップラー速度は±10 m/s以下、4) ドップラースペクトル幅は20 m/s以下、5) エコーの到来角は15-25度。なお、レンジ分解能は45 kmである。3-5の事実は、エコーが電離圏からではなく、中間圏

から返ってきていることを強く示唆する。

HF レーダー波が直進する場合、地球磁場と直交する高度は450-700 kmレンジにおいて70-100 kmであることが計算から分かる。この高度域はESRADによる観測高度(63-75 km)と概略一致する。したがって、この高度にプラズマ不安定によるfield-aligned irregularities (FAI)が存在するとFAIエコーが期待できる。しかし、このような高度においてプラズマ不安定を起こすのに必要な非常に強い電場が存在するとは考えにくい(事実、エコー期間の磁場変動は非常に静穏であった)。よって、HFエコーの成因は、Kirkwood et al.の指摘通り、60-80 km高度に存在する中性乱流(波動飽和/碎波)とエアロゾルが絡んで発生したirregularitiesであると考えられる。

エコー高度が60-80 kmと仮定すると、レーダー波が直進する場合、エコーの仰角は数度となる。実際の観測では仰角は15-25度であった。この事実は、プロトン降下が作ったD層の高電子密度域でレーダー波が下方に屈折したことを示唆しており、ray-tracing結果もこのことを支持する。

低仰角でHFエコーが検出されたことは上記ivと矛盾する。その理由は、両レーダーが観測しているirregularitiesの空間スケールの違いによるものと思われる。

鉛直ビームを持つMSTレーダーでは高距離分解能でエコーの鉛直構造が分かるが、エコーの2次元的な出現域は不明である。一方、SuperDARNでは鉛直構造は不明であるが2次元的出現域が分かる。PMSE(極域夏季中間圏エコー)に比べてPMWEの研究は格段に遅れている。両レーダーを組み合わせることにより、PMSEと同様にPMWEの研究が今後進むであろう。

極域中間圏で観測された 16 時間周期振動の研究  
 - 準 2 日波と半日潮汐波との波動間相互作用 -

○岩橋弘幸[1]、野澤悟徳[1]、村山泰啓[2]、堤雅基[3]、小川泰信[1]、藤井良一[1]

[1]:太陽環境地球研究所 [2]:NICT [3]: 極地研究所

Research on a 16-hour oscillation in the polar mesosphere  
 - A possible wave-wave interaction between Q2DW and semidiurnal tide -

○Hiroyuki Iwahashi[1], Satonori Nozawa[1], Yasuhiro Murayama[2], Masaki Tsutsumi[3],  
 Yasunobu Ogawa[1], Ryoichi Fujii[1]  
 [1]: STEL,Nagoya University [2]: NICT [3]: NIPR

We will report characteristics of a 16-hour oscillation in the polar mesosphere between 70 and 91 km using wind data obtained with two MF radars located at Tromsø (69.6 deg N, 19.2 deg E) and Poker Flat (65.1 deg N, 147.5 deg W).

To investigate a possible wave-wave interaction between quasi-2 day wave (Q2DW) and semidiurnal tide, the characteristics of 16-hour oscillation is focused by using MF radar wind data obtained from November 1998 to December 2002. The results are summarized as follows: (1) At 4 heights (88, 82, 76 and 70 km), the 16-hour oscillation exhibits a similar seasonal variation each other at the two stations. (2) At 70 and 76 km, the seasonal variation of the 16-hour oscillation appears to be similar to that of Q2DW. (3) Calculated vertical wavelength of the 16-hour oscillation appears to be long in most cases.

In this talk, we will show these results, and then report details of an enhanced 16-hour oscillation event observed in July 1999.

中間圏・下部熱圏における大気ダイナミクスを理解する上で、下層大気より伝搬する各種大気波動の特性を理解することは、非常に重要である。なぜなら、準 2 日波や半日潮汐波は振幅が大きく、下部熱圏へのエネルギー・運動量輸送などに大きく関与していると考えられるからである。極域中間圏で支配的な大気波動の種類と伝搬過程を理解する為に、トロムソ (69.6°N, 19.2°E) とポーカーフラット (65.1°N, 147.5°W) で取得された MF レーダーデータを用いて研究を行っている。これまで中間圏高度 (70 - 90 km) における準 2 日波と半日潮汐波の特性を調べた。例えば半日潮汐波に関して、古典的理論で予測されている東西波数 2 の半日潮汐波と比較して、東西波数 1 の半日潮汐波が高度 88, 82 km において、重要な大気波動の一つであることがわかった。これらを踏まえてさらに研究を進め、今回は、16 時間周期振動をトロムソおよびポーカーフラットについて調べた。16 時間周期振動は準 2 日波と半日潮汐波又は一日潮汐波との波動間相互作用によって励起されると一般的に考えられている。結果は以下のようにまとめられる。(1) トロムソとポーカーフラットで観測された 16 時間周期振動の振幅の時間変化はお互い良く似ている。このことは、16 時間周期振動が半日潮汐波や準 2 日波と同様にグローバルな波動であることを示唆する。(2) 16 時間周期振動、準 2 日波、一日潮汐波、半日潮汐波の季節変化をそれぞれ比較したところ、16 時間周期振動と準 2 日波の振幅の季節変化が最も類似していることがわかった。例えば、高度 70, 76 km で、両者とも冬に強く、夏に弱いという傾向を示した。これらのことから、16 時間周期振動の生成に、準 2 日波が関与していることが示唆される。(3) 位相の高度プロファイルから 16 時間周期振動の鉛直波長を調べたところ、長い (すなわち高度方向に位相がほとんど変化しない) イベントが多かった。

本発表では、これらの統計的結果を示し、さらに、16 時間周期振動の顕著なイベント (1999 年 7 月) を用いて、半日潮汐波と準 2 日波との非線形相互作用について議論する予定である。

## トロンソ流星レーダー(NTMR)ートロンソの新しい観測プラットフォームー

○麻生 武彦 [1], 堤 雅基 [1], ホール クリス [2]

国立極地研究所・研究教育系・宙空圏グループ

(併)総合研究大学院大学・複合科学研究科・極域科学専攻 [1],

トロンソ大学地球物理観測所 [2]

NIPR/Norway Tromso meteor radar (NTMR) -a new observing platform in Tromso-

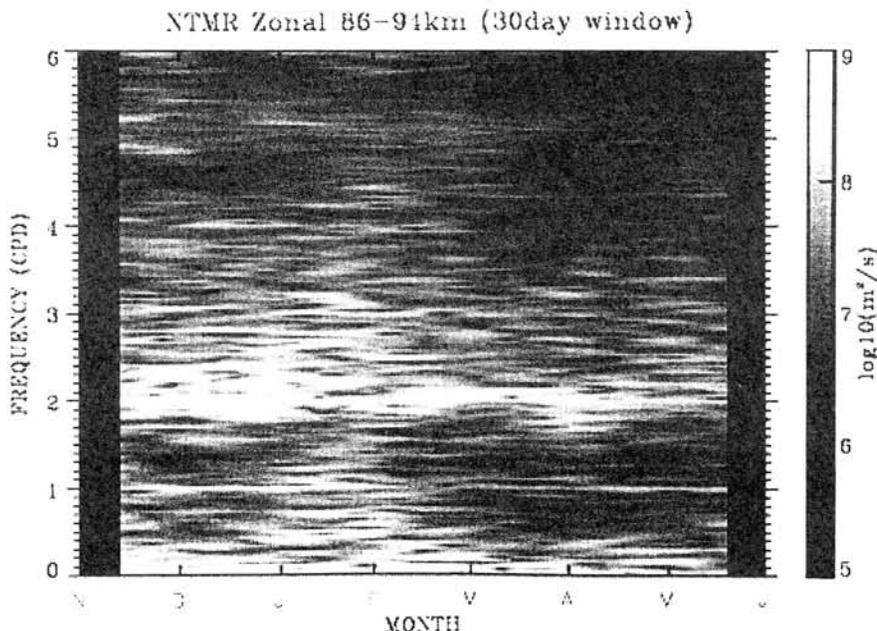
○Takehiko Aso [1], Masaki Tsutsumi [1], Chris M. Hall [2]

National Institute of Polar Research, also Dept. Polar Science, The Graduate Univ. for Advanced Studies(Sokendai) [1],

Tromso Geophysical Observatory, University of Tromsø[2]

NIPR/Norway Tromso meteor radar (NTMR) has been in operation since November 2003 which is sited near the EISCAT mainland radar and other radio and optical observation platforms. Detailed latitudinal study on polar atmospheric tides at meteor heights together with direct comparison of wind values by EISCAT, meteor, MF methods are the first stage of the present study. Here an overview is given with emphasis on some features of high latitude tidal dynamics through closer comparison between NTMR and NSMR.

極地研宙空圏グループでは、極域中層・超高層大気の力学的結合解明の一環として、極域大気潮汐波とその変動について研究を進めている。このため、昨年11月よりノルウェートロンソ郊外のEISCATレーダーサイト(緯度70度)に流星レーダーNTMR(Nippon/Norway Tromso Meteor Radar)を設置し、緯度78度の北極域スバルバール流星レーダーNSMRと連携して極域大気潮汐波の緯度変化とトロンソサイトにあるEISCATレーダーやMFレーダーとの同時観測と直接比較を主眼に観測を行っている。これはまた、高緯度中間圏～下部熱圏ダイナミックスの汎地球観測やモデルとの総合解析への重要な寄与となる。得られた結果の一例として、下図に約半年間にわたるNTMR観測による高度86-94kmの東西風のダイナミクススペクトルを示す。一日周期成分がとくに冬季には弱く、一方半日周期が卓越していることが示されている。観測初期にはEISCATの連続観測も行われたが、この期間のNTMRとNSMRとの詳しい比較では位相の緯度変化が少なく振幅は高緯度側で漸減し、マイグレーション成分が卓越していることなどが見出されている。



## ESR 観測データを用いた下部熱圏風の研究

- 津田卓雄 (太陽地球環境研究所)、野澤悟徳 (太陽地球環境研究所)、岩橋弘幸 (太陽地球環境研究所)、  
麻生武彦 (極地研究所)、堤雅樹 (極地研究所)、  
小川泰信 (太陽地球環境研究所)、藤井良一 (太陽地球環境研究所)

## Study of the lower thermospheric wind derived from ESR data

- Takuo Tsuda (STEL), Satonori Nozawa (STEL), Hiroyuki Iwahashi (STEL),  
Takehiko Aso (NIPR), Masaki Tutumi (NIPR),  
Yasunobu Ogawa (STEL), Ryoichi Fujii (STEL)

In order to understand the lower thermospheric dynamics in the polar region more deeply, we have analyzed wind data derived from EISCAT Svalbard radar (ESR) data obtained over 5 years from September 1998 to November 2003. The ESR located in Longyearbyen (78.1 deg N, 16.0 deg E) became possible to measure plasma parameters at the *E*-region heights in August 1998, and now the number of data sets from which we can derive wind velocities reaches more than 70 days. Common Program Two (CP-2) mode (i.e., the beam-swinging method) is designed for deriving 3-D ion velocity vector from *E*-region heights to *F*-region heights. Thus, data obtained with this mode can be used for deriving the *E*-region neutral wind (i.e., lower thermospheric wind) velocities. We have accumulated 70 days of CP-2 data and derived neutral wind velocities. The main results are as follows: (1) The zonal mean wind blows eastward below 105 km, but its amplitude is significantly smaller (less than 5 m/s) than that observed at Tromsø, (2) The semidiurnal tidal amplitude is weak, in particular in fall. Moreover, we have derived meridional wind velocity values from the same data sets with the field-aligned method. We have compared meridional wind velocities from the two methods such as the beam-swinging method and the field-aligned method. In the talk, we will show results of the lower thermospheric winds observed at Longyearbyen, and also present a comparison of the wind velocities derived with the two methods.

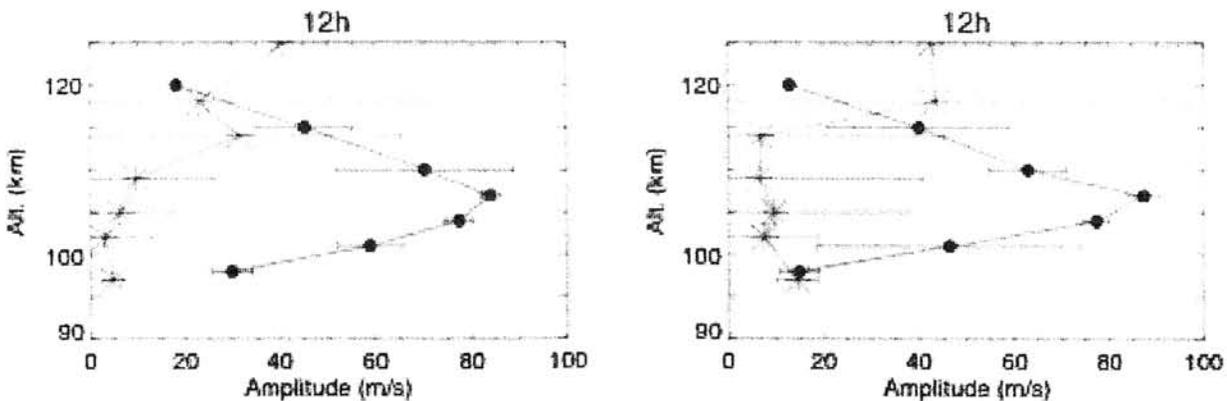
野澤悟徳(STEL)、前田佐和子(京都女子大)、麻生武彦(NIPR)、岩橋弘幸(STEL)、小川泰信(STEL)、藤井良一(STEL)

Polar lower thermospheric wind dynamics based on EISCAT 8-day wind data obtained in November 2003.

S. Nozawa (STEL), S. Maeda (Kyoto women's University), T. Aso (NIPR), H. Iwahashi (STEL), Y. Ogawa (STEL), R. Fujii (STEL)

From November 11 to 19, 2003, the EISCAT UHF radar (so-called KST radar) and EISCAT Svalvard radar (ESR) were operated continuously in a Common Program two (CP2) mode which allows us to derive wind velocity vectors in the lower thermosphere (90-120 km). Following a CP-2 run for about 5 days, we conducted an EISCAT special program (SP) run for 66 hours with the KST radar and ESR to make 8-day window data set. This campaign was made under collaborations of four countries such as Japan, Norway, Sweden and Germany. Although the KST EISCAT radar (i.e. Tromsø UHF radar) has been under operation for about 20 years, this is the second 8-day long-run campaign followed by the 1999 July campaign. Aims of this campaign are as follows: (1) To investigate latitudinal variation of mean wind, and tidal winds. (2) To examine if quasi-2 day wave (Q2DW) exists in the lower thermosphere this time of year. (3) To investigate day-to-day variations of the semidiurnal wind amplitude.

From the data sets, we have derived mean winds as well as amplitudes and phase of quasi-2 day wave, diurnal tidal wind and semidiurnal tidal wind in Tromsø (69.6 degree N) and Longyearbyen (78.1 degree N). Figure compares altitude profile of semidiurnal amplitudes at Tromsø and Longyearbyen. It clearly indicates that the amplitude at Longyearbyen is small. In Tromsø, an MF radar has conducted continuous wind measurements from 70 km to 91 km. Combining the MF wind data and EISCAT UHF radar data, we can derive wind profile from 70 km to 119 km, which gives us good opportunities to investigate how waves (Q2DW, tidal waves etc.) propagating upward. We will present the results from the 2003 November campaign and discuss latitudinal variations of mean and tidal winds. Also, we will present results of the quasi-two day wave.



Altitude profiles of semi-diurnal tidal amplitudes for meridional (right) and zonal (left) component are illustrated. Filled circles and asterisks denote data values at Tromsø and Longyearbyen, respectively.

## 大気大循環モデルにより得られた MLT 領域での半日潮汐波の変動について

三好勉信 (九州大)、藤原均 (東北大)

## Variations of the semidiurnal tide in the MLT region simulated by a GCM

Y. Miyoshi (Kyushu University), H. Fujiwara (Tohoku University)

The semidiurnal tide plays important role on the general circulation of the atmosphere in the mesosphere and lower thermosphere (MLT). A general circulation model which contains the region from the ground surface to about 500 km height has been used to investigate behavior of the semidiurnal tide in the MLT. In particular, we investigate seasonal variations of the semidiurnal tide in the MLT, and their relation with variations of the zonal mean zonal wind in the stratosphere and mesosphere.

半日潮汐波は、中間圏から熱圏下部領域 (MLT) において大振幅となり、大気大循環にとって重要な役割を演じる。本研究では、MLT 領域の中・高緯度における半日潮汐波の季節変動について、大気大循環モデルを用いて解析を行った。特に、MLT 領域の半日潮汐波の振幅変動と成層圏・中間圏における東西平均東西風変動との関連について調べた。

本研究では、九州大学中層大気大循環モデルの上端を 150km から 500km まで拡張し、対流圏から熱圏までの領域を途中で特別な境界を置くことなく全大気領域の計算が可能な GCM (Miyoshi and Fujiwara, 2003, G.R.L. 30(15), doi:10.1029/2003GL017695)を用いた。本モデルでは、熱圏の物理過程として、太陽 UV・EUV の吸収、赤外放射、オーロラ降下粒子の影響、イオン効力、ジュール加熱、分子粘性・分子熱伝導などの効果を考慮に入れている。また、対流圏・成層圏・中間圏においては、湿潤対流過程、大気境界層過程、放射過程、重力波効力などの物理過程を導入している。季節変化を考慮に入れて 2 年間積分し解析を行った。

解析の結果、MLT 中・高緯度領域における半日潮汐波の振幅は、観測結果と同じく、冬季および 9 月に振幅が大きく、夏季に振幅が小さくなった。さらに、冬季での半日潮汐波の振幅は、日々変動が激しかった。そこで、特に冬季における半日潮汐波の日々変動について、成層圏・中間圏における東西平均風の変動との関連について詳しく調べてみた。詳細な解析結果は、当日発表する予定である。

北半球高緯度夏季中層大気ジェット強度の  
経度依存性について  
Latitudinal Variation of Summer Middle Atmosphere Jet  
at Northern High-Latitudes

村山泰啓、坂野井和代 (情報通信研究機構)、大山伸一郎 (米アラスカ大学)、廣岡俊彦、宮原三郎 (九州大学)、  
河谷芳雄、高橋正明 (東京大学)、A. Dowdy、R. A. Vincent (豪アデレード大学)、佐藤薫 (国立極地研究所)、  
W. Singer (独大気物理研究所)、D. Riggin (米コロラドリサーチアソシエーツ)

Y. Murayama (NICT/NIPR), K. Sakanoi (NICT), S. Oyama (U. Alaska), T. Hirooka, S. Miyahara (Kyushu U.),  
Y. Kawatani, M. Takahashi (CCSR, U. Tokyo), A. Dowdy, R. A. Vincent (U. Adelaide), K. Sato (NIPR),  
W. Singer (IAP, Germany), D. Riggin (CoRA, USA)

Summer middle atmosphere (MA) jet has been generally considered as a symmetric circumpolar jet in principle, associated with UV heating centered in the polar stratopause, and under no planetary-wave condition in westward winds. MF radar data at Poker Flat, Alaska (65N, 147W) and Andenes, Norway (69N, 16E) are analyzed for two years of 1999-2000, together with UK Met Office stratospheric analysis data. For the summer jet, zonal mean winds at Poker Flat are persistently stronger by a few tens of m/s than at Andenes, and the center of the circular isobars is shifted toward the Eurasia continent. High-resolution GCM results show similar tendency of stronger winds over the American or Pacific side than in the European or Atlantic side. Such longitudinal variation can be discussed in terms of, e.g., topographically-forced gravity waves (GWs), and disturbed ozone and radiation fields. Next steps will be to check 1) UT dependence of Met Office winds (possible tides), 2) GW drag in the GCM, 3) effect of realistic ozone distribution in GCM, and 4) GW energies from MF radar winds.

## MTI 領域における長期気候変動の影響

石井 守・丸山 隆・村山泰啓・久保田実

情報通信研究機構

## Long-term climate change effect in MTI region

Mamoru Ishii, Takashi Maruyama, Yasuhiro Murayama, Minoru Kubota

National Institute of Information and Communications Technology

Recently many people start to discuss the response of MTI region against the global climate change in the lower atmosphere, e.g., global warming and growing ozone hole. We present review for these discussions nowadays. Hernandez [2003,2004] used the observational data obtained with Fabry-Perot Interferometer at South pole from 1991 to 2003, and calculated the correlation between the dynamic temperature in the polar mesosphere and other parameters; solar activity (F10.7) and dynamic parameters in the stratosphere (ozone hole size, PSC-1 size, and polar vortex size). He shows that the yearly averaged temperature in the mesosphere in 2002, which is famous for the ozone hole destruction, was significantly lower than in the other years. In addition, the correlation between mesospheric temperature and F10.4, and temperature and stratospheric parameters are 0.768, 0.845, respectively. Especially in 2002, strong connection between mesospheric temperature and stratospheric parameters was shown in his results.

For the connection to the ionosphere, Rishbeth et al. shows long-term variation of the height of F2 region and reported that hmF2 decrease year by year which is consistent with the thermospheric cooling corresponding to the warming of the lower atmosphere. However, he suggested that there are still some discussing issue for confirming these results.

近年、地球温暖化や、オゾンホール拡大等対流圏・成層圏における気候変動に対する超高層大気への応答についての議論が活発になってきている。本講演はこれらの議論についてのレビューを行う。

Hernandez[2003,2004]は南極点での 12 年間におよぶファブリペロー干渉計を用いた OH 大気光の観測データを用いて、中間圏並進温度の年変動と太陽活動度 (F10.7) ならびにオゾンホール面積、PSC-1 面積、極渦面積等の成層圏ダイナミクスを表現するパラメータとの相関を計算した。特にオゾンホール分裂が起こった 2002 年冬季には、他の年に比べて中間圏温度が年間を通して有意に低かったことを示している。さらに、F10.7、オゾンホール面積との相関はそれぞれ相関係数 0.768、0.845 と高い値を示したが、2002 年の温度減少時には成層圏パラメータとの関係を深く示唆する結果となった。これは Matsuno[1971]の示す理論的考察に合致するものであるとともに、成層圏気候変動の「予測」として中間圏の物理量が利用できるとしている。

また、Rishbeth を始めとするグループは、1950 年代以来長期間にわたる各地のイオノゾンデのデータを用いて解析を行った結果、中層大気温暖化により電離圏の冷却が生じ、これによって電離圏 F2 高度 (hmF2) が年々低下している可能性を報告している。しかしながら、これら長期にわたるデータの解釈には様々な問題を検討する必要があることも示唆している (Rishbeth, 2003)。

## 高分解能惑星間空間衝撃波伝播シミュレーション

○小川智也, 田光江 (情報通信研究機構), 田中高史 (九州大学), 山下和之 (山梨大学)

### High-resolution Simulation of Propagation of Interplanetary Shock Wave

T. Ogawa and M. Den (*National Institute of Information and Communications Technology*),  
T. Tanaka (*Kyushu Univ.*), and K. Yamashita (*Univ. of Yamanashi*)

#### Abstract

We done three dimensional simulations of propagation of interplanetary shock wave caused by a coronal mass ejection (CME). We adopt an adaptive mesh refinement (AMR) method in our simulation code to resolve discontinuities with fine meshes. This enables us to do high-resolution simulations with limited computer resources. Here, the size of a simulation box is  $(2.3\text{AU})^3$  and that of minimum cell is  $(0.06R_{\odot})^3$ . We report the results of our simulations and comparison to observations.

