

第 25 回
極域における電離圏磁気圏
総合観測シンポジウム
プログラム & 予稿集

The 25th Symposium
on Coordinated Observations of the Ionosphere
and the Magnetosphere in the Polar Regions

Programme and Abstracts

2001 年 7 月 30 日 (月) ~ 7 月 31 日 (火)

July 30-31, 2001

国立極地研究所

National Institute of Polar Research
Tokyo, Japan

第 25 回
極域における電離圏磁気圏
総合観測シンポジウム
プログラム

**The 25th Symposium
on Coordinated Observations of the Ionosphere
and the Magnetosphere in the Polar Regions**

Programme

2001 年 7 月 30 日 (月) ~ 7 月 31 日 (火)

July 30-31, 2001

国立極地研究所

**National Institute of Polar Research
Tokyo, Japan**

Time Table

◆ 7月30日 (月) (9:50~18:40)

10	▶	11	▶	12	▶	13	▶	14	▶	15	▶	16	▶	17	▶	18	▶	19	▶	20	▶
はじめに		成層圏・中間圏・熱圏 (10:00~12:15)				昼休み (12:15~13:00)				EISCAT - SuperDARN 等 (13:00~16:00)				休憩 10分		電離圏・磁気圏 (1) (16:10~18:40)				懇親会 (18:40~20:30)	

◆ 7月31日 (火) (9:00~18:15)

9	▶	10	▶	11	▶	12	▶	13	▶	14	▶	15	▶	16	▶	17	▶	18	▶										
電離圏・磁気圏 (2) (9:00~10:30)		休憩 10分				オーロラダイナミクス (10:40~12:10)				昼休み (12:10~13:00)				ポスターセッション (13:00~14:30)				モデリング・計算機実験 (14:30~16:00)				休憩 10分		将来計画 (16:10~18:10)				おわりに	

国立極地研究所
第 25 回極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム

開催日：2001年7月30日－31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2日目午後のポスターセッションで

7月30日（月）（9：50～18：40）

● 0. はじめに

09：50～10：00

司会：麻生 武彦（極地研）

開会の辞 江尻 全機（極地研）

● 1. 成層圏・中間圏・熱圏

10：00～12：15

座長：村山 泰啓（通信総合研）

- 1-1. つくばミリ波分光計で観測された中間圏オゾンの半年周期変動
長浜 智生、中根 英昭、藤沼 康実（国立環境研）、小川 英夫（大阪府大）、
福井 康雄（名古屋大）
- 1-2. 極渦からの重力波の発生に関する高分解能気候モデルを用いた研究
佐藤 薫（極地研）、高橋 正明（東京大）
- 1-3. アラスカ・ポーカフラットで観測された中間圏風速中の長周期波動
村山 泰啓、大山 伸一郎、五十嵐 喜良（通信総合研）
- 1-4. ナトリウム温度ライダー観測による南極中間圏温度構造
北原 司、川原 琢也、小林 史利（信州大）、堤 雅基（極地研）、斎藤 保典、野村 彰夫（信州大）
- 1-5. 昭和 HF レーダーによる流星風観測の検討
堤 雅基、行松 彰（極地研）
- 1-6. 南極昭和基地で観測されたスプライト・エルブス励起 ELF 波動の特徴
佐藤 光輝、福西 浩、高橋 幸弘（東北大）、菊池 雅行、山岸 久雄（極地研）
- 1-7. オーロラ・インフラソニック波観測の現代的意義
南 繁行、鈴木 裕、武智 誠次、R. Rizwan（大阪市大）
- 1-8. Artificial airglow, analysis of optical and incoherent scatter data
Björn Gustavsson (NIPR), A. L. Aruliah (U. College London, UK),
M. T. Rietveld (MPAe, Gemany / EISCAT, Norway), F. Honary (Lancaster U., UK),
A Steen, B. U. E. Brändström (IRF, Sweden), and T. Aso (NIPR)
- 1-9. アラスカにおいて全天イメージャによって観測された夕方側パッチ状オーロラ
久保田 実（通信総合研）

【ポスター発表】（発表は 31（火）13:00-14:30 のポスターセッションで）

- P1-1. 放出電子ビーム流の直撃によるプローブの大きな帯電特性
渡辺 勇三（宇宙科学研）
- P1-2. Sprites や elves を引き起こした雷放電と VLF 波の散乱との関係
大津山 卓哉、早川 正士（電気通信大）、芳原 容英（LPCE/CNRS）

昼休み 12：15～13：00

● 2. EISCAT - SuperDARN 等 - レーダー観測の成果と今後の展望

13:00~16:00

座長：小川 忠彦 (名古屋大)・飯島 健 (九州大)

2-1. Digital Signal Processing Hardware and Software for the Upgraded EISCAT Mainland System, and some examples of data from new experiments.

Assar Westman (EISCAT HQ), J. Markannen, M. Postilla (EISCAT Sodankylua site), G. Wannberg, T. Turunen and I. Häggström (EISCAT HQ)

2-2. A Possible Explanation for Polar Mesospheric Summer Echoes

Alan D. Aylward and Y. Chaxel (U. College London)

2-3. NSMR - NIPR / Norway Svalbard Meteor Radar complementing EISCAT and SOUSY Svalbard radar in Longyearbyen

麻生 武彦、堤 雅基 (極地研)、C. Hall (U. Tromso, Norway)

2-4. Recent contributions to E-region irregularity studies from 50- and 12-MHz radar measurements at the Antarctic Syowa station

A.V. Koustov, R.A. Makarevitch (U Saskatchewan), K. Igarashi, K. Ohtaka (CRL), T. Ogawa, N. Nishitani (Nagoya U), N. Sato, H. Yamagishi and A. S. Yukimatu (NIPR)

2-5. SuperDARN observations of ionospheric flow during a rapid change of the IMF orientation.

Mark Lester (U Leicester, U.K.), B.S. Lanchester (U Southampton), H. Khan, S.E. Milan and G. Provan (U Leicester)

2-6. 昭和 East 短波レーダーで観測された低高度エコー

小川 忠彦、西谷 望 (名古屋大)、佐藤 夏雄、山岸 久雄、行松 彰 (極地研)

2-7. 太陽風動圧が低い時の高速電離圏対流 - 統計的アプローチ

西谷 望、小川 忠彦 (名古屋大)、佐藤 夏雄、山岸 久雄、行松 彰 (極地研)

2-8. Pc5 Waves simultaneously observed by GEOTAIL and in Artificially Generated HF Radar Backscatter

利根川 豊、櫻井 亨 (東海大)、佐藤 夏雄 (極地研)、新海 雄一 (総研大)、行松 彰 (極地研)、D.M. Write、T.K. Yeoman、M. Lester (レスター大)

2-9. SuperDARN HF radar signatures of traveling convection vortices

片岡 龍峰、福西 浩 (東北大)、行松 彰、佐藤 夏雄 (極地研)、SuperDARN PIs

2-10. SuperDARN 実験による沿磁力線電流の特性の評価

飯島 健、出口 大樹 (九州大)、佐藤 夏雄 (極地研)

2-11. CUTLASS レーダーおよび SENSU レーダーによって観測されるスペクトル幅の南北共役点比較

細川 敬祐 (京都大)、E.E. Woodfield、M. Lester、S.E. Milian (レスター大)、佐藤 夏雄、行松 彰 (極地研)、家森 俊彦 (京都大)

2-12. Transient Traveling Aurora Vortices (TTAVs) in the Dayside Cusp

佐藤 夏雄 (極地研)、H. Yang、H. Hu、R. Liu (中国極地研)、山岸 久雄、行松 彰、菊池 雅行 (極地研)、村田 洋三 (総研大)、S.E. Milan、M. Lester (レスター大)、飯島 健 (九州大)

【ポスター発表】 (発表は 31 (火) 13:00-14:30 のポスターセッションで)

P2-1. Range profiles of 140-MHz E-region and 12-MHz F-region coherent echoes

A.V. Koustov、D. Danskin (U Saskatchewan), M.V. Uspensky (FMI), T. Ogawa and N. Nishitani (Nagoya U)

P2-2. カस्प域 F 層電子密度の季節変化

山岸 久雄 (極地研)、劉 順林 (中国極地研)

P2-3. カस्प域オーロラの MLT 依存性

佐藤 夏雄、江尻 全機、岡田 雅樹、山岸 久雄、行松 彰、菊池 雅行 (極地研)、岡野 章一 (東北大)、巻田 和男 (拓殖大)、H. Yang、R. Liu、H. Hongqiao (中国極地研)、M. Lester (レスター大)、M. Pinnock (英国南極調査所)

P2-4. 昼間の午後側にみられる準周期的可視オーロラの特徴
村田 洋三 (総研大)、佐藤 夏雄、山岸 久雄、行松 彰、菊池 雅行 (極地研)、
巻田 和男 (拓殖大)、小川 忠彦 (名古屋大)、楊 惠根、劉 瑞源 (中国極地研)、
A.D.M. Walker (ナタール大)、M. Lester (レスター大)

P2-5. 昭和基地における 11.2 MHz VHF オーロラレーダの開発
五十嵐 喜良、太高一弘、小原 徳昭、野崎 憲朗 (通信総合研)

P2-6. 昭和基地大型短波レーダの航空機によるアンテナパターン測定
加藤 泰男 (名古屋大)、山岸 久雄 (極地研)、小川 忠彦 (名古屋大)

P2-7. 昭和基地 HF レーダ干渉計観測 (2)
行松 彰、山岸 久雄、佐藤 夏雄 (極地研)

P2-8. Rapid transient ionospheric phenomena detected by SuperDARN Basyouhu mode
行松 彰、山岸 久雄、佐藤 夏雄 (極地研)

休憩 16:00~16:10

● 3. 電離圏・磁気圏 (1)

16:10~18:40
座長: 田中 高史 (通信総合研)・吉川 顕正 (九州大)

3-1. A NEW MODEL FOR THE IMF DEPENDENCE OF REGION 1 FIELD-ALIGNED CURRENT IN THE LOW-LATITUDE BOUNDARY LAYER
山本 隆、尾崎 政男 (東京大)

3-2. 対流と磁気圏プラズマ領域
田中 高史 (通信総合研)

3-3. 極冠域電離圏におけるプラズマ密度の上昇 -あけぼの衛星による観測-
市川 洋一 (東京理科大)、阿部 琢美、小山 孝一郎 (宇宙科学研)

3-4. SS-520-2 号機搭載 電子/イオンエネルギー分析器による荷電粒子観測
田中 宏樹、斎藤 義文、浅村 和史、石井 真一、向井 利典 (宇宙科学研)

3-5. カスプ近傍から磁気圏への酸素イオンの流出分布及び流出量
田代 真一 (通信総合研/中央大)、山崎 敦 (通信総合研)、吉川 一郎 (宇宙科学研)、
三宅 互 (通信総合研)、中村 正人 (東京大)

3-6. SS520-2 ロケット搭載 NEI による極域カスプ電子密度プロファイルの観測
児玉 理、小野 高幸 (東北大)、山本 真行 (通信総合研)

3-7. T89 磁場モデルを使った極域-近尾部間におけるホイスラーモード波の伝搬
松尾 敏郎 (京都大)、河村 憲一 (京都大(現 NTT))

3-8. 磁気圏-電離圏結合系の電磁誘導プロセス解明に向けて
吉川 顕正、湯元 清文 (九州大)

3-9. 狭間隔 (~50km) 多点磁場観測点への H 成分比法と位相差法の適用による L~1.3 における地磁気脈動
共鳴構造のモニタリング
高崎 聡子、河野 英昭 (九州大)、瀬戸 雅弘 (東北工業大)、森岡 昭 (東北大)、
湯元 清文 (九州大)

3-10. 環太平洋地磁気ネットワークデータを用いた ULF 振幅のローカルタイム依存性成分の分離
尾花 由紀、吉川 顕正、湯元 清文 (九州大)、J.V. Olson (U Alaska)、
R.J. Morris (Australian Antarctic Division)、S.I. Solov'yev (Inst. of Cosmophysical Research and
Aeronomics)、CPMN 観測グループ

【ポスター発表】 (発表は 31 (火) 13:00-14:30 のポスターセッションで)

P3-1. ポーラーカスプ/キャップでの静穏日宇宙電波雑音強度の長期変動
西野 正徳、中尾 正就 (名古屋大)、山岸 久雄 (極地研)、Jan A. Holtet (オスロ大)

- P3-2. 磁気圏 V L F ヒス[△]の磁気圏嵐[△]の効果
恩藤 忠典 (宇宙地球環境研)
- P3-3. 磁気共役点における VLF 局電波の解析
酒井 智弥、宇治川 智、島倉 信 (千葉大)
- P3-4. 昼側シース領域とカスプ域での Pc 3 波動の相関について
新海 雄一 (総研大)、佐藤 夏雄 (極地研)、櫻井 亨、利根川 豊 (東海大)
- P3-5. ブラジル磁気異常帯で観測された 630nm 発光現象
巻田 和男 (拓殖大)、高橋 久夫、N.J. Schuch (ブラジル宇宙科学研)

●懇親会

18:40~20:30
於：管理棟 6 階講堂前ロビー

7月31日 (火) (9:00~18:15)

● 4. 電離圏・磁気圏 (2)

09:00~10:30
座長：能勢 正仁 (京都大)

- 4-1. Equator-S によるウェッジ型イオン分散構造
海老原 祐輔 (極地研)、L. Eliasson (IRF, Sweden)、江尻 全機 (極地研)
- 4-2. 放射線外帯のダイナミクス (レビュー)
小原 隆博 (通信総合研)、三好 由純、森岡 昭 (東北大)
- 4-3. インジェクション粒子の降込みによる朝側対流電場の急激な減少ー P P B 5号機による観測ー
門倉 昭、江尻 全機、佐藤 夏雄、海老原 祐輔 (極地研)、遠山 文雄、利根川 豊 (東海大)、
平島 洋、鈴木 裕武 (立教大)、E. A. Bering、J. R. Benbrook (ヒューストン大)
- 4-4. シータ・オーロラおよびオーロラ・サブストームにおける粘性対流の役割
中井 仁 (大阪府立茨木高)、上出 洋介 (名古屋大)
- 4-5. 磁気嵐時の太陽風ー磁気圏相互作用
長妻 努 (通信総合研)
- 4-6. 地磁気擾乱時と静穏時における地球近傍プラズマシートのイオン組成
能勢 正仁 (京都大)、大谷 晋一、高橋 主衛、A.T.Y.Lui、R.W.McEntire、
D.J. Williams (ジョンズ・ホプキンス大)、S.P. Christon (Focused Analysis and Research)、
湯元 清文 (九州大)

【ポスター発表】(発表は 31 (火) 13:00-14:30 のポスターセッションで)

- P4-1. 地磁気擾乱に見られる確率論的非線形過程
渡辺 佑治、白井 仁人、上出 洋介 (名古屋大)
- P4-2. SC に伴う磁気圏内擾乱域の発生と伝播について
新堀 淳樹、小野 高幸 (東北大)、大家 寛 (福井工業大)

休憩 10:30~10:40

● 5. オーロラダイナミクス

10:40～12:10

座長：岡野 章一（東北大）

- 5-1. 昭和基地で受信した DMSP オーロラ画像に見られる N-S オーロラストリーマーとトーチ構造について
宮岡 宏、岡田 雅樹、竹下 秀（極地研）
- 5-2. 電磁イオンサイクロトロン波とフリッカリングオーロラの関係
坂野井 和代、福西 浩（東北大）
- 5-3. 昭和基地－アイスランドで観測されたブレイクアップと脈動オーロラの共役性（2000年9月30日の初期結果）
佐藤 夏雄（極地研）、村田 洋三（総研大）、土井 寛子（東海大）、佐藤 光輝（東北大）、
T. Saemundsson（アイスランド大）
- 5-4. スピッツベルゲン島ロングイヤーピエンでのオーロラスペクトル観測
岡野 章一、坂野井 健、小泉 尚子（東北大）、麻生 武彦（極地研）
- 5-5. オーロラスペクトログラフ観測データを用いた INDEX 衛星搭載多波長オーロラカメラの感度決定
坂野井 健、岡野 章一、小泉 尚子（東北大）、江尻 全機、麻生 武彦、岡田 雅樹（極地研）、
平原 聖文（立教大）
- 5-6. INDEX-MAC/CRM によるオーロラ微細構造の in-situ 観測
岡田 雅樹、江尻 全機（極地研）、坂野井 健、岡野 章一（東北大）

【ポスター発表】（発表は 31（火）13:00-14:30 のポスターセッションで）

- P5-1. トロムソにおける EISCAT レーダと多波長フォトメータの同時観測
足立 和寛、藤井 良一、野澤 悟徳、山口 敏明（名古屋大）、大山 伸一郎（通信総合研）、
A. Brekke、C.M. Hall（トロムソ大）
- P5-2. オーロラの2次元微細構造と時間変動（2）
宮岡 宏、竹下 秀（極地研）
- P5-3. アイスランドと昭和基地で観測された WTS の共役性
土井 寛子（東海大）、佐藤 夏雄（極地研）、村田 洋三（総研大）、佐藤 光輝（東北大）、
利根川 豊（東海大）、T. Saemundsson（アイスランド大）
- P5-4. オーロラの電磁場モデル －大規模な渦の形成－
原田 高志、竹内 智（山梨大）
- P5-5. オーロラスペクトログラフ：性能評価と観測データから発光絶対強度への変換
小泉 尚子、岡野 章一、坂野井 健（東北大）、田口 真、麻生 武彦（極地研）
- P5-6. 音響光学素子を用いたオーロラスペクトロメータの南極昭和基地における観測結果（速報）
塩川 和夫、加藤 泰男、佐藤 貢、小川 忠彦（名古屋大）、田口 真、山岸 久雄（極地研）

昼休み

12:10～13:00

● 6. ポスターセッション

13:00～14:30

- P1-1. 放出電子ビーム流の直撃によるプローブの大きな帯電特性
渡辺 勇三（宇宙科学研）
- P1-2. Sprites や elves を引き起こした雷放電と VLF 波の散乱との関係
大津山 卓哉（電気通信大）、他
- P2-1. Range profiles of 140-MHz E-region and 12-MHz F-region coherent echoes
A.V. Koustov（U. Saskatchewan）、他
- P2-2. カस्प域F層電子密度の季節変化
山岸 久雄（極地研）、他

- P2-3. カスプ域オーロラのMLT依存性
佐藤 夏雄 (極地研)、他
- P2-4. 昼間の側午後にみられる準周期的可視オーロラの特性
村田 洋三 (総研大)、他
- P2-5. 昭和基地における112MHz VHFオーロラレーダの開発
五十嵐 喜良 (通信総合研) 大高一弘 (通信総合研)、他
- P2-6. 昭和基地大型短波レーダの航空機によるアンテナパターン測定
加藤 泰男 (名古屋大・技官)、他
- P2-7. 昭和基地HFレーダ干渉計観測 (2)
行松 彰 (極地研)、他
- P2-8. Rapid transient ionospheric phenomena detected by SuperDARN Basyouhu mode
行松 彰 (極地研)、他
- P3-1. ポーラーカスプ/キャップでの静穏日宇宙電波雑音強度の長期変動
西野 正徳 (名古屋大)、他
- P3-2. 磁気圏VLFヒスへの磁気圏^嵐の効果
恩藤 忠典 (宇宙地球環境研)
- P3-3. 磁気共役点におけるVLF局電波の解析
酒井 智弥 (千葉大)、他
- P3-4. 昼側シース領域とカスプ域でのPc3波動の相関について
新海 雄一 (総研大)、他
- P3-5. ブラジル磁気異常帯で観測された630nm発光現象
巻田 和男 (拓殖大)、他
- P4-1. 地磁気擾乱に見られる確率論的非線形過程
渡辺 佑治 (名古屋大)、他
- P4-2. SCに伴う磁気圏内擾乱域の発生と伝播について
新堀 淳樹 (東北大)、他
- P5-1. トロムソにおけるEISCATレーダと多波長フォトメータの同時観測
足立 和寛 (名古屋大)、他
- P5-2. オーロラの2次元微細構造と時間変動 (2)
宮岡 宏 (極地研)、他
- P5-3. アイスランドと昭和基地で観測されたWTSの共役性
土井 寛子 (東海大)、他
- P5-4. オーロラの電磁場モデル—大規模な渦の形成—
原田 高志 (山梨大)、他
- P5-5. オーロラスペクトログラフ：性能評価と観測データから発光絶対強度への変換
小泉 尚子 (東北大)、他
- P5-6. 音響光学素子を用いたオーロラスペクトロメータの南極昭和基地における観測結果 (速報)
塩川 和夫、加藤 泰男 (名古屋大)、他
- P7-1. 物理乱数を使ったプラズマ粒子シミュレーションの背景ノイズ低減効果
岡田 雅樹 (極地研)
- P7-2. オブジェクト指向プラズマ電磁粒子コードの開発とバーチャルネットワークラボラトリーへの応用
上岡 功治 (愛媛大)、他
- P7-3. 二次元開放系における静電孤立波の電磁粒子シミュレーション
梅田 隆行 (京都大)、他

P8-1. サブストーム研究のための南極彗星観測計画試案
斎藤 尚生 (東北大)、他

P8-2. 南極大陸における流星バースト通信実験の概要
福田 明 (静岡大)、他

● 7. モデリング・計算機実験

14:30~16:00

座長: 藤田 茂 (気象大)

7-1. 上向きイオンビームの存在するオーロラ粒子加速領域における新しいタイプのウィークダブルレイヤーおよびウィークダブルレイヤーの3次元構造
矢島 彰、町田 忍 (京都大)

7-2. カレントウェッジモデルによる Pi2 脈動の数値シミュレーション
藤田 茂 (気象大)、糸長 雅彦 (山口大)、吉川 顕正 (九州大)、中田 裕之 (名古屋大)、水田 孝信 (東京大)

7-3. GEDAS システム及び KRM プログラムを用いた電離層電場・電流のリアルタイム・モニタリング
白井 仁人、上出 洋介 (名古屋大)、E.A. Kihn (NOAA/NGDC)、B. Hausman (ライス大)、篠原 学、中田 裕之、磯和 充、高田 拓、渡辺 佑治 (名古屋大)

7-4. 宇宙シミュレーション・ネットラボラトリーシステムの開発
白井 英之、松本 紘、大村 善治 (京都大)、岡田 雅樹 (極地研)、上田 裕子 (宇宙開発事業団)、村田 健史 (愛媛大)

7-5. 人工衛星・地上観測データ参照解析システム(STARS)の開発と分散データベースの利用
村田 健史 (愛媛大)

7-6. 極域科学総合データライブラリシステム紹介
岡田 雅樹、宮岡 宏、佐藤 夏雄 (極地研)

【ポスター発表】(発表は 31 (火) 13:00-14:30 のポスターセッションで)

P7-1. 物理乱数を使ったプラズマ粒子シミュレーションの背景ノイズ低減効果
岡田 雅樹 (極地研)

P7-2. オブジェクト指向プラズマ電磁粒子コードの開発とバーチャルネットワークラボラトリーへの応用
上岡 功治、村田 健史 (愛媛大)、上田 裕子 (宇宙開発事業団)、白井 英之 (京都大)、岡田 雅樹 (極地研)

P7-3. 二次元開放系における静電孤立波の電磁粒子シミュレーション
梅田 隆行、大村 善治、松本 紘、白井 英之 (京都大)

休憩 16:00~16:10

● 8. 将来計画

16:10~18:10

座長: 佐藤 夏雄 (極地研)

8-1. 将来計画の展望 (10分)
佐藤 夏雄 (極地研)

8-2. JARE43 における南極域中間圏界面大気観測計画
山田 嘉典、福西 浩 (東北大)

8-3. 南極大陸における超高層物理学無人多点観測の将来計画
山岸 久雄 (極地研)、超高層物理無人観測ワーキンググループ

8-4. PPB による TeV 領域の一次電子の ECC 観測
小林 正 (青山学院大)、山上 隆正 (宇宙科学研)、古森 良志子 (神奈川県立衛生短大)、吉田 健二 (神奈川大)、西村 純 (宇宙科学研)

8-5. 次期 P P B 実験計画概要

門倉 昭、山岸 久雄、佐藤 夏雄（極地研）、P P B ワーキンググループ

8-6. 極域における成層圏上部・中間圏大気微量分子のミリ波観測計画

小川 英夫、米倉 覚則、浅山 信一郎（大阪府大）、長浜 智生、中根 英昭（国立環境研）、福井 康雄（名古屋大）

8-7. 南極昭和基地 MST レーダープロジェクト (PANSY)

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）

8-8. 総合討論（20分）

【ポスター発表】（発表は31（火）13:00-14:30のポスターセッションで）

P8-1. サブストーム研究のための南極彗星観測計画試案

斎藤 尚生（東北大）、佐藤 夏雄（極地研）、三澤 浩昭（東北大）

P8-2. 南極大陸における流星バースト通信実験の概要

福田 明、椋本 介士、吉広 安昭（静岡大）、長澤 正氏（沼津工業高専）

● 9. おわりに

18:10～18:15

閉会の辞

麻生 武彦（極地研）

Time Table

◆ **Monday, July 30th : 09:50 - 18:40**

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Stratosphere - Mesosphere - Thermosphere (10:00~12:15)	Lunch (12:15~ 13:00)	EISCAT - SuperDARN etc. (13:00~16:00)	Tea break (10min.)			Ionosphere and Magnetosphere (1) (16:10~18:40)	Banquet (18:40~20:30)		
	Opening									

◆ **Tuesday, July 31st : 09:00 - 18:15**

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Ionosphere and Magnetosphere (2) (9:00~10:30)	Auroral dynamics (10:40~12:10)	Lunch (12:15~ 13:00)	Poster session (13:00~14:30)	Modeling and Simulation (14:30~16:00)	Tea break (10min.)			Future plan (16:10~18:10)
	Closing								

National Institute of Polar Research
The 25th Symposium on Coordinated Observations
of the Ionosphere and the Magnetosphere in the Polar Regions

Date : July 30th - 31st, 2001
Venue: Auditorium in National Institute of Polar Research, Tokyo

Programme

Oral presentation: total 15 min. including 12-min talk and 3-min discussions
Poster presentation: presented in the poster session on the second day

Monday, July 30th : 09:50 - 18:40

*** Session 0. Opening session**

09:50-10:00

Chair: Aso Takehiko (NIPR)

Opening

Ejiri Masaki (NIPR)

*** Session 1. Stratosphere - Mesosphere - Thermosphere — new findings**

10:00-12:15

Chair: Murayama Yasuhiro (CRL)

- 1-1. Semi-annual variations of mesospheric ozone measured with the Tsukuba millimeter-wave radiometer
Nagahama Tomoo, Nakane N., Fujinuma Y. (NIES), Ogawa H. (Osaka Pref. U) and Fukui Y. (Nagoya U)
- 1-2. A study of gravity wave generation around the polar-night jet based on a high-resolution global circulation model
Sato Kaoru (NIPR) and Takahashi M. (U Tokyo)
- 1-3. Long period waves of mesospheric winds observed at Poker Flat, Alaska
Murayama Yasuhiro, Oyama S. and Igarashi K. (CRL)
- 1-4. Vertical thermal structures in the Antarctic mesopause region measured by a sodium temperature lidar
Kitahara Tsukasa, Kawahara T.D., Kobayashi F. (Shinshu U), Tsutsumi M. (NIPR), Saito Y. and Nomura A. (Shinshu U)
- 1-5. Application of Syowa HF radars to meteor wind observations
Tsutsumi Masaki and S. Yukimatu A. (NIPR)
- 1-6. Characteristics of sprite- and elve-induced ELF waves observed at Syowa station, Antarctica
Sato Mitsuteru, Fukunishi H., Takahashi Y. (Tohoku U), Kikuchi M. and Yamagishi H. (NIPR)
- 1-7. On the Recent Practical Meanings of Observing Auroral Infrasonic Waves
Minami Shigeyuki, Suzuki Y., Takechi S. and R. Rizwan (Osaka City U)
- 1-8. Artificial airglow: analysis of optical and incoherent scatter data
Björn Gustavsson (NIPR), A. L. Aruliah (U College London, UK), M. T. Rietveld (MPAe, Gemany / EISCAT, Norway), F. Honary (Lancaster U, UK), Å. Steen, B. U. E. Brändström (IRF, Sweden) and Aso T. (NIPR)
- 1-9. "Evening Rayed Patches" Observed by CRL All-sky Imagers at Poker Flat, Alaska
Kubota Minoru (CRL)

[Poster presentations] (presented at poster session on 31st)

- P1-1. Charging of the impedance-probe by the electron-beam
Watanabe Yuzo (ISAS)
- P1-2. Numerical modeling of the VLF scattering in association with sprites and elves producing lighting
Otsuyama Takuya, Hayakawa M. (U Electro-Communications) and Hobara Y. (LPCE/CNRS)

*** Lunch** **12:15-13:00**

*** Session 2. EISCAT - SuperDARN etc. — Radar results and future perspective**

13:00-16:00

Chair: Ogawa Tadahiko (Nagoya U) and Iijima Takesi (Kyushu U)

- 2-1. Digital Signal Processing Hardware and Software for the Upgraded EISCAT Mainland System, and some examples of data from new experiments.
Assar Westman (EISCAT HQ), J. Markannen, M. Postilla (EISCAT Sodankylä site), G. Wannberg, T. Turunen and I. Haggström (EISCAT HQ)
- 2-2. A Possible Explanation for Polar Mesospheric Summer Echoes
Alan D. Aylward and Y. Chaxel (U Colledge London)
- 2-3. NSMR - NIPR / Norway Svalbard Meteor Radar complementing EISCAT and SOUSY Svalbard radar in Longyearbyen
Aso Takechiko, Tsutsumi M. (NIPR) and C. Hall (U Tromsø)
- 2-4. Recent contributions to E-region irregularity studies from 50- and 12-MHz radar measurements at the Antarctic Syowa station
A.V. Koustov, R.A. Makarevitch (U Saskatchewan), Igarashi K., Ohtaka K. (CRL), Ogawa T. and Nishitani N. (Nagoya U), Sato N., Yamagishi H. and S. Yukimatu A. (NIPR)
- 2-5. SuperDARN observations of ionospheric flow during a rapid change of the IMF orientation.
Mark Lester (U Leicester, U.K.), B.S. Lanchester (U Southampton), H. Khan, S.E. Milan and G. Provan (U Leicester)
- 2-6. On Low Altitude Echoes Observed with the Syowa East HF Radar
Ogawa Tadahiko, Nishitani N. (Nagoya U), Sato N., Yamagishi H. and S. Yukimatu A. (NIPR)
- 2-7. Statistical characteristics of ionospheric convection under low solar wind dynamic pressure
Nishitani Nozomu, Ogawa T. (Nagoya U), Sato N., Yamagishi H. and S. Yukimatu A. (NIPR)
- 2-8. Pc5 Waves simultaneously observed by GEOTAIL and in Artificially Generated HF Radar Backscatter
Tonegawa Yutaka, Sakurai T. (Tokai U), Sato N., Shinkai Y., S. Yukimatu A. (NIPR), D. Write, T.K. Yeoman and M. Lester (U Leicester)
- 2-9. SuperDARN HF radar signatures of traveling convection vortices
Kataoka Ryuho, Fukunishi H. (Tohoku U), S. Yukimatu A., Sato N. (NIPR) and SuperDARN PIs
- 2-10. Characteristics of field-aligned currents assessed by SuperDARN experiments
Iijima Takesi, Deguchi H. (Kyushu U) and Sato N. (NIPR)
- 2-11. Interhemispheric Comparison of Spectral Width Characteristics as Observed by CUTLASS and SENSU
Hosokawa Keisuke (Kyoto U), E.E. Woodfield, M. Lester, S.E. Milian (U Leicester), Sato N., S. Yukimatu A. (NIPR) and Iyemori T. (Kyoto U)
- 2-12. Transient Traveling Aurora Vortices (TTAVs) in the Dayside Cusp
Sato Natsuo (NIPR), Yang H., Hu H., Liu R. (PRIC), Yamagishi H., S. Yukimatu A., Kikuchi M. (NIPR), Murata Y. (Grad. U. Adv. Studies), S.E. Milan, M. Lester (U Leicester) and Iijima T. (Kyushu U)

[Poster presentations] (presented at poster session on 31st)

- P2-1. Range profiles of 140-MHz E-region and 12-MHz F-region coherent echoes
A.V. Koustov, D. Danskin (U Saskatchewan), M.V. Uspensky (FMI), Ogawa T. and Nishitani T. (Nagoya U)
- P2-2. Seasonal variation of the ionospheric F-layer electron density in the cusp region
Yamagishi Hisao (NIPR) and Liu S. (PRIC)
- P2-3. MLT dependence of optical and radar auroras in the dayside cusp/cleft regions
Sato Natsuo, Ejiri M., Okada M., Yamagishi H., S. Yukimatu A., Kikuchi M. (NIPR), Okano S. (Tohoku U), Makita K. (Takushoku U), Yang H., Liu R., Hongqiao H. (PRIC, China), M. Lester (U Leicester, UK) and M. Pinnock (BAS, UK)
- P2-4. Characteristics of postnoon quasi-periodic optical aurora
Murata Yozo (Grad. U. Adv. Studies), Sato N., Yamagishi H., S. Yukimatu A., M. Kikuchi (NIPR), Makita K. (Takushoku U), Ogawa T. (Nagoya U), Yang H., Liu R. (PRIC, China), A.D.M. Walker (U Natal, S.A.) and M. Lester (U Leicester, UK)
- P2-5. Development of 112 MHz VHF auroral radar at Syowa Station, Antarctica
Igarashi Kiyoshi, Ohtaka Kazuhiro, Obara N. and Nozaki K. (CRL)

P2-6. Radiation pattern measurement of Syowa Station HF radar antennas using an aeroplane
Kato Yasuo (Nagoya U), Yamagishi H. (NIPR) and Ogawa T. (Nagoya U)

P2-7. Interferometric observation by Syowa HF radar (2)
Sessai Yukimatu Akira, Yamagishi H. and Sato N. (NIPR)

P2-8. Rapid transient ionospheric phenomena detected by SuperDARN Basyouhu mode
Sessai Yukimatu Akira, Yamagishi H. and Sato N. (NIPR)

*** Tea break 16:00-16:10**

*** Session 3. Ionosphere and Magnetosphere (1)**

16:10-18:40

Chair: Tanaka Takashi (CRL) and Yoshikawa Akimasa (Kyushu U)

3-1. A NEW MODEL FOR THE IMF DEPENDENCE OF REGION 1 FIELD-ALIGNED CURRENT IN THE LOW-LATITUDE BOUNDARY LAYER
Yamamoto Takashi and Ozaki M. (U Tokyo)

3-2. Convection and plasma population regimes in the magnetosphere
Tanaka Takashi (CRL)

3-3. Plasma Density Enhancement in the polar cap ionosphere - Observations by AKEBONO satellite -
Ichikawa Youichi (Science U of Tokyo), Abe T. and Oyama K. (ISAS)

3-4. The Observation of ESA/ISA on board SS-520-2 sounding rocket
Tanaka Hiroki, Saito Y., Asamura K., Ishii S. and Mukai T. (ISAS)

3-5. Quantity and Distribution in Magnetosphere of Oxygen Ions from Cusp
Tashiro Shinichi, Yamazaki A. (CRL), Yoshikawa I. (ISAS), Miyake W. (CRL) and Nakamura M. (U Tokyo)

3-6. Plasma density profile of polar cusp by using the Impedance probe on-board SS520-2 rocket experiment
Kodama Osamu, Ono T. (Tohoku U) and Yamamoto M. (CRL)

3-7. Whistler mode wave propagation analysis used T89 magnetic field model in the region between polar and near magnetotail
Matsuo Toshio and Kawamura K. (Kyoto U)

3-8. Toward the Elucidation of Electromagnetic Process in the Magnetosphere-Ionosphere Coupling
Yoshikawa Akimasa and Yumoto K. (Kyushu U)

3-9. Monitor of field-line-resonance frequency by using the dual-station H ratio technique and the phase gradient technique at L~1.3.
Takasaki Satoko, Kawano H. (Kyushu U), Seto M. (Tohoku Inst. Tech.), Morioka A. (Tohoku U) and Yumoto K. (Kyushu U)

3-10. Separation of Local Time Dependence from Amplitude Distribution of Pc3-5 Pulsations along the ± 64.5 deg Geomagnetic Latitude Line
Obana Yuki, Yoshikawa A., Yumoto K. (Kyushu U), J.V. Olson (U Alaska), R.J.Morris (Australian Antarctic Division), S.I. Solov'yev (Inst. of Cosmophysical Research and Aeronomics) and CPMN observation group

. **[Poster presentations]** (presented at poster session on 31st)

P3-1. Secular variations of quiet-day cosmic radio noise at the polar cusp/cap
Nishino Masanori, Nakao M. (Nagoya U), Yamagishi H. (NIPR) and J.A. Holtet (Oslo U)

P3-2. Substorm Effects on Magnetospheric VLF Hiss
Ondoh Tadanori (Space Earth Env. Lab.)

P3-3. Analysis of VLF transmitter signal received at geomagnetic conjugate point
Sakai Tomoya, Ujigawa S. and Shimakura S. (Chiba U)

P3-4. Relationship between the Pc3 ULF waves in the magnetosheath and in the cusp region
Shinkai Yuichi (Grad. U. Adv. Studies), Sato N. (NIPR), Sakurai T. and Tonegawa Y. (Tokai U)

P3-5. 630nm enhancement observed at Brazilian geomagnetic anomaly
Makita Kazuo (Takushoku U), Takahashi H. and N.J. Schuch (INPE)

*** Banquet**

18:40-20:30
at Auditorium Lobby in NIPR

Tuesday, July 31st: 09:00 - 18:15

*** Session 4. Ionosphere and Magnetosphere (2)**

09:00-10:30

Chair: Nose Masahito (Kyoto U)

- 4-1. Equator-S observations of the wedge-like ion dispersions
Ebihara Yusuke (NIPR), L. Eliasson (IRF) and Ejiri M. (NIPR)
- 4-2. Dynamics of Outer Radiation Belt; a Review
Obara Takahiro (CRL), Miyoshi Y. and Morioka A. (Tohoku U)
- 4-3. Rapid Decrease of Dawnside Convection Electric Field due to Precipitation of Substorm Injection Particles: Observation by PPB#5
Kadokura Akira, Ejiri M., Sato N., Ebihara Y. (NIPR), Tohyama F., Tonegawa Y. (Tokai U), Hirashima Y., Suzuki H. (Rikkyo U), E.A. Bering and J.R. Bendrook (Houston U)
- 4-4. Intense auroras originated in the viscous component of magnetospheric plasma convection
Nakai Hitoshi (Ibaraki High School) and Kamide Y. (Nagoya U)
- 4-5. Solar wind-magnetosphere coupling during geomagnetic storms
Nagatsuma Tsutomu (CRL)
- 4-6. Ion composition of the near-Earth plasma sheet in storm and quiet intervals
Nose Masahito (Kyoto U), Ohtani S., Takahashi K., A.T.Y. Lui, R.W. McEntire, D.J. Williams (JHU/APL), S.P. Christon (Focused Analysis and Research) and Yumoto K. (Kyushu U)

[Poster presentations] (presented at poster session on 31st)

- P4-1. Geomagnetic disturbance as probabilistic nonlinear processes
Watanabe Yuji, Shirai H. and Kamide Y. (Nagoya U)
- P4-2. SC triggered disturbances in the magnetosphere and plasmasphere
Shinbori Atsuki, Ono T. (Tohoku U), and Oya H. (Fukui U Technology)

*** Tea break 10:30-10:40**

*** Session 5. Auroral dynamics**

10:40-12:10

Chair: Okano Shoichi (Tohoku U)

- 5-1. N-S auroral streamers and torch structures deduced from DMSP/OLS data received at Syowa Station, Antarctica
Miyaoka Hiroshi, Okada M. and Takeshita S. (NIPR)
- 5-2. Relationship between electromagnetic ion cyclotron waves and the spatial and temporal structures of flickering aurora
Sakanoi Kazuyo and Fukunishi H. (Tohoku U)
- 5-3. Conjugate study of auroral breakup and pulsating auroras observed at Syowa-Iceland conjugate-pair stations: Initial results on 30 September 2000 event
Sato Natsuo (NIPR), Murata Y. (Grad. U. Adv. Studies), Doi H. (Tokai U), Sato M. (Tohoku U) and T. Saemundsson (U Iceland)

- P3-1. Secular variations of quiet-day cosmic radio noise at the polar cusp/cap
Nishino Masanori (Nagoya U), et al.
- P3-2. Substorm Effects on Magnetospheric VLF Hiss
Ondoh Tadanori (Space Earth Env. Lab.)
- P3-3. Analysis of VLF transmitter signal received at geomagnetic conjugate point
Sakai Tomoya (Chiba U), et al.
- P3-4. Relationship between the Pc3 ULF waves in the magnetosheath and in the cusp region.
Shinkai Yuichi (Grad. U. Adv. Studies), et al.
- P3-5. 630nm enhancement observed at Brazilian geomagnetic anomaly
Makita Kazuo (Takushoku U), et al.
- P4-1. Geomagnetic disturbance as probabilistic nonlinear processes
Watanabe Yuji (Nagoya U), et al.
- P4-2. SC triggered disturbances in the magnetosphere and plasmasphere
Shinbori Atsuki (Tohoku U), et al.
- P5-1. The simultaneous observation using EISCAT radar and the multi-wavelength photometer at the Tromsø
Adachi Kazuhiro (Nagoya U), et al.
- P5-2. Micro-scale structures and dynamics of auroral arcs (2)
Miyaoka Hiroshi (NIPR), et al.
- P5-3. Conjugacy of WTS observed at Syowa-Iceland conjugate-pair stations
Doi Hiroko (Tokai U), et al.
- P5-4. Electromagnetic fields model of aurora - a large vortex structure -
Harada Takashi (Yamanashi U), et al.
- P5-5. Aurora spectrograph: system evaluation and a method to obtain absolute intensity of auroral emission
Koizumi Naoko (Tohoku U), et al.
- P5-6. Auroral Spectra Measured by a New Auroral Spectrometer Using an Acousto-Optic Tunable Filter
Shiokawa Kazuo, Katoh Yasuo (Nagoya U), et al.
- P7-1. Background Noise Diminishing Effect of Plasma Particle Simulation
Okada Masaki (NIPR)
- P7-2. Development of Plasma Particle code via Object-oriented Methodology (POM) and its application to Virtual Network Laboratory
Ueoka Ko-ji, Murata T. (Ehime U), et al.
- P7-3. Electromagnetic particle simulations of electrostatic solitary waves in a two-dimensional open system
Umeda Takayuki (Kyoto U), et al.
- P8-1. A project of cometary magnetosphere observation in Antarctica for the study of substorm mechanism
Saito Takao (Tohoku U), et al.
- P8-2. Experiment on Meteor Burst Communications in the Antarctic Region
Fukuda Akira (Shizuoka U), et al.

*** Session 7. Modeling and Simulation**

14:30-16:00

Chair : Fujita Shigeru (Meteorological College)

- 7-1. Formation of a new type of WDL in the auroral acceleration region with up-flowing ions and three-dimensional structure of WDL
Yajima Akira and Machida S. (Kyoto U)
- 7-2. A Numerical Simulation of the Pi2 Pulsations Associated with the Substorm Current Wedge
Fujita Shigeru (Meteorological College), Itonaga M. (Yamaguchi U),
Yoshikawa A. (Kyushu U), Nakata H. (Nagoya U) and Mizuta T. (U Tokyo)
- 7-3. Near real-time monitoring of the ionospheric electric field and currents using the KRM program and the GEDAS system
Shirai Hisato, Kamide Y. (Nagoya U), E.A. Kihn (NOAA/NGDC),
B. Hausman (Rice U), Shinohara M., Nakata H., Isowa M., Takada T.K. and Watanabe Y. (Nagoya U)

7-4. Development of Space Simulation / Net-Laboratory System
Usui Hideyuki, Matsumoto H. , Omura Y. (Kyoto U) Okada M. (NIPR),
Ueda H. (NASDA) and Murata T. (Ehime U)

7-5. Solar-Terrestrial data Analysis and Reference System (STARS) and distributed database
Murata Takeshi (Ehime U)

7-6. Introduction of Polar Science Integrated Data Library System
Okada Masaki, Miyaoka H. and Sato N. (NIPR)

【Poster presentations】 (presented at poster session on 31st)

P7-1. Background Noise Diminishing Effect of Plasma Particle Simulation
Okada Masaki (NIPR)

P7-2. Development of Plasma Particle code via Object-oriented Methodology (POM) and its application to Virtual Network Laboratory
Ueoka Ko-ji, Murata T. (Ehime U), Ueda H.O. (NASDA), Usui H. (Kyoto U) and
Okada M. (NIPR)

P7-3. Electromagnetic particle simulations of electrostatic solitary waves in a two-dimensional open system
Umeda Takayuki, Omura Y., Matsumoto H. and Usui H. (Kyoto U)

*** Tea break 16:00-16:10**

*** Session 8. Future plan**

16:10-18:10

Chair: Sato Natsuo (NIPR)

8-1. Future plan: Overview (10 min.)
Sato Natsuo (NIPR)

8-2. Plan for observations of the antarctic mesopause region on JARE43
Yamada Yoshinori and Fukunishi H. (Tohoku U)

8-3. A future plan of unmanned observation network for the upper atmosphere physics in Antarctica
Yamagishi Hisao (NIPR) and WG for unmanned UAP observation in Antarctica

8-4. ECC observation of primary electrons in the TeV region by PPB
Kobayashi Tadashi (Aoyama Gakuin U), Yamagami T. (ISAS), Komori Y. (Kanagawa Pref. College),
Yoshida K. (Kanagawa U) and Nishimura J. (ISAS)

8-5. Abstract of the next planned PPB (Polar Patrol Balloon) experiment
Kadokura Akira, Yamagishi H., Sato N. (NIPR) and PPB working group

8-6. Millimeter-wave measurements of upper stratospheric and mesospheric minor constituents in the polar region
Ogawa Hideo, Yonekura Y., Asayama S. (Osaka Pref. U), Nagahama T., Nakane N. (NIES) and
Fukui Y. (Nagoya U)

8-7. The project of Antarctic Syowa MST radar
Sato Kaoru, Tsutsumi M., Aso T. (NIPR), Sato T. (Kyoto U), Yamanouchi T. and Ejiri M. (NIPR)

8-8. Discussion (20 min.)

【Poster presentations】 (presented at poster session on 31st)

P8-1. A project of cometary magnetosphere observation in Antarctica for the study of substorm mechanism
Saito Takao (Tohoku U), Sato N. (NIPR) and Misawa H. (Tohoku U)

P8-2. Experiment on Meteor Burst Communications in the Antarctic Region
Fukuda Akira, Mukumoto K., Yoshihiro Y. (Shizuoka U), and Nagasawa M. (Numazu College Tech.)

*** Session 9. Closing session**

18:10-18:15

Closing remarks Aso Takehiko (NIPR)

第 25 回
極域における電離圏磁気圏
総合観測シンポジウム
予稿集

**The 25th Symposium
on Coordinated Observations of the Ionosphere
and the Magnetosphere in the Polar Regions**

Abstracts

2001 年 7 月 30 日 (月) ~ 7 月 31 日 (火)

July 30-31, 2001

国立極地研究所

**National Institute of Polar Research
Tokyo, Japan**

○長浜智生、中根英昭、藤沼康実（国立環境研）、小川英夫（大阪府大）、福井康雄（名大院理）

Semi-annual variations of mesospheric ozone measured with the Tsukuba millimeter-wave radiometer
Tomoo Nagahama, Nideaki Nakane, Yasumi Fujinuma (National Institute for Environmental Studies),
Hideo Ogawa (Osaka Prefecture University) and Yasuo Fukui (Nagoya University)

We report on results of millimeter-wave measurements of the mesospheric ozone over Tsukuba, Japan. From the measurements during more than 4 years, we found that the mesospheric ozone clearly shows semi-annual variations. Ozone mixing ratio at 76km in altitude becomes a maximum in spring and autumn while it shows a minimum at 60km. This feature cannot be induced by semi-annual variation in temperature because its amplitudes is much smaller than that of the ozone, suggesting that yet another process such as transport of water vapor may affect for variations of the mesospheric ozone.

国立環境研究所（つくば市）では、1995年10月よりミリ波分光計を用いた成層圏・中間圏オゾンの鉛直分布の連続観測を行っている。この観測では、周波数110GHzのオゾンスペクトルを5分ごとに取得し、大気圧による圧力幅を利用したインバージョン法によって高度38~76kmのオゾン濃度鉛直分布を14kmの高度分解能で得ている。ミリ波によるオゾン鉛直分布観測は雲などの影響を受けにくく、24時間連続してデータを得ることができるため、長期にわたり時間変動を観測するのに最適である。

今回、我々は1996年10月以降の夜間のミリ波観測データを用いて、中間圏オゾン濃度の季節変動について解析を行った。解析には、毎日午後9時から翌日午前3時までの夜間6時間平均値を求め、さらに30日移動平均した値を用いた。ただし、1日の観測時間が3時間以下の場合は解析から除外した。観測から得られた高度76kmと60kmのオゾン濃度の季節変動を図1に示す。図から、季節変動は半年周期変動が最も卓越していること、また2つの高度で変動の様子が異なっていることがわかる。高度76kmでは春・秋に最大となる半年周期変動が顕著なのに対し、高度60kmではその位相が76kmとは逆である。また変動の振幅は、高度76kmでは年平均値に対して26%であるのに対し、60kmでは16%と小さい。中間圏オゾン濃度の季節変動の要因については、より低高度の50km付近においては主に気温変動によることが明らかにされているが、それ以上の高度領域では明らかではない。高度60km付近にも気温の半年周期変動が見られるが、その振幅は年平均に対して高々1%と小さく、オゾン変動の振幅を説明することは困難である。このことは、中間圏オゾンの半年周期変動が、オゾンに関連する長寿命分子（水など）の輸送など、他のプロセスの影響によることを示唆している。

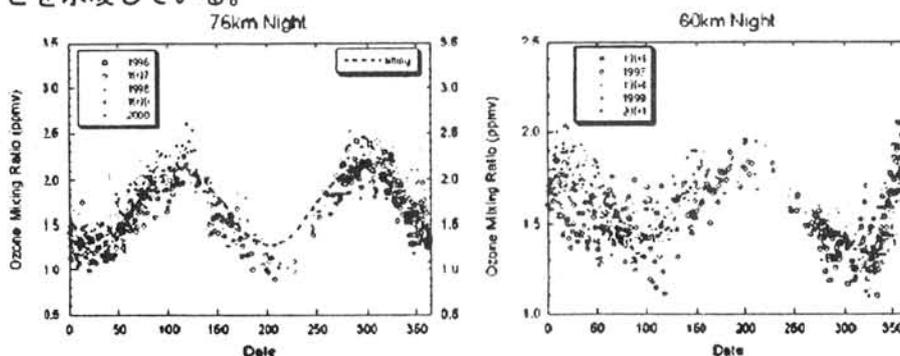


Fig. 1
Time variations of ozone mixing ratio at 76 km (left) and 60 km (right).