我々は、適合格子を用いて、惑星間空間を伝播する CME 衝撃波の 3 次元シミュレーションを行なった。適合格子とは、局所的に微細格子を張る非構造格子である。微細格子の広がり、位置、形は、計算過程の物理状態に合わせて動的に変化する。高分解能領域を必要な範囲のみに局限する事で、メモリ使用量を最小限に抑えた計算が可能となる。

今回、我々は地球軌道よりも大きい  $(2.3\text{AU})^3$  の計算領域を用いた。まず、内側境界条件を適切に設定し、系が緩和するまで計算して、定常太陽風を得た。次に、内側境界に初速  $800\text{km/s}$  のモデル CME を入力し、発生した衝撃波が伝播する様子を計算した。

その結果、太陽近傍は  $(0.06R_{\odot})^3$  のセルで計算され、衝撃波面は  $(0.24R_{\odot})^3$  のセルで追跡された。2004 年 1 月 20 日、SOHO/LASCO C2 により約  $800\text{km/s}$  の CME が観測され、それから 48 時間後に ACE で衝撃波が観測されている。我々の計算では、衝撃波が C2 領域 ( $1.5 - 6R_{\odot}$ ) から L1 点に伝播するまでの時間は 49 時間であり、観測とよく一致している。

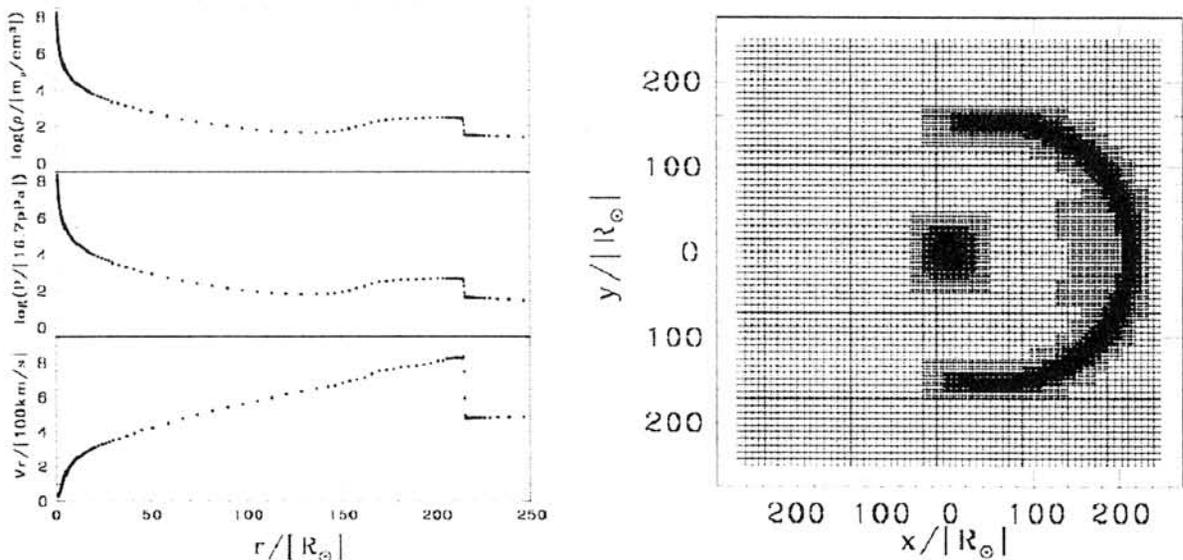


Figure 1: Plots for density, pressure, and radial velocity on sun-earth line (left panel) and mesh structure on equator plane (right panel) 51 hours after CME started.

## Fast Ejecta の微細構造に依存する磁気嵐相

片岡龍峰、丸橋克英、亘慎一、菊池崇（情報通信研究機構）

Geomagnetic storm phases depending on microstructures of fast ejecta

R. Kataoka, K. Marubashi, S. Watari, T. Kikuchi (National Inst. Info. Com. Tech.)

Solar wind structures associated with coronal mass ejections with  $>600$  km/s speed at Earth's orbit are called "fast ejecta". Fast ejecta drive the largest geomagnetic storms. There is a fine relationship between north-south turnings of interplanetary magnetic field accompanied by the fast ejecta and the phase shift of the geomagnetic storms. However, it is not obvious how other microstructures of fast ejecta control the processes of solar wind power supply and magnetospheric energy deposition. In order to reveal this point, we analyze the solar wind discontinuities and microstructures to recover the microstructures of many fast ejecta events, and compare them with storm time data set obtained from ground and satellite observations.

コロナガス噴出と関連し、地球軌道で  $600$  km/s を超える太陽風構造を Fast Ejecta と呼ぶ。Fast Ejecta は最大規模の磁気嵐を引き起こす。Fast Ejecta に伴う惑星間空間磁場の南北変化と磁気嵐の相変化には良い対応関係が見られる。しかしながら、Fast Ejecta のその他の微細構造が、太陽風電力供給過程と磁気圏エネルギー散逸過程を、いかに制御するかは明らかでない。この点を明らかにするため、太陽風不連続や flux rope 構造の解析から多数の Fast Ejecta 現象の微細構造を復元し、それらと磁気嵐時の地上衛星観測から得られたデータセットを比較する。

## IMF 南向き時における IMAGE 衛星 LENA の高緯度シース方向エミッション強度と太陽風との相関

°中尾昭, 田口聡, 細川敬祐, 山崎敦 (電気通信大学)

Michael R. Collier, Thomas E. Moore (NASA/GSFC)

### Solar wind control of the intensity of the emission observed by IMAGE/LENA in the direction of the high-latitude sheath during southward IMF

A. Nakao, S. Taguchi, K. Hosokawa, A. Yamazaki (Univ. of Electro-Communications)

M. R. Collier, T. E. Moore (NASA/GSFC)

The emission intensity observed by IMAGE/LENA in the direction of the high-latitude sheath has been examined in connection with ACE solar wind observations. We first took intervals during which LENA observed significant emission in the direction of the high-latitude sheath. For each case, we estimated the time lag between ACE and the Earth by comparing the ACE solar wind dynamic pressure with the ground SYM-H index. The detailed comparison have revealed that there are good correlations of the LENA intensity with solar wind flux for southward IMF, that is, the intensity increases as the solar wind flux becomes large. The comparison also shows that as a secondary effect the intensity is large with the increase of the southward component of the IMF.

IMAGE 衛星の低エネルギー中性粒子撮像観測器(LENA)は, 地球電離圏からのイオンアウトフローだけでなく太陽風やシースフローからの中性水素粒子エミッションも観測することができる. このうち, 高緯度シース方向からのエミッションについて, 磁気圏内部からのカスプ領域のモニタリングになりうるものが最近の研究により明らかになってきている [Taguchi et al., 2004 JGR; Taguchi et al., 2004 APUAR]. このエミッションはカスプの窪みに流入するシースフローが地球のジオコロナと電荷交換することによって生じる. 従って, このシースフローのフラックスが大きいと強いエミッションが観測される. さらに, このフラックスの大きさに加えて, 強いエミッションのもう一つの重要な要因は, 磁気圏の大きさである. CME などのショックにより磁気圏が比較的小さくなっている時には, ジオコロナの密度のより高い領域にまでシースのフローが入って効率よく電荷交換が起こるので, 強いエミッションが観測されるであろう. 一方, ジオコロナの密度がかなり希薄な領域までしかシースフローが入らない状況では, ほとんどエミッションが観測されないことが期待される. この妥当性を示し, 定量的な関係を明らかにするためには, LENA のエミッションと太陽風パラメータとの詳細な比較が必要である. 本研究では, 高緯度シースからのエミッションが見られる期間の中から, ACE 衛星で観測されたショック時の太陽風動圧の変動と SYM-H index に見られる SI+ や SI- を比較することにより, 太陽風 time lag をできるだけ正確に同定できる期間を取り上げた. これらをもとに, LENA のエミッションの強度と太陽風の各種パラメータとの関係を調べた. 解析の結果, 太陽風フラックスの増加に伴ってエミッション強度が強くなる相関関係が得られた. 次に, 太陽風動圧増加によってカスプ域が地球側に幾分近づくためにジオコロナとの電荷交換が効率よく起こることを考慮したパラメータを導入し, このパラメータとエミッション強度の関係を調べた. より高い相関が期待されたが, 太陽風フラックスとの相関と同程度の結果であった. 太陽風フラックスが比較的近い値をとっているエミッションのイベントを調べたところ, IMF Bz の南向き成分の大きさが2次的なコントロールパラメータになっていることがわかった. これらの解析結果を磁気圏の形状とジオコロナの分布の観点から議論する.

Strong enhancements of ULF wave activities during the super storm on October 29-31, 2003.

T. Sakurai and Y. Tonegawa (Tokai University)

Abstract:

Strong enhancements of ULF wave activities were observed during the period of the super storm occurred on October 31, 2003, in the recovery phase of the super magnetic storm continued from October 29 to 31, 2003. They appeared in a significant northward interplanetary magnetic field (IMF) Bz period. Many different kinds of wave modes were observed over a wide region from interplanetary space to ground. One of interesting phenomena was magnetic oscillation observed by the Wind satellite in the midnight distant tail at about  $\sim 160$  Re. The oscillations were observed in the x component of the magnetic field only with a period of about 30 min and with a peak-to-peak amplitude of about 40 nT, which were associated with the orientation changes of the interplanetary magnetic field (IMF), suggesting that these oscillations are the manifestation of flapping motions of the stretched tail magnetic field triggered with the IMF fluctuations. The other interesting ULF wave activities were large amplitude Pc 5 and Pc 3 waves, which were observed in a wide region from space to ground. The Pc 5 oscillations were one of the largest amplitude oscillations ever recorded, and their excitation might be associated with enhancements of solar wind dynamic pressure, in particular the solar wind plasma density enhancements during the enhanced northward IMF Bz. The amplitude of the Pc 5 oscillations was about 500 nT in the auroral region, while it was about 20 nT at the low latitude stations. The oscillations were very coherent over a wide region from morning side to late evening side stations. Even at the geo-synchronous orbit, the GOES 10 satellite located around 20 LT the large amplitude Pc 5 oscillations were simultaneously observed with the almost similar period of about 5 min. The oscillation might be likely to a global oscillation and unlikely to a simple field-line resonant oscillation. The remaining one was a strong activation of Pc 3, which was observed from the upstream region to the outer magnetosphere along the course of the Geotail trajectory. The simultaneous strong Pc 3 activities were also observed in the dayside low latitude ground stations, suggesting that these Pc 3s might be closely related to the enhanced activities of the upstream Pc 3 waves.

## 1999-2003年に日本で観測された低緯度オーロラ

Low-latitude auroras observed in Japan during the solar maximum period of 1999-2003

塩川和夫、小川忠彦、上出洋介（名古屋大学太陽地球環境研究所）

K. Shiokawa, T. Ogawa, and Y. Kamide  
Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University,  
Toyokawa 442-8507, Japan

From routine observations by means of highly sensitive all-sky cameras and tilting-filter photometers, a total of 19 events of low-latitude auroras in Japan were identified during the solar maximum period of 1999-2003. These auroras are characterized by an enhancement in red (630.0 nm) emissions in the northern sky during magnetic storms. We show examples of stable auroral red (SAR) arcs, which are typically observed during the recovery phase of storms. We also found several red auroras that occurred at the initial phase of magnetic storms, suggesting interactions between newly injected ring-current particles with plasmaspheric electrons at the initial phase of storms. Intensifications as well as equatorward motion of the auroras were observed in association with storm-time substorms. Intense (of more than 1 kR) green line emissions (557.7 nm) were often observed not only in the northern sky but also in the whole sky, suggesting close coupling between storm-time neutral dynamics and chemistry in the lower thermosphere. Some auroras show weak enhancements ( $\sim 10$  R) of  $N_2^+1N$  (427.8 nm) in the northern sky in the morning. We suggest that these 427.8-nm emissions are resonance scattering of sunlight from enhanced  $N_2^+$  concentration at subauroral latitudes due to storm-time composition changes in the thermosphere.

## Geospace Storm Processes Coupling the Ring current, Radiation belt and Plasmasphere

M.-C. Fok<sup>1</sup>, Yusuke Ebihara<sup>2</sup>, and T. E. Moore<sup>1</sup>

1. NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, USA

2. National Institute of Polar Research, Tokyo, Japan

The plasmasphere/ring-current/radiation-belt is an interacting system. The magnetic field generated by the ring current changes the drift paths of energetic particles. Pressure gradients in the ring current produce the region 2 field aligned currents, which close in the ionosphere and create an electric field that acts to shield the lower-latitude region from the full force of convection. In turn, this shielding field alters the transport of the ring current and plasmaspheric plasmas. Furthermore, the anisotropy in the ring current plasmas can excite waves that cause pitch-angle and energy diffusion of radiation belt and ring current particles. On the other hand, the precipitation of energetic electrons modifies the ionospheric conductances, and thus the electric field configuration in the magnetosphere-ionosphere (M-I) system. A number of models of the plasmasphere, ring current and the radiation belt have been developed to study the behaviors of the inner magnetosphere during geospace storms. However, the majority of these models are designed to study a particular plasma population, without the consideration of interactions from others. In this talk, we will briefly describe the state-of-the-art models of the plasmasphere, ring current, and radiation belt, and present results from a preliminary coupling effort. We will conclude by providing a framework on coupling all the important plasma populations in the inner magnetosphere to develop a plasmasphere/ring-current/radiation-belt interaction model.

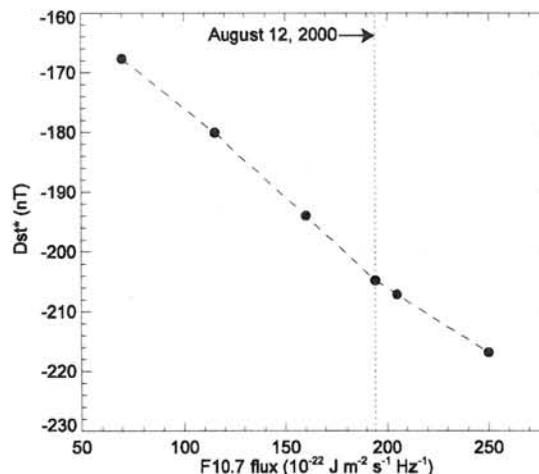
## リングカレントの発達に対する電離圏電気伝導度の役割

## Influence of ionosphere conductivity on the ring current development

○Y. Ebihara<sup>1</sup>, M.-C. Fok<sup>2</sup>, R. A. Wolf<sup>3</sup>, T. J. Immel<sup>4</sup>, and T. E. Moore<sup>2</sup>

1. National Institute of Polar Research, Japan
2. NASA GSFC, USA
3. Rice University, USA
4. University California Berkeley, USA

Using the Comprehensive Ring Current Model (CRCM), which self-consistently solves the kinetic equation of ring current protons and the closure of the electric current between the magnetosphere and ionosphere, we have studied how different changes in the ionospheric conductivity affect the strength of the ring current. The conductivity for F10.7=250×10<sup>4</sup> Janskys (Jy) (solar maximum condition) results in a ring current that is about 29% stronger than for F10.7=70×10<sup>4</sup> Jy (solar minimum condition). The conductivity at equinox results in a ring current that is about 5% stronger than at solstice because the two-hemisphere height-integrated conductivities at equinox are higher than at solstice. This would be a new mechanism for explaining the semiannual variation of Dst. Simulation with a realistic auroral conductivity estimated from the IMAGE/FUV auroral imager data reveals the fact that auroral brightenings do not significantly change the intensity of the ring current. The overshielding condition is found to be produced when the auroral conductivity decreases abruptly near the Dst minimum, triggering a rapid decay of the ring current. The ring current is shown to be influenced not only by IMF and the solar wind, but by solar radiation and morphological features of the auroral electron precipitation as well.



Simulated Dst\* for the August 2000 storm. The intensity of the ring current (in terms of Dst\*) appears to depend almost linearly on F10.7 which drives the MSIS-E90 and IRI-95 models.

講演番号

磁気嵐発達と中低緯度への磁気圏電場侵入

Penetration of the convection electric field to the low latitude ionosphere during a geomagnetic storm

○菊池 崇 (独立行政法人情報通信研究機構)、橋本久美子 (吉備国際大学)、  
野崎憲朗 (独立行政法人情報通信研究機構)、篠原 学 (独立行政法人情報通信研究機構)

○Takashi Kikuchi(National Institute of Information and Communications Technology),  
Kumiko Hashimoto(Kibi International University),  
Kenro Nozaki(National Institute of Information and Communications Technology) and  
Manabu Shinohara(National Institute of Information and Communications Technology)

An outstanding geomagnetic storm occurred on November 6, 2001, because of the extremely large amplitude southward IMF (-50 nT). The polar cap potential (PCP) developed considerably for two hours after the arrival of the solar wind shock as observed by magnetometers in the polar cap. After a short-term recession, the PCP increased again for other two hours because of the southward IMF. The SYM-H derived from low latitude magnetic disturbances decreased rapidly down to -330 nT in 80 min from the SC. The geomagnetic storm then turned into the recovery phase with the SYM-H increasing gradually. We found that the geomagnetic storm was anomalously enhanced at the dayside dip equator with an enhancement ratio of 2.7 as compared with the low latitude magnetic disturbances. We also found that the normal equatorial electrojet was superposed by eastward currents during the main phase of the geomagnetic storm, while superposed by westward currents during the recovery phase. These observational facts suggest substantial contribution of the convection electric field penetrated to low latitudes in driving the storm-time ring current, and suggest that the overshielding could initiate the recovery phase of the storm even when the convection electric field remains strong in the polar cap. We discuss the important role of the ionosphere to transmit the convection electric field to the inner magnetosphere by applying the Earth-ionosphere waveguide model of Kikuchi and Araki (1979, JATP).

## 電子放射線帯変動におけるプラズマ波動の役割

小原隆博(1, 2)

(1) 情報通信研究機構(NICT) 電磁波計測部門

(2) 宇宙航空研究開発機構(JAXA) 総合技術研究本部

### Role of plasma waves for the radiation belt variation

Takahiro Obara (1, 2)

(1) National Institute of Information and Communications Technology

(2) Institute of Space Technology and Aeronautics, JAXA

Electron radiation belt changes its shape so much when the geomagnetic storm takes place. Large depletion of highly energetic electrons occurs during the main phase of the magnetic storm, while a large increase in the flux of highly energetic electrons is seen during the recovery phase of the storm. We have examined the role of plasma waves in the electron radiation belt based on the MDS-1 observations. We have found the spatial coincidence between the peak location of electron increase and the intense plasma waves. We further found that increase of electrons occurs without geomagnetic storm if there are intense plasma waves and sufficient seed electrons. Loss of electrons in the slot region was also examined by means of MDS-1 data. Time constant of electron loss in the slot region became shorter compared with observations in 1960s, which might be due to the change of plasma wave activities in the slot region for 40 years.

電子放射線帯は、磁気嵐によって大きく変動するが、その変動において、波動が重要な役割を担っていると思われる。そこで、最近の衛星、MDS-1 の観測データを解析することにより、上記の点について、研究を実施した。強い波動の出現は、磁気嵐の大きさと強い関係があることが指摘されていたが、MDS-1 の電子観測から、再生される外帯の中心が、波動の発生位置と一致することが判明した。波動のエネルギーの10%程度が、何らかの機構で電子にわたれば、MeV 電子の増加をまかなえることも、明らかになった。この事は、内部加速が、実際に起こっている証左としての意味を持つ。一方、放射線帯電子の消失においても、波動は重要な役割を担っている。最も、顕著な例として、スロットにおける電子ロスがある。非常に大きな磁気嵐では、スロット領域がMeV 電子で埋められることがあるが、電子は直ちにロスを開始し、下表のような時定数で減少していった。MDS-1 は、CRESS と、概ね等しい時定数であるが、1960年代に比べて、大きな変化が認められている。

	MDS-1	CRESS	1960s
L = 2.6 - 3.0	1.5 days	2 days	5 days
L = 2.4	4 days	4 days	8 days
L = 2.2	8 days	-	16 days

スロット領域における電子消失の時定数の変化

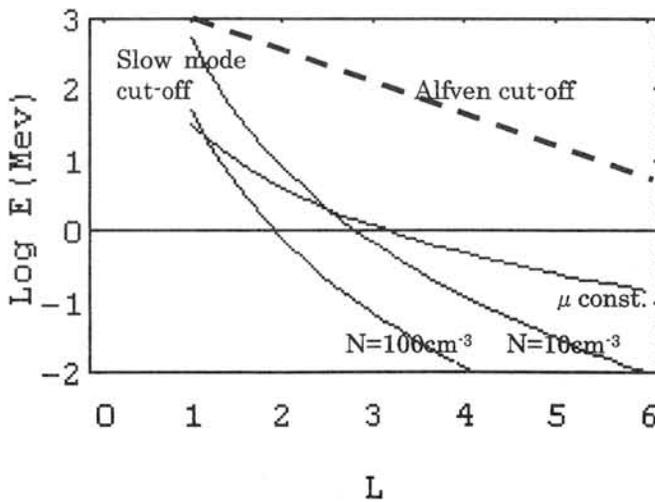
Slow mode が引き起こす磁力線沿いのプラズマ運動について

坂 翁介 (国立高等専門学校機構、久留米高専)

Field-aligned plasma flow associated with slow mode waves

O. Saka (Kurume National College of Technology, Kurume)

The slow mode waves accelerate or decelerate the plasma flows along the field lines. The energy that switches the field-aligned behavior from acceleration to deceleration is referred to as “cut-off energy”. The particles above the slow mode cut-off energies are decelerated along the field lines. The particles below the cut-off energies are accelerated. The cut-off energies are in a range of a few keV for low density and weak fields ( $10^{11}\text{cm}^{-3}$ , 10nT) condition. Those energies increased to 1 MeV for high density and strong fields ( $10^{14}\text{cm}^{-3}$ , 1300nT) condition. To emphasize the field intensity dependence of the cut-off energy, the cut-off energies are plotted in the Figure as a function of the L for different plasma densities. A  $\mu$  constant line and Alfvén cut-off line are added for comparison.



## JARE-44 における無人磁力計観測 — 初期結果 —

○門倉昭、山岸久雄 (極地研)、中野啓 (静岡大)、マイク・ローズ (英国南極局)

### Unmanned magnetometer observation in JARE-44 - preliminary result

A. Kadokura, H. Yamagishi (NIPR), K. Nakano (Shizuoka Univ.), Mike Rose (BAS)

In JARE-44, four LPMs (Low Power Magnetometers), which were developed at British Antarctic Survey (BAS) for the purpose of the unmanned magnetic observation, were set at four sites (Table 1). Three LPMs were set at nearby area around Syowa Station, about 80 km apart from Syowa, at Skallen, Omega Cape, and H100 (Fig. 2), and the other was set at Dome Fuji Camp. Figure 1 shows the LPM at Omega Cape. The LPM consists of one 3-axis fluxgate magnetometer (1 nT resolution), thermometer, GPS receiver, and a data logger. Power is supplied by a solar battery (40W max.) and four re-chargable lead acid batteries (100Ah). Power consumption depends on the sampling rate: 0.42/0.08/0.05W for 1/10/60 seconds. During the period of the polar night, the LPM makes the sampling rate slower down automatically, judging the decrease of the battery voltage. Sampled data were stored in a flash memory card (190MB). All the LPMs were set during austral summer. Whole the systems at Skallen and Omega Cape were recovered by snow vehicle during wintering and by helicopter during next austral summer, respectively, and stored at Syowa Station for the use in the JARE-45. As for the LPM at H100, only the logger box was recovered. At Dome Fuji, the operation was terminated during wintertime because the battery solution was frozen. The operation was re-started from December, 2003 with a new flash memory. At each site, the magnetometer data were recorded normally through the operation period. In our presentation, we will show the performance of the LPM at each site, and an example of an event study using the LPM data with the magnetic and auroral observation data at Syowa Station.

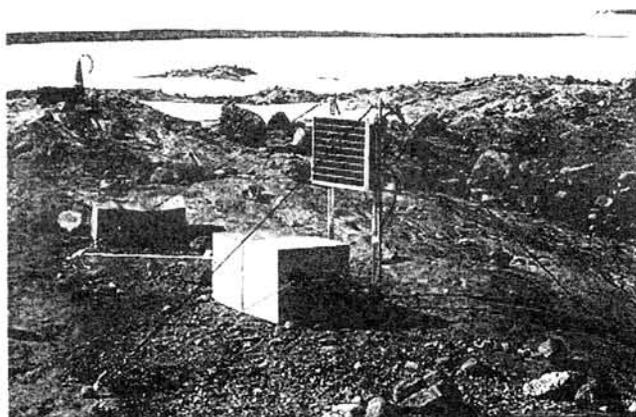


Fig. 1. LPM at Omega Cape

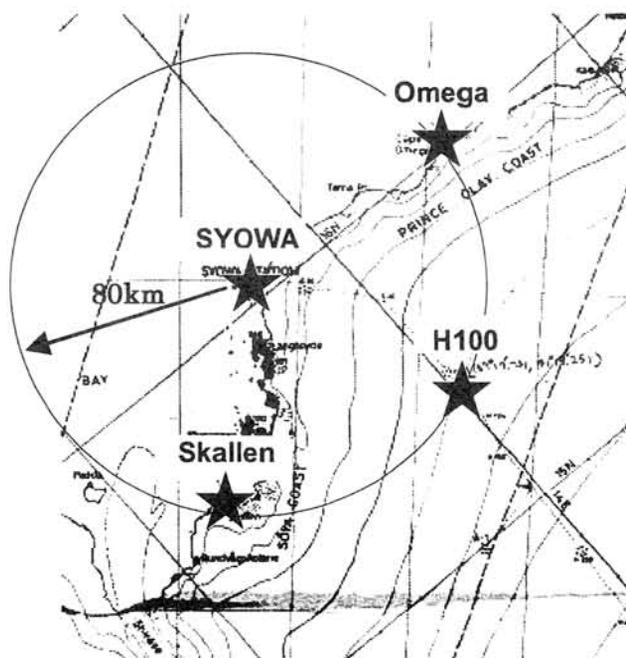


Fig. 2. LPM around Syowa Station

Table 1. Site information of the LPM in JARE-44

SITE	Latitude	Longitude	Altitude (m)	START	END	DAYS
H100	-69°17'44?	41°19'15?E	1,317	2003.01.02	2003.10.22	293
Skallen	-69°40'24?	39°24'07?E	16	2003.01.15	2003.10.14	272
Omega	-68°34'39?	41°04'54?E	161	2003.01.31	2004.01.28	362
Dome Fuji	-77°19'01?	39°42'12?E	3,810	2003.02.06	2003.05.29	112

## 南極大陸の皆既日食時に観測された共役点電離圏擾乱

**Conjugate Ionospheric Disturbances affected by the 23 November 2003 Solar Eclipse**

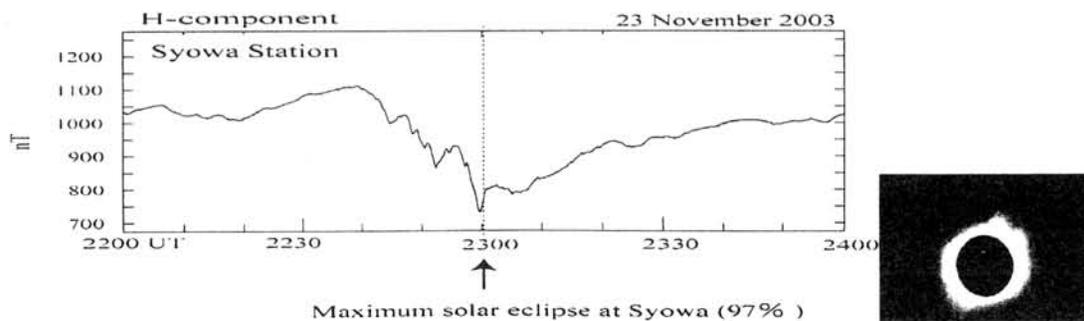
○佐藤夏雄、門倉 昭 (極地研)、Thorsteinn Saemundsson (アイスランド大)、Yuichi Shinkai (総研大・極域科学専攻)、中野 啓 (静岡大・工)、行松 彰 (極地研)、小川忠彦、藤井良一 (名大・STE 研)、Steve Milan, Mark Lester (レスター大学)、H. Hu (中国極地中心)

\*Natsuo Sato (1), Akira Kadokura (1), Thorsteinn Saemundsson (2), Yuichi Shinkai (3), Kei Nakano (4), Akira S Yukimatu (1), Tadahiko Ogawa (5), Ryoich Fujii (5), Steve Milan (6) and Mark Lester (6), H. Hu (7)

(1) National Institute of Polar Research (2) University of Iceland (3) The Graduate University for Advanced (4) Shizuoka University (5) Nagoya University (6) University of Leicester, UK, (7) Polar Research Institute of China

A total eclipse of the Sun was observed in Antarctica on 23 November 2003. This astronomical event is a unique opportunity to examine how the solar eclipse affects the ionosphere, not only in the Southern Hemisphere but also in the conjugate Northern Hemisphere. We examined magnetometer data obtained in Antarctica and their conjugate observatories in Iceland, Scandinavia and Greenland together with the conjugate-pair SuperDARN HF radars. The magnetometer data showed that ionospheric disturbances occurred in both hemispheres at the time of the solar eclipse.

2003年11月23日に南極大陸上空で皆既日食が観測された。この日食では、ドームふじ観測拠点は皆既帯に位置し、また、昭和基地では23:02UTに最大97%の部分食になった。オーロラ帯付近での皆既日食現象にともなう電離圏現象の報告は皆無に等しい。日食時には、月の影による日陰の影響で電離圏に局所的な電子密度の減少領域が発生し、その領域が超高速で移動することが予測される。極域で起こるこのユニークな局所的な電子密度の減少現象が、南極域の電離圏だけでなく、共役点の北半球の電離圏にどのような影響を及ぼすのかは興味深い。磁場データは、南半球の昭和基地をはじめ、ドームふじ観測拠点、中山基地、ケーシ基地、など。また、北半球では、地磁気共役点付近に位置するアイスランドとIMAGE磁力計網、及び、グリーンランド磁力計網を用いた。さらに、共役点視野のSuperDARNレーダーも参照した。その結果、22:40UT付近からH成分にネガティブな緩やかな変動が昭和基地とIMAGE磁力計網で観測された後、昭和基地で最大部分食となる23:00UT付近にはインパルスなネガティブベイが昭和基地とアイスランド、及び、IMAGE磁力計網で観測された。



## F 領域イオン温度分布とプラズマ対流パターン

○前田佐和子<sup>(1)</sup> 野澤悟徳<sup>(2)</sup> 小川泰信<sup>(2)</sup> Asgeir Brekke<sup>(3)</sup> 大山伸一郎<sup>(4)</sup>

(1) 京都女子大学現代社会学部

(2) 名古屋大学理学部太陽地球環境研究所

(3) トロムソ大学物理学科

(4) アラスカ大学フェアバンクス校地球物理研究所

**Relationship between F-region Ion Temperature Distribution and Plasma Convection Pattern**Sawako Maeda<sup>(1)</sup>, Satonori Nozawa<sup>(2)</sup>, Yasunobu Ogawa<sup>(2)</sup>, Asgeir Brekke<sup>(3)</sup>, Shin-ichiro Oyama<sup>(4)</sup>

(1) Kyoto Women's University

(2) STEL, Nagoya University

(3) Institute of Mathematical and Physical Science, University of Tromsø

(4) Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks

A simultaneous measurement of the ion temperature by the EISCAT UHF radar at Tromsø (UHF radar) and the EISCAT Svalbard radar at Longyearbyen (ESR) was performed in a special program experiment between 10:00 UT in July 09 and 13:00 UT in July 10, 2001. The 27 hours experiment with the UHF radar and the ESR was carried out by using the north and south beams with the low elevation angle of 30 degree combined with the cp2-type beams in order to investigate the energetics along the low-latitude boundary of the polar cap and the auroral zone. The temperatures measured by the beams with various aspect angles were converted to the field-aligned temperatures taking into account the anisotropy when they were compared with each other.

The main results are as follows. The ion temperature around 300 km height went up to be 1400 K above the Tromsø site for a few hours after the local midnight on July 10. The increase of the ion temperature was observed with the north beam of the UHF radar from 02MLT to 06MLT. The high temperature region appeared at south beam of the ESR from 04 MLT to 07MLT. At 12 MLT, the ion temperature above the ESR site was highest among the others.

From an inspection of the magnetic field variations measured by the IMAGE ground-based magnetometers, it was suggested that the high temperature region after the local midnight corresponded to the region of the southwestward auroral current, and the high temperature region in the morning sector was coincident with the region of the convection reversal. It was found that the dayside ion temperature was high in the polar cap of high-speed antisunward flow from the DMSP plasma drift data.

EISCAT UHF レーダー (UHF レーダー) と EISCAT Svalbard レーダー (ESR) は、それぞれ磁気緯度  $66.54^\circ$  と  $75.12^\circ$  に位置し、オーロラ帯と極冠帯低緯度境界の力学、エネルギー力学を比較研究するうえで、最適のデータセットを提供する。われわれは、この特性を生かして、緯度方向の温度分布を詳細に調べるために、2001年7月9~10日の連続27時間の特別観測を行った。観測は、CP2タイプのアンテナビームに仰角30度の南北ビーム (UHFは南北、ESRは南のみ) を加えたモードで行われた。今回の講演では、F領域イオン温度の解析結果を報告する。真夜中から真昼にかけて、緯度方向に局在する高温領域が観測された。IMAGE 磁場観測チェーンのデータから導いた等価電流系を重ねると、真夜中付近では Tromsø 上空に見られた南西方向のオーロラ電流域、朝側は、太陽方向と反太陽方向の対流逆転領域、真昼は、反太陽方向の大きな対流速度を持つ極冠域に高温領域が一致することが明らかになった。DMSP 衛星プラズマドリフトデータによっても、昼間側の反太陽方向のドリフトが観測された。また、09UT 付近では、カスプタイプの降下粒子も観測されている。

講演では、これらの解析結果を報告する。

## SuperDARN および GEONET による大規模 TID の観測

○西谷 望・小川忠彦・津川卓也・大塚雄一(名大 STE 研)、W.A. Bristow(アラスカ大学)、  
齊藤昭則(京大理学研究科)、菊池崇(NICT)、佐藤夏雄(極地研)

## Observation of Large-scale TIDs by SuperDARN and GEONET

N. Nishitani, T. Ogawa, T. Tsugawa and Y. Otsuka (STELAB, Nagoya U.), W.A. Bristow (Univ. of Alaska), A. Saito (Kyoto Univ.), T. Kikuchi (NICT), and N. Sato (NIPR)

We present results of the comparison between mid-latitude LSTIDs observed by the GPS network in Japan and the ionospheric disturbances observed by the SuperDARN radar. We found one example where ground scatter echoes observed by Alaskan SuperDARN radars have long-period (50 to 60 minutes) oscillation in the Doppler velocities, probably corresponding to the vertical oscillation of the ionosphere, about 2.5 hours prior to the observation of mid-latitude LSTIDs.

SuperDARN レーダーネットワークは、電離圏対流だけではなく、伝搬性電離圏擾乱(TID)等の電離圏内の波動現象もとらえることができる。Bristow et al. (1998)は、レーダーで観測された中規模 TID の特性について、統計解析を行っている。一方日本国内の様な中緯度領域においても、大小様々な空間スケールを持つ TID 構造が GPS ネットワークや大気光イメージャ等により観測されており、このうち周期が1時間程度で1000km程度の空間スケールを持つ LSTID と呼ばれる大規模伝搬性電離圏擾乱については、極域における地磁気擾乱により励起された重力波が赤道方向に伝搬してきたものだという説明が一般的である。ところが、極域から中緯度実際にどのような過程で擾乱が伝搬して来るかについては、計算機シミュレーションも多数行われているが、不明な点が数多く残されている。

今回我々は、日本国内の国土地理院 GPS ネットワークで観測された大規模伝搬性電離圏擾乱(LSTID)と、アラスカ SuperDARN レーダーで観測された電離圏変動との比較を行った。観測期間およびデータ処理状況の問題から、これまで比較を行った期間は 2002 年後半の半年間のみであるが、観測期間(もしくは十分なエコーが受かっている期間)に一致している例は7個あり、そのうちの2例で SuperDARN レーダーデータにおいて対応すると思われる現象が見いだされた。今回はその内の1例を紹介する。

1000km 程度の波長を持つ電子密度の波状構造を、SuperDARN レーダー電波の focusing-defocusing により生成されるエコー強度の波状構造としてとらえることは通常難しいが、ground scatter の Doppler 速度成分(電離圏の上下方向の運動速度に比例する)を確認したところ、1時間程度の変動を示していることが見出された。この周期変動は、日本で LSTID が観測される約二時間半前から始まっている。この変動が直接中緯度の LSTID と関連しているかについては更なる検討が必要であるが、両者の速度および時間的なずれについては非常に consistent な値を示している。また両者の周期については、SuperDARN による観測値(50 - 60 min.)の方が GEONET での観測値(約 70 min.)よりやや短い、Francis et al. (1974)が提案したオーロラジェット電流による重力波の励起・伝搬モデルにおいても遠方で周期が長くなる傾向にあり、今回の観測結果は理論による予測と一致している。

また講演においては、もしも可能ならば統計解析の状況およびその初期結果についても報告する予定である。

**Polar ionospheric disturbances observed by ESR during  
magnetospheric substorms of 25 September 1998**

Zhigang Yuan, Ryoichi Fujii, Satonori Nozawa, and Yasunobu Ogawa

Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, Nagaya, Japan

**Abstract.** We report the polar ionospheric disturbances observed with the European Incoherent Scatter Svalbard Radar (ESR) during magnetospheric substorms of 25 September, 1998. After a solar wind discontinuity at the Earth's magnetosphere at 2345 UT on 24 September, the field-aligned (FA) ion velocity displayed an upflow event in the topside ionosphere. This upflow, together with the northern polar wind simultaneously observed by POLAR spacecraft, confirmed that the outflow of  $O^+$  originated from the low-altitude ionosphere. During the periodic magnetospheric substorms between 0600 UT and 1600 UT on 25 September, the enhancements of the ion temperature implied that the convection electric field enhanced with the same period of the substorms defined by the periodic particle injections measured by the geosynchronous satellite. From the FA ion velocity, we can derive that the dayside polar cap in the vicinity of the cusp is a strongly-motive region for the neutral atmosphere during the substorms.

## 中緯度および極冠域の地磁気データを用いた沿磁力線電流分布の推定

○中野 慎也, 家森 俊彦  
(京都大学大学院理学研究科)

Estimation of global distribution of large-scale field-aligned currents  
from ground-based magnetic data at mid-latitude and polar-cap observatories  
○Nakano S. and T. Iyemori (Graduate School of Science, Kyoto University)

East-west geomagnetic disturbances at middle latitudes are mainly attributed to field-aligned currents. In the dark region of the polar cap where ionospheric conductivity is small and effects of ionospheric currents are negligible, geomagnetic disturbances are mainly attributed to field-aligned currents as well. We estimated global distribution of large-scale field-aligned currents from a combination of mid-latitude and polar-cap geomagnetic data with a simple inversion method. The results are consistent with the general pattern of field-aligned currents obtained by the past studies consisting of the Region-1 and Region-2 currents. On the basis of this estimation, we will discuss characteristics of variations in the distribution of field-aligned currents during geomagnetically disturbed conditions.

中緯度における地磁気東西成分の変動は、主として沿磁力線電流に起因するものと考えられる。また、極冠域の磁場変動も、電離層電流の効果が無視できる日陰では、沿磁力線電流の効果と考えられる。これらのことを踏まえて本研究では、中緯度の地磁気東西成分と極冠域の地磁気の水平2成分とを用いて、これらの磁場データの変動が沿磁力線電流の効果であることを仮定し、簡単なインバージョンを行うことで、沿磁力線電流分布を推定してみた。推定された分布は、過去の研究で衛星観測によって得られた Region-1, Region-2 電流のパターンと概ね一致した。この推定結果をもとに、磁気嵐時の沿磁力線電流分布の変化の特徴についても議論したい。

## 小規模沿磁力線電流の統計的研究

<sup>0</sup> 蓮沼 智幸[1]; 福西 浩[1]; 高橋 幸弘[1]; 長妻 努[2]; 片岡 龍峰[2];

([1]東北大学・理・地球物理、[2] 情報通信研究機構)

### Statistical study of small-scale field-aligned currents

<sup>0</sup> Tomoyuki Hasunuma[1]; Hiroshi Fukunishi[1]; Yukihiro Takahashi[1]; Tsutomu Nagatsuma[2]; Ryuho Kataoka[2]

([1]Department of Geophysics, Tohoku Univ. [2]National Institute of Information and Communications Technology)

Field-aligned currents (FACs) play the most important role in the magnetosphere-ionosphere coupling system. Magnetic field observations with spacecraft provide us information not only on large-scale FACs such as 'Region 1' and 'Region 2' currents but also on small-scale FACs. Although large-scale FAC structures have been investigated in detail, studies of small-scale FAC structures remain preliminary. The purpose of this study is to investigate the characteristics and polar distributions of small-scale FACs and to clarify their contributions to the magnetosphere-ionosphere coupling system. We analyzed the Akebono magnetometer data of 14,307 passes for 6 years with a new FAC analysis method using FFT. The results obtained on the dependences of small-scale FACs on interplanetary magnetic field (IMF) orientation and sunlit conditions are as follows. Firstly, the intense regions of small-scale FACs show a concentration from the dayside cusp to the polar cap region for positive  $B_z$ . In contrast, these FAC intense regions spread over the entire auroral oval for negative  $B_z$ . Secondly, the intense FAC regions shift to the afternoon sector for positive  $B_y$ , and to the morning sector for negative  $B_y$ . Thirdly, the intense FAC regions are concentrated in the dayside cusp region on dark conditions. In contrast, the intense regions spread over the dayside auroral oval in sunlit conditions. These results suggest that the small-scale FAC regions spread with increase in the ionospheric conductivity. Further, it is suggested that small-scale FAC densities also increase depending on the ionospheric conductivity, and that the averaged values of FAC densities on sunlit conditions are 1.5-2 times larger than those on dark conditions.

### ジオスペース探査ミッションの提案

三好由純<sup>(1)</sup>、塩川和夫<sup>(1)</sup>、関華奈子<sup>(1)</sup>、家田章正<sup>(1)</sup>、小野高幸<sup>(2)</sup>、飯島雅英<sup>(2)</sup>、長妻努<sup>(3)</sup>、小原隆博<sup>(3)</sup>、高島健<sup>(4)</sup>、浅村和史<sup>(4)</sup>、笠羽康正<sup>(4)</sup>、松岡彩子<sup>(4)</sup>、斉藤義文<sup>(4)</sup>、斉藤宏文<sup>(4)</sup>、平原聖文<sup>(5)</sup>、利根川豊<sup>(6)</sup>、遠山文雄<sup>(6)</sup>、田中真<sup>(6)</sup>、能勢正仁<sup>(7)</sup>、笠原禎也<sup>(8)</sup>、湯元清文<sup>(9)</sup>、河野英昭<sup>(9)</sup>、吉川顕正<sup>(9)</sup>、海老原祐輔<sup>(10)</sup>、行松彰<sup>(10)</sup>、佐藤夏雄<sup>(10)</sup>、渡部重十<sup>(11)</sup>、SGEPSS 内部磁気圏分科会

(1)名古屋大学 STE 研、(2) 東北大学、(3) NICT、(4) JAXA/ISAS、(5) 立教大学、(6) 東海大学、(7)京都大学、(8)金沢大学、(9)九州大学、(10)極地研究所、(11)北海道大学

### A Satellite Mission to Investigate the Geospace

Y. Miyoshi<sup>(1)</sup>, K. Shiokawa<sup>(1)</sup>, K. Seki<sup>(1)</sup>, A. Ieda<sup>(1)</sup>, T. Ono<sup>(2)</sup>, M. Iizima<sup>(2)</sup>, T. Nagatsuma<sup>(3)</sup>, T. Obara<sup>(3)</sup>, T. Takashima<sup>(4)</sup>, K. Asamura<sup>(4)</sup>, Y. Kasaba<sup>(4)</sup>, A. Matsuoka<sup>(4)</sup>, Y. Saito<sup>(4)</sup>, H. Saito<sup>(4)</sup>, M. Hirahara<sup>(5)</sup>, Y. Tonegawa<sup>(6)</sup>, F. Toyama<sup>(6)</sup>, M. Tanaka<sup>(6)</sup>, M. Nose<sup>(7)</sup>, Y. Kasahara<sup>(8)</sup>, K. Yumoto<sup>(9)</sup>, H. Kawano<sup>(9)</sup>, A. Yoshikawa<sup>(9)</sup>, Y. Ebihara<sup>(10)</sup>, A. Yukimatsu<sup>(10)</sup>, N. Sato<sup>(10)</sup>, S. Watanabe<sup>(11)</sup>, and the Inner Magnetosphere Subgroup in the SGEPSS.

(1) STEL, Nagoya University, (2) Tohoku University, (3) NICT, (4) JAXA/ISAS, (5) Rikkyo University, (6) Tokai University, (7) Kyoto University, (8) Kanazawa University, (9) Kyusyu University, (10) NIPR, (11) Hokkaido University

We propose the Geospace satellite mission which investigates the energetics and plasma environment of the inner magnetosphere with the GTO orbit. In the inner magnetosphere, the energetic populations of trapped particles that contribute the radiation belts and ring current are drastically changed during the geomagnetic storms. Together with such energetic particle dynamics, several interesting auroral phenomena and field dynamics (e.g. SAPS/SAID) in aurora and sub-aurora latitude would be important subjects of the Geospace mission. A contribution to auroral study by the Geospace satellite and correlative investigation with ground based observations will be discussed.

ジオスペース領域は、プラズマ圏・リングカレント・放射線帯といったエネルギーの異なる粒子が共存し、かつ磁気嵐時に相対論的電子の生成が起こるなど、ダイナミクスに富んだ領域である。一方、静止軌道を含むオーロラ帯およびサブオーロラ帯においては、地上からオーロラ、パルセーティングオーロラ等の研究がなされているが、それらのメカニズムの詳細は、未解明の点が多い。また SAPS/SAID といったサブオーロラ帯に局在化した電場構造の存在が注目されているが、電離圏側での観測が主であり、磁気圏側での観測との比較が重要となる。本講演では、提案中のジオスペースミッションによるオーロラ帯、サブオーロラ帯の研究の提案を行う。また、近年活発に展開されている磁場、レーダー、光学観測といった中低緯度地上観測と、ジオスペースにおける衛星観測との連携の重要性を議論する。

## 惑星リモートセンシング用気球搭載望遠鏡の開発

田口 真(国立極地研究所)、吉田和哉、中西洋喜(東北大学大学院工学研究科)、  
高橋幸弘、坂野井 健(東北大学大学院理学研究科)

## Development of a balloon-borne telescope for remote sensing of planets

Makoto Taguchi (National Institute of Polar Research),

Kazuya Yoshida, Hiroki Nakanishi (Graduate School of Engineering, Tohoku University),  
Yukihiro Takahashi, and Takeshi Sakanoi (Graduate School of Science, Tohoku University)

For the first step to realize remote sensing of planets by a balloon-borne telescope subcomponents of the telescope system have been developed and evaluated. Frequency response of a tip-tilt mirror mount used for star-image stabilization shows flat response at frequencies below 10Hz but the amplitude and phase of mirror movement become  $-3\text{dB}$  and  $-90^\circ$ , respectively at a frequency of 100Hz. A sun sensor using a two-dimensional position sensitive detector has been developed and its signal and noise levels under operating condition have been measured to be more than 3.5V and less than 10mV or  $0.075^\circ$ . A control momentum gyro and a three-axes stabilized model gondola with three orthogonal momentum wheels have been developed for laboratory experiments of attitude control, and their performance will be tested.

惑星大気・磁気圏の撮像観測を目指して、気球搭載望遠鏡の開発を進めている。2003年度から気球ゴンドラ制御機構、望遠鏡システムの概念設計とコンポーネントレベルの基礎実験を行っている。特に、天体追尾の鍵となる、ゴンドラ方位角制御機構及びティップティルトミラーを使った星像安定化機構の検討及び試作を行った。また、方位角センサーとしてサンセンサーを試作した。

ティップティルトミラーマウントを外部からの正弦波で振動させて、周波数特性を取得した。その結果、以下のことがわかった。10Hz以下の周波数ではミラーマウントは外部制御信号に対して減衰や位相遅れなく応答する。しかし周波数約100Hzで振幅は約3dB落ち、位相は約 $90^\circ$ 遅れる。X方向、Y方向で応答特性の違いはない。歪みゲージを使った閉ループ制御よりも開ループ制御の方がやや高い周波数まで応答する。外部制御信号の振幅による周波数特性の違いはない。結論として、数十Hzより低い周波数の星像の動きに対してはこのティップティルトミラーで追従できると言える。

直径 $400\mu\text{m}$ のピンホールと有効受光面長12mm角の2次元位置検出フォトダイオードを使用したサンセンサーを試作した。X(方位角)方向、Y(高度角)方向ともに $\pm 45^\circ$ までの入射角に対して、リニアに $\pm 6\text{V}$ の電圧出力が得られる設計である。実際に太陽光を使って機能を確認したところ、光量出力3.5V以上(推奨動作時光量出力1~10V)、ノイズレベルとしては10mV以下、角度に換算して $0.075^\circ$ 以下となり、ゴンドラ方位角制御用センサーとしては十分な性能を持つことがわかった。

ゴンドラ方位角制御系としてはControl Momentum Gyro (CMG)を製作した。これは定速回転するモーメントホイールの傾きを変えることで、角運動量制御を行う装置である。CMGのトルク測定、姿勢制御の精度測定を今後行う。またそれとは別に、リアクションホイールを3軸に取り付けた実験用ゴンドラモデルにジンバル機構を備えさせて、天体を追尾する実験を行う。

## 南極昭和基地大型大気レーダー計画(PANSY)の現状

佐藤 薫・堤 雅基・麻生武彦(極地研)・佐藤 亨 (京大院情報)・山内 恭・江尻全機(極地研)

## Current status of Program of the Antarctic Syowa MST/IS radar

K. Sato, M. Tsutsumi, T. Aso (NIPR), T. Sato (Kyoto Univ), T. Yamanouchi and M. Ejiri (NIPR)

## 1. Introduction

PANSY is a plan to introduce the first MST (Mesosphere-Stratosphere-Troposphere) /IS (Incoherent Scatter) radar, which is a VHF monostatic pulse Doppler radar, in the Antarctic to Syowa Station (39E, 69S) as an important station observing the earth's environment with the aim to catch the climate change signals that the Antarctic atmosphere shows. This radar consists of about 1000 crossed Yagi antennas having a power of 500kW which allows us to observe the Antarctic atmosphere in the height region of 1-500 km. The interaction of the neutral atmosphere with the ionosphere and magnetosphere as well as the global-scale atmospheric circulation including the low and middle latitude regions are also targets of PANSY. The observation data with high resolution and good accuracy obtained by the PANSY radar are also valuable from the viewpoint of certification of the reality of phenomena simulated by high-resolution numerical models. The current status of this project is reported here.