○佐藤 薫 (極地研)・高橋正明(東大 CCSR)

A study of gravity wave generation around the polar night jet using a high-resolution global climate model

Kaoru Sato (NIPR) and Masaaki Takahashi (CCSR, U.Tokyo)

In our previous study based on a high-resolution GCM simulation, we showed global characteristics of gravity waves in the Earth atmosphere such as meridional-cross sections of kinetic/potential wave energies and momentum/energy fluxes, and frequency spectra as a function of latitude. The reality of simulated gravity waves was supported by comparison with MST radar observation data at the middle latitude. The present study extended this previous work by focusing on the gravity wave generation around the polar night jet stream. Several cross sections for isentropic-equivalent latitude coordinates as well as traditional pressure (or altitude)-latitude coordinates were examined.

1. はじめに

最近の計算機技術の進歩により、大気重力波のような小規模擾乱も高分解能気候モデルで陽に表現できるようになった。Sato et al. (1999, JAS. SKT99 と略) は、2月の SST 気候値を境界条件とした高分解能水惑星モデルを積分し、そのデータ解析により、緯度を関数とした周波数パワースペクトルやエネルギー、運動量フラックス等の小規模擾乱の統計的性質を明らかにした (モデルの詳細は上記論文を参照して頂きたい)。その中緯度における特徴は、MU レーダー観測データ解析結果と良く一致する。この研究により明らかになった下部成層圏の重力波の主な特徴は次の通りである。

- ・ 重力波のエネルギーは熱帯で最大であり、極向き上向きに伝播している。
- ・ 中緯度ジェット付近では、赤道向き上向き伝播が卓越する。
- ・ 高緯度では、むしろ下向き伝播が卓越する。

なかでも、最後の特徴は、これまで重力波の発生源は主に対流圏にあると考えられてきたのに対し、成層圏にも主要な重力波発生源があることを示唆するものである。そこで、本研究では、同じ気候モデル積分地データを用いて、極域に焦点をあてた解析を行った。

2. 結果

a. 重力波位相のポーラステレオ投影図、子午面断面図解析

重力波の特徴の一つは大きな水平発散成分を伴うことである。まず、高度 20km 以上での重力波の発生源を調べるために、水平発散成分のポーラステレオ投影図を作成した。極渦は惑星規模波によってゆがめられ、その曲率の大きな所から重力波が発生し、外向きに伝播する様子が見える。そこで、局所ロスビー数を定義して、その水平分布を調べたところ、重力波の振幅の大きなところで局所ロスビー数が大きいことがわかった。これは重力波が極渦の周りで自発的調節過程(地衡風調節過程)により発生している可能性が高いことを示唆する。

次に、南北鉛直伝播を調べるために、水平発散成分の子午面断面図を作成した。熱帯成層圏では活発な重力波構造が見え、中緯度ジェットの真上では赤道向き上向き伝播を示唆する位相構造が見える。これに対し、高緯度では、極夜ジェットから下向き中緯度向きに重力波が放射されていることを示す位相構造がしばしば現れる。

以上の結果は成層圏でも極夜ジェットという重力波発生源が存在することを示している。

b. 等価緯度温位断面図解析

極渦は一般に惑星規模波によってゆがめられているため、重力波と極夜ジェットの位置的關係は、緯度のかわりに、ポテンシャル渦度に基づき定義される等価緯度で記述するのがよく、また、ポテンシャル渦度は断熱非粘性の条件下で保存するので、鉛直面(または等圧面)のかわりに等温位面での記述がわかりやすい。そこで、等価緯度温位座標系に重力波振幅、背景風速、局所ロスビー数等をマッピングし、その時間変化をしらべた。この結果、極夜ジェットのすぐ低緯度とすぐ高緯度で重力波の振幅は大きくなっており、それは局所ロスビー数の分布とほぼ対応しているのがわかった。さらに、興味深いのは、極渦の一部が移流によりフィラメント構造を形成すると、この周りで重力波振幅が大きくなっている点である。フィラメントは低緯度の空気と大きな表面積で接しているため、このような重力波は極渦内外の物質混合に重要である。また、このようなフィラメントは極夜ジェットの最下部で大きく、重力波成分もひろい等価緯度領域に渡り大きくなっていることもわかった。

アラスカ・ポーカーフラットで観測された中間圏風速中の 長周期波動

村山泰啓、大山伸一郎、五十嵐喜良（郵政省通信総合研究所）

Long period waves of mesospheric winds observed at Poker Flat, Alaska

Y. Murayama, S. Oyama, and K. Igarashi (Communications Research Laboratory)

Wind oscillations with long periods of days are studied using horizontal wind velocity data observed with Poker Flat MF radar (geogr. 65N, 147W). At the height of 76 km, oscillations with periods of 2-15 days are observed to enhance in winter and to be depressed in summer, while at 88 km, they tend to enhance both in summer and winter. With regard to quasi-two day waves, previous observations showed enhancement in summer mainly. For interpreting the Poker Flat results, latitudinal difference of wave characteristics need to be considered.

アラスカ・ポーカーフラット (geogr. 65N, 147W) における MF レーダーは中間圏・下部熱圏中の水平風速を連続して観測している。得られたデータセットから、中間圏中の数日以上の周期をもつ大気波動の特性を調べた。1998年10月から2001年5月までのデータについて、30日間ごとの風速の時系列の周波数スペクトルを求めて季節変動を調べたところ、卓越する潮汐（1日・半日周期）のほか、約2日から十数日の長周期をもつプラネタリー波と思われる振動成分が、東西・南北風速の両成分にしばしば見られた。高度76kmでは、とくに11月-2月頃を中心とした冬季にこうした長周期振動の振幅が増大して、十数m/s以上になることもあった。5-8月の夏季には冬季に比べて小さい振幅（数m/s程度）がしばしば見られた。一方、より高高度、例えば88kmでは振幅の増大が冬季・夏季の両方にみられ、春分・秋分には小さくなる傾向がみられた。この傾向はとくに南北風速成分に顕著であった。準2日波については、これまでの中緯度での観測結果から主に夏季に卓越する傾向が見られている。成因のひとつとして混合ロスビー重力波の可能性が示唆されているが、アラスカでの結果はかならずしも中緯度の観測結果と一致しない。高緯度では、赤道域を中心に振幅が分布する混合ロスビー重力波だけではなく、高緯度域の不安定波動なども考慮した上で、アラスカで見られた風速変動の季節・高度変化の解釈が必要と思われる。

ナトリウム温度ライダー観測による南極域中間圏温度構造

北原 司¹ 川原琢也¹ 小林史利¹ 堤雅基² 斉藤保典¹ 野村彰夫¹

¹信州大学工学部 ²国立極地研究所

Vertical thermal structures in the Antarctic mesopause region measured by a sodium temperature lidar

T. Kitahara¹, T. D. Kawahara¹, F. Kobayashi¹, M. Tsutsumi², Y. Saito¹, and A. Nomura¹

¹ Shinshu Univ. ² NIPR

A new sodium temperature lidar was used to observe sodium density, mesopause temperature and temperature in middle atmosphere at Syowa station, Antarctica. The main objective is to examine the mechanisms of energetic interaction between the lower thermosphere and upper mesosphere through the mesopause region. The observation started in 2000 and continues to 2002. In the winter measurements in 2000, routine observations of more than 100 nights, 700 hours were successfully carried out with spatial and temporal resolution of about 1 km and 6 minutes in the mesopause region.

ナトリウム温度ライダーは、過去 10 年間あまりの技術進歩がめざましく、中間圏界面付近の温度観測が精力的かつ定常的におこなわれ、その大気構造が徐々に明らかになりつつある。しかし、温度ライダーは装置が複雑で大がかりなため、限られた研究グループによる北半球中緯度の固定観測にとどまっていた。このためこれまで南極域では観測例がなく平均温度場でさえ未知で詳しいことはまだ明らかになっていない。

我々は、新たに南極昭和基地での運用が可能なライダーシステムを開発し、南極でのナトリウム温度ライダー観測を 2000 年 2 月より開始した。極域中間圏界面の平均温度場とその大気波動などの擾乱による時間変動を調べ、この領域のダイナミクスを明らかにすることが目的である。

2000 年は 2 月-10 月にかけて約 100 晩、700 時間の観測が行われた。ナトリウム層が存在する高度約 80 - 100 km を高度分解能 1km、時間分解能 6 分（スミング時 30 分）で測定した。5 月 28-29 日の観測では大気重力波によると思われる約 15 時間周期の温度変動を持った構造が観測された。この波動活動は 2-3 時間で繰り返されており、約 60K の振幅を持っていた。また、この日の平均温度から高度 101km に温度 188K で中間圏界面が位置していることが観測された。これは北半球の観測で得られている冬の中間圏界面高度の値と近い。

本講演では、これら観測結果について詳しい報告、考察を行う。

昭和HFレーダーによる流星風観測の検討

◦ 堤 雅基、行松彰
(極地研)

Application of Syowa HF radars to meteor wind observations

◦ Masaki Tsutsumi and A. Sessai Yukimatu
(National Institute of Polar Research)

Meteor wind observations with two HF radars at Syowa (69S, 39E), Antarctica are discussed. SuperDARN HF radars are mainly utilized for plasma drift measurements in polar F region. However, recent studies using those radars report that significant number of echoes are received from ionized meteor trails within the range of a few hundred km, and that they can be applied to wind measurements in the mesopause region. Advantages and also inherent problems of meteor wind measurements with Syowa HF radars are to be surveyed. Combined mesopause region wind measurements with collocated MF radar and Fabry-Perot imager are also discussed.

2台の昭和基地HFレーダーはSuperDARNに属するレーダーであり、HF帯の電波を用いてF層からの散乱エコーを受信し、F層中のプラズマドリフトを探ることを主目的とする。しかし最近の研究からSuperDARNレーダーの数百km以内の近距離エコーには電離流星飛跡(細長い円柱状)からの寄与がかなり大きいことが明らかにされ、中間圏界面付近の中性風速観測への応用が議論されている [Hall et al., JGR 1997; Husey et al., JGR 2000]。本研究では昭和HFレーダーを用いた流星風観測について検討を行う。

このレーダーを用いた流星風観測の利点や問題点には以下のようなことが考えられる。まず利点として、SuperDARNレーダーは北極域・南極域に多数配置されて経度方向を広くカバーしているため、極域中間圏界面領域の平均風および大気波動の経度方向の情報が得られ、議論されている停滞性の惑星波の存在や、大気波動の水平構造特定に役立てることができる。また流星風観測にはVHF帯の電波がよく使われているが、実際にはHF帯の方がより高高度からのエコーを取得しやすく都合が良い。一方、問題点としては、距離分解能が悪く(30km程度)高度決定精度が悪い、あるいは干渉計観測を行っていないレーダーの場合にはほとんど高度情報がないこと、が第一にあげられる。このため、事実上、高度方向(だいたい85-95km)に平均して観測を行うこととなり、鉛直波長の短い波動は小さめの観測値が得られることとなる。また流星エコーは非常に強いコヒーレントエコーであるため、サイドローブ(特に主ビーム反対方向)からの混入も問題になる。さらに通常の流星風観測では、電子密度が高い流星飛跡からのエコー(オーバーデンスエコー)を風速推定時に除去するが、時系列データの取得を行っていないSuperDARNレーダーではこの除去が困難である。オーバーデンスエコーに含まれるドップラーシフトには飛跡全体の動き(つまり風)の他に飛跡の表面の動きも含まれ、風速推定に誤差を生じ得る。

昭和基地では、中間圏・下部熱圏観測用のMFレーダーおよびファブリーペローイメージャーも観測を行っており、種々の検討や比較を行うために良い条件が揃っている。MFレーダーでは相関法による観測の他に、夜間に限られるが流星風観測も行っており、HFレーダーの流星風観測との直接比較が可能である。また、近く打ち上げ予定で中間圏から熱圏の風速・温度観測に供されるTIMED衛星のデータ校正のために、各地のSuperDARNレーダー、MFレーダーおよび光学観測機器の観測結果が使用されることになっており、昭和基地における各種観測装置間の比較はそのためにも有用と考えられる。

南極昭和基地で観測されたスプライト・エルブス励起 ELF 波動の特徴

○佐藤光輝¹、福西浩¹、高橋幸弘¹、菊池雅行²、山岸久雄²

1. 東北大学大学院理学研究科 2. 国立極地研究所

Characteristics of sprite- and elve-induced ELF waves observed at Syowa station, Antarctica

○M. Sato¹, H. Fukunishi¹, Y. Takahashi¹, M. Kikuchi², and H. Yamagishi²

1. Graduate School of Science, Tohoku University

2. National Institute of Polar Research

Using two horizontal search coil magnetometers, ELF magnetic field observations in the frequency range of 1-500 Hz have been carried out at Syowa station (69.0S, 39.5E), Antarctica since February 2000. The observation system can continuously acquire ELF waveforms in the X and Y components with a 1000 Hz sampling rate using a 16-bit A/D converter. During the STEPS (Severe Thunderstorm Electrification and Precipitation Study) campaign which was carried out from May 22 to July 15, 2000, many sprite and elve events were detected at Yucca Ridge Field Station (40.7N, 104.9W), Colorado. On the other hand, ELF transients corresponding to these sprite and elve events were observed at Syowa station. The propagation and generation mechanisms of these waves will be discussed.

近年、雷放電に伴った中間圏・下部熱圏領域での発光現象（スプライト・エルブス）が発見され、これらの高度領域への雷放電のエネルギー流入過程が解明されつつある。また、これらの発光現象に伴って、ELF 帯に非常に強い電磁放射が発生していることも明らかになっているが、スプライト・エルブスとこれらの電磁放射の関係、ならびに雷放電による大気圏・電離圏・磁気圏の電磁的結合過程についてはほとんど解明されていない。

そこで我々は、これまでデータの空白域となっていた南極域でスプライト・エルブスに伴う ELF 帯電磁波動を観測するため、第 41 次南極地域観測隊の昭和基地越冬時に、誘導磁力計を用いた 1-500Hz 帯電磁波動の波形観測を実施した。0.2-500Hz 帯でフラットな感度特性 (0.3V/nT) を持つ誘導磁力計を、西オングル島と東オングル島の 2 カ所にそれぞれ水平 2 成分設置し、16 ビットの分解能・1000Hz のサンプリング周波数で 24 時間連続的に波形データを取得した。観測は 2000 年 2 月から 2001 年 1 月まで実施し（西オングル島の観測システムは現在も連続観測を継続中）、基地周辺の人工雑音レベルは極めて低いことから、高い S/N 比で良質なデータを大量に取得することに成功した。

2000 年 5 月 22 日～7 月 15 日に実施された、スプライト・エルブスの光学・電磁波動集中共同観測期間（STEPS キャンペーン）において、米国コロラド州 Yucca Ridge Field Station (40.7N, 104.9W) で観測されたスプライトに伴い、昭和基地では減衰振動波形をもつトランジェントな ELF 波動が観測されることが判明した。さらに、このときの波動データからホドグラム図を作成し波動の到来方向を求めた結果、スプライトが発生した方向とほぼ一致することが判明した。講演では、これらの波動の伝搬特性について詳細に議論する。

オーロラ・インフラソニック波観測の現代的意義

○ 南 繁行、 鈴木 裕、 武智誠次、 Rana Rizwan (大阪市立大学工学部)

On the Recent Practical Meanings of Observing Auroral Infrasonic Waves

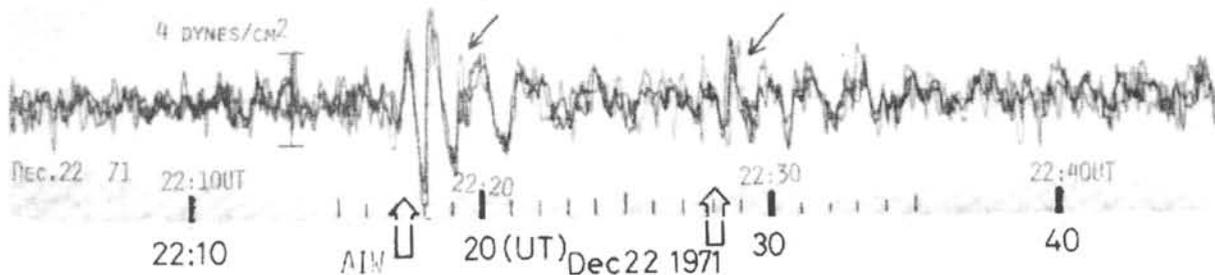
Shigeyuki Minami, Yutaka Suzuki, Seiji Takechi (Dept. Electrical Engineering, Osaka City University)

Abstract: Auroral infrasonic wave (AIW) is thought to be generated by the supersonic motion of the aurora during the substorm. We have performed the observation of AIW at Syowa base, Antarctica for years. Recently the observation projects have resumed at many scientific institutes. The moder meanings of observing AIW are disc rived.

オーロラ・インフラソニック波は周期約50秒をピークとして地上で検出される、超低周波音波のことである。この発生原因としては、オーロラが超音速で電離層中と移動した際に、その大気加熱領域を移動させ、地上まで衝撃波を伝搬させるためであると考えられている。昭和基地やアラスカでの観測によると、その発生頻度は年間20~30回であるが、発生時における観測点付近での地磁気活動は、必ずしも最大であるとはいえない。その理由としてこのような超低周波の音波は、1000km以上伝搬するため、オーロラの局地的な形態との相関が良くなかったための考えられている。

一方、このようなAIWの観測は1980年を境にプロジェクトとしての研究はあまり行われなかった。しかしここ2~3年になって、各国でその研究再開の動きが出ている。その理由は衛星やHFレーダ等による観測が行われるようになり、大規模なオーロラの動きを同時に知ることが出来るようになったからである。また、AIWは熱圏と地上を大気波動で結合していることを直接的に知る、格好の研究対象である。本講演では、AIWの観測結果を示し、今後の研究意義には以下のようにまとめられる。

1. コンピュータシミュレーションによる大気衝撃波の発生と伝搬解析が進歩し、その結果からAIWの検出レベルを通して、オーロラの動的エネルギーの地上への伝搬の定量的な解析が可能になった。
2. オーロラのグローバルな形態とそのダイナミックスの情報に連携したかたちで、AIWの発生と伝搬を明らかにすることが出来る時代になった。
3. 気球を使った3次元のAIW観測によって、衝撃波の伝搬メカニズムを知る新しい試みが可能になった。
4. 熱圏の電波による人工加熱による圧力波との関連で、自然のオーロラによる圧力波を新たに検出すること。
5. オーロラ以外の圧力パルス源としてのスプライト等、超高層雷による圧力信号の検出。



オーロラ・インフラソニック波の観測例。多点観測の記録を時刻をずらして重ねてある。(JARE 10-13 データ)

振幅スケールは4 dynes/cm²。

謝辞：本研究にご協力ご激励を頂いています国立極地研究所の江尻全機教授、佐藤夏雄教授、現東北大学の岡野章一教授に感謝の意を表します。

Artificial airglow: analysis of optical and incoherent scatter data

°B. Gustavsson⁽¹⁾, A. L. Aruliah⁽²⁾, M. T. Rietveld⁽³⁾, F. Honary⁽⁴⁾,
Å. Steen⁽⁵⁾, B. U. E. Brändström⁽⁵⁾ and T. Aso⁽¹⁾

(1) National Institute of Polar Research, Tokyo, Japan

(2) Atmospheric Physics Laboratory, University College London, England

(3) Max-Planck Institut für Aeronomie, Germany, Also at EISCAT, Ramfjordmoen, Norway

(4) Department of Communication Systems, Lancaster University, Lancaster, England

(5) Swedish Institute of Space Physics, Kiruna Division, Sweden

Abstract

The multi station optical imaging of artificial airglow makes it possible to retrieve information on the state, such as neutral wind ExB drift and neutral density, of the thermosphere and F region ionosphere. This talk will present the method to obtain these estimates. The neutral wind estimate obtained with ALIS during an experiment on February 16, 1999 is compared with Fabry Perot Interferometer measurements by University College of London. Further estimates of O(1D) effective lifetime is presented and used as a tool to obtain information on the neutral density.

久保田 実 (通総研)

"Evening Rayed Patches" Observed by CRL All-sky Imagers at Poker Flat, Alaska

M. Kubota (CRL)

As part of an international cooperative research project with Geophysical Institute of University of Alaska [Mori et al., J. of the Comm. Res. Lab., vol. 46, p235, 1999], we developed two all-sky imagers (CRL-ASI), and installed them at Poker Flat, Alaska. We have conducted aurora/airglow observations since October, 2000. Obtained data have been immediately transferred to CRL, Japan using the System for Alaska Middle Atmosphere Observation Data Network (SALMON), and anyone can see the summary data by internet (http://salmon-www.crl.go.jp/index_e.html). Fig. 1 shows patch auroras accompanied with ray-structures observed by CRL-ASI during 03-06UT (15-18MLT) on Oct. 27, 2000. Geomagnetic activity was quiet during this period. The rayed patches moved toward west at first, changed the direction to east around 0350 UT, and again changed the direction to west around 0440 UT. In this paper, we will show some examples of auroras in the MLT-evening observed by CRL-ASI.

通信総合研究所(CRL)では現在アラスカ大学との国際共同研究としてアラスカに於いて極域中層大気総合観測のためのプロジェクトを進めている。このプロジェクトの一環として我々は 2 台の全天型イメージャ(CRL-ASI)を開発し、2000年10月から2001年4月にかけてアラスカ・ポーカーフラット実験場において観測を実施した。CRL-ASIは以下のような10波長でのイメージング観測が可能であり、通常は月の無い暗夜に全波長を5分の時間分解能で撮像する。また月出時にもOI(557.7nm)とOI(630.0nm)は観測可能である。

1号機:proton(486.1nm), OI(557.7nm), N_2^+1NG (427.8nm), background(572.3nm), Na(589.0, 589.6nm)

2号機:background(481.4nm), OI(630.0nm), OI(844.6nm), O^+ (732.0nm), OH Meinel bands(NIR)
シャッタートラブルにより2000年11月24日~2001年2月15日の期間2号機の観測が中断した以外は、イメージャは順調に稼働した。得られたデータは国際中層大気環境観測実験データ処理装置(SALMON)を用いて即座にCRLに転送され、ホームページ(http://salmon-www.crl.go.jp/index_j.html)から閲覧することができる。

Fig. 1は2000年10月27日夕方における557.7nm発光の20分ごとの観測イメージである。イメージ中にはパッチ状でかつレイ構造を伴うオーロラが見取れる。同様の構造は背景光のチャンネルには見られないことから、これが雲ではないことが確認されている。初期解析の結果このオーロラには以下のような特徴があることが分かった。1) 03UTの観測開始時から06UT以降まで(MLT15時~18時)3時間以上にわたって継続した。2) オーロラのパッチは、0300UT~0350UTにかけて視野内をゆっくりと西方に移動し、0355UT~0440UTにかけては方向を変え東方に移動し、またその後方向を変えて西方に移動しやがて発光強度を落とすにつつ視野から外れる、といった具合のあたかも風になびくような奇妙な動きを示した。3) 同一のパッチ構造が3時間に渡り観測視野内に留まった。4) OI(557.7nm)と N_2^+1NG (427.8nm)に構造が明確に現れておりOI(630.0nm)やOI(844.6nm)には明確な構造が見られない事から、降り込み電子の持つエネルギーはやや高めであると推測された。5) 現象発生時の地磁気活動は静穏であった。似たようなパッチ形状を示すオーロラとしては明け方のパルセーティングオーロラが知られているが、この現象は午後側で観測されている。また同一のパッチ構造が3時間に渡り観測視野内にとどまるというのは、磁力線に束縛される(べき)オーロラの動きとしては非常に奇妙である。今期の観測では上記以外にも興味深いオーロラが特に午後の時間帯に見つかっている。このような午後側のオーロラはこれまであまり報告例がなく、このことはCRL-ASIの感度・精度面でのアドバンテージを証明するものといえる。本講演ではこれらのオーロラについてIMFとの比較なども交えて報告する。

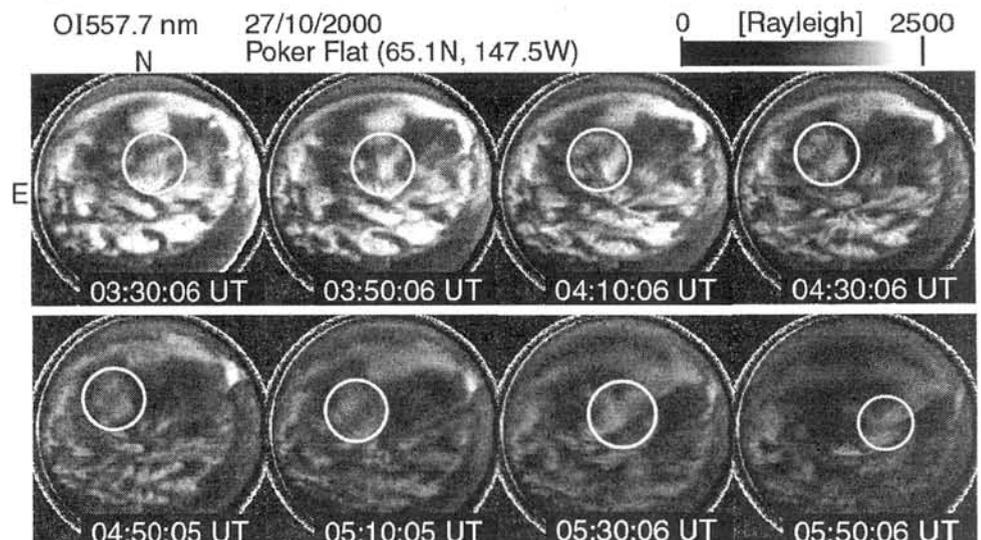


Fig. 1 All-sky images of the OI 557.7 nm emission observed by CRL-ASI at Poker Flat, Alaska. White circles show movements of a patch structure, which stayed in the CRL-ASI's field-of-view for more than three hours.