## 2. Improvement of radar system design

**2.1 Class-E amplifier** An important problem is a limited supply of electricity at Syowa Station. The current total electric power to maintain all operations at Syowa Station is about 200kW, while the needed power consumption was about 120kW for the operation of the radar using the same type of amplifier of the MU radar and equatorial atmosphere radar which are models of the PANSY radar. Thus, we developed a new type of amplifier (class-E amplifier) and succeeded in significant reduction of needed power consumption down to about 60kW, which is realistic for the operation at Syowa Station.

**2.2 Antenna design** As the radar construction must be completed in the short summer period in the Antarctic, antenna should be designed to be light and easily assembled. We placed two sets of antenna at the candidate of radar location at Syowa Station in January of 2003 to survey issues on the construction in the windy and cold climate, and monitored them over a year when we had 15 blizzards with the most severe wind gust of 51.9m/s. We have confirmed that the stay cables are effective to reduce the vibration of the antenna and to support it against wind pressure. Based on the results of the environmental test of the antenna, we improved the antenna design and placed them again at the same location in 2004. The newly designed antenna has a weight of about 14kg and the time needed for the assembly is reduced to about half an hour.



Dummy antennas placed at Syowa Station in 2004

## 3. Survey at Syowa Station

In addition to the environmental test using dummy antenna described above, we made several kinds of survey at Syowa Station. The first is a topographical survey in summer of 2002 and 2003 to determine the candidate of radar location. The second is clutter identification performed in 2003. A pulse with a 1μsec or 10μsec length was emitted and their echoes (clutters) from Antarctic continent situated about 4 km east of Syowa Station and icebergs were observed. Clutters were too weak to be detected, indicating that the location is suitable to the radar observation. Third, the snow depth was examined by taking aerophotographies and by using a snow ruler after A-class blizzard.

## 3. Balloon observation related to PANSY

To make scientific issues by the PANSY radar more concrete, several balloon observation campaigns were made. A meridional scan of the stratosphere by radiosonde observations was made on a research vessel in the Pacific in the latitude range of 28N to 48S at a latitudinal interval of 1 degree in December of 2001 in order to examine gravity wave energy as a function of latitude. A poleward propagation of gravity waves generated in the Intertropical Convergence Zone (ITCZ) was detected (Sato et al., JGR, 2003). Intensive observations were performed at Syowa Station. 320 radiosondes were launched in ten days of each month of March, June, October, 2002 and December 2003 at a time interval of 3 hours to examine temporal phase changes of gravity waves and their seasonal dependence. 95 ozonesondes and 50 radiosondes were launched in June to December including the time periods of the Antarctic ozonehole formation and the recovery phase of the ozone layer. This campaign includes 7 ECC and optical ozonesondes observations by high-altitude balloons up to an about 40 km altitude. The ozone hole in 2003 was developed to be one of the largest in the past.

## 4. Future issues of radar construction

Although Syowa Station is located at a rocky island, it turned out by geographical survey that most of the radar location is covered with soft sand made by wind erosion, which makes it difficult to take an anchor. The method of foundation construction is the next issue to be overcome. Environmental tests of antenna modules and operation tests using a minimum system will be also made in the near future.

## SENSU 昭和 SuperDARN レーダーの ステレオレーダー化及びデジタル受信機導入計画

行松彰、堤雅基、佐藤夏雄、Mark Lester  
国立極地研究所、レスター大学

### New implementation of Stereo radar system and digital receivers in the SENSU Syowa SuperDARN HF radars

A. Sessai Yukimatu, M. Tsutsumi, N. Sato and M. Lester  
National Institute of Polar Research  
University of Leicester, U.K.

We plan a new implementation of Stereo radar system and digital receivers in the SENSU Syowa SuperDARN HF radars in early 2005 (JARE46). CUTLASS type Stereo radar system, developed by Leicester group, U.K., and by which the existing SENSU Syowa South radar will be replaced, can transmit two pulse trains with dual frequencies simultaneously with independent pulse width and beam direction, and hence will act as two independent radars and provides us with greater flexibility of the radar operation than ever, e.g., simultaneous global and higher temporal and/or spatial resolution observations. Digital receiver technology, recently made available at considerably lower cost, provides more flexibilities, e.g., programmable bandwidth with multiple receivers connected to one analogue inputs, as well as technical advantage such as no DC offsets of IQ outputs. Moreover, if we apply multiple digital receivers which receives each antenna output, arbitrary beam forming (for receiving path) can be made and consequently super azimuthal resolution observation can also be possible. Based on the achievement we made using current radar system so far, future perspective using the new technique will be discussed.

1995年のSuperDARN (Super Dual Auroral Radar Network) 発足時以来参加し観測を行ってきた南極昭和基地における SENSU Syowa SuperDARN HF レーダー2基は、これまで、SuperDARNの一翼を担いながら、多くの生産的な研究成果を生み出してきた。

第46次南極地域観測隊宙空系では、この第1 (SENSU Syowa South) レーダーを、英国レスター大学設計・製作による、CUTLASS レーダータイプのステレオレーダーを導入し更新する計画である。ステレオレーダーとは、同時に2つの異なった周波数のパルス列をほぼ同時に (少し時間をずらして) 送信し、且つ又、同一のアンテナ入力を2つの受信機に分割して入力・処理することにより、1台のレーダーがあたかも2つの独立したレーダーであるかの如く稼動するものである。この2つの周波数に対応する2つのチャンネルは、異なったビーム方向に、異なったパルス幅でも送受信可能である為、観測運用をより柔軟をすることが可能となり、これまで困難であって且つ重要性の認められる広域プラズマ対流観測と高時間・高空間分解能観測との同時観測等も実現可能となる。

近年発展の著しいデジタル受信機を複数持ち込み、これを短波レーダーに組み込むことも計画している。これにより、更により柔軟性に富む観測、運用が可能となると期待される。例えば、アナログ受信機ではほぼ固定設定であった受信帯域幅をソフトウェアで自由に設定可能となり、また、ひとつのアナログ入力に対して複数の独立したデジタル受信機を動作させることも可能となる。送信周波数と受信周波数を異なる設定にすることさえ可能である。更には、複数あるアンテナの個々に、別々の複数のデジタル受信機を接続することにより、受信パスにおいて任意のビーム形成も可能となり、結果として、1ビーム内を分解する様な高分解能観測も可能となると考えられる。

第2 (SENSU Syowa East) レーダーに対しては、干渉計アンテナを追加する予定であり、これにより、第2レーダーの有用性も増大することとなる。

これまでに得られた成果をもとに、これらの新しい技術の導入により、今後何がなし得るかについて、詳細な議論を行う予定である。

## 北海道大型 HF レーダーによる電離圏・熱圏・上部中間圏ダイナミクス研究計画

○西谷 望・小川忠彦・大塚雄一・塩川和夫(名大 STE 研)、菊池 崇(情報通信研究機構)、佐藤夏雄・行松 彰(極地研)、齊藤昭則(京大理学研究科)、細川敬祐(電気通信大学)、他

## Plans for Hokkaido HF radar

N. Nishitani, T. Ogawa, K. Shiokawa and Y. Otsuka (STELAB, Nagoya U.), T. Kikuchi (NICT),  
N. Sato and A.S. Yukimatu (NIPR), A. Saito (Kyoto Univ.), K. Hosokawa (UEC) and others

We present a plan of constructing a new HF radar in Hokkaido, northern Japan. Hokkaido is located at geomagnetic latitude of ~37 degrees, much lower than the existing SuperDARN radars. The radar can monitor the wide latitudinal range (38-65 degrees), which was not covered by using the existing radars. The present status of the radar, together with the details of the possible scientific targets, will be presented.

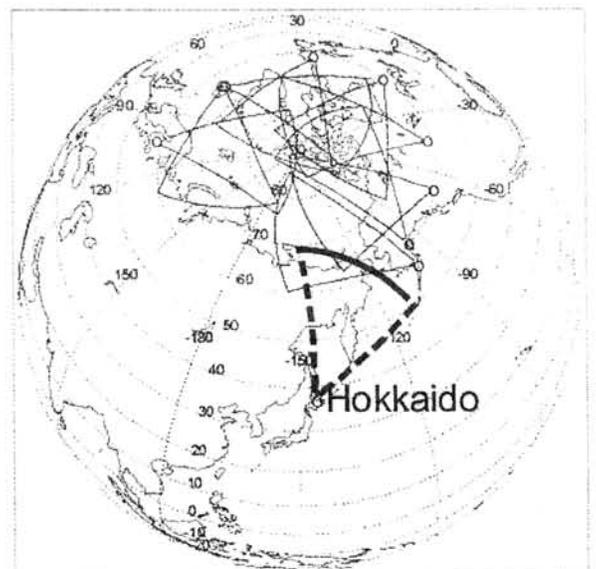
SuperDARN 短波レーダーは、1995 年の日本の参加に代表される本格的な運用開始以来、グローバルな電離圏プラズマ対流のダイナミクスを中心とした多岐にわたる研究成果を上げてきている。現在では、北半球に 9 基、南半球に 6 基の計 15 基のレーダーが稼働し、継続的にデータを取得しており、近い将来に新レーダーを建設する計画もいくつか提案されている。ただし、既存のレーダーは全て地磁気緯度で約 55 度より高緯度側に位置しており、その結果、F 層電離圏を観測出来る有効視野は地磁気緯度で約 60 度以上に限られる。このため、地磁気活動擾乱時には、極域対流パターンのかんりの部分はレーダーの視野からはずれてしまうことになり、cross-polar-cap potential や対流領域の低緯度側境界の位置等、様々な重要なパラメータを得ることが不可能になってしまう。宇宙天気等の研究にも重大な障害となっている。

これを解決するために、我々は中緯度領域にあたる北海道内に新たにレーダーを建設することを提案している。北海道内にレーダーを設置すれば、地磁気緯度にして 38~65 度にわたる領域をカバーすることができる。また、SuperDARN レーダーは、電離圏だけではなく、熱圏や中間圏の観測にも有効なことが最近判明してきた。北海道に HF レーダーを置けば、日本国内の GPS 観測網や大気光イメージングシステムやイオノゾンデ、またシベリア上空をカバーする King Salmon レーダー等とともに、極域から中低緯度領域にわたる一大観測網を形成することになり、この広い緯度範囲における電離圏・熱圏内のエネルギー伝搬のメカニズムを押さえることが可能となる。さらに、最近提案されているアメリカ北東部の中緯度 SuperDARN レーダーや大気光観測衛星等と密接に協力していくことも期待される。

北海道 HF レーダーで可能性のあるテーマは次のようなものが挙げられる。

1. 高地磁気活動時のグローバル電離圏対流ダイナミクス
2. 地磁気嵐時における電場の低緯度側への侵入メカニズム
3. トラフ・オーロラ帯低緯度側境界領域の研究
4. 低緯度オーロラ・SAR arc 等の現象発生メカニズムの研究
5. サブオーロラ帯から中緯度領域における ULF 波動の研究
6. 中緯度電離圏イレギュラリティ生成メカニズムの研究
7. 電離圏下部・熱圏における重力波およびプラズマ不安定現象の研究
8. 流星エコーによる下部熱圏中性風の研究
9. 夏期中間圏エコー観測による上部中間圏の研究

講演ではレーダー計画の最新状況および、上記サイエンステーマに関するさらに詳しい議論を行う予定である。



## DELTA campaign : 極域下部熱圏ロケット観測計画

○栗原純一、阿部琢美、小山孝一郎 (JAXA/ISAS)

DELTA campaign: sounding rocket experiment to study the Dynamics and Energetics of the Lower Thermosphere in Aurora

J. Kurihara, T. Abe, K.-I. Oyama (JAXA/ISAS)

We are conducting a sounding rocket experiment to study the upper atmospheric dynamics and energetics associated with the auroral activity of the lower thermosphere. The Japanese sounding rocket "S-310-35" will be launched from Andøya Rocket Range in Norway in December 2004, and thereby *in-situ* measurements of neutral temperature and density will be carried out in the altitudes from 100 to 140 km. Optical measurement of neutral atmosphere by ground-based Fabry-Perot Interferometer (FPI) and remote measurement of ionospheric plasma by European Incoherent Scatter (EISCAT) radars will be made simultaneously with the rocket experiment.

The coordinated observations of thermospheric neutral and ionospheric plasma parameters by the rocket, EISCAT, and FPI will be the first attempt for a study of the dynamics and energetics in auroral region. *In-situ* neutral temperature measurement of the lower thermosphere is a key in this project because it is generally considered difficult. Other ground-based instruments such as, sodium lidar, multi-wavelength photometer, and all-sky cameras will be operated during this campaign.

極域の下部熱圏ではオーロラ活動に伴って極めて激しい大気の運動が起こることが、近年の地上・衛星・ロケット観測などによって明らかになってきている。例えば、過去のロケット観測では大きな水平風速やその強い鉛直シアなどが非常に狭い高度範囲に局在していることがわかっているが、これはオーロラ活動によるジュール加熱・粒子加熱などの直接的な効果だけでは定量的に説明できないと考えられている。このような現象を理解するためには可能な限り多くのパラメータを高分解能で同時に観測することが必要である。ところが、温度や密度、組成といった中性大気に関する重要な情報は、これまで経験的モデルに頼ってきた。特に、温度については、これまで有効な観測手法がほとんど存在していなかったために観測的研究が非常に少なく、議論に耐えうるデータが得られていない。

そこでオーロラ活動に伴う大気擾乱現象の理解とそれを駆動する物理機構の解明を目的として、宇宙航空研究開発機構 (ISAS/JAXA) の S-310-35 号機観測ロケットによる下部熱圏の中性大気温度・密度の *in-situ* 測定、地上のファブリペロー干渉計 (FPI) による温度・風速の光学観測、さらに欧州非干渉 (EISCAT) レーダーによるプラズマの電波観測という 3 つの相補的な観測手法を組み合わせさせたキャンペーン観測 (DELTA キャンペーン) を 2004 年 12 月にノルウェーで実施する予定である。本発表ではこの計画の概要と現状について報告する。

## 宇宙環境シミュレータの開発と宇宙機環境解析

臼井英之(京大RISH)、岡田雅樹(極地研)、大村善治(京大RISH)、荻野竜樹(名大STE)、  
杉山徹(地球シミュレータセンター)、寺田直樹(名大STE)  
宇宙環境シミュレータプロジェクトチーム

### Development of geospace environment simulator and the application to the analysis of spacecraft environment

H. Usui(RISH, Kyoto Univ.), M. Okada(NIPR), Y. Omura(RISH, Kyoto Univ.), T. Ogino(STEL, Nagoya Univ.),  
T. Sugiyama(Earth Simulator Center), N. Terada(STEL, Nagoya Univ.),  
Geospace environment simulator project team

In the space development and utilization, it is very important to understand the interactions between spacecraft/structures and space plasma environment as well as the natural phenomena occurring in space plasma. In order to evaluate the spacecraft-environment interactions quantitatively to contribute to the progress of space utilization and space technology, we aim to develop a proto model of “Geospace environment simulator” by making the most use of the conventional full-particle, hybrid and MHD plasma simulations. The Geospace environment simulator can be regarded as a numerical chamber in which we can virtually perform space experiments and analyze the temporal and spatial evolution of spacecraft-environment interactions. The geospace environment simulator will be able to provide fundamental data regarding various engineering aspects such as the electrostatic charging and electromagnetic interference of spacecraft immersed in space plasma, which will be useful and important information in determining the design and the detailed specification of spacecraft and space system.

人類の持続的発展を維持するためには、その生存できる領域を拡大してゆく必要があり、宇宙開発・宇宙利用を進めてゆかなければならない。これまで、宇宙プラズマシミュレーションは、衛星観測により発見された様々なプラズマ現象の詳細解析用ツールとして主に用いられてきたが、それを発展させた形で、宇宙開発・宇宙利用に不可欠な飛翔体環境の定量理解とその宇宙技術開発へのフィードバックを目指し、工学的かつ実地的な宇宙仮想実験が出来る数値チェンバーである「宇宙環境シミュレータ」のプロトタイプ構築を進めている。この試みにより、これまでの宇宙プラズマ物理学の深化のための学術的なシミュレーションから、将来のエネルギー問題の解決策として検討されている宇宙太陽発電衛星等、将来の宇宙利用・技術開発に対して基礎的データを得ることが出来るシミュレーションへの質的変換をはかる。宇宙環境における飛翔体特性の定常解はプラズマシミュレーション以外でも得られるが、宇宙プラズマ特性を考慮した相互作用、非定常な応答等の解析には、宇宙プラズマ中の電子運動論的效果を取り入れた粒子モデルのプラズマシミュレーションが不可欠である。今回は、宇宙飛翔体からの能動的なプラズマ放出によって、宇宙機近傍環境がどのような影響を受けるか、放出プラズマダイナミクス変動を含めて議論を行う。

## 分散データベースと3次元可視化による新しい地球磁気圏研究手法

○村田 健史(愛媛大学総合情報メディアセンター), STARS チーム

## A New Paradigm for Research for Solar-Terrestrial Physics

Ken T. Murata (Center for Information Technology, Ehime University) &amp; STARS team

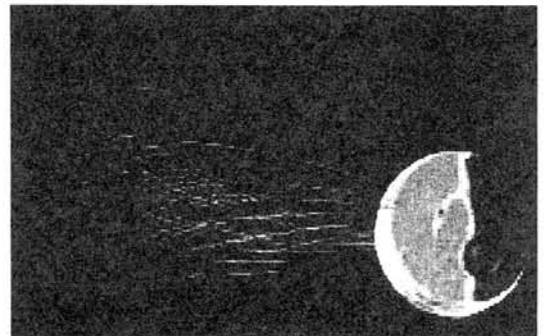
In the present paper, we show a new research environment system for solar-terrestrial physics. This system works on personal computers which are connected to the Internet. We download observation data files through the Internet and map these data on the system. We are also able to extract observation data from the 3-D system to use as initial conditions of 3-D computer simulations. As an environment of data assimilation, we can put both observation data and simulation data into the system. In our talk, we will demonstrate how our system works for researches in the solar-terrestrial physics, especially on the substorm studies in the Earth magnetosphere.

近年のITインフラ、特にネットワークの高速化とコンピュータ処理速度の向上により、これまでには不可能であった研究手法によるアプローチが、様々な研究分野において可能となりつつある。その結果、自然科学分野では、研究手法そのものが新しいパラダイムへと移行しつつあると言えるであろう。太陽地球系科学分野も例外ではない。他分野と比べて遜色ない、ブレイクスルーとなる研究結果を生み出すためには、新しい情報処理技術を活用した新しい研究手法が求められている。

太陽地球系科学分野の研究手法としては、これまで、地上や宇宙飛行体による観測データの解析がもっとも有効な方法であった。また、対象となる領域が巨大であるため、地球や宇宙空間の全体像を把握し、そのダイナミクスを理解する手法として、計算機シミュレーションも有効である。さらに、これらを通じて得られる知見をまとめたもの、またはこれらの研究手法の基礎として用いられるのがモデリングである。様々な時空間スケールで対象をモデリングすることが、太陽地球系科学分野において有効な手法であり、同時に研究の目的であるといえる。

観測データ解析においては、これまでの単一または少数のデータを使つての研究手法から、多くのデータを比較対照して総合的に地球および惑星圏を理解する研究手法が求められている。しかし、様々な領域で様々な観測データが観測・取得されている現在においても、これらのデータが立体的かつ有機的に利用されているとはいいがたい。したがって、あたかも研究者のローカルネットワーク上にデータが存在するかのように、ネットワークを介してデータを利用できる仕組みが必要である。もう一つの有効な研究手法である計算機シミュレーションを取り囲む環境も変ってきた。スーパーコンピュータの発展により、これまで2次元が中心であった計算機シミュレーションは、3次元空間を対象とした計算に移りつつある。2次元と3次元は、単に次元が一つ増加しただけではない。なぜなら、我々がデータ処理するコンピュータの端末は、ほとんどの場合が2次元ディスプレイ上に結果を表示するためである。しかし、3次元の計算結果を2次元で表現することは容易ではない。これまでにはなかった様々な可視化・データ処理手法が必要である。

本研究では、以上のITインフラを鑑みて、本研究分野において有効と思われる新しい研究手法を提案する。この研究環境では、(1)3次元プラズマシミュレーション(特にグローバルMHDシミュレーション)の時系列可視化が可能である、(2)衛星観測・地上観測を3次元空間で時系列に表示することができる、(3)様々なモデル(たとえばTsyganenkoモデル)を3次元可視化できる、などの特徴を持つ。本発表では、このような新しい研究環境によってこれまで困難であったようなことが可能になったのか、イベントを例に挙げて紹介する。特に、本システムにより、サブストーム現象をグローバルな視野で確認や、MHDシミュレーションとの融合(データ同化)の実現について紹介する予定である。



## 極域中間圏・下部熱圏領域でのエネルギー収支

○藤原 均[1], 前田 佐和子[2], 野澤悟徳[3]

[1] 東北大学 大学院理学研究科, [2] 京都女子大学 現代社会学部, [3] 名古屋大学 太陽地球環境研究所

## Energy budget in the polar mesosphere and lower thermosphere (MLT) region

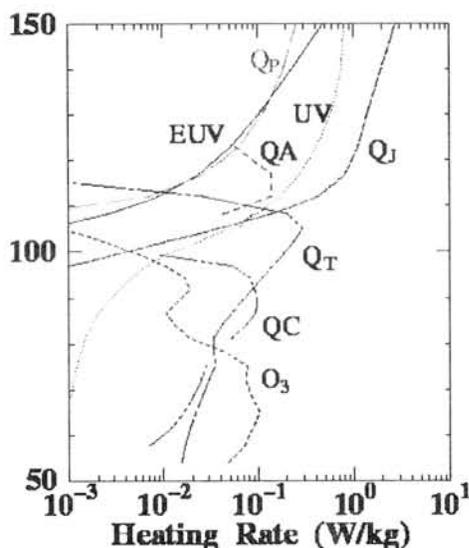
○Hitoshi Fujiwara [1], Sawako Maeda [2], Satonori Nozawa [3]

[1] Graduate School of Science, Tohoku University

[2] Faculty for the Study of Contemporary Society, Kyoto Women's University

[3] Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

From the recent studies on the mesosphere and lower thermosphere (MLT) region, some of the dynamics and energetics in the region have been revealed. For example, *Larsen* [2002] showed that horizontal wind field with strong vertical shears ( $> 50$  m/s/km) would be usually set up in the MLT region. In addition, *Maeda et al.* [2002] reported high ion and neutral temperatures in the dayside polar cap *E* region from simultaneous measurements by the EISCAT UHF radar at Tromsø and the EISCAT Svalbard radar (ESR) at Longyearbyen. In order to understand such phenomena, we should investigate momentum and/or energy budget, which will show temporal and spatial variation. Using data sets obtained from continuous observations, estimations of energy dissipation and transfer rates will become possible in the MLT region. *Fujiwara et al.* [2004] estimated both the turbulent and electromagnetic energy dissipation rates simultaneously in the polar lower thermosphere using the ESR Common Program 2 data. Based on the heating rates derived from observations and/or parameterizations for atmospheric processes, we can model the phenomena and evaluate energy inputs and flows in the MLT region. In the present study, we estimate the auroral particle heating, solar ultraviolet heating, eddy and molecular heat conductions, and infrared radiative cooling in addition to the above energy dissipation rates (see Fig 1). It is well known that these heating/cooling rates show almost the same magnitudes in the MLT region. The quantitative estimation for all the heating/cooling rates is, therefore, quite important at each altitude in the mesosphere and lower thermosphere in various conditions. We also discuss the effects of the heating/cooling processes on the energetics and temperature structure in the whole thermosphere.



**Fig 1.** Calculated atmospheric heating rates from 50 to 150 km altitude using a one-dimensional mesosphere-thermosphere model. Solar minimum and geomagnetic quiet conditions are assumed. The symbols, EUV, UV, QA, Q<sub>J</sub>, Q<sub>T</sub>, Q<sub>C</sub>, Q<sub>P</sub>, and O<sub>3</sub> indicate solar extreme ultraviolet heating, ultraviolet heating, auroral particle heating, Joule heating, turbulent energy dissipation, heat conduction, and ozone heating rates, respectively.

### 夏季米国におけるスプライトの発光形態と雷放電の電気的特徴

○ 山本 桂[1]; 福西 浩[1]; 佐藤 光輝[2]; 高橋 幸弘[1] ([1]東北大学・理・地球物理、[2] 理化学研究所)

#### Morphology of sprites and characteristics of positive cloud-to-ground discharges over the U.S.High Plains in summer

○ Katsura Yamamoto[1]; Hiroshi Fukunishi[1]; Mitsuteru Sato[2]; Yukihiro Takahashi[1] ([1]Department of Geophysics, Tohoku Univ. [2]RIKEN)

In order to investigate the morphology of sprites, we studied the characteristics of positive cloud-to-ground (+CG) discharges with sprites. The sprite events were observed over the U.S. High Plains in summer during the STEPS 2000 campaign. We estimated the charge moment and decay time constant of these CG discharges using ELF magnetic field waveform data obtained at Syowa station (69.0S, 39.6E) in Antarctica. Further, we compared the values of charge moment and decay time constant with the values of peak current intensity measured by the National Lightning Detection Network (NLDN). We will discuss the relationship between the morphology of sprites and the electromagnetic characteristics of these parent CG discharges in detail.

スプライトと呼ばれる雷雲-地上間放電 (CG) に伴う中間圏での発光現象が近年発見され、その後の地上光学観測や数値シミュレーションによってスプライトの発光形態や発光メカニズムが調べられてきた。また近年の雷放電電磁波観測により、スプライトを発生させる正極性雷放電 (+CG) の特徴が徐々に明らかになりつつある。しかしスプライトを励起する+CG のピーク電流値や電荷モーメントの違いが、スプライトの発光形態に与える影響は未解明の問題である。

そこで本研究ではスプライトの発光形態別による発生条件を特定するため、米国大平原でのスプライト観測キャンペーン(STEPS 2000)期間中に発生したスプライトを励起した+CGについて、南極昭和基地(69.0S, 39.6E)で得られた 1-100 Hz 帯 ELF 磁場波形データを解析した。スプライトの発光形態の分類と発生時刻の同定には、米国コロラド州の Yucca Ridge Field Station (40.7N, 104.9W)で行われた光学観測の CCD ビデオ画像データを使用し、+CG の発生時刻と位置の同定には米国の雷観測ネットワーク(NLDN)のデータを使用した。まず、これらのデータからスプライト全 159 イベントについて、発光形態をスプライトヘイローとキャロット状スプライト、カラム状スプライトに分類した。次にこれらのスプライトを励起する+CGによって発生したトランジェントなシューマン共鳴波動現象を昭和基地の ELF データから特定し、電荷モーメントと減衰時定数を導出した。さらにこれらの結果と NLDN のピーク電流値を比較した。本講演では、得られた結果とその考察について報告する。

## 南極昭和基地上空 Na 夜間大気光単色波的パターンの特徴

°山田 嘉典, 福西 浩 (東北大学)

## Quasi-monochromatic wave patterns in the sodium nightglow over Syowa Station in the Antarctic

°Y. Yamada and H. Fukunishi (Tohoku University)

Results of an imaging observation of the sodium nightglow over Syowa Station in the Antarctic from March to October, 2002 are presented. Quasi-monochromatic wave patterns(QMWP) with the horizontal wavelength of 10-60 km were frequently observed. Horizontal phase speed relative to the ground ( $|\mathbf{v}_g|$ ) for each QMWP is calculated to be 0-112  $\text{ms}^{-1}$ . Azimuthal directionality of the horizontal phase propagation is isotropic for the QMWP with  $|\mathbf{v}_g| < 50 \text{ ms}^{-1}$ , while anisotropic with relatively eastward preference for the QMWP with  $|\mathbf{v}_g| \geq 50 \text{ ms}^{-1}$ . The QMWP with  $|\mathbf{v}_g| \geq 50 \text{ ms}^{-1}$  were mainly observed from June to August.

南極昭和基地で2002年3-10月に実施したNa夜間大気光イメージング観測の結果を報告する。これまでの低・中緯度域におけるイメージング観測結果と同様な単色波的パターンが度々観測された。これら単色波的パターン175例の水平波長は10-60 km、地面に相対的な位相速度の大きさ $|\mathbf{v}_g|$ は0-112  $\text{ms}^{-1}$ の範囲であった。水平伝播方位について、 $|\mathbf{v}_g| < 50 \text{ ms}^{-1}$ の単色波的パターンはほぼ等方的であった一方、 $|\mathbf{v}_g| \geq 50 \text{ ms}^{-1}$ の単色波的パターンは比較的東向きが卓越する異方性があった。この $|\mathbf{v}_g| \geq 50 \text{ ms}^{-1}$ の単色波的パターンは主に6-8月に観測された。この異方性は低・中緯度域におけるイメージング観測結果には見られないものである。

**Antarctic stratospheric sudden warming event in 2002  
and the mesospheric temperature variation observed  
by a sodium lidar**

**Takuya D. Kawahara (Shinshu U), M. Tsutsumi (NIPR),  
and  
A. Nomura (Shinshu U)**

Total 223 nights (2002 hours) of temperature measurement in the mesopause region (80-105 km) was successfully done in wintertime at Syowa station (69° S, 39° E) starting from 2000 through 2002. The monthly mean temperature of 2002 shows unusually higher (25 K and 20 K) in June and July compared with previous 2 years. Variations of individual nights showed the temperatures at 80 km, 85 km and 110 km are in good agreement among three years through the observation period. The temperature of 2002 began to increase from the middle of May and was back to normal around the end of July in the limited altitude range of 90-105 km.

## Super DARN HF レーダーを用いた地上散乱波エコーの統計解析

○ 平安名 豪 [1]; 福西 浩[1]; 藤原 均[1]; 菊池 崇[2]; 細川 敬祐[3]; 片岡 龍峰[2] ([1]東北大学・理・地球物理、[2]情報通信研究機構、[3]電気通信大学・情報通信工学・情報通信システム)

## Statistical analysis of the ground back-scatter echo using Super DARN HF radar

○ Takeshi Henna[1]; Hiroshi Fukunishi[1]; Hitosi Fujiwara[1]; Takashi Kikuchi[2]; Keisuke hosokawa[3]; Ryuho Kataoka ([1]Department of Geophysics, Tohoku Univ., [2]NICT, [3] Department of Information & Communication Engineering, The University of Electro-Communications)

The quasi-periodic enhancements of the ground back-scatter echo power in the Super DARN data have been identified as an indicator of atmospheric gravity waves (AGWs) in thermosphere (Samson et al., 1989). Though AGWs are thought to be generated by the auroral electrojet and/or auroral particle precipitation, the statistical features of sources of AGWs are still unknown. We have analyzed ground back-scatter echo data obtained at King Salmon (2002/03~2003/08) and Kodiak (2002/01~2003/08) statistically to investigate dependence of the generation of AGWs on geomagnetic activity. Since the quasi-periodic enhancements can be observed only when the ground back-scatter echoes are observed, we should investigate monthly appearance properties of the ground back-scatter echoes at first. Then, we will search for signatures of AGWs from the ground back-scatter echo powers during the period. We will also show the method and the preliminary results of our analysis in this paper.

Samson et al.[1989]により、Super DARN HF radar の地上散乱波エコーに現れる周期的なエコー強度の増大が、大気重力波（伝搬性電離圏擾乱）によるものであることが示された。大気重力波によって電離圏の電子密度構造が変化し、電波の伝搬経路が変化する。そのために受信されるエコー強度の増大・減少が起り、大気重力波の伝搬をとらえることが可能となる。このような大気重力波はオーロラジェット電流や粒子の振込みによって励起されると考えられており、IMF・地磁気・電離圏電場などの変動に起因する大気重力波励起に関して研究が行なわれてきた。しかしながら、オーロラ・地磁気などの磁気圏活動への依存性は、統計的な結果からは未だ示されておらず、励起領域の広がりや励起メカニズムも未解明な問題として残されている。

本研究では、大気重力波によるエコー強度変動の地磁気・磁気緯度・磁気地方時依存性を調べることを目的に統計解析を行なっている。大気重力波による変動は、地上散乱波エコーが存在して初めて観測できる現象であるため、統計解析を行なうには、まず地上散乱波の出現特性（磁気地方時・磁気緯度）を調べる必要がある。これまでに King Salmon(2002/03~2003/08)、Kodiak(2002/01~2003/08)のデータに関して、月ごとの地上散乱エコーの出現特性を調べた。また、地上散乱波エコー強度の時間変動の分散を求め、先の解析同様に月ごとの平均的な変動の大きさ（磁気地方時・磁気緯度）を示すことにより、大気重力波変動の指標として成りうるかを調べた。本講演では、解析手法と散乱エコー強度分布特性に関する初期解析結果について報告する予定である。

### 磁気リコネクション現象の3次元ハイブリッドシミュレーションと3次元可視化

○松岡大祐(愛媛大学大学院理工学研究科), 村田健史(愛媛大学総合情報メディアセンター),  
岡田雅樹(国立極地研究所), 杉山徹(地球シミュレータセンター),  
臼井英之, 大村善治, 松本紘(京都大学生存圏研究所)

### 3-D hybrid simulations of magnetotail reconnection and 3-D visualization

○Daisuke MATSUOKA (Ehime Univ.), Ken T. MURATA (CITE, Ehime Univ.),  
Masaki OKADA (NIPR), Tooru SUGIYAMA (Earth Simulator Center),  
Hideyuki USUI, Yoshiharu OMURA, and Hiroshi MATSUMOTO (RISH, Kyoto Univ.)

As the recent development of supercomputers, 3-D computer simulations for space plasmas are getting practical. We can obtain 3-D structures or configurations of a variety of area in space. However, technique and environment for analyzing the 3-D simulation data have not established. We herein propose a visualization environment for data analysis of 3-D plasma particle simulations. In the present study, we show various type of 3-D visualization techniques of space plasma phenomena. We discuss what we can find on the present 3-D environment.

近年の計算機技術の発達により、宇宙プラズマの分野でも3次元の大規模シミュレーションが主流になりつつある。しかし、3次元のシミュレーションデータを解析するための手法や環境は、確立されているとは言えない。その理由として、3次元のデータを2次元のディスプレイに可視化するということの難しさと、大規模なデータをさまざまな手法で可視化できるだけの環境がないという2点があげられる。従来と同じ手法でのデータ解析では、3次元シミュレーションの利点を十分に活かすことはできない。研究が遅れるといったことがあってはならない。本研究では、磁気圏尾部リコネクション現象の3次元ハイブリッドシミュレーションを題材とし、3次元プラズマシミュレーションのデータ解析のための、新しい可視化環境を提案する。

我々はこれまで、2次元MHDコードと2次元ハイブリッドコードによる磁気圏尾部リコネクション現象の計算機シミュレーションを行ってきた。過去の研究では、ハリス平衡状態のプラズマシートモデルを用い、異常抵抗電流を与えることによってリコネクション現象の再現を試み、両コードによる結果の比較を行ってきた。その結果、MHDコードでは、抵抗を与えている領域において磁力線がつながり変わり、x方向のプラズマ密度が減少することからプラズマ圧と磁気圧のバランスが崩れ、ローブの広い領域からx点に向けたプラズマ流速が発生し、これによってリコネクション現象は爆発的に進行するという結果を得た。一方、ハイブリッドコードでも、抵抗を与えている領域において磁力線はつながり変わり、x方向に向けたイオン流速、電子流速が発生する。しかし、x点において電子圧力が上昇することからプラズマ圧と磁気圧のバランスは崩れず、ローブの広い領域からx点に向けた流速は発生しない。また、x-y平面上の電場が発生し、イオンの動きを妨げることから爆発的なイオン、電子流速に発展しないという結果を得た。

本発表では、3次元に拡張したハイブリッドコードを用い、2次元と同様の計算を行う。特に、3次元空間におけるx点付近での粒子の振る舞いや、電場、電子流速、圧力等の変化をどのような可視化手法を用いて解析するのか、さらにこれまでの可視化では得られなかったどのような知見が得られるかについて報告する。

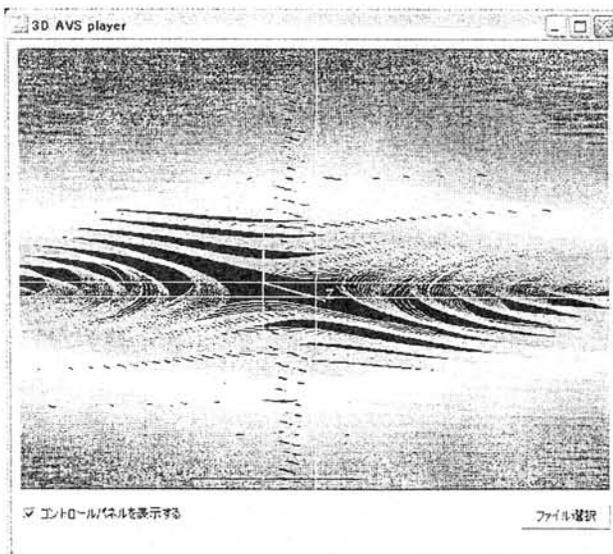


Fig.1 3D visualization of a magnetotail reconnection

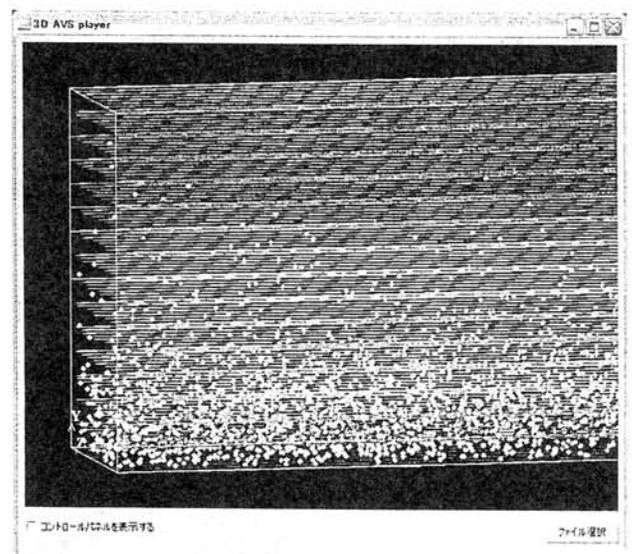


Fig.2 Charged particle moving on magneticline

## サブストームのオンセット時に内部磁気圏に注入されるOとHeイオンの価数と注入場所の推定

\* 藤森 徹 (京大・理・地球物理), 能勢 正仁 (京大・理・地磁気センター), 桂華 邦裕 (京大・理・地球物理), R. W. McEntire (ジョンズホプキンス大・応用物理研究所), S. P. Christon (集中解析研究所)

Charge states of O and He ions injected at substorm onset and injection region; Geotail/EPIC observation

\* T. Fujimori (Dept. of Geophysics, Kyoto Univ. ), M. Nose (DACGSM, Kyoto Univ. ), K. Keika (Dept. of Geophysics, Kyoto Univ. ), R.W. McEntire (JHU/APL), S. P. Christon (Focused Analysis and Research)

Oxygen and helium ions in the Earth's magnetosphere are supplied from two sources, that is, the ionosphere and the solar wind. The charge states of the heavy ions from the ionosphere are generally low (1+ or 2+), while those from the solar wind are highly charged. Therefore, observing the variation of charge state of positive ions in the magnetosphere gives us information on their origin. For example, the increase of O<sup>+</sup> ions in the magnetosphere may indicate that they recently flew out of the ionosphere. Investigating ion's charge state is very useful for the study of the magnetosphere-ionosphere coupling.

However, only a few satellites carried instruments, which can measure the ions' charge states. Furthermore, they are not sensitive enough to analyze a phenomenon in a short time scale such as ion injection from the near-earth tail into the inner magnetosphere at substorm onset.

In this study, we used the flux data from the EPIC/ICS instrument on Geotail; it can measure mass of ion in the energy range of 50 keV - 3 MeV but not charge state. However, using the method of Sibeck et al., 1988, we can estimate the charge state of injected He and O ions. In addition, this method gives us information about location and time of ion injection. Analyzing data in the solar maximum period (October 2000 - September 2001) and the solar minimum period (January 1996 - December 1996), we made statistical analysis.

Results are summarized as follows.

- (1) The average charge states of O ions during the solar maximum period were lower than those during the solar minimum period, implying that amounts of ions of ionospheric origin become larger during the solar maximum period.
- (2) The charge states tended to be higher in both O and He ion as the energy range became higher during both solar periods.
- (3) Almost all injection points were distributed in the region from dusk to midnight.

We will compare the estimated injection time with the time of auroral break-up, Pi2 pulsation occurrence, and injection observed by LANL satellites in the geosynchronous orbit. We will also discuss the difference between charge states obtained by this method and those really observed by EPIC/STICS instrument on Geotail, which can measure the charge state of ion, when the count of the EPIC/STICS data are large enough to analyze substorm injection.

## オーロラ領域の磁気圏マッピング：地球近傍 (&lt; 10 RE) プラズマシートの比較

白井仁人 (一関高専)、向井利典 (宇宙研)

## Mapping of Auroral Regions to the Magnetosphere : Comparison of the Near-Earth (&lt; 10 RE) Plasma Sheet

Hisato Shirai (INCT), Toshifumi Mukai (JAXA/ISAS)

In this paper we compare E-t spectrograms of low-energy particles observed by the Akebono spacecraft at altitudes of 300-10,000 km and those obtained by the Geotail spacecraft in the magnetosphere. The Akebono E-t spectrograms indicate that ions with 10 keV were not observed in the diffuse auroral region. The lack of 10 keV ion flux is identified as a band of no ions over several degrees of latitudes. We call this band "Ion Drop-off Band (IDB)" and have examined its characters. In this paper, we compare the spectra of IDBs observed by Akebono with those obtained by Geotail. It is shown that IDBs are observed frequently at the Akebono altitudes but are hardly identified by Geotail at >10 RE in the magnetosphere. Although we present an example of IDB observations by Geotail at 8-9 RE, it is an exceptional example. Few observations of IDBs at >10 RE suggests that the magnetospheric region of IDBs are located at distances within 8-9 RE. In other words, the poleward boundary of IDB observed by Akebono is projected to a distance around 8-9 RE in the magnetosphere. We also compare our results with Interball observations and show that IDB can be a useful tracer to map auroral regions to the magnetosphere, especially in the near-Earth (< 10 RE) magnetosphere.

アケボノ衛星が 300 km-10,000 km の高度で観測したオーロラ粒子の E-t spectrograms とジオテイル衛星が磁気圏で観測した E-t spectrograms を比較する。アケボノ衛星の E-t spectrograms を詳しく解析すると、ディフューズオーロラ領域の中に 10 keV 付近のイオンだけが観測されない場所があることがわかる。このイオンの欠落は E-t spectrograms 中でイオンが帯状に抜けた構造として同定される。我々はこの構造に Ion Drop-off Band (IDB)と名づけ、詳しい解析を行ってきた。本論文では、この IDB を利用してオーロラ領域の磁気圏マッピングを行うことを議論する。まず、オーロラ高度を観測するアケボノ衛星と磁気圏を観測するジオテイル衛星のデータを詳しく比較した。その結果、アケボノ衛星ではオーロラ帯の低緯度側で IDB が頻繁に観測されるが、ジオテイル衛星ではほとんど観測されないことがわかった。次に、ジオテイル衛星が観測した IDB の例を一つ解析し、その観測位置が 8-9 RE 付近であることから、磁気圏で IDB が観測される領域は 9 RE 以内にあり、ジオテイル衛星がよく観測する  $R > 10$  RE の外側プラズマシートでは IDB が観測されにくいことを結論する。つまり、オーロラ帯で観測される IDB の高緯度側境界は  $R=9$  RE 付近のプラズマシートに投影されると言える。本論文では更にロシアの Interball 衛星による観測結果とも比較し議論を進めると共に、IDB の高緯度側境界がオーロラ領域の磁気圏マッピングにおいて、特に内側 (< 10 RE) プラズマシートへの投影において重要な指標となりうることを示す。

## AKR Index の適用性の検討

熊本篤志、小野高幸、飯島雅英（東北大理）

### Applicability of AKR index

A. Kumamoto, T. Ono, M. Iizima (Tohoku Univ.)

#### [Introduction]

AKR (Auroral Kilometric Radiation) has been widely known as phenomena which are closely associated with aurora. In several studies, it was pointed out that sudden enhancement of AKR (AKR onset) is a good indicator of substorm onset [Slavin *et al.* 1993; Murata *et al.* 1995]. Based on them, Murata *et al.* [1997] have proposed AKR index as a geomagnetic index such as AE, Kp and Dst. Recently, observations by Geotail and Akebono clarified that AKR activity varies depending on seasons and solar activities [Kasaba *et al.*, 1997; Kumamoto and Oya, 1998; Kumamoto *et al.*, 2001; 2003a; 2003b]. It is inferred that AKR index is also affected by the phenomena. If so, some corrections might be necessary for deriving AKR index from plasma wave data. In this study, seasonal and solar cycle dependences of AKR index have been investigated based on the long-term plasma wave data obtained by the Akebono satellite.

#### [Results]

9-years AKR indices (from 1989 to 1997) were derived from the plasma wave data obtained by the PWS (Plasma Waves and Sounder) instrument [Oya *et al.*, 1990] on board the Akebono (EXOS-D) satellite. They were, then, divided into following 5 sub-data sets: (1) Summer during solar maximum, (2) Winter during solar maximum, (3) Summer during solar minimum, (4) Winter during solar minimum, and (5) others. For each sub-data set, correlation of AKR index with geomagnetic indices (AE, Kp, and Dst) were obtained. The results clearly show that the value of AKR index varies depending on seasons and solar activities. AKR index in winter is 10 dB larger than that in summer and that during solar minimum is 5 dB larger than that during solar maximum even when AE/Kp/Dst indices indicate the similar value. Furthermore, it is also found that AKR index shows a little negative correlation with other geomagnetic indices under high geomagnetic activity conditions.

#### [Discussion]

Under the quiet conditions, AKR index shows clear positive correlation with other geomagnetic indices, as reported by the previous studies. However, the values of AKR index are biased depending on seasons and solar activities. The results must be noted when we search substorm onset by using AKR index. Under the disturbed conditions, AKR index does not show positive correlation with other geomagnetic indices any more and even gradually decrease. Based on Morioka *et al.* [2003], AKR tends to disappear during large magnetic storms. AKR index decrease is probably associated with the storm-time behavior of AKR. In viewpoint of using AKR index as a proxy of other geomagnetic indices such as AE, Kp and Dst, the results found in this study suggest weak points of AKR index and necessity of some corrections of raw AKR index. In the viewpoint of understanding AKR index as a unique index for global activity of auroral particle acceleration processes, however, AKR index should not be corrected because the conditions of seasons, solar activities, and large storms are all actually affects the auroral particle acceleration processes. In future works on AKR index, the latter viewpoint should be focused on as well as the former one.

#### [Acknowledgment]

We would like to thank the staff of the Akebono satellite team. Kp, Dst, and Provisional AE indices were provided by WDC Kyoto.

#### [References]

- Kasaba *et al.*, GRL, 24, 2483, 1997.
- Kumamoto and Oya, GRL, 25, 2369, 1998.
- Kumamoto *et al.*, APUAR, 15, 32, 2001.
- Kumamoto *et al.*, JGR., 108(A1), 1032, doi:10.1029/2002JA009522, 2003a.
- Kumamoto *et al.*, APUAR, 17, 48-59, 2003b.
- Morioka *et al.*, JGR, 108(A6), 1226, doi:10.1029/2002JA009796, 2003.
- Murata *et al.*, GRL, 22(14), 1849-1852, 1995.
- Murata *et al.*, Proc. NIPR Symp. Upper Atmos. Phys., 10, 64-68, 1997.
- Oya *et al.*, JGG, 42, 411-442, 1990.
- Slavin *et al.*, JGR, 98, 15,425-15,446, 1993.

## 第 44 次隊 P P B 実験における T E C 観測 - 初期結果

○門倉昭 (極地研)、大塚雄一 (名大 STE 研)、茶塚俊一 (DX アンテナ (株))、  
山岸久雄 (極地研)、山上隆正 (宇宙研)、第 4 4 次隊 P P B 実験グループ

### TEC observation in the PPB experiment in JARE-44

A. Kadokura (NIPR), Y. Otsuka (STE lab.), T. Chachin (DX antenna Co.), H. Yamagishi (NIPR),  
T. Yamagami (ISAS), JARE-44 PPB group

Preliminary results of the GPS/TEC observation by the Polar Patrol Balloon (PPB) #8 and #10 in JARE-44 in January, 2003 are introduced. Table 1 shows the specification of the PPB-TEC. PPB-TEC receives the signals from maximum three GPS satellites at every 1 minute. Table 2 shows the occurrence of the number of satellite at each sampling. Figure 1 shows the data obtained by the PPB#8. TEC value in Fig.1(b) is relative one in TEC unit, which is converted value from observed direction to the zenith direction. In the TEC data, both daily and latitudinal variation can be seen. The higher values can be seen in the lower invariant latitude. Figures 1(c) and (d) show that the GPS satellites were seen mainly in the northern (lower latitude) part of the sky with the elevation between 30° and 60°.