渡辺勇三〔宇宙研〕

Charging of the impedance-probe by the electron-beam

Yuzo Watanabe (ISAS)

Charging of the metallic electrode caused by the electron-beam which was emitted from the sounding rocket to the space was observed in the frequency spectra of the impedance-probe. This negative charging ($\Delta Q = \Delta I \times \Delta T$) was estimated from both the injected electron-beam current (ΔI) to the probe surface and the charging duration (ΔT) by the electron beam. The probe potential (V) was negatively biased to the level of $\Delta Q / C_{p0}$. C_{p0} is the probe capacitance in the vacuum.

(1) 電子ビーム流の振舞いとビーム周辺の様子

ロケットから放出された電子ビーム流は磁場と角度を持つと磁場に平行な成分が螺旋のピッチを定めて直角成分が旋回半径を決めて通常は磁場の方向に向かって右ネジの方向に螺旋状に回転しながら進んで平均自由行程を越える距離で熱化して消滅する。電子流が一周して出来る水牛の角状の管の電子密度を概算する。この細い円錐状のビーム管の形状は観測されたスペクトルから推定することが出来る。〔中略〕電子銃の放出電流値(i)に Δt を乗じて放出された電荷量($\Delta q = i \Delta t$)を定め電子の単位電荷量で割って放出粒子の総数($N = \Delta q / e$)を見積って、更に電子ビーム流の管の体積(ΔV)で割ればビーム成分の電子密度(N_e)が($N_e = N / \Delta V$)として得られ、 $N_e \sim 3 \times 10^{15}$ ($1/cc$)となる。衝突電離型のプラズマ源と同じくこの熱電子流で中性大気が電離されてビーム管の周辺は高電子密度空間になっている。この領域にプローブが接近すればその時点での掃引周波数に応じて急峻な、或は、ブロードなUHR共鳴特性が現れる。低高度では大気の影響が大きくなって電子流が中性粒子に衝突して電離現象が急速に増大し磁場との角度に依存してプローブ等価容量値が増して短絡現象のようなデータが得られる。

(2) 電子ビーム流が直撃した時の帯電現象

長さが L で半径が a の円筒状プローブの真空中等価容量値(C_{p0})は、 $C_{p0} = 2 \times \pi \times \epsilon_0 \times L / \log(1 + L/a)$ で表されその値は約 $12 pF$ で実験で得られた較正值と同じである。その容量値の導体に放出電荷量の一部が突入して帯電すると考える。観測されたスペクトルから円錐状のビーム管の広がり小さく直接プローブに接触して帯電に寄与する電荷は接触時間(ΔT)と接触面積、即ち、直撃電流値(ΔI)の積で与えられ総電荷($\Delta Q = \Delta I \times \Delta T$)がプローブを負方向に沈める。帯電電位(V)は $V = \Delta Q / C_{p0}$ となる。 V の最大値は電子銃の加速電圧(約 $1 kV$)である。数mAのビーム電流が数ミリ秒の間だけ接触すれば数マイクロクーロンの電荷がプローブ系の数百pFの容量を充電して瞬時に数kVの高電圧になるが実際には前述の最大値の約 $1 kV$ になる。シースの厚さは十分に厚くなりプローブ等価容量値は殆ど真空中の値に近くなる。

一般にプラズマ中に浸された金属製平板プローブはプラズマの空間電位(V_S)よりも負方向に沈んで浮遊電位(V_F)になる。ボルツマン定数、電子の電荷量、電子とイオンの質量と温度を、 k 、 e 、 m 、 T_e 、 M 、 T_i として、 $-V_F = (k T_e / 2 e) \log(T_e M / T_i m)$ と表される。負方向のバイアスが深くなるとシースの領域が大きくなる。プローブ電位(V_P)が変化した場合の近傍の電位分布(V)を、 $V = V_P \times \exp(-X/RD/SQR^2)$ と表わすと周辺の電子密度(N_e)は、 $N_e = N_{e0} \times \exp(eV/kT_e)$ と表される。ここで X はプローブ表面からの距離で RD はデバイ長を表わす。電子密度が周辺の一様な値の $1/e$ になる所(X)をシースの端とするとシース厚さ(S)はプローブ電位(V_P)によって定まる。

シースの厚さが S で長さが L の円筒状のシースを仮定するとプローブの半径を a としてシース容量値(C_S)は、 $C_S = 2 \times \pi \times \epsilon_0 \times L / \log(S/a + 1)$ のようになる。シースの厚さ S が L に等しい時、 $C_S = C_{p0}$ となつて、 $S = L/3$ の時、 $C_S = C_{p0} \times (1 \pm 0.2)$ となつて C_S の値は C_{p0} に近い値となる。

円筒形プローブを含むブリアンプ系の等価容量値(C)を数 $100 pF$ として等価抵抗値(R)を数 M オームとすれば時定数は数ミリ秒となる。プローブ電位はビームが去れば即時に立ち下がりその放電特性は、 $V(t) = \Delta Q / C_{p0} \times \exp(-t/CR)$ で表わされる。プローブ容量値もほぼこの放電特性に従って減少する。

シースと周辺の一様なプラズマを含めたプローブ容量値(CP)は、 $CP = C_S \times C_{p0} \times (f \times f - f_U \times f_U) / ((C_S + C_{p0}) \times f \times f - (C_S \times f_H \times f_H + C_{p0} \times f_U \times f_U))$ で与えられる。周辺プラズマ中に掃引周波数で定まる電子密度の領域が混在している場合には C の値は低い値を示す。

(3) 電子流直撃時に観測された周波数特性〔省略〕

°大津山 卓哉 早川 正士 (電気通信大学)

芳原 容英 (LPCE/CNRS, 仏国)

Numerical modeling of the VLF scattering in association with sprites and elves producing lightning

°Takuya Otsuyama, Masashi Hayakawa (The University of Electro-Communications)

Yasuhide Hobara (LPCE/CNRS, France)

Abstract Amplitude and phase perturbations on subionospheric VLF signals (known as Trimpi effect) are caused by scattering of VLF waves by ionization enhancements either by the precipitation of higher energy electrons or the lightning discharge. In this paper, we calculate the ionospheric perturbations using the observed discharge parameter and we calculate amplitude perturbations by the ionospheric perturbations due to the lightning discharge using the conventional FDTD method. This suggests that the propagation anomaly is easily caused by elves.

本文 電離層の電離擾乱はそこを通過する VLF 波の位相や振幅に変化をおこす。このような伝搬異常は Trimpi 現象と呼ばれており、下部電離層の状態を調べる手段として有効である。Trimpi 現象にはいくつかの種類がある。もっとも有名なものは“classic Trimpi”と呼ばれるものであり、これは磁気圏内での波動粒子相互作用の帰結として高エネルギー粒子が電離層に落ちてくることによって電離層の電離異常が発生する。その次に雷放電によって直接下部電離層が電離することによって発生する、“early Trimpi” とよばれるものがある。これは発光現象と関連するものと考えられている。その他地震の前兆としておこる Trimpi 現象も近年報告されている。Sprites や elve と同時に観測される Trimpi 現象はこれまでに多くの報告がされているが、その散乱源と発光現象との対応は不明確な点が多い。

Dowden *et al.* は Sprites などの発光現象は高導電率の電離柱であるので VLF 波は広い方向に散乱されるとしている。また逆に elve は広範囲の電離であることからそれによる散乱角は狭いものになるとしている。しかしながら Sprites を想定した電離擾乱を含む大地電離層導波管伝搬の伝搬シミュレーションをおこなうと、Dowden らの結果とは異なり電離柱による散乱はあまり大きくないことがわかっている。また実際の観測においても電離擾乱に対して送信局側でも elve の発生時に Trimpi 現象が多くみつかっている。これらの問題の解決には発光現象に伴う Trimpi 現象の散乱源の特定が重要である。本論文では実際に観測された発光現象とその雷放電の放電パラメータおよびを用いて雷放電による電離層擾乱のシミュレーションをおこない、またその擾乱を用いて VLF 電波の伝搬シミュレーションをおこなうことにより雷放電と VLF 波伝搬の関係をもとめ、観測された Trimpi 現象との比較をおこなった。受信点での VLF 波の直接波に対する散乱波の強度は次の表のようになった。

	Sprites	Elve	Sprites+Elve	Conventional
シミュレーション (dB)	-30	-16	-18	-45
観測 (dB)	+4.6?	-8.67	-14.79	

この表からわかるように、elves を発生させた雷放電に伴う VLF 波散乱の強度が大きくなる傾向があることがわかる。また、Sprites に伴う散乱はほとんどみられない。観測によって得られた sprites に伴う VLF 波散乱は直接波に対して散乱波が +4.6dB となっている事からもわかるように、実際には散乱波を受信できていない可能性がある。これらの事を考慮するとシミュレーション結果は観測によって得られた VLF 波散乱強度と一致する。

まとめ 雷放電による VLF 波散乱の散乱源を求めるため実際に観測されている雷放電の電荷量、電流値をもちいて電離擾乱および VLF 波散乱の計算をおこなった結果、次のことがわかった。

1. 散乱波の強度をシミュレーションと観測で比較した結果、シミュレーションの値は妥当と考えられる。
2. 雷放電にともなう VLF 波の伝搬異常は elves を発生させた雷放電による電離異常が原因と考えられる。
3. Sprites のみの電離擾乱ではほとんど散乱は観測されない。このことは簡単な sprites のモデルを用いた伝搬異常の計算と一致する。つまり電離半径の小さな電離異常ではほとんど伝搬異常はみられない。

Digital Signal Processing Hardware and Software for the Upgraded EISCAT Mainland System, and some examples of data from new experiments

°Assar Westman⁽¹⁾, Jussi Markannen⁽²⁾, Markku Postilla⁽³⁾,
Gudmund Wannberg⁽⁴⁾, Tauno Turunen⁽⁴⁾ and Ingemar Haggstrom⁽⁴⁾

1 and 4 EISCAT HQ,

2 EISCAT Sodankylä, on leave for Sodankylä Geophysical observatory project,

3 EISCAT Sodankylä.

In the upgraded mainland EISCAT system, digital receiver backends are used. The backend needs software that initialises it at the start of a new experiment. Software is also needed to manage the flow of data. The scheduling of all these steps is handled by EROS III, the Eiscat Real time Operating System. All these software components have been written in-house by EISCAT staff.

The pre-processing of the raw data is done by a parameter-controlled software process, `lag_wrap`, running in a FORCE CPU50 VME computer under Sun Solaris 2.7. A number of different pre-processing functions are available, e.g. direct transfer of raw data, amplitude domain FIR filtering, power profile computation, lag profiles computation and power domain integration. This hardware/software layout gives a much more flexible system to write more complicated experiments that was possible on the old EISCAT system.

Set-up parameter values and `lag_wrap` call lists, which are different for each experiment, are defined in a text file with a simple, intuitive syntax. This file is parsed during experiment start-up, and program internals like memory allocation and calculation engine setup are performed.

We will discuss the structure of the new digital hardware how experiments are designed and implemented in this software environment. Also some examples of data from new experiment schemes will be given.

A Possible Explanation for Polar Mesospheric Summer Echoes

°A. D. Aylward and Y. Chaxel

Atmospheric Physics Laboratory, University College

An explanation is suggested for the occurrence of Polar Mesospheric Summer Echoes at UHF and VHF as seen in EISCAT data. The presence of microscopic negatively charged small ice particles modifies the diffusion of the electrons. A "slow diffusion mode" provides the conditions for strong scattering to take place when normally small enough scale turbulence would not exist long enough. By considering the relative strengths of scattering with and without this slow diffusion component, relative scattering strengths can be estimated which are very similar to the observed strength of PMSE- and "incoherent"-scatter respectively, A model of the ice formation has been developed which shows many of the characteristics of the PMSE layers. We can also make predictions about the spectra expected as the radar echoes pass from incoherent to PMSE type.

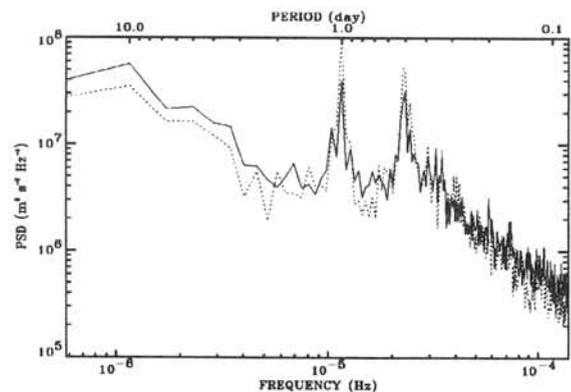
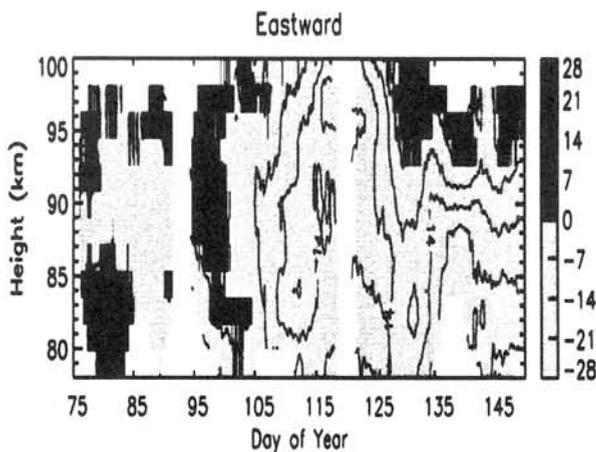
NSMR - NIPR / Norway Svalbard Meteor Radar complementing EISCAT and SOUSY Svalbard radar in Longyearbyen

Takehiko Aso ¹⁾, Masaki Tsutsumi ¹⁾, and Chris Hall ²⁾

1) Arctic Environment Research Center, National Institute of Polar Research, Itabashi, Tokyo, Japan

2) Tromsø Geophysical Observatory, University of Tromsø, Tromsø, Norway

A new meteor radar was installed in Longyearbyen (16E, 78N) and started its operation on March 14, 2001 as a collaborative Arctic research project between NIPR, Japan and TGO, UiT, Norway. It is a coherent pulse Doppler radar working at 31MHz with five receiving antennas for the interferometry of arrival angle measurement. The TX pulse can be either a single Gaussian pulse or a complementary coded pulse. The radar aims at resolving atmospheric structure and dynamics in the Arctic mesosphere and lower thermosphere by measuring neutral wind velocity and temperature on routine basis all year round. It is supposed to comprise a radar complex with EISCAT Svalbard Radar (ESR) and SOUSY Svalbard Radar (SSR) in Longyearbyen, and may also be combined with optical observations at the Auroral Station - Nordlysstasjonen in Adventdalen, such as our aurora-airglow spectrograph and imagers. Specifically it can fully complement ESR which can explore the upper atmosphere but has some difficulty in measuring the low electron density mesopause region in winter, and also SSR which can detect echoes from stratosphere and summertime mesosphere. Atmospheric motions of scales from global planetary and tidal waves down to gravity waves and turbulence in the polar cap atmosphere are studied in collaboration with Arctic radar chain and conjugate Antarctic MF radars. Variabilities from short-term fluctuations to climatic change will be studied in view of dynamical coupling of the whole regions of the earth atmospheric environments. At the moment, it has been running almost continuously since March and detects usable echoes of far more than 1000 per day. The figure on the left below shows 5-day mean eastward wind versus altitude over 70 days around vernal equinox, and the figure on the right shows the power spectrum of eastward (solid) and northward (dashed) components of horizontal wind averaged over 84 – 96 km in the same period. In the figure, a diurnal component as well as semidiurnal one is an evident signature in this averaged velocity fields.



2-4 Recent contributions to E-region irregularity studies from 50- and 12-MHz radar measurements at the Antarctic Syowa station

(*) A.V. Koustov and R.A. Makarevitch

Institute of Space and Atmospheric Studies, U of Saskatchewan, Saskatoon, Canada

K. Igarashi and K. Ohtaka K.

Communications Research laboratory, Tokyo, Japan

T. Ogawa and N. Nishitani

Solar-Terrestrial Environment Laboratory, U of Nagoya, Japan

N. Sato, H. Yamagishi and A. S. Yukimatu

National Institute of Polar research, Tokyo, Japan

Meter-scale auroral electrojet irregularities have been traditionally studied using VHF radars (50, 140 and 400 MHz). Recently, with the deployment of the SuperDARN HF radars, significant data sets have become available on irregularities of a decameter scale. At the Antarctic Syowa station, VHF (50 MHz) and HF (12 MHz) radar measurements were combined for several seasons in 1995-1997. In this presentation a general overview of the experiments will be given followed by a details of new results. Discussion covers echo occurrence at various azimuths of observations, features in power, velocity and spectral width distribution at near ranges and mutual relationship between echo parameters. We concentrate on differences and similarities of echo characteristics at two significantly different radar frequencies. Implications of obtained results to the plasma physics of ionospheric irregularities will also be discussed.

2-5 SuperDARN observations of ionospheric flow during a rapid change of the IMF orientation.

°M. Lester (University of Leicester), B.S. Lanchester (University of Southampton), H. Khan (University of Leicester), S.E. Milan (University of Leicester) and G. Provan (University of Leicester).

Abstract

On November 26 2000, the interplanetary magnetic field (IMF) was somewhat abnormal, with the magnitude of the IMF, reaching some 40 nT on occasion. The orientation of the GSM Z component was, however, mainly positive, although there were several intervals of southward polarity. One of these was relatively short lived, some 15 minutes or so and in this paper we report the SuperDARN observations of the ionospheric flow before during and after this interval of southward IMF. Our main aim is to investigate the response of the flow to the changes in polarity of the Z component of the IMF, with particular reference to how the flow evolves during the two changes. The SuperDARN observations are uniquely placed for this particular interval as the radars spanned in local time from pre dawn to the dusk sector.

昭和 **East** 短波レーダーで観測された低高度エコー

小川 忠彦、西谷 望 (名大STE研)
 佐藤 夏雄、山岸 久雄、行松 彰 (極地研)

On Low Altitude Echoes Observed with the Syowa East HF Radar

T. Ogawa, N. Nishitani (STE Lab., Nagoya University)
 N. Sato, H. Yamagishi, A. S. Yukimatu (NIPR)

At the 24th Symposium in August 2000, we presented analysis of a large data-set of line-of-sight Doppler velocity obtained with the Antarctic Syowa East HF radar from February to December 1997 and discussed the statistical characteristics of Doppler velocity (V_d) at ranges of 180-1200 km and their implications. In short, on average V_d has a minimum of around 100 m/s at 180-225 km ranges. With increasing range it increases monotonically to attain a maximum of 300-350 m/s at 400-500 km, decreases gradually to reach 250-300 m/s at about 700 km, and again increases slowly at farther ranges. These values of V_d and the range vary depending on both local time and radar beam direction. In the light of recent knowledge of plasma instabilities in the ionosphere we suggested that such range profile of V_d is mainly caused by the combined effects of altitude-dependent phase velocities of ionospheric plasma waves, HF wave refraction due to enhanced E region electron density, and latitude-dependent electric field.

The low V_d (around 100 m/s) at ranges of 180-225 km, however, cannot always be explained in terms of the E region plasma instabilities such as the gradient drift and two-stream processes. This is because radar echo altitudes corresponding to these ranges seem to be lower than 100 km. In this paper, from case studies we point out that the low altitude echoes may originate in part from neutral winds and/or turbulence of the neutral atmosphere that do not produce geomagnetically field-aligned irregularities.

太陽風動圧が低い時の高速電離圏対流-統計的アプローチ-

○西谷 望・小川忠彦(名大 STE 研)、佐藤夏雄・山岸久雄、行松 彰(極地研)

Statistical characteristics of ionospheric convection under low solar wind dynamic pressure

N. Nishitani and T. Ogawa (STELAB, Nagoya U.), N. Sato and H. Yamagishi, and A.S. Yukimatu (NIPR)

Statistical characteristics of ionospheric convection are studied when the solar wind dynamic pressure was low. The HF radars tend to observe very fast westward flow in the dusk to midnight local time range. This fast flow was typically located inside the auroral oval, judging from the comparison with the DMSP particle data. The possible mechanisms for generating such fast flows will be discussed, using several examples when the solar wind velocity was below 1/cc for more than 10 hours.

講演者達は今まで、1999年5月11日から12日にかけて観測された、太陽風動圧が非常に小さい状態で発生した、西向きに強い継続した電離圏対流について研究を進めてきた。この高速な流れは、次のような特徴を持つ。1. 速度が1500 m/s - 3000 m/sである、2. 緯度幅が1-2度と非常に局在化している、3. オーロラオーバルにおいてBPS/CPS境界付近に存在し、極冠域境界よりも遙かに内側に位置する、4. 地方時にして16時-2時頃にわたって連続して存在する、5. 地磁気活動度と直接の対応関係がない、等々。

以上のような特性から、この高速流の原因として、電場が磁気圏から電離圏にマッピングされる際に非常に局在化した緯度幅の領域に投影されることにより、狭い領域に非常に強い電場を作り出すというシナリオを考えた。地磁気活動度等の他のパラメータが非常に静かな状態を示している状況の中では、これは最も可能性が高いと考えられる。

しかしながら、このような高速流が、どのような条件下で発生するかについては、不明な点が多い。太陽風密度が低いということが重要なのか、あるいはIMFが北向きであることが不可欠であるのか、上記の例の解析だけでは判別することは不可能である。

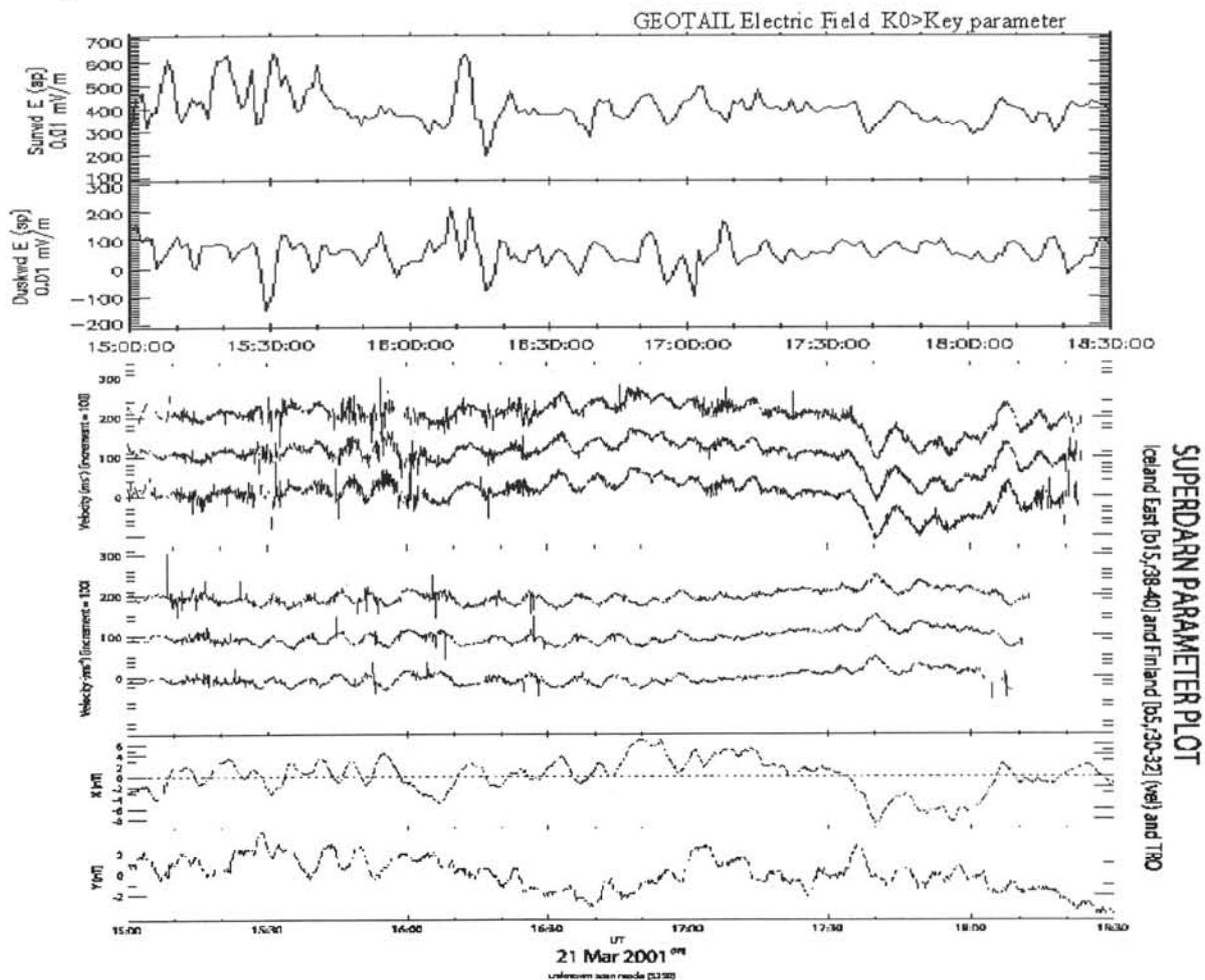
幸いにして、Syowa South および Syowa East の二基の SuperDARN レーダーは1999年3月に Syowa South レーダーが本格的な運用を再開してから、ほぼ連続的にデータを取得している。この予稿を書いている段階では2000年2月のデータまで手元に届いているが、ここまですべて太陽風密度が1/cc以下の状態が10時間以上継続していた例はWIND衛星のデータによると6例あり、そのうち良好なエコーが観測されていたのは4例で、いずれの場合においても何らかの高速流を観測している。講演までには、2000年度の Syowa South/East のデータも手元に届く予定であり、より詳細な統計解析の結果について報告する予定である。

Pc 5 Waves simultaneously observed by GEOTAIL and in Artificially Generated HF Radar Backscatter

○ Y. Tonegawa [1], T. Sakurai [1], N. Sato [2], Y. Shinkai [2], A. Yukimatsu [2],
D. M. Write [3], T. K. Yeoman [3] and, M. Lester [3]

[1] Tokai University, [2] National Institute of Polar Research, [3] University of Leicester

An experiment to generate artificial radar backscatter from the ionosphere in the field of view of the CATLASS HF radars was carried out on March 21, 2001. Continuous radar backscatter was obtained from the region heated artificially, and the ionospheric signatures of Pc 5 waves were very clearly observed throughout the experiment of 1500-1830 UT. Pc 5 waves with the same frequency of ~ 2 mHz were simultaneously observed by the IMAGE magnetometers. The ground data show that it was a magnetically disturbed day, and Pc 5 waves are activated all the day. On this day, the GEOTAIL satellite was skimming the dayside magnetopause and observed transverse Pc 5 waves. By using the dataset, we are able to reveal detailed wave characteristics of the Pc 5, such as polarization and phase property in the space, ionosphere, and on the ground.



SuperDARN HF radar signatures of traveling convection vortices

°R Kataoka,¹ H. Fukunishi,¹ A. S. Yukimatu,² N. Sato,² and SuperDARN PIs

[1] Department of Geophysics, Tohoku University

[2] National Institute of Polar Research

We investigated SuperDARN HF radar signatures of impulsive traveling convection vortices (TCVs) observed by flux magnetometer chains in northern and southern high latitudes. We selected six large amplitude (100-200 nT) TCVs with comprehensive data sets obtained in austral winter in 1996-1999. The austral winter data make it possible to compare auroral features in the northern and southern hemispheres simultaneously. It is found that TCVs are accompanied by HF backscatters with strong enhancement in the Doppler line-of-sight velocity (above 500 m/sec) and spectral width (above 200 m/sec). The backscatters themselves have similar tailward motion as TCVs. Equivalent convection pattern analysis using ground-based fluxgate magnetometers confirmed that these TCV related backscatters appeared between the leading and lagging Hall current vortices. The generation processes of these HF backscatter signatures associated with the passage of TCVs in the conjugate hemispheres will be discussed.

Super DARN 実験による沿磁力線電流の特性の評価

飯島 健 (九大理学院)、出口大樹 (九大理学府)、佐藤夏雄 (極地研)

Characteristics of field-aligned currents assessed by Super DARN experiments

Takesi Iijima (Kyushu Univ.), Hideki Deguchi (Kyushu Univ.), Natsuo Sato (NIPR)

Field-aligned currents (FACs) play a crucial role for the magnetosphere-ionosphere (M-I) coupling process by virtue of their transmission of the momentum and the energy along magnetic field lines. The master physics demands the matching of the following quantity between the magnetospheric source region and the ionosphere: the electric current, the transverse momentum flux and the energy flux.

By using the plasma flow data acquired with HF radar experiments by the Super DARN project, we have determined various characteristics of the plasma flow vorticity in the plane perpendicular to the background geomagnetic field at an altitude of 400 km. Characteristics include: 1) simple linear shear flow (corresponding to large-scale FACs), 2) non-linear shear flow with its intensity varying along the flow velocity (corresponding to meso-scale FACs), 3) time-dependent shear flow (corresponding to time-varying FAC). Based on this analysis, we argue the generation of FACs.

CUTLASS レーダーおよび SENSU レーダーによって観測されるスペクトル幅の南北共役点比較

° 細川敬祐¹, E. E. Woodfield², M. Lester², S. E. Milan², 佐藤夏雄³, 行松彰³, 家森俊彦¹

- (1) 京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、
 (2) レスター大学天文物理学科、 (3) 国立極地研究所

Interhemispheric Comparison of Spectral Width Characteristics as Observed by CUTLASS and SENSU

° Hosokawa, K.¹, E. E. Woodfield², M. Lester², S. E. Milan²,
 N. Sato³, A. S. Yukimatu³, T. Iyemori¹

- (1) Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto Univ., Kyoto, Japan
 (2) Radio and Space Physics Group, Department of Physics and Astronomy, University of Leicester, Leicester, UK
 (3) National Institute of Polar Research, Tokyo, Japan.

Abstract : Statistical characteristics of the spectral width distribution were investigated using the conjugate radar pair composed of CUTLASS Iceland-East in northern hemisphere and SENSU Syowa-East in southern hemisphere. Two types of spectral width distribution were identified. One is the exponential like distribution, which was found within the LLBL and above the cusp, and the other is the Gaussian like distribution within the cusp. These features are commonly identified in conjugate hemispheres and are consistent with the results of *Baker et al.* [1995]. The trend of the distribution is fairly consistent between two hemispheres, however, there is a interhemispheric difference in the form of the distribution within the cusp such that spectral width values obtained from Syowa-East is larger than that from Iceland-East. Average locations of the cusp and the open/closed field line boundary (OCFLB) are determined on the basis of the spectral width characteristics. Average position of the cusp center is 78° in magnetic latitude, which is fairly consistent with the identification of the cusp using the DMSP satellite by *Newell and Meng* [1992]. Also, the OCFLB is identified to be positioned within the magnetic latitudes between 74° and 76°. In addition to the statistical analysis, we have investigated the behaviour of the spectral width boundaries in both hemispheres through the studies of case example.

Transient Traveling Aurora Vortices (TTAVs) in the Dayside Cusp

Sato, N. (1), H. Yang (2), H. Hu (2), R. Liu (2), H. Yamagishi (1), A. S. Yukimatu (1), M. Kikuchi (1), Y. Murata (3), S. Milan (4), M. Lester (4), and T. Iijima (5)

(1) National Institute of Polar Research, Japan

(2) Polar Research Institute of China, Shanghai, China

(3) Graduate University for Advanced Studies

(4) University of Leicester, Leicester, UK

(5) Kyusyu University, Japan

Quasi-periodic optical signatures of poleward moving auroral forms (PMAFs) and HF radar features of poleward flow burst were obtained simultaneously during the SuperDARN Special Time period of 18 May 1999. We examined in detail the dynamic signatures of PMAFs using all-sky TV cameras and meridian-scanning photometers obtained at Zhongshan Station in Antarctica (~74.5 mag. lat.). We found following interesting and new evidences; 1) Transient Traveling Aurora Vortices (TTAVs), that are vortex configurations in corona type dayside aurora eddying counter-clockwise, occurred in association with PMAFs. 2) TTAVs appeared near the region of ionospheric convection reversal, and traveled/drifted eastward (anti-sunward) along the direction of the ionospheric convection pattern. These signatures suggest that TTAVs occur on newly open field lines in association with the upward field-aligned line current (not sheet current) triggered by the transient reconnection processes in the dayside magnetopause.

P2-1

Range profiles of 140-MHz E-region and 12-MHz F-region coherent echoes

(*) A.V. Koustov and D. Danskin

Institute of Space and Atmospheric Studies, U of Saskatchewan, Saskatoon, Canada

M. V. Uspensky

Finnish Meteorological Institute, Helsinki, Finland

T. Ogawa and N. Nishitani

Solar-Terrestrial Environment Laboratory, U of Nagoya, Japan

Currently two Doppler coherent radar systems are operational at Hankasalmi, Finland, namely STARE and CUTLASS. The STARE radar works at VHF frequency of 140 MHz and the CUTLASS radar works at HF frequency of 10-12 MHz. The 140-MHz beam #3 is oriented in nearly the same direction as the 12-MHz beam #5 so that a comparison of echo characteristics is straightforward provided that time differences between VHF/HF measurements of ~1 min are allowed. In this study we consider two separate events when the 140-MHz radar observed E-region echoes while the 12-MHz radar observed F-region echoes. Differences and similarities in echo power and Doppler velocity distributions with range are studied. Special attention is paid to ionospheric refraction effects that are important for the formation of 12-MHz echoes. Plasma physics of E- and F-region irregularities is discussed in attempt to explain inferred features in echo characteristics.

カusp域 F 層電子密度の季節変化

○ 山岸久雄 (国立極地研究所)、劉 順林 (中国極地研究所)

**Seasonal variation of the ionospheric F-layer
electron density in the cusp region**

○ H. Yamagishi (NIPR) and S. Liu (Polar Research Institute of China)

We have compared the cusp signature observed by the digital ionosonde at Zhongshan Station with those observed by Syowa East radar looking overhead of Zhongshan, using the data obtained in 1999. Daily variation of foF2 at Zhongshan shows maximum near the local noon (07 UT) in summertime, while near the magnetic noon (1030 UT) in wintertime. The summer maximum is caused by the solar ionization which becomes maximum at the local noon. Considering the weakness of the solar luminosity in wintertime, the winter maximum must be maintained by charged particle ionization and/or plasma transport from the low latitude ionosphere where the solar ionization was still effective. Just after the foF2 peak at the magnetic noon, we often found sharp depression of foF2, and succeeding small peaks in some cases.

When we compare these characteristic foF2 variations with the echo characteristics observed by Syowa East radar, we found that the foF2 peak corresponds to the region of low spectral width (possibly LLBL and the cleft region), and the foF2 depression to the region of high spectral width (the cusp). We could relate the small foF2 peaks after the depression with polar patches identified by the HF radar.

The foF2 depression in the cusp region (identified by the HF radar spectral width) is an outstanding feature, and can be used as another ionospheric signature of the cusp. The reason of plasma density enhancement in the region of low spectral width and the depression in the cusp must be considered in the context of horizontal plasma transport along the convection flow and vertical plasma transport along the open/closed field line, as well as local ionization by precipitating particles.

カスプ域オーロラの MLT 依存性

佐藤夏雄、江尻全機、岡田雅樹、山岸久雄、行松 彰、菊池雅行（極地研）、岡野章一（東北大・理）、巻田和男（拓殖大・工）、H. Yang, R. Liu, H. Hongqiao（中国極地研）、M. Lester（レスター大）、M. Pinnock（英国南極局）

MLT dependence of optical and radar auroras in the dayside cusp/cleft regions

Sato, N., M. Ejiri, M. Okada, H. Yamagishi, A. S. Yukimatu, M. Kikuchi (1), S. Okano (2), H. Yang, R. Liu, Hu Hongqiao (3), K. Makita(4), M. Lester (5), M. Pinnock (6)

(1) National Institute of Polar Research, (2) Tohoku University, (3) Polar Research Institute of China, (4) Takushoku University, (5) Univ. of Leicester, Leicester, UK, (6) British Antarctic Survey, Cambridge UK

The fields of view of Syowa East and Kerguelen radars cover over Chinese Zhongshan Station, where NIPR's all-sky CCD, panchromatic all-sky TV camera, scanning photometers are operating. Syowa South, Halley and Sanae radars cover over South Pole Station, where NIPR's all-sky auroral imagers are working. Both of South Pole and Zhongshan are located at the cusp latitude (~ 74.5 degree), but about 5 hours different in MLT. In order to carry out these scientific objectives NIPR has proposed and carried out special SuperDARN campaigns during new moon period in austral winter from May to August in 1999 (also in 2000 and 2001).

An ideal event occurred on 18 May 1999 under very variable (quasi-periodic) IMF Bz changes. PMAF's (Poleward Moving Auroral Forms) occurred at both of Zhongshan and South Pole Stations in association with the quasi-periodic negative Bz changes. The main subject of this presentation is to examine the local time dependence of the optical and radar signatures using the data obtained simultaneously at Zhongshan and South Pole and SuperDARN radars in the dayside cusp/cleft regions.

P2-4 昼間の午後側にみられる準周期的可視オーロラの特性

○村田 洋三(総研大)、佐藤 夏雄、山岸 久雄、行松 彰、菊池 雅行(極地研)、
巻田 和男(拓殖大)、小川 忠彦(名古屋大 STE 研)、楊 恵根、劉 瑞源(中国極地研)、
A. D. M. ・ウォーカー(ナタル大)、マーク・レスター(レスター大)

Characteristics of postnoon quasi-periodic optical aurora

○Y. Murata (Grad. Univ. Advanced Studies), N. Sato, H. Yamagishi, A. S. Yukimatu, M. Kikuchi (NIPR),
K. Makita (Takusyoku Univ.), T. Ogawa (STEL, Nagoya Univ.), H. Yang, R. Liu (PRIC),
A. D. M. Walker (Univ. of Natal), M. Lester (Univ. of Leicester)

The field of view of the Syowa East radar covers over the Chinese Zhongshan Station (invariant latitude is 74.5°S and $\text{MLT}=\text{UT}+1.5\text{hr}$), where an all-sky TV camera and a high-speed (8 sec) multi-channel (427.8nm, 557.7nm, 630.0nm) meridian scanning photometer (MSP) are operating. Such coordinated tools give us an opportunity to observe quasi-periodic ($\sim 2\text{ min} - 10\text{ min}$) variations of optical aurora which are some outstanding characteristics in the dayside cusp region.

We report a case study of quasi-periodic optical aurora observed by the all-sky TV camera and the MSP at Zhongshan during $\sim 1200-1400\text{ UT}$ on 3 August, 1997. Characteristics of the quasi-periodic aurora are summarized as following; (1) fine structure was consisted with an east-west aligned band/arc type discrete aurora, (2) time variations were found with period of $\sim 2\text{-min}$ to $\sim 10\text{-min}$ and (3) the luminosity position moved poleward quasi-periodically. During this time interval such quasi-periodic variations were found among Syowa East and Iceland East HF radars and ground based magnetometers. The Pc 5 type magnetic pulsations observed at Zhongshan and Syowa in Antarctica and IMAGE magnetometer array in the northern hemisphere had revealed typical field line resonance. We will report here some extended work applying spectral analysis method to identify quantitatively the close correlation among these phenomena.

昼間側のカスプ/クレフト域では、しばしば準周期的な時間的/空間的変動を見せるオーロラが観測される。このオーロラは準周期的な粒子の振り込みによって起きていると考えられるが、その発生機構は明らかとなっていない。一般にオーロラ粒子は沿磁力線電流を伴って電離層へ振り込むと考えられるが、沿磁力線電流のような磁気圏-電離圏の結合系を考える場合に、沿磁力線電流に沿って粒子が加速される一つの可能性としては、Field Line Resonance (FLR)を伴う電磁流体波の存在が考えられている。その為近年、準周期的なオーロラ粒子の振り込みとFLRとの関係が注目されている。

南極の中山基地は、昭和基地よりも高緯度側の地磁気緯度が $\sim 74.5^{\circ}$ に位置するため、昼間の午後側におけるこのオーロラを観測するのに適している。また、Syowa East HF レーダーが中山基地上空をカバーする広い範囲での電離層プラズマ対流を観測しており、このレーダーと可視オーロラとの同時観測が可能となっている。本研究では、準周期的な変動をみせるオーロラの発生機構を明らかにすることを目的としている。その為、中山基地の全天TVカメラと多色掃天フォトメータを主に用い、地上磁場とその上空をカバーするHFレーダー及び北半球側で共役の関係にあるHFレーダーとIMAGE chainの磁場データとを合わせて解析し、このオーロラの詳細な時間的/空間的発展を議論する。

1997年8月3日にはSyowa East HFレーダーが中山基地上空を高時間分解能(17秒)で観測していた。中山基地は快晴で、12時10分(UT)から13時50分(UT)($\text{MLT}=\text{UT}+1.5\text{h}$)にかけてこの準周期的可視オーロラが観測された。オーロラの形状は東西にのびたアーク/バンド状で、高緯度側への移動を顕著に見せながら5~10分の周期で明滅していた。この時のSyowa Eastレーダーのエコーは、オーロラよりもやや低緯度側から返ってきており、オーロラの輝度変動と相関の良い変動を示していた。また、Syowa East HFレーダーの視野と共役の関係にある北半球側のHFレーダー(CUTLASS・Finlandレーダー)も、同様な準周期的変動を示していた。更にこの期間、IMAGE chainの磁場データの解析から、磁気緯度 72° 付近にFLRを伴うPc5帯の地磁気脈動が確認された。オーロラの準周期的な変動と地磁気脈動を比較したところ、両者に密接な関係がみられた。

Development of 112 MHz VHF auroral radar at Syowa Station, Antarctica

K. Igarashi, K. Ohtaka, T. Obara, and K. Nozaki (Communications Research Laboratory)

We are developing a new 112 MHz VHF auroral radar system intended for deployment at Syowa Station in Antarctica. Radar auroral echoes are caused by field aligned irregularities in the polar E-region and thus the echoes show strong aspect sensitivities. A scanning-beam observing technique is used to observe a wide backscattered region. The auroral radar is a coherent Doppler radar system employing a transmit/receive beam which is steerable in azimuth. The antenna pattern is directed towards the East, but is steered approximately 22.5 degrees from East in both the Northward and Southward directions. The antenna system comprises a row of 28 6-element Yagis spaced at $\lambda/\sqrt{2}$ spanning a distance of approximately 51 meters. Antenna height is one half of a wavelength, ie., 1.34 m. The two-way half power full width of this configuration plane is approximately 2.1 degrees. Figure 1 below shows a simplified block diagram of the complete radar system. Two 12 kW all-solid-state transmitter systems are utilized to provide a peak-envelope-power of 24 kW. The antenna system is comprised of a linear array of 28 Yagis. Each transmitter powers half of the array through a transmit/receive switch. Two 1:14 splitter/combiners split the transmit signal to the individual antennas on transmission and combine the received signals. On reception a further 2:1 combiner is used to combine the signals from the two transmit/receive switches. A phase steering module in the signal path of each Yagi antenna to control the phase of the transmitted/received signal allowing the transmit/receive beam to be steered in azimuth. The data acquisition system provides system control and data acquisition hardware functionally and incorporates the complex receiver channel. The unix-based host computer provides overall system control, data acquisition and analysis and display functionality. The data will be transferred to the remote user in quasi real-time via satellite.

Syowa Base 112 MHz Auroral Radar

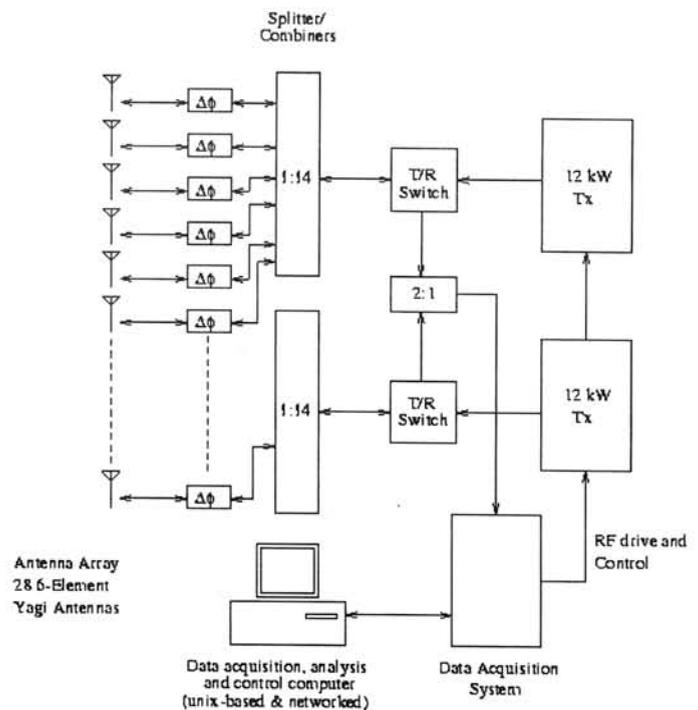


Figure 1. Simplified block diagram of 112 MHz VHF auroral radar system

○加藤 泰男、小川 忠彦（名古屋大学太陽地球環境研究所）

山岸 久雄（国立極地研究所）

Radiation pattern measurement of Syowa Station HF radar antennas using an aeroplane

Y.Katoh,T.Ogawa(STEL Nagoya Univ.)

H.Yamagishi(NIPR)

Radiation patterns of the Syowa East and South HF radar antennas were measured using an air-borne signal transmitter (10MHz) and a GPS system. The flight trajectories of the aeroplane were arranged to form a half sphere over the antennas with a radius of 5 km so that both horizontal and elevation patterns could be obtained. Eight beam patterns were simultaneously measured in one circular flight by fast electrical switching of the antenna beams. It was found that the measured patterns were fairly consistent with the designed ones

第41次南極地域観測隊員として越冬し、航空機を使用して昭和基地に設置されている大型短波レーダーのアンテナパターン測定を行った。その概要を報告する。

測定の方法としては航空機に小出力の発信器を搭載し、機体に取り付けられたアンテナから電波を放射しながら短波レーダーアンテナのまわりを周回する。レーダーサイトに於いては受信された電波の強度をA/D変換してパソコンにサンプリング記録する。またこれに同期して位相マトリクスを制御し、ビームを高速に切り替えて航空機が一周する間に8から16のビームを測定することで測定時間を大幅に短縮することができた。

航空機にはGPS受信機を搭載してその飛行経路を連続記録し、被測定アンテナからの正確な方位角を求めた。

昭和基地の大型短波レーダーは36次隊において最初に設置されて以来現在では2基が順調に観測を行っているが、これまで実際のアンテナ放射特性は測定された事がなく今回の測定ではじめて明らかにすることができた。また、アンテナの計算式から得られたパターンとの比較を行った結果から設計に極めて近い値が得られていることを確認した。

この結果から、昭和基地のレーダー観測データにさらに信頼性を与えることができると考えられる。

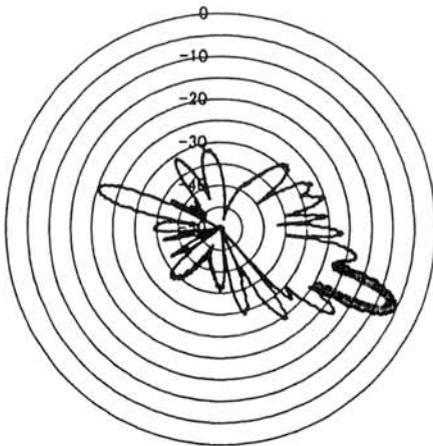


図1 東向きレーダー ビーム7のアンテナパターン実測例（デシベル表示）。
測定周波数 10.15 MHz

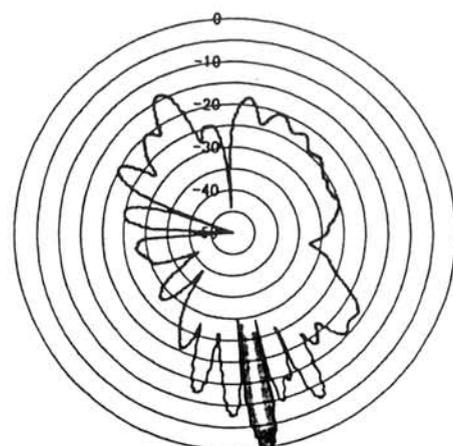


図2 南向きレーダー ビーム7のアンテナパターン実測例（デシベル表示）。
測定周波数 11.495 MHz

昭和HFレーダーによる干渉計観測（2）

行松 彰、山岸久雄、佐藤夏雄（極地研究所）

Interferometric Observation by SENSU SuperDARN HF Radar (2)

A. Sessai Yukimatu (NIPR),

H. Yamagishi, N. Sato (NIPR)

Interferometric observation has been made in the northern hemisphere SuperDARN HF radar network and has also started these days in part of southern hemisphere SuperDARN network. The preparation for the interferometric observation at Syowa HF radar has been made step by step. Using our pseudo echo generator and radar operating system, Radops, we checked whether two receivers have some phase difference and, if any, how it depends on Tx frequency, doppler shift, and noise and echo power level etc. After introducing a conversion table or function to fitacf algorithm in Radops, we estimate observation accuracy. If we can start the real interferometric test observation, we will show the initial results and also discuss on the validation of elevation angle measurements.

南極域における SuperDARN HF レーダー網での干渉計観測が最近行われる様になり、昭和基地においても干渉計観測開始の為の準備を更に進めてきた。特に今回は、干渉計に用いる二つの受信機の特性を調べる為、擬似エコー装置を用い、レーダー制御システム RADOPS により二受信機間の位相特性差が存在するか、存在すれば、送信周波数やドップラーシフト、ノイズレベルや入力レベルにどの様に依存するのか、等を実験調査した結果を示す。これより逆に RADOPS の fitacf アルゴリズムに位相差の補正ルーチンを加え干渉計観測を可能とする方法、更に観測精度を示す。実観測が可能な段階に至っていれば、その初期結果を示し、次世代のレーダー制御システムをも用いての新しい観測研究の可能性についても議論を深める。

Rapid transient ionospheric phenomena detected by SuperDARN Basyouhu mode

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

We have developed several new sounding modes for SuperDARN HF radars. One of these, Nasu, is a multi purpose, universal radar control program which could be utilized to detect short term transient phenomena. Another new sounding mode, Basyouhu, is developed to optimize both special camping beams and global scanning beams to get higher temporal resolution special beam data and global convection pattern simultaneously. Our new sounding modes can be utilized as powerful tools to detect rapid movement of transient phenomena in ionosphere.

Using this new mode, we could detect very rapidly moving transient phenomena (about 20 km/s, which is much faster than typical speed of TCVs) passing over a radar FOV without any ambiguity or uncertainty, which has never been detected by the SuperDARN radars. We'll discuss what causes this kind of very rapid transient phenomena in ionosphere and magnetosphere comparing with satellite and ground based observations.

A NEW MODEL FOR THE IMF DEPENDENCE OF REGION 1
FIELD-ALIGNED CURRENT IN THE LOW-LATITUDE
BOUNDARY LAYER

^OTakashi YAMAMOTO¹ and Masao OZAKI²

¹*Department of Earth and Planetary Science, University of Tokyo*

²*Institute of Industrial Science, University of Tokyo*

Using the TSYGANENKO magnetic field model, it can be shown that a magnetosheath plasma entering the low-latitude boundary layer (LLBL) is highly likely to be polarized, producing the region 1 field-aligned current (FAC) as observed there. The FAC generation occurs whenever the sheath-particles penetrate into the magnetosphere, regardless of what kind of entry process takes place. The present paper numerically demonstrates the FAC density distribution in the LLBL by calculating the flux tube volume in the 1989 TSYGANENKO magnetic field model and assuming the adiabatic behavior of the magnetosheath particles upstream. The calculated FAC density/intensity profiles are consistent with observations. They are increased with the kinetic energy density of the LLBL particles. On the other hand, it has been observationally confirmed that the reconnection occurs at the dayside magnetopause, when the interplanetary magnetic field (IMF) is southward, so that the magnetosheath particles can be efficiently energized in passing the magnetopause boundary. Therefore, considering the entry of such energized particles into the LLBL, one can understand that the LLBL region 1 FACs can be intensified as the IMF B_z decreases.