Table 1. Specification of the PPB-TEC.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manufacturer: DX antenna Co.</li> <li>• Receiver: Ashtech 「Z-Eurocard」</li> <li>• Received signal: L1-P, C/A, L2-P</li> <li>• Power: 12V, 0.6A, 7.2W</li> <li>• Received satellite: EL &gt; 10°</li> <li>• Sampling rate: 1 min.</li> <li>• Max. number of satellite : 3</li> <li>• Telemetry data:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ZDA message:                 <ul style="list-style-type: none"> <li>year, date, time</li> </ul> </li> <li>2. MPC message:                 <ul style="list-style-type: none"> <li>• satellite ID</li> <li>• satellite elevation</li> <li>• satellite azimuth</li> </ul> </li> </ol> </li> <li>• L1-P code data             <ul style="list-style-type: none"> <li>• warning flag</li> <li>• good/bad flag</li> <li>• full carrier phase (cycle)</li> <li>• code transmit time (ms)</li> <li>• range smoothing correction (m)</li> </ul> </li> <li>• L2-P code data             <ul style="list-style-type: none"> <li>• warning flag</li> <li>• good/bad flag</li> <li>• full carrier phase (cycle)</li> <li>• code transmit time (ms)</li> <li>• range smoothing correction (m)</li> </ul> </li> </ul>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Table 2. Occurrence of number of satellite at each receiving.

	1 sat.	2 sat.	3 sat.	total
PPB#08	12204 (74%)	3313 (20%)	952 (6%)	16469
PPB#10	1583 (93%)	97 (6%)	21 (1%)	1701

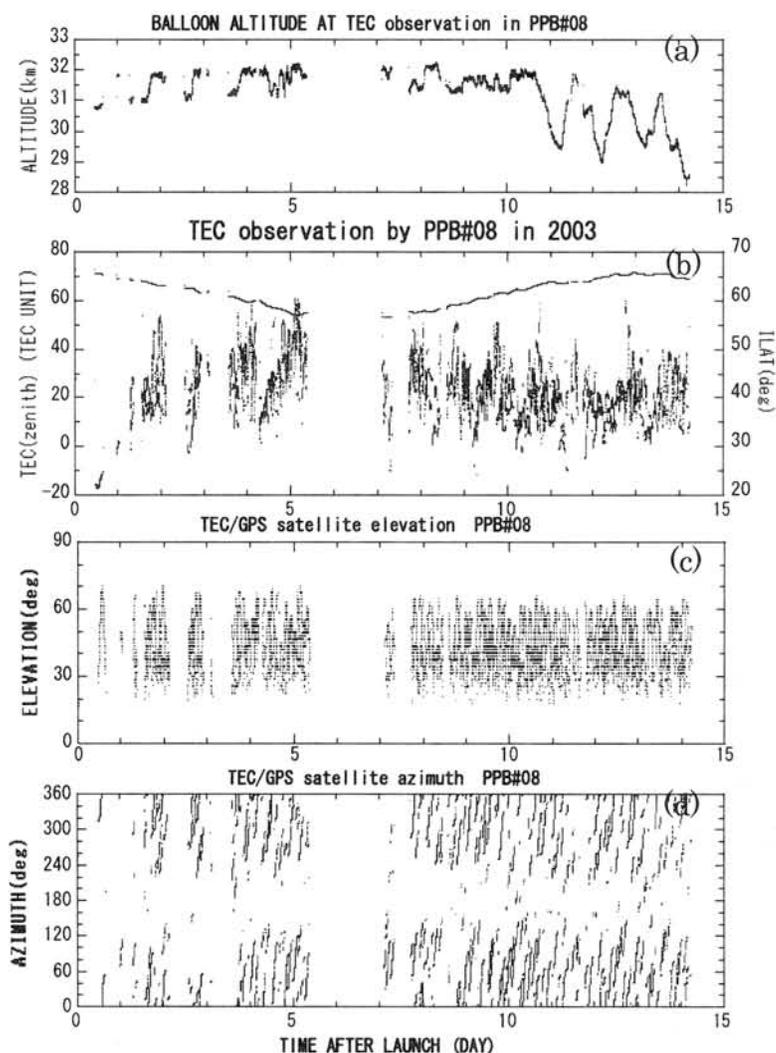


Fig.1. TEC/GPS observation by PPB#08: (a) Balloon altitude; (b) Observed TEC and invariant latitude (ILAT) of the balloon; Elevation (c) and azimuth (d) of the received GPS satellite.

## 南極周回気球を用いた南極域 ELF/VLF 帯電磁波動の研究

°三宅壮聡<sup>1</sup>、知野明裕<sup>1</sup>、山岸久雄<sup>2</sup>、岡田敏美<sup>1</sup>、石坂圭吾<sup>1</sup>、山上隆正<sup>3</sup>、  
国立極地研究所 PPB グループ、ISAS/JAXA 気球グループ

1: 富山県立大学、2: 国立極地研究所、3: ISAS/JAXA

### Study of ELF/VLF band electromagnetic waves in the Antarctica observed by Polar Patrol Balloons

°T. Miyake<sup>1</sup>, H. Yamagishi<sup>2</sup>, A. Chino<sup>1</sup>, T. Okada<sup>1</sup>, T. Yamagami<sup>3</sup>,  
NIPR PPB group, ISAS/JAXA balloon group

1: Toyama Prefectural University, 2: National Institute of Polar Research,  
3: ISAS/JAXA

The two large scientific balloons (PPB: Polar Patrol Balloons) were launched on Jan. 13th, 2003 at Syowa Station in the Antarctica. The balloons reached the altitude of 33km, and observed various data for about two weeks. We developed wide-band electromagnetic wave receiver (EMW) onboard PPB and observed ELF/VLF waves in the Antarctica. VLF band waves observed in the Antarctica are frequently modulated in frequency. Among these frequency modulations, the modulations in about 20sec are considered to have relations with the compressional MHD waves. By taking cross correlations between data observed by two balloons, we can identify the direction from which VLF waves propagate as well as the source region where these waves are excited. We compared one event observed by both balloons on Jan. 17th, and found the time when the strong VLF wave observed by the 8th PPB was 3 seconds earlier than that observed by the 10th PPB. This result indicates that this VLF wave propagates with the velocity of about 67km/s. The projection of this velocity on the equator plane is about 1800km/s, which is almost the same order as the estimated velocity of the compressional MHD waves in this region.

2003年1月13日、南極昭和基地から2機の南極周回気球(PPB: Polar Patrol Balloons)が放球された。約6時間の間隔をあけて放球された2機の気球は南極周回風に乗り、500-600kmの距離を保ったまま連なって高度約30kmの南極上空成層圏を飛行し、約2週間で南極を半周した。2月7日に2機目の気球が観測を終えるまでの26日間南極域上空を飛行し、貴重な観測データの取得に成功した。今回のPPB観測実験は編隊飛行する成層圏気球それぞれに同一の観測機を搭載し、極域の様々な物理現象の特性、特に空間構造を解明することを目的として実施された。本研究グループはこのPPB観測実験に参加して、南極域におけるELF/VLF帯波動現象の観測を行った。極域で観測されるこのVLF帯波動には様々な変調がかかっていることが多く、これらの変調のうち20秒程度の周期でVLF帯波動の周波数が上昇する現象は地球の磁力線が振動して発生する圧縮性MHD波動によるものと考えられている。この現象を確認するためには、ELF帯波動である磁力線振動の位相に同期してVLF帯波動の周波数変調が起きていることを観測する必要がある。そこで今回のPPB観測実験ではELF帯低周波波動の波形と数kHzのVLF波動強度の同時観測を行う広帯域波動観測機を開発した。この波動観測機は気球の外周に取り付けた巨大なループアンテナを受信アンテナとして用いている。本研究では、2機の気球(PPB8号機及び10号機)に搭載された観測機両方で観測されているVLF帯波動現象に着目し、2機の観測データの相互相関を取ることで、この波動の伝搬方向及び発生時差の特定を行った。1月17日に観測されたVLF帯波動現象は8号機の観測データを3秒早めた時に最も相関が高く、その結果からこの波動の伝搬速度を求めると約67km/sとなる。この領域におけるホイスラー波の速度は約3000km/sであり、同一のホイスラー波が気球間を伝搬したものとは考えられない。しかしこの速度を赤道上に投影すると約1800km/sとなり、予測される圧縮性MHD波動の速度にほぼ一致している。この結果より、1月17日に観測されたVLF帯波動現象は圧縮性電磁流体波が磁力線を横切って伝搬した際に励起された異なる磁力線を伝搬してきたホイスラー波を観測したものであると考えられる。今後更にELF帯波動の波形データとの比較・検討を行い、VLF帯波動と圧縮性MHD波動の関係を検証する。

南極周回気球 (PPB) 実験の磁場データ解析

西尾泰穂・遠山文雄 (東海大)  
 山岸久雄・佐藤夏雄・門倉 昭 (極地研)  
 山上隆正・並木道義・斎藤芳隆 (宇宙研)

Analysis of Magnetometer Data by Polar Patrol Balloon(PPB) Observation

Yasuho Nishio, Fumio Tohyama (Tokai University)  
 Hisao Yamagishi, Natsuo Sato, Akira Kadokura (NIPR)  
 Takamasa Yamagami, Michiyoshi Namiki, Yoshitaka Saito (ISAS/JAXA)

Abstract

The Polar Patrol Balloon (PPB) Project that had planned geophysical observations was carried out at Syowa Base, Antarctica in January 2003. Fluxgate magnetometers had on board to the 3 balloons and the change of the geomagnetic field was measured. The PPB-9 launched on 6, January but we were not able to obtain the flight data because of the balloon system trouble. The PPB-8 and -10 launched on 13, January and we obtained the geomagnetic field data for 25 days and 11 days, respectively. It is very difficult to determine precisely the change of the geomagnetic field by the flight data because the operation of the gondola spin motor was failure. We describe here the experiment and results of magnetometer data analyses.

2003年1月に第44次南極観測隊(JARE-44)によって、3機の南極周回気球(PPB-8,9,10号機)が昭和基地から打ち上げられ、地球物理観測実験が行われた。精密磁場測定のためにフラックスゲート磁力計が搭載され、地磁気のベクトル計測を行った。PPB-9号機は上昇途中で落下したが、PPB-8、PPB-10号機は1月13日にそれぞれ06:49UT、12:16UTに打ち上げられ、両機とも打ち上げ後2時間後に高度31.5kmに達した。PPB-8号機は2月7日までの25日間、PPB-10号機は1月24日までの11日間の磁場データが得られた。しかしスピンモーターのトラブルにより、ゴンドラは定常的なスピンをしなかったため、磁場変動の微小なベクトル解析を行うには困難であった。スピンの部分を利用して、磁場オフセット量、姿勢シミュレーションを行った。ゴンドラの姿勢を検出磁場データから求めた方位角と太陽センサから求めた方位角の一例(5:32~15:32[UT])を図1に示す。磁力計データによれば、レベル到達直前の高度29.9km(9:00[UT])には短時間ながらスピンしている状態がみられた。その後はロープのねじれによる振り回しの回転をしていたと思われる。オフセット補正に使用したデータ範囲は、比較的一様なスピンをしていた9:02~9:12[UT]の10分間データを用いた。図2(上)にオフセット補正を行った全磁力の結果を示す。オフセット補正前で全磁力が130nTの変動を持っていたが、補正後は、約5nTの変動に抑えられた。図2(下)が水平成分の観測値に運動を仮定してシミュレートして値を重ねたものである。スピン軸とセンサZ軸のオフセット角度、ゴンドラ振動の振幅および周期を仮定している。また、観測期間中の2003年1月25日08:28UTに他の観測機でみられたイベントについて解析や全体のゴンドラの運動からいかにベクトル解析ができるかを検討する。

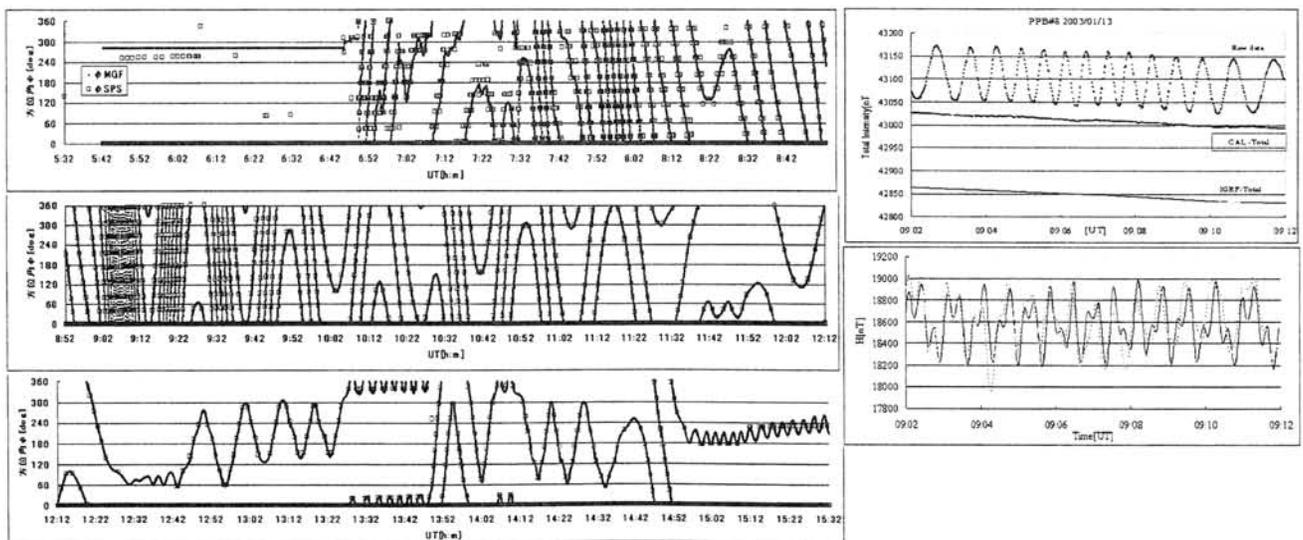


図1 PPB-8号機のゴンドラ方位角 図2 オフセット補正による全磁力(上)運動シミュレーション(下)

## P3-4

### 南極周回気球実験のハウスキーピングシステムの改良と評価

飯嶋 一征、井筒 直樹、川崎 朋実、松坂 幸彦、並木 道義、太田 茂雄、斎藤 芳隆、

鳥海道彦、山上 隆正（宇宙研）山岸 久雄、江尻 全機、佐藤 夏雄、海老原 祐輔、門倉 昭（極地研）、

村上 浩之（立教大）、内山 貞幸、紺野 祐司（クリアパルス（株））

### Performance of the revised house-keeping system for the polar patrol balloons

Iijima Issei, Izutsu Naoki, Kawasaki Tomomi, Matsuzaka Yukihiro, Namiki Michiyoshi, Ohta Shigeo, Saito Yoshitaka, Toriumi Michihiko, Yamagami Takamasa (ISAS)

Yamagishi Hisao, Ejiri Masaki, Sato Natsuo, Ebihara Yusuke, Kadokura Akira (NIPR),

Murakami Hiroyuki (Rikkyo Univ.), Uchiyama Sadayuki, Konno Yuji (Clear Pulse Ltd.)

On Jan. 4, 2003, we have launched a balloon to observe the high energy cosmic electrons in 100 GeV region from the Syowa station. The balloon flew in the Antarctic sky for 13 days at the altitude of  $\sim 35$  km. This balloon is the retrial of the unsuccessful experiment carried out last year, due to the incorrect actions of the command system caused by the static electricity. Based on the experiences of the previous experiments, 1. we ensured the separation of the payload from the balloon, including the usage of a double-tone type command system, which is strong against the static electricity, 2. parameters of the auto-level controller was tuned, and 3. the control sequence of the solar power manager was improved. In this presentation, we are going to introduce the housekeeping system focusing on the revised points. The system operated well as figure 1 and 2 show : the ballast consumption was 3~4 % of the total weight, and the power supply was stable.

2003年1月4日、南極昭和基地より宇宙物理観測（宇宙電子線観測）を目的とした気球が放球され、高度 35 km を 13 日わたり水平浮遊し、搭載機器も所期の動作をさせることに成功した。本気球は昨年度、静電気によるコマンドデコーダーの誤作動で放球することができなかった気球の再挑戦実験であった。我々は、昨年の経験をふまえ、1. コマンドデコーダーを静電気に強いダブルトーン型に変更するなど、切り離しに関して安全を期し、2. オートレベルコントローラーのパラメータを調節し、3. 二次電池の充電制御の改良を行い、本実験に臨んだ。本講演ではこれらのシステムの改良点を中心として PPB 実験用ハウスキーピングシステムを紹介し、その成果を発表する。搭載システムは正常に動作し、図 1、2 に示すように、バラスト投下量を全重量の 3~4 % に抑え、安定して電力を供給することに成功した。

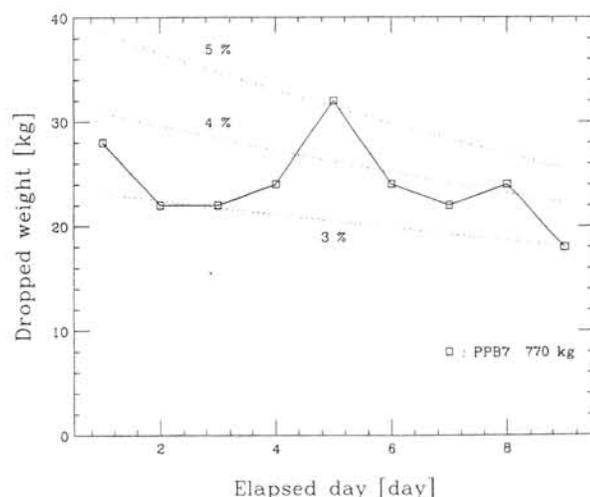


図 1: バラスト消費量の日変化の比較。

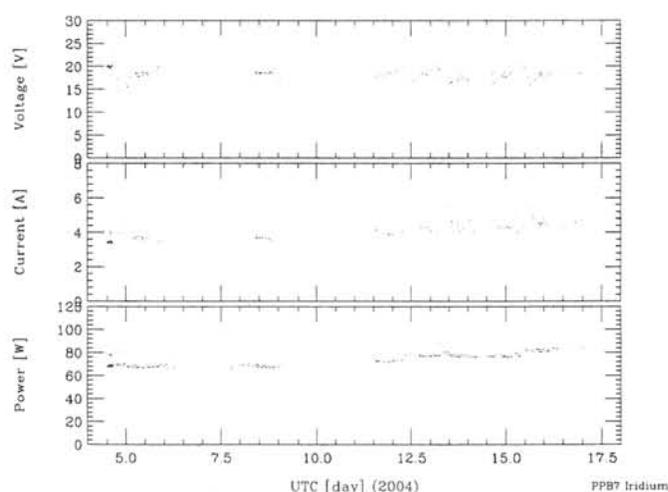


図 2: 太陽電池による電力供給。

あけぼの衛星観測による  
カスプイオンの位置とIMF  $B_y$  および  $B_z$  との関係

-浅井 佳子 (情報通信研究機構) asaikt@nict.go.jp  
前澤 洸、向井 利典、早川 基 (JAXA/宇宙科学研究本部)

Location of Cusp Ion Precipitation Related with IMF  $B_y$  and  $B_z$ : Akebono observations

-Keiko T. Asai (NICT, asaikt@nict.go.jp),  
K. Maezawa, T. Mukai, and H. Hayakawa (JAXA/ISAS)

カスプイオンの降込み位置を厳密に同定し IMF  $B_y$  及び  $B_z$  の影響を調べた結果、統計的に  $B_y$  による経度変化が  $B_z$  正の時により大きく現れることが分かった。この結果は昼側カスプ近傍での IMF との磁気再結合がかなりの頻度で起こっていることを支持する。

Displacement of cusp precipitation dependent on the interplanetary magnetic field (IMF) orientation is investigated using data from the Akebono satellite at altitudes of several thousands of km. More than a hundred cusp events have been identified with the low-energy particle detector (LEP) onboard Akebono. The IMF parameters are given as hourly values, and we chose cases in which neither  $B_y$  and  $B_z$  of the IMF changed sign from that of the previous hour. The ion precipitation from the cusp observed by the satellite has been dispersed by convection. We defined the starting location of the cusp ion precipitation as the point where observed cusp ions had the highest energy in the energy dispersion curve recorded along the satellite's path and named this the "entry point" of cusp ion precipitation. Our analysis shows that the "entry point" changes location according to the  $B_y$  and  $B_z$  components. The latitudinal displacement is linearly related only to  $B_z$ . The longitudinal displacement is related mainly to  $B_y$ , whose effect is statistically larger for positive  $B_z$  than for negative  $B_z$ . The "entry point" is regarded as the location of the cusp ions nearest to the separatrix, when the cusp ion injection with energy dispersion is triggered by the magnetopause reconnection. Therefore, the displacement of the "entry point" indicates movement of the area where magnetopause reconnection occurs. The result supports interesting topologies of dayside reconnection on the basis of anti-parallel reconnection occurring near the polar cusps. On the basis of anti-parallel reconnection, we discussed this result and suggested that dayside reconnection locally occurs around the polar cusps for all conditions except strong southward IMF.

## イオンコニックスのカスプ域での高度変化

三宅 互 (情報通信研究機構)、M. Bouhram (マックスプランク研究所)

## ALTITUDE VARIATION OF ION CONICS AROUND THE CUSP REGION

W. Miyake (NICT), M. Bouhram (MPIP)

Akebono observations in 1990s revealed that macroscopic features of ion conics around the dayside cusp region are well modeled by 'Polar Cusp Heating Wall Model'. The ions are gradually heated in the wall extended in altitude and longitude but thin in latitude during their poleward convection. Recent intercomparison of Akebono, Interball-2, and Cluster observations has provided a global view of altitude development of ion conics and has shown that the wall is extended up to Interball altitude and that ion heating is possibly saturated at Cluster altitude.

カスプ域上空で観測されるイオンコニックスは、90年代の「あけぼの」衛星観測から、Heating Wallとよばれる高度・経度方向には広く緯度方向には薄い領域で、波動からの連続的な加熱をうけて生成されるモデルで説明されることがわかっている。この「あけぼの」衛星観測データに、より上空を飛行するInterball-2とCluster衛星のデータを加えて、 $\sim 6 R_e$ までの高度範囲での変化を概観した。その結果は、Interball高度までは「あけぼの」衛星高度と同一の過程が進行していると思われるが、Cluster高度では加熱の飽和が見出された。

## ASG と ESR によるオーロラ発光とイオン上昇流の同時観測

○坪根 克也[1], 坂野井 健[1], 岡野 章一[1], 小川泰信[2], 野澤 悟徳[2], 麻生 武彦[3]

[1]東北大学理学研究科 [2]名古屋大学太陽地球環境研究所 [3]国立極地研究所

Simultaneous measurement between auroral spectral emission and ion upflow obtained by ASG and ESR

○Katsuya Tsubone[1], Takeshi Sakanoi[1], Shoichi Okano[1], Yasunobu Ogawa[2], Satonori Nozawa[2], Takehiko Aso[3]  
 [1]Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University  
 [2]Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, [3] National Institute of Polar Research,

## Abstract

EISCAT Svalbard Radar (ESR), installed at Longyearbyen (78.2° N, 16.0° E, ILAT = 75.2° ), Spitzbergen in the Arctic, have so far measured a variety of ion upflow events associated with soft electron precipitation. Aurora Spectrograph (ASG) is also installed at Longyearbyen and can measure auroral spectra over 450nm-760nm spectral range with a wavelength resolution of 1.5nm. In order to clarify the relationship among auroral emission at O I 630nm and O II 732/733nm, which are also caused by soft electron precipitation, electron temperature, electron density and upward ion velocity, we have made comparison between ESR data and auroral spectral data obtained by ASG.