Convection and plasma population regimes in the magnetosphere
T. Tanaka (CRL)

The motion in the magnetosphere-ionosphere (M-I) coupling system cannot grow into a large-scale convection without a response of the ionosphere, because the line tying effect of magnetic field that is connected to the rest ionosphere prevents the magnetospheric motion. In the course of convection, open magnetic field lines are accumulated into the mantle associated with the anti-sunward convection. The dawn-to-dusk electric field equivalent to this anti-sunward convection is mapped down to the polar cap ionosphere. If the ionospheric current is not connected to the field-aligned current (FAC), charge accumulation must appear on the polar cap boundary due to the dawn-to-dusk ionospheric Pedersen current. Using the relation $\text{div}\mathbf{J}=0$, the FAC inhibits this charge accumulation and connects the ionospheric current to the magnetospheric current. Thus, a steady ionospheric convection is established following the magnetospheric convection. Seeing from a different angle, the $\mathbf{J}\times\mathbf{B}$ force in the ionospheric part of the region-1 current loop is such as to maintain the ionospheric plasma convection caused by the mapped down electric field against the atmospheric friction ($\mathbf{J}\cdot\mathbf{E}>0$). In a steady current loop connecting the magnetosphere and the ionosphere, the ionosphere dissipates electromagnetic energy. In order to maintain a steady current system, therefore, the FAC must be connected to the magnetospheric dynamo region. This fact means that the magnetospheric counter part of the current closure must include a dynamo, by which plasma bulk energy or internal energy is converted into electromagnetic energy. Apparently this kind of energy conversion requires a condition $\mathbf{J}\cdot\mathbf{E}<0$. Thus, convection field, FAC, and energy conversion process are coupled with each other in the M-I convection system.

It is well known that the dynamo for the region-2 current loop distributes in the ring-current region. However, the problem is less clear for the region-1 current loop. A reason for this situation is that little is known as yet on where the FAC flows and closes in the magnetosphere despite the fact that a rather clear picture has been revealed for the spatial distribution of FAC at low altitudes. Recently, the magnetohydrodynamic (MHD) simulations of the solar wind-magnetosphere-ionosphere (S-M-I) system have been becoming more realistic. From these methods, Tanaka [1995] traced the FAC from the ionosphere to the magnetosphere and confirmed the previous expectation that the dynamo for the region-1 current loop distributes in the boundary layer. In the southward IMF case, sharp bends of newly merged field lines in the dayside magnetopause exert the magnetic tension force to accelerate the plasma (motor action), thus to convert electromagnetic energy into kinetic energy ($\mathbf{J}\cdot\mathbf{E}>0$). The kinetic energy generated through the motor action is immediately converted to internal energy, because flow tends to stagnate toward the cusp. Consequently, the magnetic tension pumps up the cusp pressure on the low-latitude side of the cusp [Tanaka, 2000a]. Positive $\mathbf{J}\cdot\mathbf{E}$ on the low-latitude side of the cusp shows these situations. The dynamo region for the region-1 FAC exists in the boundary layer located tailward of the cusp, where both dynamic pressure and the $-\nabla P$ force keep the boundary-layer flow moving in the face of the opposing $\mathbf{J}\times\mathbf{B}$ force. In the boundary layer located tailward of the cusp, therefore, not only the braking of plasma flow but also pressure gradient is such as to generate electromagnetic energy ($\mathbf{J}\cdot\mathbf{E}<0$). These processes are well reflected in the distribution of negative $\mathbf{J}\cdot\mathbf{E}$ on the high-latitude side of the cusp.

The situation being worthy of special mention is the participation of cusp high-pressure region into the energy-conversion process. With this high-pressure region, even a steady convection without acceleration and deceleration can maintain the dynamo process. In the M-I coupling system, steady convection is selected more preferably, because it is more suited to the M-I convection system, in which only the shear component can be projected down to the ionosphere. In this picture, the convection controls not only the flow (electric field) and FAC but also plasma population regime in the magnetosphere. The half-coupling status in the M-I system for motions can also be the fundamental cause of the plasma sheet thinning in the growth phase, in which incompressible ionospheric flow is required under the imbalance of dayside and tail reconnections [Tanaka, 2000b].

In the near-earth region, plasma sheet is filled with plasma even during the quiet time. This plasma supports the $\mathbf{J}\times\mathbf{B}$ force in the x direction. The steady earthward convection in this plasma sheet converts electromagnetic energy to the internal energy. Resulting high internal energy in the inner edge of the plasma sheet drives the region-2 FAC. Similar to the case of the cusp, therefore, the formation of plasma sheet is also controlled by the convection.

In the region between $x=-12$ and -30 Re, the distribution of plasma pressure changes little even after the onset, whereas a drastic change of plasma pressure occurs in the near-earth region inside -12 Re. In this view, therefore, the NENL is never a floating object but an interaction system with the surrounding plasma. The convection in the plasma sheet is in the subsonic regime and nearly incompressible. In the incompressible convection system, only a portion of the convection cannot become fast, since a fluid element in the incompressible flow cannot move until a fluid element in the front position moves aside. However, the dipolarization can equivalently generate flow convergence through the confinement of plasma by the restored tension and enables a state transition in an incompressible system. In this respect, the dipolarization is a restoration of tension and never a relaxation to the potential field. In the dipolarization process, the magnetic tension balances with increased pressure which is, in turn, a result of the pumping effect associated with the plasma sheet convection which directs from low-pressure region to high-pressure region against $-\nabla P$ force [Tanaka, 2000b]. The state transition in the near-earth region explains quite well why the onset starts from the equatorwardmost preonset arc. In general, the state transition requires the existence of multiple solutions for one boundary condition. On the other hand, the relation between the NENL solution and inflow and outflow boundary conditions is in one-to-one correspondence that generates no state transition. In the NENL model of the substorm, the magnetic energy is converted to the kinetic energy through the NENL formation. The ground onset in the NENL model of the substorm is attributed to the braking of this kinetic energy in the inner magnetosphere. On the other hand, the state transition model can generate the substorm onset without the dominance of kinetic energy everywhere in the tail. It generates the onset along a natural extension of the incompressible convection in the M-I coupling system.

References

- Tanaka, T., Generation mechanisms for magnetosphere-ionosphere current systems deduced from a three-dimensional MHD simulation of the solar wind-magnetosphere-ionosphere coupling processes, *J. Geophys. Res.*, 100, 12,057, 1995.
 Tanaka, T., Configuration of the magnetosphere-ionosphere convection system under northward IMF condition with non-zero IMF By, *J. Geophys. Res.*, 104, 14,683, 1999.
 Tanaka, T., Field-aligned current systems in the numerically simulated magnetosphere, in Magnetospheric Current Systems, *Geophys. Monogr. Ser.*, vol. 118, eds. S. Ohtani et al., p. 53, AGU, Washington, DC, 2000a.
 Tanaka, T., The state transition model of the substorm onset, *J. Geophys. Res.*, 105, 21,081, 2000b.

Plasma Density Enhancement in the polar cap ionosphere

- Observations by AKEBONO satellite -

Youichi Ichikawa (Science University of Tokyo), Takumi Abe, Koh-ichiro Oyama (The Institute of Space and Astronautical Science)

Introduction and Observation

Observations of the electron temperature (T_e) in the ionosphere have been made in the high latitude region as well as low and mid latitudes. Despite its long history of the measurement, there are few published data sets of the T_e profiles particularly above 3000 km altitudes in the polar ionosphere, because the low plasma density (usually $< 10^3 /\text{cm}^3$) hinders the correct measurements. The Akebono satellite, which was launched in 1989, uncommonly encountered a mass of unexpectedly high-density plasma above 4000 km altitudes in the polar cap region, in which two instruments onboard for thermal plasma measurements detected characteristic feature in the T_e , electron density and drift velocity of ions. We present an interpretation of such high-density plasma and a possible scenario to generate the phenomena.

From April 13 to 17, 1992, the Akebono satellite frequently traversed the high-latitude polar cap ($> 80^\circ$ ILAT) at altitudes higher than 4000 km, and the observations obtained for this time period were considered as appropriate data for the polar cap study. The thermal electron energy distribution (TED) instrument usually performs reliable measurements on the density condition higher than $10^3/\text{cm}^3$. During 11 min starting at 11:59 UT on April 13, the TED detected the unexpectedly high-density ($\sim 3 \times 10^3/\text{cm}^3$) plasma at 5000 km, which is supposed to be more than 1 order higher than the normal plasma density in the same region. Observation made 24 hours later in the same region (altitude, latitude, local time) shows a plasma density slightly lower than on April 13, but still much higher than the normal condition. However, no meaningful observations were made for the rest of satellite pass (April 15-17) passing through the same region. Our statistical study indicates that a possibility of its occurrence is $< 0.1\%$. It is also found that the T_e is extremely low (~ 2000 K) inside the high-density region, which corresponds to that below 1000 km altitudes. Observations from Suprathermal ion Mass Spectrometer (SMS) on Akebono showed in this region that the H^+ ion drift velocity parallel to the magnetic field remains insignificant and that the ion density is remarkably high which is consistent with the TED observation.

Discussion and Summary

The plasma density profile in the polar cap region is greatly influenced by thermal ion outflow (mainly polar wind). The low electron temperature obtained from the TED measurements tends to prevent the ionospheric plasma from escaping into high altitude regions, because the ambipolar electric field is positively correlated with the T_e . It results in keeping relatively high value of the plasma density in comparison with the case in that the higher T_e enhances the ion escape flux due to the large electric field.

On the other hand, the data comparison with IMF indicates that such high-density plasma is generated on the condition of a particular combination of the B_y and the magnetic local time (MLT); the high-density plasma in the northern hemisphere is observed on negative B_y while that in the southern hemisphere is found on positive B_y . At low altitudes (< 1000 km), the dense plasma (and probably low temperature) produced by solar EUV in the dayside polar ionosphere and/or by particle precipitation in the cusp/cleft regions can be transported into the dusk-side polar cap due to the plasma convection, resulting in a mass of dense plasma existing in the low altitude polar cap. Because of the ion escape scenario described above, the plasma density at higher altitude is supposed to be higher as observed by the Akebono satellite. However, additional condition will be necessary, considering very low probability that these phenomena were found.

○田中宏樹, 斎藤義文, 浅村和史, 石井真一, 向井利典 (宇宙科学研究所)

The Observation of ESA/ISA on board SS-520-2 sounding rocket

○Hiroki Tanaka, Yoshifumi Saito, Kazushi Asamura, Shinichi Ishii, Toshifumi Mukai (ISAS)

SS-520-2 sounding rocket was successfully launched from Ny-Alesund, Norway, on December 4, 2000, at 0916 UT. The main purpose of this rocket experiment was to observe ion acceleration and heating in the cusp/cleft region. We have developed an electron energy spectrum analyzer (ESA) and an ion energy spectrum analyzer (ISA) for this rocket experiment. ESA and ISA are toroidal top-hat type electrostatic analyzers that can obtain energy spectrum (10eV - 10keV) of electrons and ions with the time resolution of 20 msec. ESA/ISA functioned normally throughout the rocket flight, and we succeeded in obtaining good and scientifically meaningful data. We will report evaluation of the flight data and will show the initial results obtained by ESA/ISA.

観測ロケット SS-520-2 号機がノルウェーのスピッツベルゲン島にあるニューオルソンから 2000 年 12 月 4 日 9 時 16 分(UT)に成功裡に打ち上げられた。このロケット実験の主な目的はカスプ/クレフト領域のイオンの流出及びその際重要となるイオンの加速・加熱機構の解明である。この目的達成のためには、従来の観測よりもはるかに高い時間分解能でプラズマ粒子とプラズマ波動の観測を行なう必要があった。我々は本実験ロケット搭載機器うち、10eV~10keV のエネルギー範囲 (エネルギー分解能 10%) を [20msec/spectrum] という高時間分解能で観測できる電子/イオンエネルギー分析器 (ESA/ISA) を開発した。

実際のフライトにおいて、ESA/ISA の両エネルギー分析機器はロケット発射から 108[sec]で伸展を開始、190[sec]で高電圧印加が予定通り行なわれ、その他 Status, analog HK とも異常なく、分析器が正常に動作したことが確認された。また、観測では発射から 200[sec] (高度約 530km, MLT 13.3 ILAT 76.5) で電子およびイオンのカウントが確認され、1130[sec] (高度約 190km, MLT 11.9 ILAT 74.5) までのロケット飛行中に欠損のない非常に良好なデータが得られた。受信データは、事前に地上の実験室で行なった Calibration より得られた分析器の特性値を使用して補正し、詳細にデータの評価を行なった。

観測結果から、イオンについては Flight 全般にわたって、マントル領域から降り込んできたと思われるエネルギー分散構造が見られ、ロケットはカスプの高緯度側を飛行したと推定できるデータなどが得られた。電子についてはロケット上空に存在していたポテンシャル構造によって加速されたと思われるものが非常に微細な構造を伴って多く観測された。これらの電子の降り込みと、イオンの降り込みとの間にはある程度の対応が見られる。さらに、今回の実験では過去に例を見ない高時間分解能観測の成果の一つとして、電子のデータにおいて特徴的な Energy dispersion が周期的 (~1Hz) に見られるという現象がいくつかの時間帯で観測された。Electron Energy dispersion を作り出すメカニズムの一つに Kinetic Alfvén Wave が考えられているが、我々は現在そのモデルの検証を行なっているところである。本講演では ESA/ISA で得られたデータの総括とともに、個々の現象の解析結果について報告する。

カusp近傍から磁気圏への酸素イオンの流出分布及び流出量

○田代真一(通信総合研究所)

山崎敦(通信総合研究所)

吉川一郎(宇宙科学研究所)

三宅互(通信総合研究所)

中村正人(東京大学)

Quantity and Distribution in Magnetosphere of Oxygen Ions from Cusp

Shinichi Tashiro(Communications Research Laboratory)

Atsushi Yamazaki(Communications Research Laboratory)

Ichiro Yoshikawa(Institute of Space and Astronautical Science)

Wataru Miyake(Communications Research Laboratory)

Masato Nakamura(University of Tokyo)

我々は、地球外への酸素イオンの流出過程及び経路を光学観測することを目的とし、極端紫外撮像機 Extreme ultraviolet scanner (XUV)の開発を行った。XUV は観測ロケット SS-520-2 号機に搭載され、2000 年 12 月 4 日に極域カuspに向けノルウェー・スバルバード射場より打ち上げられ、高度 1000[km]から流出酸素イオンの撮像を行った。

XUV は酸素イオンの共鳴散乱光の波長である 83.4[nm]に対して感度を持つ直焦点型反射望遠鏡である。この観測される光強度は視線方向の酸素イオン密度の積分値に比例する事から、酸素イオンの密度分布及び流出経路の特定が可能となる。

本公演では、上述の観測結果より算出したカusp近傍における流出酸素イオンの空間密度分布に基づき、酸素イオンの流出経路及び磁気圏への流出量について評価する予定である。

SS520-2 ロケット搭載 NEI による極域カスプ電子密度プロファイルの観測

著者(所属) ○児玉 理(東北大学)、小野高幸(東北大学)、山本真行(通信総合研究所)

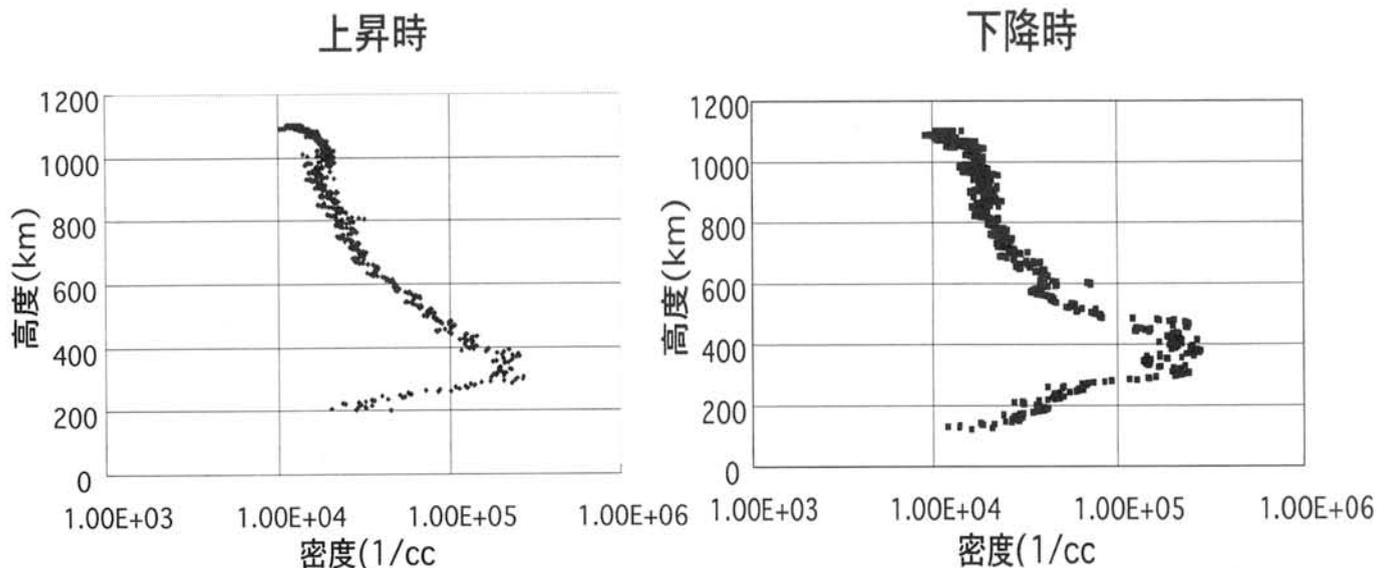
Title of Abstract Plasma density profile of polar cusp by using the Impedance probe on-board SS520-2 rocket experiment.

Auther Osamu Kodama(Tohoku university), Takayuki Ono(Tohoku University), Masayuki Yamamoto(CRL)

Electron density profile associated with ion outflow from cusp region was obtained by using the Impedance probe (NEI) onboard SS520-2 on Dec.4,2000, at Svalbard rocket range, Norway. Flight operation of the rocket was successful and density profile was obtained throughout the range from the antenna extension at 197 km altitude to the telemetry lock off. The peak electron density was recorded about 2.7×10^5 (1/cc) at 321 km in the ascent and 2.8×10^5 (1/cc) was obtained at 358 km in the descent passage of the rocket. Most of the measured density was located within a range of 10^4 (1/cc) order.

極域カスプにおける「あけぼの」衛星搭載 SMS 粒子観測データではイオン流出と呼ばれる上向きイオン粒子が観測されている。このイオン流出に伴ってカスプ近傍の 300km 付近より 1000km までの高度領域では強いイオン加熱・加速が観測されており、この機構の解明は重要な研究課題である。イオン流出が起きているカスプ近傍において、電子密度計測、粒子観測、プラズマ波動観測などを磁力線沿いに高度 1000km まで直接観測することを目的として SS-520-2 号機による極域ロケット実験が実施された。同ロケットは、2000 年 12 月 4 日 09:16(UT)にノルウェーのスバルバルロケット実験場(スピッツベルゲン島、ニーオルソン)から発射角 86 度、方位角 192 度で打ち上げられた。ロケットは正常に飛行し、発射後約 600 秒で最高高度 1102km に到達し、約 1150 秒に着水した。

SS-520-2 ロケットには周波数掃引型インピーダンスプローブ(NEI)が搭載され、電子密度計測が実施され、打ち上げ 104 秒後(高度 197km)のアンテナ展開より開始され、打ち上げ 1116 秒後のテレメータロックオフまでの全飛行区間にわたり良好なデータを取得した。上昇時の電子密度のピークは、高度 321km において 2.7×10^5 (el/cc)、下降時は高度 358km において 2.8×10^5 (el/cc)であった。ロケットは高エネルギー粒子の降りこみによる電離が少ない極域電離層中を示しており、周波数掃引方法の改良による電子密度プロファイルの測定精度向上の特徴を活かした観測を行うことが出来た。



T89 磁場モデルを使った極域 - 近尾部間に於ける ホイスラーモード波の伝搬

°松尾 敏郎¹ 河村憲一¹
¹京都大学情報学研究科

Whistler mode wave propagation analysis used T89 magnetic field model in the region between polar and near magnetotail

°T. Matsuo¹ K. Kawamura¹
¹ Kyoto University

One of our concerns is where does VLF whistler mode wave propagate, especially in the polar-magnetotail or within magnetotail regions. As VLF wave propagation paths are strongly governed by geomagnetic field and magnetospheric density structures, we used distorted geomagnetic field model which is developed by Tsyganenko (1989) to calculate ray path, and also developed magnetospheric density model adopting Strangeways method (1986). By these effects, we obtained result that neutral sheet greatly affects its wave propagation.

地球近辺のプラズマ圏や極域でのコーラスやオーロラヒスなどのホイスラーモード波の伝搬解析には、従来からダイポール磁場モデルや IGRF 磁場モデルが用いられてきている。しかし、極域 - 磁気圏尾部や尾部内等の遠方での伝搬を考える場合、これらのモデルは太陽風による地球磁場の圧縮や吹き流れ効果は考慮されていないため、カスプや磁気圏近尾部領域等で観測された波動の伝搬解析は出来なかった。そこで、これらの効果を考慮した T89 磁場モデル (Tsyganenko, 1989) を使ったレイトレーシングのプログラムの改訂を昨年から進めてきている。

ホイスラーモード波の伝搬は背景の磁場構造とプラズマ密度構造の両方に依存する。前回は磁場モデルに T89c モデルを取入れ、密度モデルには最もシンプルな拡散平衡を使って伝搬通路の推定をした。今回は、物理的な意味合いは少し薄いものの、各磁力線沿いに電子密度を与え、更に、Geotail-LEP で観測された電子密度をフィッティングすることで極域から尾部までを表現した電子密度モデルを作って伝搬通路を推定した。その結果、

(1) カスプの赤道側から出発した波動は低緯度側へ閉じた磁力線に沿って伝搬し、(2) カスプの極側から出発した波動は高緯度側へ開いた磁力線に沿って伝搬する。従来のダイポールや IGRF 磁場に基づくレイトレーシングでは低緯度側へ伝搬した。(3) 磁気圏尾部へ伝搬する波動の通路や伝搬ベクトルは、ダイポールによるものとは大きく異なり、また、磁気圏密度モデルによっても異なった。(4) 磁場の強度が弱いニュートラルシートは電子サイクロトロン周波数が低く極域から伝搬してくる波動に大きな影響を及ぼす等、従来の磁場モデルによるものと大きく異なることが明らかになった。

図 1 は 0.5kHz の波を高度 4,000 km, 緯度 70 度から波面法線方向を 30 度で上方に伝搬させた結果である。この時の磁場は k_p が 3 でチルト角を 0 度として計算した。矢印は k vector の方向で黒くて太い実線は伝搬通路を表している。これと交わる細い 2 本の凸の実線は 1kHz と

0.5kHz の電子サイクロトロン周波数で、より地球に寄った凸の線は 1 kHz で、この内側ののがは 0.5kHz の線である。この凸の出っ張った領域はニュートラルシートである。ホイスラーモード波は磁力線に沿って反対半球まで伝搬できるが、ニュートラルシートにぶつかるような伝搬通路を通る波は、電子サイクロトロン周波数の半分の領域に入らなれば、その伝搬方向が大きく曲げられるため反対半球に到達できない。

謝辞

本研究で使った電子密度は GEOTAIL LEP で観測されたもので宇宙研、向井教授に感謝します。

参考文献

Strangeway : J. Atmos. Terr. Phys. 48, 671-683, 1986
Tsyganenko : Planet. Space Sci., 37, 5-20, 1989

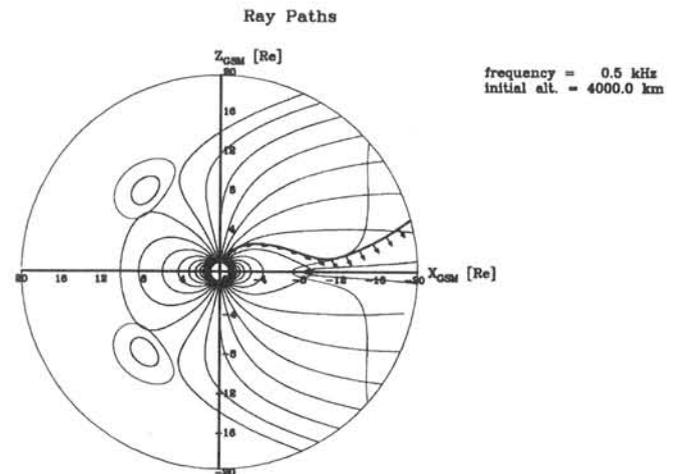


図 1, Ray path plot of 0.5 kHz whistler mode wave.

Toward the Elucidation of Electromagnetic Process in the Magnetosphere-Ionosphere Coupling

○A. Yoshikawa and K. Yumoto, Graduate School of Sciences, Kyushu University

Toward the elucidation of electromagnetic process in the MI coupling, we discuss the importance of simultaneous observation, using multi-point magnetometer and H-F radar network observation with multi-satellite formation-flight. In this paper, we introduce the theoretical background of electromagnetic process of MI coupling.