In the presentation, we will present event study on December 8, 2001 and January 22, 2004

## 要旨

ロングイヤービエン (北緯78.2度, 東経16.0度, 不変地磁気緯度 75.2度) における、EISCAT Svalbard Radarによる観測から、電離圏F層高度における電子温度と電子密度上昇に対応したイオン上昇流が多く報告されている。このイオン上昇流を駆動する有効なメカニズムの一つとして低エネルギー電子の降下が考えられている。同じくロングイヤービエンに設置された、オーロラスペクトログラフ (ASG) は、低エネルギーの降下電子が発光の原因と考えられているO I 630nm, O II 732/733nmのオーロラ発光の南北分布を観測することが可能である。本研究ではASGで低エネルギー電子の降下をモニターし、その結果駆動されるイオン上昇流をESRで観測することで、低エネルギー電子降下に伴うイオンの上昇流の詳細を理解することを目的としている。

2001年11月7日から2004年01月24日までの冬季のASGデータとESRデータの観測時間が重なったもののうち、ESRで顕著なイオン上昇流が観測されていた、2001年12月8日と2004年1月22日のeventについて紹介する。まず、2001年12月8日のイベントに関して解析した結果以下のことが明らかになった。

1.721 - 850 UT付近でASGにより、O I 630nm, O II 732/733nm発光が磁気天頂から極側にかけて観測され、その時ESRでは顕著なイオン上昇流、及び電子温度上昇が観測された。OI557.7nmとOI630nmの強度比からモデル計算により降下電子の特性エネルギーを推定したところ、この時間帯のion upflowは、~800eV以下の低エネルギーの電子の降り込みと対応していた。

2.ESRデータから高度600 km付近の電子の圧力勾配力を算出した結果、0721UT直前の値に比べ約2倍程度増加した。このことは、この時間帯のion upflowが低エネルギー電子の降り込みにより、両極性電場を強まった結果駆動されたことを示唆する。

本講演では以上の結果に加え、2004年1月22日のeventについても解析をすすめ、報告する予定である。

## **EISCAT observations during the SERSIO experiment**

Yasunobu Ogawa<sup>1</sup>, Kjellmar Oksavik<sup>2</sup>, and the SERSIO science team

<sup>1</sup> Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, Nagaya, Japan

<sup>2</sup> Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University, Laurel, Maryland, USA

### **Abstract:**

We report EISCAT results during the SERSIO (Svalbard EISCAT Rocket Study of Ion Outflows) sounding rocket campaign. The SERSIO rocket was launched southwest from Ny-Alesund (Geomagnetic latitude of 76 deg North) on January 22, 2004 at 08:57 UT, after the arrival of a CME at 0105 UT.

During the rocket campaign the EISCAT Tromsø UHF radar was pointed at low elevation towards northwest (Elevation: 25.0 deg, Azimuth: 344.7 deg) and obtained coverage near the southern part of the rocket trajectory, giving information on plasma convection, density, and temperature boundaries along the radar beam. The EISCAT Svalbard Radar (ESR) in Longyearbyen looked both the field-aligned direction (Elevation: 81.6 deg, Azimuth: 181.0 deg) and southwest (Elevation: 70.8 deg, Azimuth: 261.1 deg), intersection of the UHF beam at approximately 550 km altitude.

Ion upflows exceeding 500 m/s were observed with both the ESR 42m and 32m antennas at 0851 UT and continued throughout the launch window. Simultaneously a strong 630.0 nm emission was observed equatorward of the longyearbyen and Ny-Alesund. We discuss relationship between the ion upflows and the cusp aurora.

EISCAT UHF レーダーを用いた極域電離圏における  
イオン上昇流の長期変動の研究

櫻井彰宏、藤井良一、小川泰信、野澤悟徳

名古屋大学 太陽地球環境研究所

**Solar-cycle variation of ion upflow in the polar ionosphere using EISCAT UHF radar**

Akihiro Sakurai, Ryoichi Fujii, Yasunobu Ogawa, and Satonori Nozawa

Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

We have investigated solar-cycle variations of ion upflow by using data obtained from the EISCAT UHF radar between 1987 and 1999. We have found that the altitudes where ions start to flow up from the polar ionosphere vary according to solar-cycle. In this talk, we discuss relation between the solar-cycle variations of the ion upflow and physical parameters such as temperature and electric field.

我々はノルウェーのトロムソ（北緯 69.6 度、東経 19.2 度、不変磁気緯度 66.1 度）に設置されている EISCAT UHF レーダーによって得られた過去 13 年分（1987 年 - 1999 年）のデータを用いて、イオン上昇流の長期変動の解析を行った。

我々は、1987年から現在まで観測データのあるEISCATレーダーを用いて、イオンの加速が始まると考えられている極域電離圏のイオン上昇流の長期変動を調べることにより、イオン上昇流の発生メカニズムを解明することを目的としている。電離圏の状態は太陽周期の条件により大きく変化するため、イオン上昇流の長期的な変動の特徴を知ることは、イオン上昇流発生の物理過程を理解する上でも重要である。

2004年地球惑星関連学会合同大会では、極域電離圏で生じるイオン上昇流の発生高度に焦点を置いて、イオン上昇流の発生高度や頻度が太陽周期に対してどのように変化をするかを調べ、以下に述べる2つの結果を得た。

- 1) イオン上昇流の発生頻度は太陽活動度と逆相関が見られた。つまり、太陽活動の極大期には発生頻度が低くなり、太陽活動の極小期に発生頻度は高くなった。極小期の発生頻度は、極大期の発生頻度の約 2 倍であった。
- 2) イオン上昇流の発生高度は、太陽活動度依存性は見られるが、高度によってその傾向が異なることが明らかになった。高度 194 km 以上 ( $O^+$  が主なイオン種) では、太陽活動度が高いほど、イオン上昇流が高高度で発生する割合が高かったのに対して、高度 194 km 以下 ( $NO^+$  が主なイオン種) では、太陽活動度の高い時にのみ、イオン上昇流が発生する割合が高かった。

本発表では、プラズマ温度や電場などの物理パラメーターとイオン上昇流の発生高度や頻度との関係を調べ、イオン上昇流の長期的な変動を引き起こす成因について議論する。

## 磁気嵐時の AKR 活動低下現象と磁気圏ダイナミクス

関 妙子<sup>(1)(2)</sup>, ○森岡 昭<sup>(2)</sup>, 三好由純<sup>(2),(3)</sup>, 土屋史紀<sup>(2)</sup>, 三澤浩昭<sup>(2)</sup>, 坂野井健<sup>(2)</sup>

(1) 宇宙開発研究機構宇宙科学本部

(2) 東北大学大学院理学研究科附属惑星プラズマ・大気研究センター

(3) 名古屋大学太陽地球環境研究所

## AKR disappearance and magnetospheric dynamics during magnetic storms

T. Seki<sup>(1),(2)</sup>, A. Morioka<sup>(2)</sup>, Y. S. Miyoshi<sup>(2),(3)</sup>, F. Tsuchiya<sup>(2)</sup>, H. Misawa<sup>(2)</sup>

(1) Japan Aerospace Exploration Agency

(2) Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Tohoku University, Japan

(3) Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

It is well known that the AKR activity has a close correlation with substorm activities, especially with aurora activity and AE index. It is also known that magnetic storms are always accompanied by substorms, but there is only one previous study on storm-time AKR activity. We have discovered that AKEBONO and GEOTAIL satellites often observe the case in which AKR activity decreases suddenly in the initial and main phase compared to the pre-storm level. The objective of this study is to know the cause of this "AKR disappearance" during magnetic storms and use it to understand storm-time magnetospheric dynamics. A case study of an "AKR disappearing event" shows that the presence of field-aligned electric fields controls the activity of AKR activity. Based on this result and Knight [1973]'s current-voltage relation, we presumed a scenario for "AKR disappearance" during magnetic storms. Data from LANL and WIND satellite observations supports these scenarios and a picture of solar wind-magnetosphere interaction of "AKR disappearing events" is shown.

本研究では、あけぼの衛星や GEOTAIL 衛星の観測から、磁気嵐の初相、主相中に AKR 活動が磁気嵐以前に比べ急激に低下する現象が存在することを見出し、この現象の原因を理解すると共に、それを手がかりとして磁気嵐時の太陽風-磁気圏相互作用、磁気圏ダイナミクスの理解を深めることを目的として解析を行った。本発表では、磁気嵐中の AKR 活動低下現象について、その原因、沿磁力線電流でみた storm-time/nonstorm substorm の相違、またそのときの太陽風-磁気圏相互作用の様相を示す。

磁気嵐中には2つのタイプの AKR 活動、《AKR disappearing event》《AKR enhancing event》がみられる。我々は《disappearing event》中の storm-time substorm の特性を case study によって明らかにした。その結果、(1)あけぼの衛星では、AKR on/off のどちらの時間帯でも、pre-midnight 領域上空に上向きの沿磁力線電流が検出された。AKR off のときは粒子のエネルギースペクトル・E-t ダイアグラムの様相から、あけぼの衛星の上下どちらにも沿磁力線電場は存在していなかったことが分かった。(2)・AKR on のときは、降下電子のエネルギースペクトルに加速を示すスペクトルピークが現れており、このときは沿磁力線電場が生じていた。

このような結果と Knight [1973] の current-voltage relation に基づき、我々は磁気嵐時の AKR 活動低下現象の原因を次のように推測し、また case study から確認した。

1. 《AKR disappearing event》において、AKR が消える磁気嵐初相・主相中は、サブストーム電流系を担うプラズマシートプラズマの密度もしくは温度が高い状態にあり、電流の維持に沿磁力線加速電場を必要としない。その結果 AKR が放射されない。
2. 磁気嵐が進行するにつれてプラズマシートプラズマの密度、温度だけでは電流を担えなくなり、沿磁力線電場を発生させることにより電流を維持するようになる。その結果 AKR が再出現する。

### Statistical study of dayside magnetopause motion at SCs:

#### Geotail/EPIC and GOES observations

° 相馬 桂 (京大・理・地球物理), 能勢 正仁 (京大・理・地磁気センター), 桂華 邦裕 (京大・理・地球物理), R. W. McEntire (ジョンズホプキンス大・応用物理研究所)

### Statistical study of dayside magnetopause motion at SCs:

#### Geotail/EPIC and GOES observations

° K. Souma (Dept. of Geophysics, Kyoto Univ. ), M. Nose (DACGSM, Kyoto Univ. ), K. Keika (Dept. of Geophysics, Kyoto Univ. ), R.W. McEntire (JHU/APL)

We statistically investigated dayside magnetopause (MP) motion at SCs.

This study consist of two parts: the estimation of MP velocity using Geotail/EPIC data and statistical study of fast mode wave propagation using two GOES satellites

#### (a) The estimation of MP Velocity using Geotail/EPIC data

To conjecture the magnetopause velocity at SCs using ion sounding technique, we used the data from Ion Composition System (ICS) sensor of the EPIC instrument on Geotail. Using data set in the period of January , 1996 to March, 2002, we could identify 12 events when Geotail crossed the MP at SC. We investigated the relationship between the MP velocity and the solar wind parameters derived from WIND or ACE.

We found that the MP velocity tended to be correlated with the magnitude of IMF, not correlated with the dynamic pressure. Angle between the shock normal vector and the MP normal vector was larger as magnetic shear (angle of the magnetic field between magnetosphere and magnetosheath) was large. This indicates that the MP response to the interplanetary shock depends on the IMF orientation.

#### (b) Statistical study of fast mode wave propagation using two GOES satellites

When the interplanetary shock or tangential discontinuity strikes the MP, it launches fast mode wave into the magnetosphere. With two GOES satellites operating simultaneously in the dayside magnetosphere, we determined the geosynchronous Bz response delay time to a reference satellite. From the result of (a), we expect that the delay time is affected by the IMF orientation. To confirm this, we carried out a statistical investigation on time delay during 1996-2002, using 1-min resolution GOES-8, GOES-9 and GOES-10 geosynchronous magnetic field observations and ACE data. Our data set consist of 68 events (36 events during IMF Bz < 0 nT, 32 events during IMF Bz > 0 nT).

Statistical result showed that delay time tend to be shorter and longer during IMF Bz < 0 nT and IMF Bz > 0 nT, respectively. This suggests that the MP is compressed over broad region during IMF Bz < 0 nT.

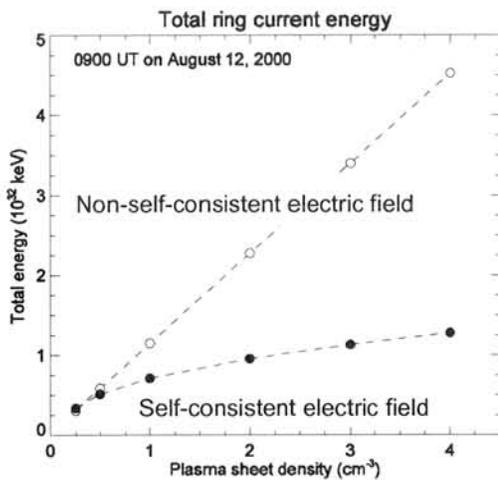
From both results, we conclude that the MP is compressed by only dynamic pressure when IMF Bz is positive, by contrast, the MP is compressed by not only dynamic pressure but also erosion effect when IMF Bz is negative.

## Nonlinear impact of plasma sheet density on storm-time ring current

○Y. Ebihara<sup>1</sup>, M.-C. Fok<sup>2</sup>, R. A. Wolf<sup>3</sup>, M. F. Thomsen<sup>4</sup>, and T. E. Moore<sup>2</sup>

1. National Institute of Polar Research, Japan
2. NASA GSFC, USA
3. Rice University, USA
4. LANL, USA

We investigated the nonlinear impact of the plasma sheet density on the total energy of the storm-time ring current by means of a numerical simulation that self-consistently solves the kinetic equation of ring current protons and the closure of the electric current between the magnetosphere and ionosphere. Results of the simulation indicate that when the convection electric field is self-consistently coupled with the ring current, the total energy of the ring current ions trapped by the earth's magnetic field is roughly proportional to  $N_{ps}^{0.5}$ , where  $N_{ps}$  is the plasma sheet density. The total energy is almost proportional to  $N_{ps}$  when we use an empirical convection electric field, independent of the condition of the simulated ring current. Statistical analysis using 10-year data from the geosynchronous LANL satellites revealed the fact that the best correlation coefficient between the pressure-corrected Dst (Dst\*) and  $E_y N_{ps}^n$  is achieved when the power index  $n$  is 0.56, where  $E_y$  is the solar wind electric field. This power-law feature agrees with the self-consistent simulation. We suggest that the nonlinear response of the ring current to  $N_{ps}$  is one of the mechanisms that impede the growth of the storm-time ring current for extreme condition.



Total energy of the ring current vs. plasma sheet density for self-consistent convection electric field (filled circle) and non-self-consistent electric field (Weimer, 2001; open circle) at 0900 UT on August 12, 2000.

## Global storm-time morphology of ring current proton flux: Post-midnight enhancements and their possible mechanisms

○Y. Ebihara<sup>1</sup> and M.-C. Fok<sup>2</sup>

1. National Institute of Polar Research, Japan

2. NASA GSFC, USA

We investigated the detailed morphology of the storm-time distribution of ring current protons and energetic neutral atoms (ENAs) observed by the High Energy Neutral Atom (HENA) imager on the IMAGE satellite. The post-midnight enhancements of the proton and ENA fluxes were in particular focused in this study, and the following six possible mechanisms causing the post-midnight enhancements were tested by using a self-consistent kinetic simulation of the ring current protons; (1) shielding electric field, (2) gap between the Region 2 field-aligned current and the auroral oval, (3) strong gradient of the ionospheric conductivity near the terminator, (4) plasma sheet density, (5) plasma sheet temperature, and (6) local-time dependence of the plasma sheet density. When the convection electric field is highly deformed by the shielding electric field driven by the Region 2 field-aligned current and the potential pattern is twisted toward dawn, the simulated post-midnight enhancements agree well with the IMAGE/HENA observations, even though effects other than shielding fields were not included. The overall convection strength is found to have a substantial influence on the morphology of the distribution of the ring current protons. The MLT of the flux peak is also shown to depend slightly on the plasma sheet density and solar activity. A local-time dependence of the plasma sheet density can produce a pronounced post-midnight enhancement without introducing the self-consistent electric field. Other possible mechanisms causing the post-midnight enhancements are also discussed in detail.

磁気嵐回復に対する電荷交換反応の寄与：  
IMAGE/HENA データを用いた定量的見積もり

○桂華 邦裕<sup>1</sup>、能勢 正仁<sup>2</sup>、Pontus C:son Brandt<sup>3</sup>、大谷 晋一<sup>3</sup>、高橋 主衛<sup>3</sup>、Donald G. Mitchell<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 京都大学大学院理学研究科地球物理学教室

<sup>2</sup> 京都大学大学院理学研究科付属地磁気世界資料解析センター

<sup>3</sup> The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory

**Contribution of charge exchange process to the storm recovery:  
Quantitative estimate using IMAGE/HENA data**

○K. Keika<sup>1</sup>, M. Nose<sup>2</sup>, P. C. Brandt<sup>3</sup>, S. -I. Ohtani<sup>3</sup>, K. Takahashi<sup>3</sup>, D. G. Mitchell<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University.

<sup>2</sup> Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Graduate School of Science, Kyoto University.

<sup>3</sup> The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory

Several mechanisms have been proposed to explain the decay of the storm-time ring current. Although charge exchange and ion flow-out processes are believed to be the most probable causes of the decay, it has been controversial which is the dominant process. In this paper, we attempt to estimate quantitatively how much energy is lost through charge exchange, using energetic neutral atom (ENA) data ( $> 10$  keV) obtained by the HENA imager onboard the IMAGE satellite.

The HENA imager detects ENAs which are generated when ring-current energetic ions exchange charges with neutral atom and molecules of the upper atmosphere and exosphere. The energy of a detected neutral atom is considered equal to the energy lost by a ring current ion. The estimate of the energy loss rate depends on the square of the distance from the satellite to the position of ENA production as well as on the flux of ring current ions ( $J_{\text{ION}}$ ) and the density of geocorona ( $n_{\text{H}}$ ). (A detailed equation will be shown in our presentation). Information about the pitch angle distribution of the ring current ions is also required for estimating the energy loss, because HENA can detect only a part of ENAs produced. In this study, we assume that (a) the pitch angle distribution is isotropic and that (b) all ENAs are generated at the spherical shell with a radial distance of  $8 R_E$ .

We calculated the energy loss rate for the recovery phase of four storms (August 12, 2000, April 22, 2001, September 23, 2001, and October 21, 2001). The loss rate was less than 1/10 of the decay rate of ring current ions estimated from Burton's formula (Burton et al., 1975) for all events. We found that HENA detected just a few parts of ENAs produced at lower altitudes when IMAGE was located above the polar regions. The assumption (b) is expected to give the upper estimate of energy loss at higher altitudes ( $L > 3\sim 4 R_E$ ). We conclude that the contribution of charge exchange at higher altitudes is very small.

In this paper, we will also present the contribution of charge exchange at lower altitude and its comparison with energy loss through ion escape out of the magnetosphere.

## 磁気嵐中における内部磁気圏・プラズマ圏内の電場変動について

新堀 淳樹<sup>1</sup>・小野 高幸<sup>1</sup>・飯島 雅英<sup>1</sup>・熊本 篤志<sup>1</sup>・大家 寛<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻

<sup>2</sup>福井工業大学

## Intense convection electric field observed in the inner magnetosphere and plasmasphere during a major magnetic storm

Atsuki Shinbori<sup>1</sup>, Takayuki Ono<sup>1</sup>, Masahide Iizima<sup>1</sup>, Atsushi Kumamoto<sup>1</sup>, and Hiroshi Oya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Geophysical Institute, Tohoku University

<sup>2</sup>Fukui University of Technology

The electric field variations in the inner magnetosphere and plasmasphere regions during a major magnetic storm which occurred on July 8-11, 1991 were investigated by using the observation data of the Akebono satellite. In the present studies, we plotted the electric field intensity of the dawn-to-dusk component in a co-rotating frame as a function of L-value mapped to the equatorial region of the inner magnetosphere by using the mapping method proposed by Mozer [1970]. It is noted that errors in the measurements of  $E_y$  and  $E_z$  induce errors in  $E_x$  with the scale of  $B_y/B_x$  and  $B_z/B_x$ . However, since the orbit of the Akebono satellite is almost in agreement with the dawn-to-dusk plane during this event, the contribution of the  $E_x$  component to the dawn-to-dusk electric field is evaluated as a small value. Therefore, we used the two components ( $E_y$  and  $E_z$ ) for the present analysis. On the other hand, we determined the plasmopause location from an abrupt frequency change of upper hybrid resonance (UHR) waves which are observed in the PWS data. Within a period of the pre-storm phase, the large-scale convection electric field almost homogeneously distributes in the inner magnetosphere within an L-value range of 2.3 - 10.0 within the intensity of 0.2 - 0.9 mV/m. The electric field showed relatively small perturbations with the amplitude of 0.1 - 0.2 mV/m. At the onset of sudden commencement (SC) of this storm, the electric field showed a bipolar signature with peak-to-peak amplitude of 30 mV/m inside the plasmasphere at L=2.5, 19:30 MLT. After the onset of SC, dawn-to-dusk electric field present a DC offset variation with the amplitude of 1.3 mV/m inside the plasmasphere. This result indicates that the convection electric field significantly penetrates into the plasmasphere. During the main phase of the magnetic storm, the large-scale convection electric field penetrates earthward with an average magnitude of 5 mV/m within an L-value range of 2.3 - 10.0. The electric field inhomogeneously distributes in the inner magnetosphere. This magnitude is 10 - 15 times as large as those observed during the magnetically quiet condition. The peak magnitude of the electric field was about 8.0 - 9.0 mV/m near the plasmopause. The convection electric field is also much larger than that in the outer magnetosphere region at L=4-10. The peak magnitude of the electric field is 8.0 - 9.0 mV/m at L=3.0 near the plasmopause. The observed electric field lasted for time periods of 3 - 6 hours and was capable of injecting ring current ions from L=8.0 to L=2.3 and energizing particles from initial plasma sheet energies of 1 - 5 keV up to 300 keV. During the recovery phase of the magnetic storm, the dawn-to-dusk electric field is gradually decreased to the quiet level of less than 0.6 mV/m.

## 巨大プロトンイベント時の PCA 現象の Twilight Effect

○西野 正徳、佐藤 貢 (名大 STE 研)、J.A. Holtet (Oslo Univ.)

### Twilight Effect of PCA during the huge Solar Proton event

M. Nishino, M. Sato (STE Lab. Nagoya Univ.), J.A. Holtet (Oslo Univ.)

Solar proton events produce increased ionization at the lower parts of the polar ionosphere. The ionization caused by 1-100 MeV solar proton precipitation absorbs radio waves in the HF and VHF bands. Since the proton fluxes enter the terrestrial atmosphere over the polar caps, ones call polar cap absorption events (PCA). In early works, Reagan and Watt (1976) indicated twilight effects of effective electron loss rates in the D-region ionosphere by simultaneous satellite and radar observations for the intense proton events. Collis and Rietveld (1990) investigated the variations in electron density during four twilight intervals from the EISCAT UHF radar observations, showing that the increase of electron density was delayed by about 30 minutes below 66 km altitude.

The imaging riometer (IRIS) technique has improved the quality of the absorption observations: The narrowness of the beams enables a precise measurements to the solar zenith angle at the ionospheric intersects and further the multiple beams allow the simultaneous observation of sunrise/sunset effects at different solar zenith angles.

In this paper, we first present PCA events observed by the imaging riometer at Ny Ålesund (NAL), Svalbard (78.9° N, 11.9° E) associated with the solar proton events during October 28 to November 5, 2003. We particularly focus on the twilight effect of the PCA events on October 29, 30 and November 3, 2003 by obtaining characteristics of absorption intensities with solar zenith angles. It was found that the PCA expansion over the station was not always uniform during the twilight sunrise/sunset. Next, comparing the PCA event on October 31, 1992 at Ny Ålesund (NAL) with the simultaneous PCA events at other Sondre Stromfjord (STF) and Danmarkshavn (DMH) IRISs in Greenland, it was found that the PCA at the lower-latitude STF was different characteristics with the higher-latitude NAL and DMH.

### 磁気異常帯域のイメージングリオメータ・ネットワーク観測

巻田 和男\* (拓殖大工)、西野 正徳 (名大 STE 研)、星野 光男 (拓殖大工)、  
佐藤 貢・加藤 泰男 (名大 STE 研)、Nelson Jorge Schuch (INPE)、  
Alberto Foppiano (Concepcion Univ.)、Ricardo Monreal (Magalhanas Univ.)

### Network Observations of Imaging Riometers in geomagnetic anomaly region

Kazuo Makita (TakushokuUniv.), Msanori. Nishino (NagoyaUniv.),  
Mituo.Hoshino (Takushoku Univ.), Mitsugi Sato・Yasuo Kato (Nagoya Univ.),  
Nelson Jorge Schuch (INPE) ,Alberto Foppiano (Concepcion Univ.) ,Ricardo Monreal  
(Magalhanas Univ.)

#### Abstract

Imaging Riometer(IR; 38.2MHz) at Southern Space Observatory(SSO; 29.7S, 306E), INPE detected remarkable ionosphere absorption phenomena during strong magnetic storm on July 15,2000, called as Bastille Day Storm. The absorption region appeared with an east-west extension at the higher latitude side in IR field of view and its region moves to south-west direction. However, since the IR Field of View is limited, the shape, scale and motion of the absorption region are not exactly determined. Thus we newly installed IR at Punta Arenas (53.1S, 289E) and Concepcion (37.5S, 287E) in Chile. We present preliminary absorption phenomena obtained at these stations.