磁気圏対流－電離圏対流－電離圏電流－地上磁場変動の結合素過程を解明するために、低高度人工衛星編隊飛行、電離層レーダ、地上磁場観測のネットワーク観測の重要性を提起する。従来の準静的結合を基にした磁気圏電離圏結合の理論は、基本的にポテンシャル結合の物理であり、沿磁力線電流により供給される空間電荷の偏りが非一様な電離層伝導度分布のもとに如何に再分配され、磁気圏へとフィードバックしていくか？ということが主題であった。実際この問題も解明されているとは言い難い状況であるが、この論文では更に一步踏み込んで磁気圏電離層結合系における誘導結合の重要性を提起したい。

準静的結合の下では、電荷分布の偏り解消の最終結果である静電ポテンシャル構造を決定することにより、沿磁力線電流と直接つながる電離層発散性電流だけではなく、電離層回転性電流も求める事が出来る。しかしながら、電離層回転性電流はポテンシャル構造の決定に関わらない付随的な物理量であり、この回転性電流から形式的に計算される磁場構造をも、あくまで付随的な物理量となる。さて、この回転性電流の大半はホール電流であることは良く知られており、DP 2 タイプ変動をはじめ、オーロラエレクトロジェット電流、地磁気脈動など様々な磁場変動は電離層回転性ホール電流からなるものと解釈されている。静電近似の下では、この回転性ホール電流の成長にかかる電磁誘導過程の物理が一切無視されることになる。地上での磁場変動と磁気圏で生じる諸現象の結合を体現する回転性ホール電流が、磁気圏電離圏結合の物理に一切関与をしないという近似には、現象の因果的つながりに由来する物理のかなりの部分を見落としてしまう恐れがつきまとっている。特に一連の現象の transient な phase に於いては、単純な対流ポテンシャルの射影による電流分布と実際の電流分布も、大きく異なる可能性がある。我々は先行する理論的研究により、この回転性ホール電流及びそれに付随する電磁場の成長過程が、その成長を妨げようと生じる誘導電場に対して流れるホール電流：発散性ホール電流の存在を考慮することにより、沿磁力線電流をつうじた磁気圏電離圏結合の物理に統合できるとの結論を得ている。また、この統合により未だ確認されていない以下のような現象の存在を予想している。

- 1). 電離圏対流と回転性ホール電流間のフライ・ホイール効果。
- 2). 誘導回転性ホール電流の励起による地上磁場の遮蔽効果。
- 3). 電離層電流キャリアのイオンから電子への遷移現象。
- 4). 電離層表面波の消長にともなうミラー力による電離層起源粒子の non-thermal な流出入。
- 5). 磁力線と垂直方向に有限群速度をもつ沿磁力線電流構造の存在。
- 6). 電離層非 closing 沿磁力線電流による巨視的電離層電流の形成。

これらの予測される現象については、講演で紹介するが、いずれも誘導効果（ベクトルポテンシャルの存在）により磁気圏対流－電離圏対流－電離圏電流－地上磁場変動の結合が“剛体的”では無い事実から生じるものである。これらの現象を実証科学的に検証していくためには、低高度人工衛星編隊飛行、電離層レーダ、地上磁場観測のネットワーク観測を巧妙に組み合わせた戦略的観測が必要と考える。

3-9 狭間隔（～50km）多点磁場観測点へのH成分比法と位相差法の応用によるL～1.3における地磁気脈動共鳴構造のモニタリング

° 高崎聡子[1]、河野英昭[1]、瀬戸雅弘[2]、盛岡 昭[3]、湯元清文[1]

*[1]九州大学大学院理学府地球惑星科学部門 太陽惑星系科学講座宇宙地球電磁気学分野

[3]東北工業大学 通信工学科、[2]東北大学

Monitor of field-line-resonance frequency by using the dual-station H ratio technique and the phase gradient technique at L~1.3.

° Satoko Takasaki [1], Hideaki Kawano [1], Masahiro Seto [2], Akira Morioka [3], Kiyohumi Yumoto [1]

*[1]Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, Japan

*[2]Tohoku Institute of Technology, Japan

*[3]Graduate School of Science, Tohoku University, Japan

In order to investigate features of the field line resonance close to the Earth, we installed three magnetometers at L~1.3 with Tohoku Institute of Technology and Tohoku University, and observed geomagnetic pulsations in the Pc range. Each adjacent stations were separated by 50~100 km. The magnetic field data from these stations were analyzed by using the two techniques, the dual-station H ratio technique and the phase gradient technique.

In ground-based observations of the field-line resonance phenomena, it is known that the amplitude of the H-component perturbation reaches a maximum at the resonant point, and that its phase jumps by 180 degrees across the resonant point. These properties are of use for determining the frequency of ULF pulsations that form standing waves in the magnetosphere. The phase gradient technique and the dual-station H ratio technique identify these properties as follows.

The phase gradient technique is to calculate the dynamic spectra of the phase difference between the H-component data obtained at two neighboring stations along a magnetic meridian. The phase difference is expected to become the largest when the resonance point is located at the center between the two stations.

The dual-station H ratio technique is to calculate the dynamic spectra of the ratio of the H-component data obtained at two neighboring stations along a magnetic meridian. The resonance above the station at the numerator of the ratio is expected to cause a maximum in the ratio, and the resonance above the station at the denominator of the ratio is expected to cause a minimum in the ratio.

If the dynamic spectra of the phase difference is plotted as a function of frequency, it will show a unipolar structure, as stated above. Then, we can determine the frequency of its peak to be the resonant frequency at the central point between the two stations. Similarly the dynamic spectra of the H-component ratio will show a bipolar structure. Then we can decide the frequency at the center of the bipolar peaks to be the resonant frequency at the central point between the two stations.

We found 51 the Pc3 pulsation events in May 20, 2000 ~ February 5, 2001. For the majority of these events, resonance frequency decreased with decreasing geomagnetic latitude; we infer that this feature was caused by heavy ion mass loading to low-L field lines.

We will present and discuss this and other observed features.

環太平洋地磁気ネットワークデータを用いた
ULF 振幅のローカルタイム依存性成分の分離

尾花由紀(1)、吉川顕正(1)、湯元清文(1)、
J.V.Olson(2)、 R.J.Morris(3)、 S.I. Solovyev(4)、 CPMN 観測グループ

Separation of Local Time Dependence from Amplitude Distribution of Pc 3-5

Pulsations along the $\pm 64.5^\circ$ Geomagnetic Latitude Line

Y. OBANA(1), A. Yoshikawa(1), K. Yumoto(1),
J.V.Olson(2), R.J.Morris(3) S.I. Solovyev(4), and CPMN observation group
(1) Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University
(2) University of Alaska, (3) Australian Antarctic Division
(4) Institute of Cosmophysical Research and Aeronomies

We have studied the ground signature of Pc 3-5 amplitude by using data observed at Circum-pan Pacific Magnetometer Network (CPMN).

In this network, there are 2 stations (Chokuldakh in Russia : CHD, Kotzebue in Alaska : KOT) located on approximately 64.5° geomagnetic latitude line, and 1 station (Macquarie island in Australia : MCQ) located at geomagnetic conjugate point of KOT. From the amplitude of the events recorded at these stations simultaneously, wave amplitude was separated three essential factors as follows: (1) the intrinsic magnetospheric magnitude of the wave events, (2) their local time dependence, and (3) the amplification factor for the ground stations. These factors have shown by Chi et al. (1996) from data observed at Air Force Geophysics Laboratory magnetometer array. Their stations are located on the line of approximately 55° geomagnetic latitude, so their local time dependence can be considered to include both of the effects of the daily variation of the ionospheric conductivities and the inhomogeneous distribution of the energy source in the magnetosphere.

In this study, we have tried to separate these effects by using data observed at stations located on the same latitudinal line and at geomagnetic conjugate pair. That is, a wave event recorded at geomagnetic conjugate pair can be assumed to be from same source region, so show us the effects of the ionospheric conductivities.

As a result, local time dependence calculated from data of KOT and MCQ, shows negative peaks at local noon and midnight. And local time dependence calculated from data of other combination (KOT - CHD, and MCQ - CHD) shows negative peaks about 3:00 LT and 17:00.

○西野正徳、中尾正就（名大STE研）、山岸久雄（極地研）、ヤン・ホルテット（オスロ大）

Secular variations of quiet-day cosmic radio noise at the polar cusp/cap

○M. Nishino, M. Nakao (STEL, Nagoya Univ.), H. Yamagishi, (NIPR) and J. A. Holtet (Oslo Univ.)

Secular variations of quiet-day values of cosmic radio noise (30 MHz) are reduced from 10-years data by the imaging riometer at Ny Ålesund (corrected geomagnetic lat. 77.3°) in the polar cusp/cap region. Quiet-day values of 64 beam directions are usually reduced every month as background levels in order to obtain real absorption values. The secular variation of quiet-day values at 00h UT for the zenith beam shows a good correlation with the variation of counts by neutron monitor. Neutron monitor represents magnitude of galactic cosmic rays and shows generally an anti-correlation with the variation of sunspot number on the solar activity. This makes a conclusion that the secular variation of quiet ionosphere at the polar cusp/cap is determined by the variation of the D-region ionization due to galactic cosmic rays.

極域電離圏擾乱に起因する銀河電波の電離層吸収増大を2次元的に測定するイメージングリオメータ（IRIS）の観測を北極圏スバルバル・ニーオルスンで始めて以来10年になる。IRIS用のアンテナは半波長ダイポール（周波数30MHz）の8x8の2次元アレーで構成され、頭上の電離層に8x8の2次元ビーム（半値幅11度）が投影される。通常、約10日間の電波強度データの中から静穏日のデータを選択し、IPM（変曲点）法で64ビームの静穏日曲線（QDC）を導出し、この値と電波強度の差から電離層における電波吸収量（CNA）を求めている。QDCには銀河電波源の長期間の変動による1次的な効果や、11年周期の太陽活動に起因する電離圏の長期変動や季節（月）変動の2次的な効果が考えられるが、CNAの導出には経験的に、1ヶ月毎のQDCを導出して参照として用いている。しかし、実際にはQDCが長期間でどの程度の変動があるのかはあまり研究されていない。

本研究の目的は、約10年間の観測データから、QDCの変動をビーム毎に、また、UT毎に整理し、長期変動を求め、その原因を探ることである。IRISでは、単一ビームに比べ、アンテナビーム幅が狭いため、強度データからのQDC導出の信頼度は高くなり、また、多ビーム方向にわたる変動が求められる利点がある。結果の1例として、天頂方向に近いN4E4ビームで導出された00hUTにおけるQDCの10年間の強度変動(dB)を見ると、夏に減少し、冬に上昇する変動幅約1dBの季節変動が現れ、この変動を5次の多項式で近似すると、1996-1997年に最小値(4.2dB)と1991年に最大値(5.2dB)をもつトレンドが現れる。同期間の太陽活動のSunspot Number(SN)とNeutron Monitor(NM)(Climax)の長期変動と比較すると、静穏日電波強度の年変動とSNの変動はよく似ている。しかし、物理的には、SNの増大(減少)は電離層を相対的に厚く(薄く)して銀河電波強度を弱める(強める)というシナリオには合あわない。一方、NMで観測される銀河宇宙線の強度変動は、SNとは逆相関であり、銀河宇宙線強度の増大(1996-1997年)が電離層下部を厚くすれば、その結果、銀河電波強度が減少するシナリオに合う。このことから、極域電離圏で観測される銀河電波の静穏日長期変動は銀河宇宙線で電離される電離層下部の変動によって決められると結論される。

講演では、その他のビームにおける銀河電波強度の変動や、異なった時間の強度の変動についても言及する。

磁気圏VLFヒスへの磁気圏嵐の効果

恩藤 忠典 (宇宙地球環境研究所)

Substorm Effects on Magnetospheric VLF Hiss

Tadanori Ondoh (Space Earth Environment Laboratory)

Narrow-band VLF electric field data (0.3, 1.5, 5, 8, 16, and 20 kHz) of ISIS-1 and -2 satellites received at Syowa station, Antarctica for substorms of $AE \geq 300$ nT between June, 1976 and January, 1982 have been analysed to study substorm effects on latitudinal structure of magnetospheric VLF hiss. Telemetry latitudinal range for the ISIS satellites from the Syowa station is from 50° to 80° , and the mid-latitude hiss ($50^\circ - 60^\circ$) and polar (auroral) hiss ($64^\circ - 78^\circ$) are normally observed along the ISIS orbits. In substorm periods, the polar hiss region comes closer to the mid-latitude hiss region. Especially, during strong substorms ($AE \geq 800$ nT), the both regions join, and sometimes LHR hiss appears at latitudes below 60° . We shall discuss qualitatively the substorm effects on the latitudinal structure of the magnetospheric VLF hiss.

今回は南極昭和基地で1976年6月～1982年1月の間に受信したISIS-1, -2の狭帯域VLF電界データの内、 $AE \geq 300$ nTの磁気圏嵐に関するVLFデータを用いて、VLFヒスの緯度変化への磁気圏嵐の効果を調べた。昭和基地では磁気不変緯度 $50^\circ \sim 80^\circ$ (約25分間)の間のISIS衛星のテレメトリ受信が可能であり、中緯度ヒスとポーラ(オーロラ)ヒスを観測できる。VLFヒスは地球磁力線に沿って磁気圏プラズマ中を降下する数keV以下の電子からのホイストラモードのVLFセレンコフ放射と解釈されており、電離層高度で観測したVLFヒスは、磁力線に沿った磁気圏の色々な高度で生じたホイストラモードのVLFヒス波の積分結果を示すと思われる。静穏時には $50^\circ \sim 60^\circ$ に中緯度ヒスが、 $64^\circ \sim 78^\circ$ にポーラヒスが現われ、きわめて静穏な時には磁気圏VLFヒスが全く観測されない場合もある。磁気圏嵐が起こると、ポーラヒス領域は低緯度側へ寄り、中緯度ヒス領域へ近づく。 $AE \geq 700$ nTの強い磁気嵐時には、両ヒスの領域が結合する場合もある。また磁気圏嵐中の夜間には、不変緯度 50° 付近の20 kHzから 63° 付近の1.5 kHzへ周波数が下がるLHRヒスがしばしば発生する。これらの磁気圏嵐のVLFヒスの緯度構造への効果について定性的に議論する。

磁気共役点における VLF 局電波の解析

○酒井 智弥, 宇治川 智, 島倉 信 (千葉大院)

Analysis of VLF transmitter signal received at geomagnetic conjugate point

Tomoya Sakai, Satoshi Ujigawa and Shin Shimakura
(Graduate School of Sci. and Tech., Chiba Univ.)

The VLF transmitter signal, which was transmitted from Khabarovsk (39°N) in Russia and received at the conjugate point Ceduna (40°S) in Australia, has been analyzed. The observed wave at Ceduna is composed of the wave propagating in the Earth-ionosphere waveguide and of the whistler-mode wave traveling through the magnetospheric duct.

Dynamics of the magnetospheric plasma and propagation mechanism of the VLF wave can be probed by estimating the ionospheric exit point of the ducted wave. The ionospheric exit point is estimated by the direction finding techniques, such as the MUSIC method and the wave distribution function (WDF) method. The results show the variation of the exit point and of the wave energy which are thought to be related to the geomagnetic pulsation.

Numerical simulations of the field on the ground induced by the VLF wave emerging from the lower ionosphere are carried out in order to interpret the direction finding results. The propagation mechanism of the observed wave and the characteristics of the direction finding methods are mainly discussed.

中緯度ホイッスラの伝搬機構や磁気圏プラズマの動態解析のため、ロシアのハバロフスク (磁気緯度 39°N) から送信された VLF 局電波をオーストラリアのセドゥナ (40°S, 磁気共役点近傍) で受信し、解析を行った。送信信号は 1 秒送波、3 秒停波を繰り返す断続的な 23.9kHz の正弦波であり、共役点における受信信号は大地・電離層間を多重反射しながら伝搬した導波管モードと、磁気圏ダクトを捕捉伝搬したホイッスラモードの波動から構成される。送信点の位置が既知のため、ホイッスラモードで伝搬した波動が観測点近傍の電離層を透過した領域を推定することによって磁気圏内の伝搬路の状態や変動を捉えることができる。

波動の電離層透過域を知るために用いた地上到来方位推定法は主に MUSIC 法および波動分布関数 (WDF) 推定法である。導波管モードによる波動はホイッスラモードの波動より 300ms 程度早く観測点に到来するが、観測信号には 2 つの波動が混合している時間が長い。そこで、MUSIC 法を改良し、混合波からホイッスラモードの波動の到来方位および偏波の推定を可能にした。結果、送信が継続される 1 秒間に顕著な到来方位の変動はなく、推定が安定していることが確認された。また、送信が繰り返される 4 秒毎に推定を実行した結果、電離層透過点は観測点の天頂付近にあるが、約 35 秒の周期で振動的に移動していることが判明した。しかしながら、MUSIC 法で推定された偏波には左右の回転が入れ替わる現象が見られる。一方、透過領域の広がりや推定できる WDF 法では、波動分布が天頂付近に集中し、約 20 秒周期で強弱する様子が捉えられた。

これらの推定結果は磁気脈動に関連するものと考えられるが、物理現象の詳細を解釈することを目的として、磁気圏から入射する波動の電離層透過シミュレーションを行い、地上の電磁界を用いる到来方位推定法の特性を考察する。シミュレーションには full-wave 解析を応用している。結果、透過域と観測点の位置に依存する推定方位や偏波等の系統誤差が確認できた。また、WDF 法では透過域の広がりを反映した推定結果が得られることが示された。これにより、推定法の特性評価だけでなく、大地・電離層間伝搬路、電離層などの波動の伝搬システム全体を含めた推定結果の考察が可能になる。

Relationship between the Pc 3 ULF waves in the magnetosheath and in the cusp region.

Yuichi Shinkai (Grad. Univ. Advanced Studies), Natsuo Sato (NIPR),

Tohru Sakurai and Yutaka Tonegawa (Tokai Univ.)

Wave characteristics (Wave modes and Poynting fluxes) of hydromagnetic ULF waves, Pc 3 (periods = 10 – 40 sec) in the magnetosheath were investigated using the magnetic field, electric field and plasmas simultaneously measured by the scientific satellite, GEOTAIL. The results showed that Pc 3 ULF signals in the magnetosheath had the mixed wave modes including fast, intermediate and slow magnetosonic waves. The poynting fluxes of the Pc 3 ULF wave in the magnetosheath were found to be 100 ~ 1000 times bigger than those of the Pc 3 signals observed in the magnetosphere (10 ~ 50 nJ/m²s), suggesting that the transmission efficiency of Pc 3 signals across the magnetopause is the order of 1% or 0.1% only. These observed facts suggest that most of the Pc 3 ULF wave in the magnetosheath should be bend and propagated to the flank side. So we will investigate that how much energies of the Pc 3 ULF wave into the cusp region and these waves characteristics using the data of the SuperDARN and the induction magnetometer.

地上および磁気圏内で観測される Pc 3 型 ULF 波動は、磁気圏前面にある Bow Shock の上流で発生し、それが磁気圏内に伝播してきているという説が有力である。磁気圏内の Pc 3 波動についてはこれまで広く研究されており、IMF との関係やその伝播方向についてなど様々な結果が得られている。しかしながら、シース領域における Pc 3 波動の伝播特性や波動特性などはあまり明らかにされていない。そこで、昼側シース領域での Pc 3 波動の特性を GEOTAIL 衛星の磁場、電場、粒子のデータを用いて調べた。その結果、シース領域内の Pc 3 波動は磁気圏内とほぼ同じ周波数ピークである 0.04Hz~0.06Hz 付近にピークがあることがわかった。また、Fast mode の波が多く存在し、そのエネルギーはおよそ地球方向を向いて磁気圏内の約 100~1000 倍の大きさを持っていることがわかった。これらの結果から、シース領域内の Pc 3 波動のエネルギーのうち地球磁気圏に伝播しているのはわずか 0.1% 程度であり、位相速度と太陽風の速度の関係から見て、ほとんどが太陽風に流されてしまい境界面沿いに伝播しているのではないかと考えられる。

一方、地上の cusp 域付近では Pc 3 波動の周期で磁場変動が見られることがあり、また SuperDARN などの HF レーダにも同じような波が観測されることがある。cusp 域はシース領域とつながっており、これらはシース領域を伝播してきた波動が入ってきていると考えられる。

そのため、地上での HF レーダおよび Induction magnetometer の観測データと、昼側シース領域の観測データとを比較し、その相関について調べ、どの程度のエネルギーが cusp 域から侵入しているのか、またその特性や伝播方向はどのように変化しているのかを明らかにしたい。

ブラジル磁気異常帯で観測された 630nm 発光現象

○巻田 和男 (拓殖大学)、高橋 久夫 (INPE)、N.J.Schuch

630nm enhancement observed at Brazilian geomagnetic anomaly

Makita Kazuo(Takushoku Univ.) , Hisao Takahashi and Nelson J.Schuch(INPE)

From the photometer observation at INPE Southern Space Observatory in Brazilian geomagnetic anomaly region ($\sim 20^\circ$ Dip Latitude), remarkable enhancements of 630nm line intensity were observed in the post mid-night sector. These enhancements show the seasonal variation. In the summer hemisphere, peak enhancement seen at 03h local time and its intensity is about 400R. In the winter hemisphere, there are double peaks, One is seen at 23h LT with 400R and another is seen at 03h LT with 150R. These enhancements were frequently observed during geomagnetic quiet period.

ブラジル磁気異常帯に入射する粒子による発光現象を調べるために、ブラジル磁気異常帯の中心に近いサンタマリア市郊外のブラジル宇宙科学研究所(INPE)・南部宇宙観測所(SSO)でこの数年間観測を行っている。現在までのところ入射粒子に直接関係するような特異的な発光現象は見つかっていないが、中緯度の日本南部域の観測データと比べ、この地域で大変強い大気光現象が観測されることがわかってきた。これが磁気異常帯に入射する粒子と関係があるか否か調べている段階である。今回はこの現象について報告する。

一般に夜中過ぎに 630 nm の輝度が全天にわたり上昇する現象が頻繁に見られる。特に夏季シーズン (12月-3月) が顕著であり、統計的にはローカルタイムで 01h 頃より上昇し、03h 頃にピークを迎え、05h 頃まで続く。ピーク時には 400R 程度の強度となり、肉眼でも全天がやや明るくなっていることが確認された。他方、冬季シーズン (6-9月) は観測例は少ないが夜中付近の 23時頃に 400R 程度に達する明るい現象と 03h 頃に 150R 程度に達する現象が観測された。このような発光現象の原因としては、F層の電子密度のピーク領域が下降することにより、酸素分子と解離再結合反応が促進されるために起こると考えられている。ところで、電子密度の下降は赤道域からの粒子流入 (プラズマバブル等) や大気重力波動による影響あるいは極地方からの電場の進入等のために起こると言われている。

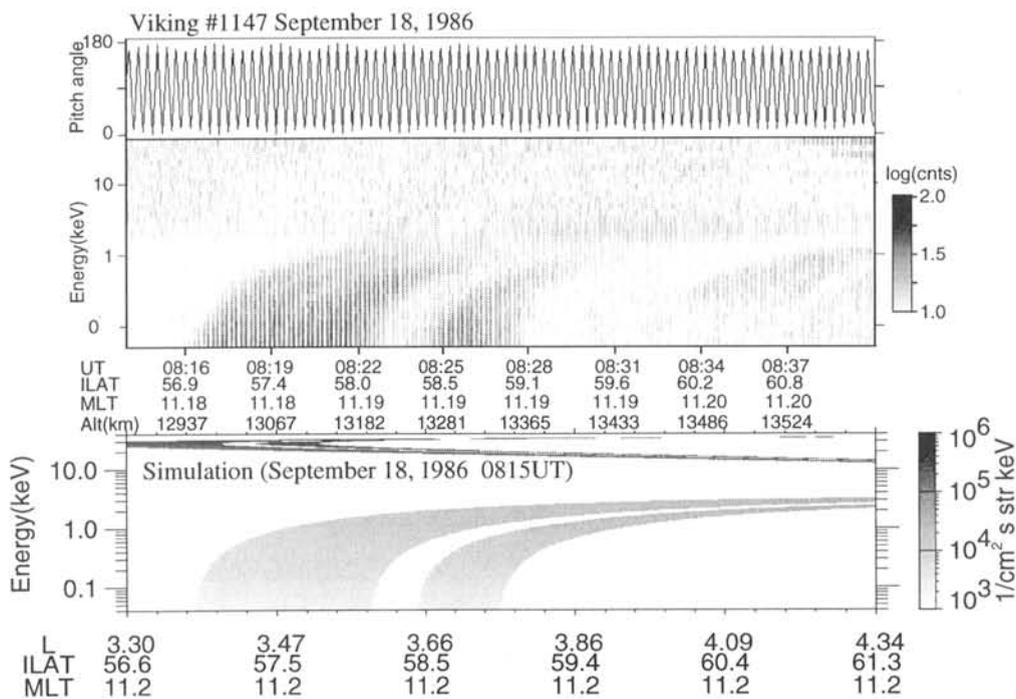
SSO で観測されたフォトメータ・データと Cachoeira Paulista ($\sim 15^\circ$ Dip Latitude), で得られた電離層データ (foF2 と h'F) との比較を行ったところ、冬季シーズンでは両者の変動が似ており、電離層の変動が 630nm の強度変化に影響を与えていることがわかった。しかしながら夏季シーズンでは両者の変動があまり類似していないため、電離層の電子密度の変動のみで説明することが難しいことがわかった。

今後、更に多くのデータを解析し、本報告でわかった事実を検証し、630nm の発光現象の原因をつきとめていきたい。

Equator-S observations of the wedge-like ion dispersions

○Y. Ebihara (NIPR), L. Eliasson (IRF, Sweden), and M. Ejiri(NIPR)

The enhanced sub-keV ion dispersion structures, so-called the wedge-like dispersions, are found by the Viking and Equator-S satellites in the morning and dayside sector. All these cases are understood as results of energy-dependent drift motion of ions coming from the nightside near-Earth tail with a time-dependent distribution function in the source region. A narrow flow channel and a temporal slow change in the distribution function in the source region are expected by means of a single particle simulation to account for the Viking observation. The distribution function inversely calculated from the Equator-S observation will give us a hint to infer an essential origin of the ions constituting the wedge-like dispersion. The low-inclination satellite, Equator-S, was able to detect almost all the bouncing ions in the inner L-shell by a state-of-the-art instrument.