地球磁場の大変弱いブラジル磁気異常帯 (23000nT 以下) には放射線帯から多量の高エネルギー粒子が降り込んでいる。特に、磁気嵐時には粒子の入射量が増加するため、下部電離圏の電子密度が増加し、宇宙電波雑音吸収 (CNA) が顕著に見られる。実際に 2000 年 7 月に発生した Bastille Day Storm と呼ばれる大きな磁気嵐時に高エネルギー粒子の入射に起因すると思われる CNA 現象がブラジル磁気異常帯の観測所で観測された。この時の CNA は高緯度側で東西にシート状に伸びたもので、それが南西方向に 100m/s の速度で移動した。しかし、東西方向にシート状に伸びた吸収域は IR の視野範囲を超えていたため、1 点の観測からだけでは、その広がりや東西方向の動きがどこまで続いているのかわからない。このためブラジル磁気異常帯の南部宇宙観測所 (SSO) だけでなく、放射線内帯直下のプンタアレナス(53.1S, 289E)とコンセプション(37.5S, 287E)に IR を設置し観測を開始した。チリでの観測はまだ始まって間もないため十分なデータが収集されておらず、詳しい解析はこれからである。ここでは 3 つの観測所で得られた IR 観測データについて紹介していく。

## 数値宇宙プラズマチェンバーによる複合型プラズマシミュレーション研究

岡田雅樹、江尻全機（極地研）、臼井英之、大村善治（京都大）、村田健史（愛媛大）  
宇宙環境シミュレータプロジェクトチーム

### Study of Compound Plasma Simulation by Numerical Space Plasma Chamber

Masaki Okada, Masaki Ejiri (NIPR), Hideyuki Usui<sup>2</sup>, Yoshiharu Omura<sup>2</sup> (RISH, Kyoto U.),  
Takeshi Murata (Ehime U)

Geospace environment simulator project team

Geospace environment simulator (GES) has started as one of the advanced computing research projects at the Earth Simulator Center in Japan Marine Science and Technology Center since 2002. By using this computing resource, a large scale simulation which reproduces a realistic physical model can be utilized not only for studying the geospace environment but also for various human activities in space. ES project aims to reproduce fully kinetic environment around a satellite by using the 3-dimensional full-particle electromagnetic simulation code which includes spacecraft model inside. Spacecraft can be modeled by the unstructured-grid 3D FP3M code. We will report current status of porting our simulation codes onto the ES and our concept of achieving the satellite environment in conjunction with the space weather.

We transplanted our full-particle electromagnetic plasma simulation code to the Earth Simulator. Fundamental performance tests have been performed by the full ES nodes. Maximum parallel efficiency of 99.75% was achieved in 512 nodes. Total system size of 2000x1000x1000 Grid model can be modeled on the ES by using full ES nodes.

宇宙環境シミュレータプロジェクトにより、大規模 3 次元プラズマ粒子シミュレーションコード(FPEM3D)の開発が急速に進展した。新しい 3 次元プラズマ粒子シミュレーションコードは、地球シミュレータをはじめとして、極地研究所大型計算機システム、京都大学生存圏研究所電波科学計算機実験装置、宇宙航空研究開発機構中央 NS システムにおいても稼動し、高い演算性能を最大限活用した大規模シミュレーションが可能になった。地球シミュレータにおいては、2000×1000×1000 グリッド規模の電磁粒子シミュレーションが可能であり、100 万ステップ規模のシミュレーションによりイオンの挙動まで追跡することが可能になりつつある。極地研究所大型計算機システムにおいても現状で、250×250×250 グリッドのシミュレーションが可能であり、次期極域科学大型計算機システムでは、500×500×500 グリッドのシミュレーションが可能になる予定である。

この数値プラズマチェンバー (Numerical Space Plasma Chamber: NSPC) を利用することにより、これまで不可能であった大規模な非線形プラズマ波動現象のシミュレーションが 3 次元空間で可能になる。これは、三波共鳴などの波動現象の解析において問題となっていた波数空間の自由度が増すことによって、エネルギー散逸機構が実空間と同じシミュレーションが可能になり、より現実的な非線形発展の過程を明らかにすることが可能になると予想される。また、グローバル MHD シミュレーションと複合連携することによりマクロスケールとミクロスケールの物理過程の結合による磁気圏構造の変化を明らかにすることが可能になると期待される。工学的には、NSPC 内部に非構造格子による飛翔体モデルを配置することによって飛翔体環境解析や、観測データの理解に大きく役立つと考えられる。

山本 和憲 (愛媛大学大学院理工学研究科), 村田 健史 (愛媛大学総合情報メディアセンター)  
藤田 茂 (気象大学校), 松岡 大祐 (愛媛大学大学院理工学研究科)

## Virtual Earth Magnetosphere System

Kazunori Yamamoto (Graduate School of Science and Engineering, Ehime University)

Ken T. Murata (Center for Information Technology, Ehime University) , Shigeru Fujita (Meteorological College)

Daisuke MATSUOKA (Graduate School of Science and Engineering, Ehime University)

We have constructed a new research environment for Earth and space science based on virtual reality system and network database: a Virtual Earth Magnetosphere System (VEMS). The VEMS provides an interactive research environment in which researchers can visually understand Earth magnetosphere. It reproduces the past Earth and Earth magnetosphere virtually in computers. Users can analyze observation data at any time, from any viewport and in any geographic size. In the VEMS, data assimilation, combinations of computer simulation and observation data, is possible. It proposes new approach from old Earth magnetosphere researches.

これまでの地球磁気圏物理研究においては、計算機シミュレーションと人工衛星や地上観測データの解析がそれぞれ個別に行われてきた。また、多数の観測データを統合的に解析する手段を持ち合わせていなかった。本研究では、これらの研究手法の融合を目指し、地球磁気圏の新しい研究環境として、バーチャル地球磁気圏システム(VEMS : Virtual Earth Magnetosphere System)を構築してきた。VEMS は、観測データやシミュレーション結果で過去の地球と地球磁気圏を計算機内に仮想的に再現することで、研究者が地球磁気圏を視覚的に理解し、研究者と計算機で双方向的に研究を行うことができる環境を提供する。

VEMS では、時系列3次元空間上に可視化された観測データをさまざまな角度から解析し、複数の観測データの相関を調べることができる(Fig.1)。さらに、観測データをもとに行った2次的な計算機シミュレーション結果を可視化することも可能である(Fig.2)。観測データと計算機シミュレーションを同じプラットフォームで3次元可視化することにより、VEMS 上でのデータ同化が可能となった。特に、本研究室で開発している太陽地球系観測データ解析参照システム (STARS) 等のアプリケーションを用いて、本システムをネットワークデータベースと連携することで、全国の研究機関で公開されている観測データを取得する事ができる。STARS では、各データのフォーマットの違いを吸収したデータクラスを提供しており、これを利用することで容易にデータの可視化が可能である。また、システムと親和性の高い没入型バーチャルリアリティシステムを導入することで、等ポテンシャル面が浮かんで見え、オーロラ、宇宙構造の解析において3次元構造を直感的に理解する事が可能となる。



Fig.1 3D Plot of the GEOTAIL/LEP ion moment observation data by the GEOTAIL spacecraft.

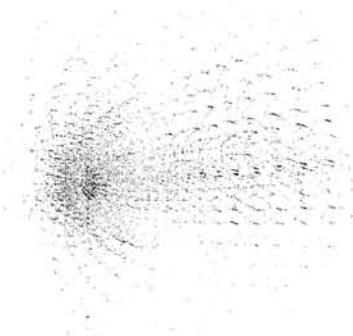


Fig.2 A global MHD simulation based on real parameters from the ACE spacecraft.

STARS(Solar-Terrestrial data Analysis and Reference System)の現状

○松浦弘樹(愛媛大学大学院理工学研究科),  
 村田健史(愛媛大学総合情報メディアセンター),  
 山本和憲(愛媛大学大学院理工学研究科), STARS チーム

A report of STARS (Solar-Terrestrial data Analysis and Reference System) development

○Hiroki MATSUURA (Ehime Univ.), Ken T. MURATA (CITE, Ehime Univ.),  
 Kazunori YAMAMOTO (Ehime Univ.) and STARS Team

日本の太陽地球系科学 (STP) 分野では、観測データの管理・公開責任は観測を行った研究機関やグループに一任されており、個別の観測データのデータフォーマット統一は困難である。そのためデータ解析者はFTP サイトや WWW サイトからデータをダウンロードし、各データのフォーマットに対応するプログラムを作成することにより観測データの解析・参照を行う。しかし、多点観測によりデータベースの巨大化や多様化が進むと、データ解析の効率は低下する。効率よいデータ解析を行うには、分散データベースを一元的に利用する方法が必要である。

愛媛大学総合情報メディアセンターを中心とした STARS (太陽地球系観測データ解析参照システム) チームは、STP 研究のための分散メタデータベースを構築してきた。この STP 分散メタデータベースは、複数の研究機関で公開している観測データのメタ情報を一元的に管理することができる。また、STARS は、STP 分散メタデータベースを活用し、ネットワーク上で観測データの検索、取得、解析・参照を行うことができる。

現在公開中の STARS4 最新版 ([https://dl.infonet.cs.ehime-u.ac.jp/download/space\\_index\\_j.aspx](https://dl.infonet.cs.ehime-u.ac.jp/download/space_index_j.aspx) で公開) では、ユーザが発見したイベントの参照機能 (Fig.1)と、権限のない(N/A)データファイルの STARS からのリクエスト機能 (Fig.2)を追加した。すでに登録されているイベントは、自分が発見したイベントを含め、STARS データ表示画面(Fig.1)上で参照することができる。データ取得の際に N/A データがダウンロード画面に表示された場合(Fig.2)、電子メールによりデータリクエストを行うことで、データ管理者にデータの利用を要求することができる。これらの新機能により、ネットワーク上で研究者間または研究者とデータ管理者間での情報交換・共同研究ができる環境が実現した。本発表では、運用段階にある STARS の現状と今後の課題を述べる。

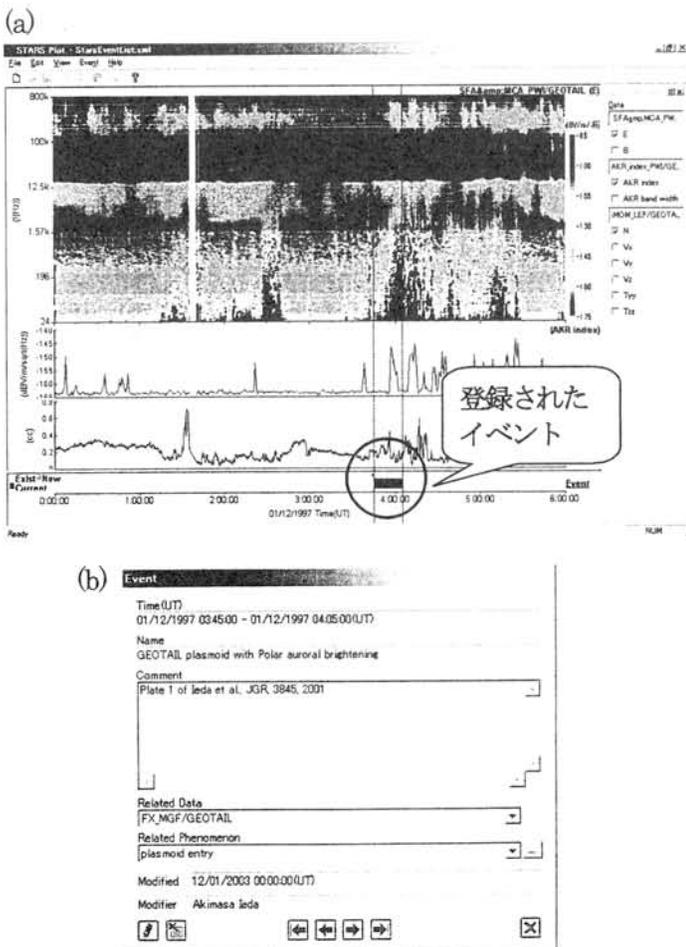


Fig.1 (a) STARS data plot dialog, (b) Event dialog

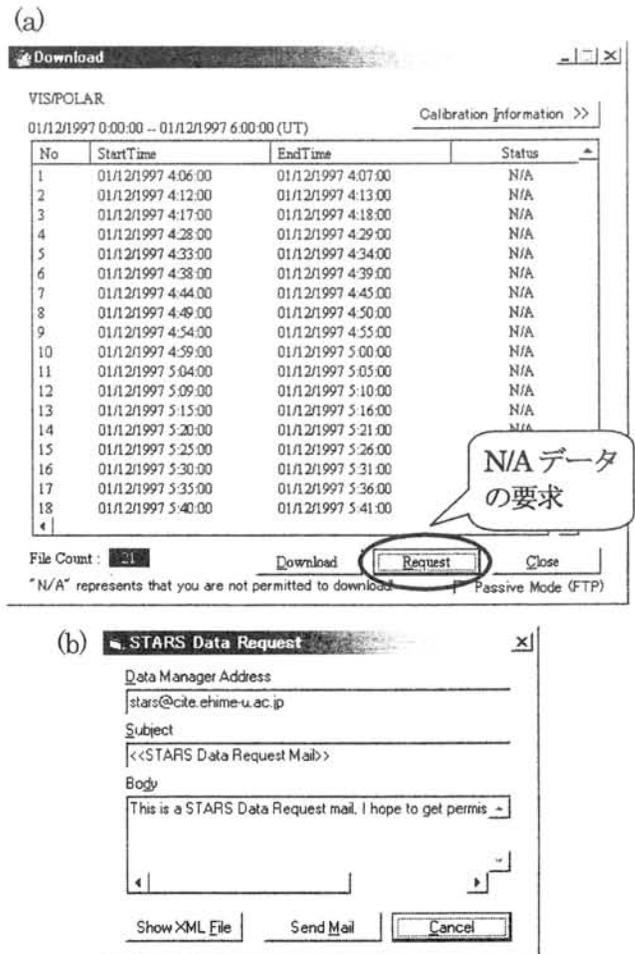


Fig.2 (a) Download dialog, (b) Data Request dialog

昭和－中山基地間流星バースト通信路の性質

○長澤 正氏\* 福田 明\*\* 椋本 介士\*\* 吉廣 安昭\*\* 中野 啓\*\* 大市 聡\*\*  
 山岸 久雄† 佐藤 夏雄† 門倉 昭†

Huigen Yang† Mingwu Yao† Sen Zhang† Guojing He† Lijun Jin†

\*沼津工業高等専門学校 \*\*静岡大学工学部 †極地研 †中国極地研 †西安電子科技大学

Properties of MBC channel between Syowa and Zhongshan stations

Masashi Nagasawa\* Akira Fukuda\*\* Kaiji Mukumoto\*\* Yasuaki Yoshihiro\*\* Kei Nakano\*\*

Satoshi Ohichi\*\* Hisao Yamagishi† Natsuo Sato† Akira Kadokura†

Huigen Yang† Mingwu Yao† Sen Zhang† Guojing He† Lijun Jin†

\*Numazu Col. of Tech. \*\*Shizuoka Univ. †NIRP †Polar Res. Inst. of China †Xidian Univ.

A tone signal transmission experiment was conducted by the authors to investigate the property of the meteor burst channel in Antarctica from Apr. 2002 to Mar. 2004. As a result, it is shown that the meteor burst channel in Antarctica is also useful for data transmission as that in mid latitude region. The channel shows also an interesting propagation phenomenon with completely different properties from meteor burst propagation. It appears frequently between 16:00 and 24:00 (UTC). Although sometimes it has a period with Doppler shift, most of it is useful for data transmission.

1. はじめに

43, 44 次南極観測隊において、南極域における流星バースト通信路(MBC)の特徴及び統計的性質を調査するため、中山(中国)－昭和基地(約1430km)間でトーン送受信の実験を行った<sup>[1]</sup>。実験の結果、南極においても通信に利用可能な流星バースト通信路が発生していること、また16:00-24:00(UTC)にかけて流星伝播以外の伝播現象が頻繁に発生し、それらも通信に利用できることが判った。

2. 実験概要

46MHz キャリアを1250Hz トーンでUSB変調し、中山基地より10分周期で3分間送信する。昭和基地にてSN比(2.4kHz帯域幅)が3, \*\*, 10dBを越える信号の発生数、継続時間等を記録する。実験装置等は文献<sup>[1]</sup>に詳しく述べられている。

3. 実験結果

Fig.1は通信路のduty cycleの日変動である。16:00-24:00(UTC)にかけて中緯度とは異なる大幅な増加が見られる。調査の結果、この時間帯には数十分から数時間の長時間にわたる通信路が発生することがあり、流星によるものとは異なる伝播現象が起きていることがあきらかになった。Fig.2は発生間隔の分布である。図は非流星伝播現象を含んでいるにもかかわらず、中緯度と同様におおよそ指数分布をなし、その平均値は約36.6秒(SN比3dB)であった。Fig.3は継続時間の分布である。中緯度ではほぼ指数分布をなすが、図に見られるように対数正規分布のようである。非流星伝播現象の影響で平均値も0.51秒と中緯度(0.1秒程度)に比べやや大きくなっている。Fig.4は非流星伝播時の受信周波数の変動を示したものである。この時は約2.5時間に渡って通信路が発生しているが、後部の約15分間に大きな周波数変動が見られる。Duty cycleが90%以上の区間(約116,000秒)で10Hz以上の変動がある時間の割合は3.26%であった。以上から、非流星伝播も通信に利用可能であることが判る。

謝辞 本研究の一部は科学研究費補助金(14550353)によって行われた。無線局の開設・運用など本実験の遂行に多大な御尽力を頂いた中国及び日本南極観測隊員に深謝する。

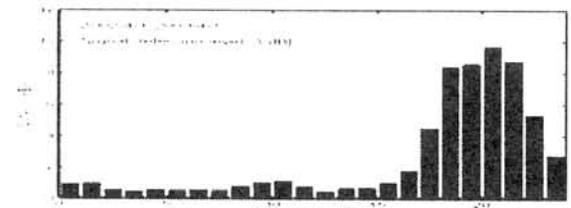


Fig.1 Diurnal variation of duty cycle



Fig.2 Distribution of interval

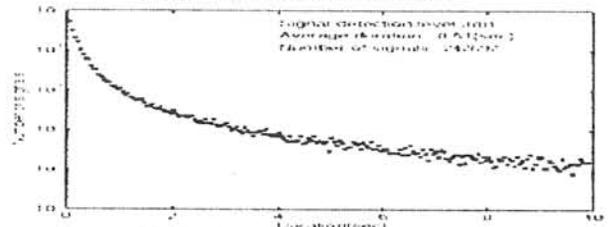


Fig.3. Distribution of duration

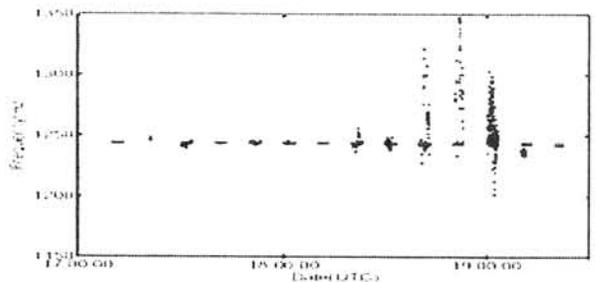


Fig.周波数変動

文献 [1]長澤他, "トーン信号伝送による南極大陸...観測実験について", 信学技報, SANE2003-96, pp19-24(2004-01)  
 [2] A.Fukuda, et.al. "Meteor burst communications in the Antarctica - Description of experiments and first results," IEICE, commun., to be published.  
 [3] 椋本 他 "南極における...", 信学技報, SANE2003-95, pp13-17(2004-01)

## 43-45 次隊における MBC データ伝送実験結果の報告

○椋本 介士\* 福田 明\* 長澤 正氏\*\* 吉廣 安昭\* 中野 啓\* 大市 聡\*

山岸 久雄† 佐藤 夏雄† 門倉 昭† H.Yang† M.Yao† S.Zhang† G.He† L.Jin†

\*静岡大学工学部 \*\*沼津工業高等専門学校 †国立極地研究所 \*中国極地研究所 †西安電子科技大学

### Report on MBC data transmission experiments during JARE 43rd-45th expedition

Kaiji Mukumoto\* Akira Fukuda\* Masashi Nagasawa\*\* Yasuaki Yoshihiro\* Kei Nakano\*

Satoshi Ohichi\* Hisao Yamagishi† Natsuo Sato† Akira Kadokura†

Hui-Gen Yang† Ming-Wu Yao† Sen Zhang† Guojing He† Li-Jun Jin†

\*Shizuoka Univ. \*\*Numazu Col. of Tech. †NIRP †Polar Res. Inst. of China †Xidian Univ.

In order to study the ability of meteor burst communications(MBC) as a new medium of data collection networks in Antarctica, we have performed a series of data transmission experiments. In the experiment during JARE 43rd expedition, a remote station at Zhongshan Station generated a data packet with the interval of 5 min. and tried to send it to a master station at Syowa Station. The radio units equipped for this experiment were manufactured by Meteor Communications Co.(MCC). Over-all throughput obtained by this experiment was 0.63 bps. In JARE 44th expedition, we added another MCC remote station at Dome Fuji station. Since the power from the master unit split into two antennas each directed to the stations, throughput from Zhongshan Station was reduced to 0.36bps. Throughput from Dome Fuji Station located in the polar cap region was only 0.13bps. For the experiment during JARE 45th expedition, we replaced the MCC system with the RANDOM(RAdio Network for Data Over Meteor) system developed by the authors. The experiment is being conducted between Syowa and Zhongshan stations. The throughput obtained from the result of 2004/04 was 3.5bps.

**序** 筆者らは、南極域において流星バースト通信(MBC)を利用した多点観測網の構築を提案し、そのための基礎実験として、トーン伝送実験[1]およびデータ伝送実験を行っている。本報告では、後者の実験結果を報告する。43 次隊では、米国 MCC(Meteor Communications Co.)社のシステムを用いて、中山基地(リモート)で観測されたデータを MBC により昭和基地(マスタ)に伝送する実験を行った。44 次隊では、リモート局としてドームふじ観測拠点を加え、2局からデータを収集する実験を行った。45 次隊では、MCC 社のシステムに替えて、筆者らの開発した RANDOM(RAdio Network for Data Over Meteor)システムによる伝送実験を中山-昭和基地間で行っている。

**実験概要** いずれの実験においても、使用周波数は 43.65MHz であり、各局とも、5el.八木アンテナを用いた。また、マスタ局は、トーン実験との干渉を避けるために、5 分間稼動し、5 分間休止するという周期で運用した。リモート局では、5 分間隔で 10 項目 20Byte のデータが生成され、MCC システムにおいては、生成されたデータの寿命を 120 分とした。Random システムにおいては、データ寿命の代わりに、送信バッファの容量制限(100 パケットに設定)による入力制御を行った。また、Random システムにおいては、伝送能力評価のため、リモート局の送信バッファが空の時にプローブパケットを受信すると、ダミーパケットを送信するとした。各実験の詳細は、文献[2][3]参照。

**43 次隊実験結果** オーロラ帯においても、MBC データ伝送が可能であることを確かめた。16-24(UT)に頻発する非流星伝搬現象(主にオーロラ Es と思われる)もデータ伝送に利用可能であることが判明した。全時間のデータ受信率(受信データ数/生成データ

数)は 59.1%、スループット(受信データ量/稼動時間)は 0.63bps であった。また、0~16 時(UT)のデータ受信率は 51.4%、スループットは 0.55bps であった。

**44 次隊実験結果** 中山基地局に替えて、ドームふじ局をリモートとして運用した場合のデータ受信率は 34.4%、スループットは 0.37bps であった。0~16 時(UT)については、データ受信率は 16.2%、スループットは 0.17bps であった。マスタ局の送信電力を分割して、それぞれ中山、ドームふじ方向のアンテナに供給し、1 マスタ対 2 リモートシステムで運用した際のデータ受信率は 12.3%(ドーム)及び 34.0%(中山)、スループットは 0.13bps(ドーム)及び 0.36bps(中山)であった。

**45 次隊実験結果** 2004 年 4 月の実験結果から算出した Random システムのデータ受信率は 100%であり、ダミーパケットを含めた単位時間当りのデータ受信量は 3.5bps であった。また、0~16 時(UT)のスループットは 1.9bps であった。

**文献** [1]長澤 他“昭和-中山…”,本大会予稿。

[2] A.Fukuda, et.al. “Meteor burst communications in the Antarctica – Description of experiments and first results,” IEICE, commun., to be published.

[3] 椋本 他“南極における…”,信学技報, SANE2003-95, pp13-17(2004-01)

**謝辞** 本研究の一部は科学研究費補助金(14550353)によって行われた。無線局の開設・運用など本実験の遂行に多大な御尽力を頂いた中国及び日本南極観測隊員に深謝する。