(top) An example of the wedge-like ion dispersion observed by Viking, and (bottom) a simulated energy spectrum of ions.

○小原隆博 (通総研)、三好由純、森岡昭 (東北大学)

Dynamics of Outer Radiation Belt; a Review

○Takahiro Obara (CRL), Yoshizumi Miyoshi, and Akira Morioka (Tohoku Univ.)

Dynamical behavior of the outer radiation belt will be reviewed by paying a particular attention to the large increase in the relativistic electrons during the magnetic storm. The present review will be demonstrated by using recent GEM (Geospace Environment Modeling) storm campaign events, which occurred in 1997 and 1998. We categorized the events into two groups; i.e. the cases when the outer belt electrons increased tremendously, and the cases when they showed little growth. The parameter, which controls the increase, is the magnetic activity during the storm recovery phase. We will propose an adequate scenario for the growth and will check it theoretically by performing a model calculation.

磁気嵐の回復相において、放射線帯外帯の MeV 電子が異常に増加する事例が報告されている。我々のこれまでの研究で、増加を制御しているパラメータが、磁気嵐回復相に於けるサブストーム活動である事が分かって来た。本論文では、研究のこれまでの経過を概説するが、例として紹介する事例は、先の GEM (Geospace Environment Modeling) storm campaign イベントを使用する。磁気嵐回復相に、放射線帯外帯の MeV 電子が増加した例 (1998 October イベント, 1998 August イベント) 顕著な増加が起こらなかった例 (1998 June イベント, 1997 May イベント) のそれぞれについて詳述すると共に、我々のグループで行って来ているモデル計算の結果を示す。衛星による観測、ならびにモデル計算の結果は、以下のシナリオを支持する。

- (1) ソース電子 (30~100keV) は、磁気嵐の主相時に外帯領域に注入される。これは、言われるところのリングカレント電子である。
- (2) 粒子が注入された領域 ($L=3\sim 4$) で激しく起こる ELF/VLF 波動により、ソース電子は加速される。
- (3) 加速の持続時間が、放射線帯外帯の MeV 電子を決めるファクターである。磁気嵐回復相において発生するサブストーム活動は、 $L\sim 4$ 付近の領域にホットな電子を注入し、波動現象の継続、並びにプラズマ圏の拡大を阻止する。その結果、加速は継続し、MeV 電子は増加する。
- (4) 磁気嵐回復相において、サブストームが発生しない状況では、ELF/VLF 波動の励起は起こらず、プラズマ圏も即座に拡大する。この状況下では、MeV 電子は増加しない。

今後は、他の加速機構の可能性を検討すると共に、モデル計算の根拠になったエネルギー拡散係数の評価に研究の中心を移していくことになる。

○門倉昭、江尻全機、佐藤夏雄、海老原祐輔（極地研）、遠山文雄、利根川豊（東海大）、平島洋、鈴木裕武（立教大）、エドガー・ペーリング、ジェームズ・ベンブルック（ヒューストン大）

Rapid Decrease of Dawnside Convection Electric Field due to Precipitation of Substorm Injection Particles: Observation by PPB#5

○Akira Kadokura, M. Ejiri, N. Sato, Y. Ebihara (NIPR), F. Tohyama, Y. Tonegawa (Tokai Univ.), Y. Hirashima, H. Suzuki (Rikkyo Univ.), E. A. Bering III, and J. R. Benbrook (Houston Univ.)

We have analyzed an event on Jan. 1, 1993, where a sudden decrease of the convection electric field was observed in the dawnside sub-auroral region by Polar Patrol Balloon (PPB) #5. This decrease occurred simultaneously with a sudden increase of the auroral X-ray emission observed by PPB#5 and a sudden increase of the cosmic noise absorption (CNA) observed at several nearby stations on the ground. Expansion phase onset of a substorm occurred about 35 min before that observation, which was evidenced by a clear dipolarization at geosynchronous orbit in the midnight region. It can be supposed that the energetic particles, which are responsible to the auroral X-ray emission and CNA, should be injected in the midnight region in the course of the substorm, drift eastward toward the dawnside, and then precipitate into the ionosphere with some pitch-angle scattering process. Magnetic variation observed both at the balloon and ground stations did not show any significant changes in association with the electric field decrease and X-ray/CNA increase, which suggests that the magnetospheric source region for the electric field should have a characteristic of a constant current source. We will discuss about the coupling process between the ionosphere and magnetosphere in the case of the sudden electric field decrease.

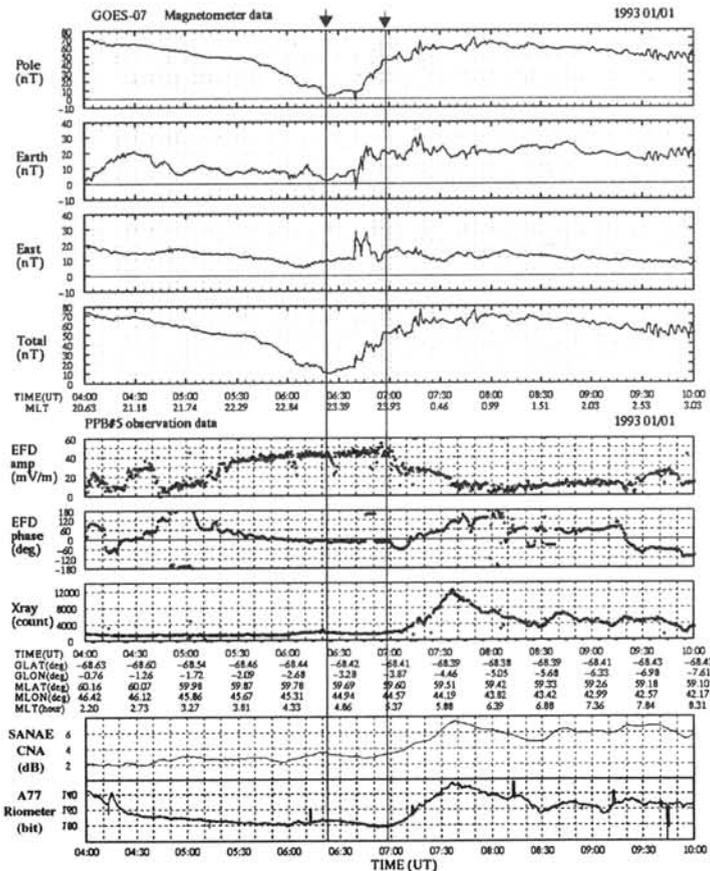


Fig. 1. GOES-7, PPB#5, and ground riometer data.

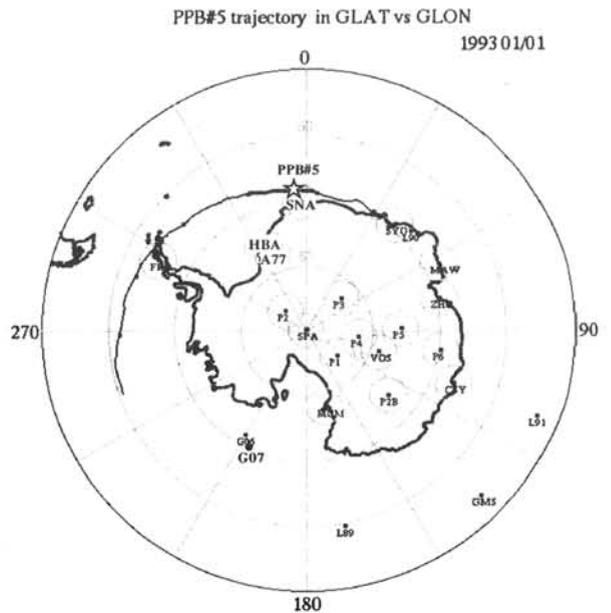


Fig. 2. Location of the PPB#5 at this event on the full trajectory.

4-4 Θオーロラおよびオーロラ・サブストームにおける 粘性対流の役割

中井 仁 (茨木高校), 上出洋介 (太陽地球環境研)

Intense auroras originated in the viscous component of magnetospheric plasma convection

H. Nakai (Ibaraki High School), Y. Kamide (STEL)

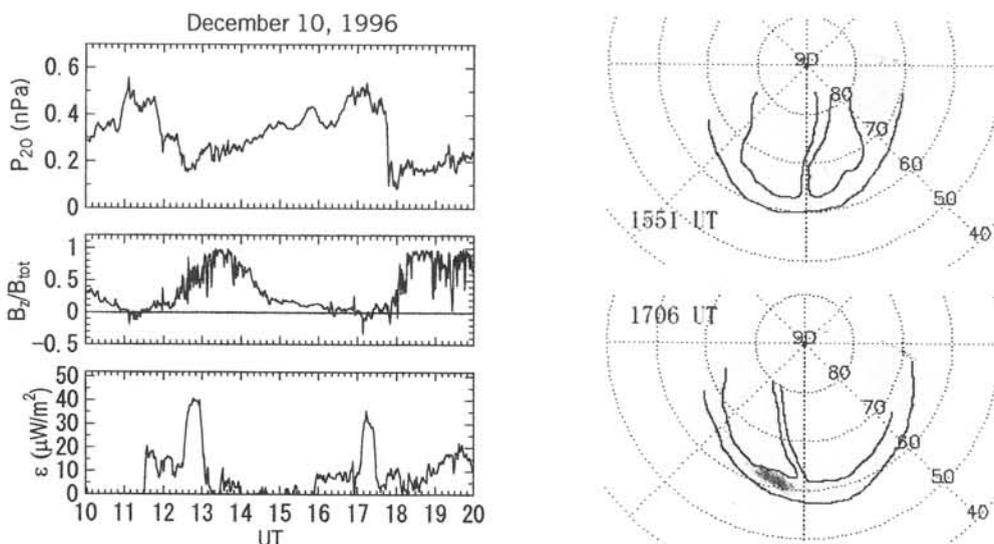
Abstract. By using auroral images from Polar UVI, variations in the auroral luminosity of December 10, 1996, is examined. A transpolar arc appeared at ~1536 UT. The pointing flux transported from the solar wind into the magnetosphere is estimated to be nearly constant from 1550 UT to 1655 UT ($\epsilon \sim 8 \mu\text{W}/\text{m}^2$). During this period the auroral oval expanded equatorward particularly in the region dawnside of the TPA. An auroral spot appeared west of the TPA at 1655 UT, simultaneously with an increase in the H component at Kakioka. Examining energy spectgrams from DMSP, it is inferred that this bright aurora was not generated in the “merging” cell, but in the duskside viscous cell. It is contended that interactions between the viscous cell and the merging cell play crucial roles in the generations of TPAs and auroral substorms.

1996年12月10日1500UT-1900UTに起こった、TPA (transpolar arc)およびオーロラ・サブストームを含む一連の現象を調べた。PolarのUVIイメージの他、Geotail, Wind, DMSPからのデータ、および地上データを用いた。期間中の大半において、磁気圏尾は、直前(1200UT-1300UTの間)に起こった全圧の減衰からの回復過程にあった。特に1400UTから1550UTまでは、IMFの北向き成分が強く、従って ϵ パラメータはゼロに近い状態であったにも関わらず、磁気圏尾全圧の顕著な回復が見られた。これは、磁気圏尾が昼間側の再結合に依らずに全圧の回復を成し遂げつつあったことを意味する。粘性対流の働きが重要な働きをしているものと推測される。

全圧が回復しつつあった1536UTにTPAが出現した。その後、1737UTに磁気圏尾全圧の急減(Magnetotail Deflation)とオーロラ・オーバルの極方向への大拡大が起こるまで、一連のPolarによるオーロラ・イメージ上にTPAの存在が確認された。1550UTからIMF B_z が -0 になり、 ϵ パラメータが有限の値をもつようになると、TPAの夜側の根元付近でオーロラが活発化し、TPA全体が夕方側へ移動していった。この間、 $\epsilon \sim 8 \mu\text{W}/\text{m}^2$ 、IMF $B_y \sim 5\text{nT}$ であった。昼間側再結合の活発化がTPAの活性化や移動を引き起こすと見ることが出来る。

1706UTのオーロラ・イメージを1551UTのイメージと比較すると、ポーラ・キャップ(ここではオーバルの内側の意味でもちいる)のTPAの午前側が時間とともに広がっていることが分かる。1700UT頃に南半球のポーラ・キャップを通過したDMSP衛星の粒子観測によると、TPAの午後側は閉じた磁力線で、午前側は開いた磁力線でそれぞれ占められていた。従って、TPAの午後側に粘性対流、午前側に再結合対流という対流パターンが存在していたことが、推定される。また、TPAの移動は再結合対流領域の拡大・縮小に伴って起こったと考えられる。1653UTにTPAの根元の西側にあるオーバル内でオーロラ活動が活発化し、同時に地上観測はサブストームに伴うくさび型電流系の励起を示した。上記のことから、このオーロラ活動は、TPAの午前側に位置する再結合対流の領域ではなく、西側の粘性対流の領域で起こったと解釈される。

今回の観測は、粘性対流と再結合対流の相互作用がTPAならびにサブストームの発生に極めて重要な働きを示唆している。講演では、この観点を取り入れた新しいモデルを提唱する。



磁気嵐時の太陽風－磁気圏相互作用

長妻 努

通信総合研究所 電磁波計測部門

Solar wind-magnetosphere coupling during geomagnetic storms

Tsutomu Nagatsuma

Applied Research and Standards Division, Communications Research Laboratory

We have compared the relationship between merging electric field (E_m) and PC index (PCI) using data from Wind and PCI at Thule during 1995-1998, since previous theoretical work suggests that the efficiency of merging process will be maximum when the magnetic field B_1 (solar wind) and B_2 (magnetosphere) are anti-parallel and equal magnitude. Another theoretical work suggests that polar cap potential tend to be saturated during intense E_m interacting to the magnetosphere because of coupling process between magnetosphere and ionosphere. We found that the value of the PCI tend to be saturated when E_m tend to increase over 5 mV/m with no dependence on $B_T \sin^2(\theta/2)$ ($B_T: \sqrt{B_y^2+B_z^2}$; θ : IMF clock angle). We also compared the relationship between E_m and Polar cap potential using ACE and DMSP data during two magnetic storms. We also found the similar saturation effect of polar cap potential. From the results of our data analysis suggest that efficiency of dayside merging tend to be low during intense E_m period because of magnetosphere-ionosphere coupling.

太陽風－磁気圏相互作用によって引き起こされる磁気圏対流は、磁気嵐やサブストームを考える上で重要な物理過程の 1 つである。対流の源となる merging electric field (E_m)は、幾何学的には $E_m = B_T \sin^2(\theta/2)$ ($B_T = \sqrt{B_y^2+B_z^2}$, θ は clock angle) となる [Kan and Lee, 1979]。磁気圏対流の指標としては、極冠電位差用いられている。これまでの研究において、極冠電位差 (Φ_{PC}) や PC 指数 (PCI) が E_m と良い対応関係にあることが知られており、 Φ_{PC} や PCI を磁気圏対流の指標として用いることができる。しかしながら、大きな太陽風電場が磁気圏に作用した際に saturation を起こす可能性が理論的に示されている。merging process の効率は反平行方向の磁気圏磁場と太陽風磁場の大きさが等しい時に最大となり、大きさが異なる場合には効率が低下することが理論的に示されている [Hill, 1975]。また、電離層とのカップリングにより、対流の促進に伴って region I 沿磁力線電流が増加し、電流の増加に伴って電離層の Pedersen 電気伝導度が増加すると、 Φ_{PC} が saturation する可能性も指摘されている [例えば、Weimer et al., 1990]。観測的には Φ_{PC} の saturation が生じていることを示す結果が出されている一方 [Reiff et al., 1981; Wygant et al., 1983]、saturation は無いとする結果 [Troshichev et al., 1996; Boyle et al., 1997] もあり、saturation の要因やその条件が観測的に明らかにされているとは言い難い。

そこで、太陽風パラメータの変化に伴う磁気圏対流の効率の変化を観測的に明らかにするために、1995 年～1998 年の WIND 衛星の太陽風データと THULE の PCI を用いて、 E_m と PCI の関係について調べた。PCI は磁極近傍の地磁気データを用いて作成された指数で、 E_m に対して統計的に normalize されている。 E_m の値を 1mV/m 毎の bin に区切り、それぞれの bin 毎に $B_T \sin^2(\theta/2)$ と PCI の対応関係を調べた。その結果、 E_m が 5mV/m を越えると、PCI は有意に低い値を示し、その頭打ちは $B_T \sin^2(\theta/2)$ に依らないことが明らかとなった。この結果は PCI と Φ_{PC} の関係の線形性に起因する可能性もあるが、いくつかのイベントに関して PCI と DMSP 衛星のドリフトメータデータから算出した Φ_{PC} の値は比較的良い一致を示し、実際に Φ_{PC} が太陽風電場から推定される Φ_{PC} の値よりも有意に小さいことが示されている。また、以上のことから、磁気圏対流の saturation の要因は、磁気圏磁場と太陽風磁場の大きさの違いに起因する merging process そのもの効率低下ではなく、電離層とのカップリングによる効果が支配的であることが明らかになった。

地磁気擾乱時と静穏時における地球近傍プラズマシートのイオン組成

○能勢正仁^{1,2}、大谷晋一²、高橋主衛²、A. T. Y. Lui²、R. W. McEntire²、
D. J. Williams²、S. P. Christon³、湯元清文⁴

¹京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター、²Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University

³Focused Analysis and Research、⁴九州大学大学院理学研究科

Ion composition of the near-Earth plasma sheet in storm and quiet intervals

○M. Nosé^{1,2}、S. Ohtani²、K. Takahashi²、A. T. Y. Lui²、R. W. McEntire²、
D. J. Williams²、S. P. Christon³、and K. Yumoto⁴

¹Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Kyoto University、²Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University

³Focused Analysis and Research、⁴Department of Earth and Planetary Sciences, Kyusyu University

We investigate the ion composition of the near-Earth plasma sheet in storm and quiet intervals, using energetic (9-210 keV) particle flux data obtained by the suprathreshold ion composition spectrometer (STICS) sensor of the energetic particle and ion composition (EPIC) instrument on the Geotail spacecraft. In 1998 four magnetic storms (minimum Dst < -50 nT) occurred when Geotail was located in the near-Earth plasma sheet ($X \leq -10 R_E$). For each of the storms, we have selected a corresponding quiet interval from time periods when Geotail revisited the near-Earth plasma sheet under the condition Dst > -20 nT. The energy density of the H⁺, He⁺, and O⁺ ions was computed from the EPIC/STICS data for these storm and quiet-time events. We obtained the following results: (1) The energy density is higher during storms than during quiet times for all ion species (H⁺, He⁺, and O⁺); (2) the He⁺/H⁺ energy density ratio during storms is 0.01-0.02, while that during quiet times is ~0.01; and (3) the O⁺/H⁺ energy density ratio is significantly larger during storms (0.2-0.6) than during quiet times (0.05-0.1). To explain these results we suggested a current sheet acceleration mechanism in which ions are energized by the dawn-to-dusk convection electric field in a mass-dependent way in the course of interaction with the current sheet.

Geotail 衛星搭載の EPIC/STICS 観測機で計測された高エネルギー(9-210 keV)粒子データを用いて、地球近傍プラズマシートにおけるイオン組成が、地磁気擾乱時と静穏時ではどう異なるのかを調べた。1998 年の 1 年間のうち、Dst 指数の最小値が -50 nT 以下の地磁気嵐時に、Geotail 衛星が地球近傍のプラズマシート($X \leq -10 R_E$)に滞在しているような擾乱時のイベントは 4 例あった。この 4 例のイベントについて、Geotail 衛星の次の(または次の次の)軌道を選び出し、そのときに Dst 指数が -20 nT 以上に回復しているものを静穏時と定義した。これらの擾乱時、静穏時のイベントに関して、EPIC/STICS データから H⁺、He⁺、O⁺のエネルギー密度を計算した。解析から次のような結果を得た。(1)エネルギー密度は、すべてのイオン種について、静穏時よりも擾乱時のほうが大きかった。(2) He⁺/H⁺エネルギー密度比は、擾乱時で 0.01-0.02、静穏時で~0.01 であった。(3) O⁺/H⁺エネルギー密度比は、静穏時(0.05-0.1)よりも擾乱時(0.2-0.6)のほうがずっと大きかった。こうした観測結果を説明するために、イオンがカレントシートで質量依存性を伴って加速されるようなメカニズムを提唱した。

○渡辺 佑治、白井 仁人、上出 洋介

名古屋大学太陽地球環境研究所

Geomagnetic disturbance as probabilistic nonlinear processes

○Y. Watanabe, H. Shirai, and Y. Kamide

Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

The magnetosphere is a nonlinear system, in which energy from the solar wind is being transformed into energy in the ionosphere and the inner magnetosphere. Recently, a number of papers have reported that there are various phenomena showing the power law dependence of their probability distributions against the magnitude of the disturbances. This scale-free (the power law) property can be considered as a consequence for a system being driven in a state of self-organized criticality (SOC). The SOC system evolves naturally into a critical state with no characteristic length or time scale. In this study, geomagnetic disturbance events are defined in terms of a threshold in the AL time series. It is demonstrated that the probability distribution against the magnitude (both for the time of duration and the peak value) follows a power law form with an exponential decay. This result is consistent with a stochastic model such as the SOC.

To test whether the power law originates from processes in the magnetosphere or those in the solar wind, long-term variations of the distributions of certain characteristics of AL are examined. It is found that the parameters characterizing the distribution are almost constant for the 15 years from 1978 to 1994. There are, however, obvious seasonal variations in the parameters, implying that the distribution of geomagnetic disturbances is determined through magnetospheric processes. Using solar wind parameters, B_s , $B_s V$, $B_s^2 V$, and $B_s V^2$, probability distributions of solar wind events are derived. The distributions have, similar to those of the AL index, power law forms with exponential decay. The similarity between these probability distributions indicates a possibility that the power law forms originate from solar wind processes. It is contended that the power laws in the probability distributions of the AL events against the duration and the peak value are produced through two different processes. The power laws in the “duration” distributions would result from solar wind conditions. This may be attributed to the directly driven process associated with the magnetospheric convection. The power laws in the “peak value” distributions, on the other hand, would be produced through intrinsic processes in magnetosphere. This result suggests (1) that there exists a state of SOC in the magnetosphere producing the power law forms, or (2) that the power law forms of geomagnetic disturbances do originate from the solar wind but there must be a system in the magnetosphere controlling the slopes of the power law distributions.

SCに伴う磁気圏内擾乱域の発生と伝播について

○新堀 淳樹・小野 高幸 (東北大理)、大家 寛 (福井工大)

SC triggered disturbances in the magnetosphere and plasmasphereA. Shinbori¹, T. Ono¹ and H. Oya²¹Geophysical Institute, Tohoku University²Fukui University of Technology

In order to identify the generation of plasma waves associated with SCs in the regions of the polar ionosphere, plasmasphere and magnetosphere, plasma wave phenomena are analyzed in the relationship to the SCs based on the Akebono satellite observations which have been carried out more than 12 years since March 1989. For the present data analysis, plasma wave data of PWS (20kHz-5.1MHz), VLF (3.16Hz-17.8kHz) and ELF (0Hz-80Hz) are used. Low energy particle data of LEP are also used to clarify the relationship between the modification of energetic particles and the plasma waves. Within a period from March 1989 to September 2000, 601 events of SCs have been identified in SYM-H data with the time resolution of 1 min. We defined SC events as a rapid increase of SYM-H data with more than 5 nT per ten minutes. For accurate determination of the SC onset time, we referred the geomagnetic variations with the time resolution of 1 sec obtained at the Kakioka Magnetic Observatory. The simultaneous plasma wave observation data of 168 SCs reveal that plasma waves are enhanced with one-to-one correspondence to SCs in entire observation regions of the polar region and the plasmasphere region. In the middle latitude and equatorial regions of the plasmasphere, whistler waves, LHR waves, electrostatic helium and oxygen cyclotron waves are generated. On the other hand, in the high latitude region, electrostatic whistler mode waves, electromagnetic helium and oxygen ion cyclotron waves are identified to be associated with SC disturbances. Spectra of low energy particles are observed simultaneously with the enhancement of the SC triggered plasma wave phenomena. The ion particle fluxes are more enhanced in upward than in downward direction to the magnetic field. Difference between onset times of SC and plasma wave enhancement determined within 2 sec resolution reveals propagation characters of SC triggered disturbances. The distribution of the delay time of the plasma wave disturbances to the SCs measured at the Kakioka Magnetic Observatory showed that there are two propagation routes of the SC triggered disturbances; one locates near the geomagnetic equator region with a speed of 340 km/sec and the other one locates in the polar region where a disturbance enters from the cusp region and expands from dayside to nightside with a speed of 67 km/sec.

昭和基地で受信した DMSP オーロラ画像に見られる
N-S オーロラストリーマーとトーチ構造について

宮岡 宏、岡田雅樹、竹下 秀(極地研)

N-S auroral streamers and torch structures deduced from DMSP/OLS data
received at Syowa Station, Antarctica

H. Miyaoka, M. Okada, and S. Takeshita (NIPR)

Global auroral images with a spatial resolution of 2.75km have been processed and accumulated continuously since 1997, through the telemetry receiving of OLS(Operational Linescan System) data from the polar-orbiting DMSP satellites at Syowa Station (69.0S, 39.6E). In spite of the poor time resolution of OLS(10-20min/picture) compared to the recent several UV auroral imagers (snapshot), multiple N-S auroral streamers with narrow E-W scale are identified clearly within auroral oval during disturbed magnetospheric conditions. Torch-like structures of diffuse aurora are also prominent around the poleward boundary especially during the main and/or recovery phase of magnetic storms. We will present several characteristic dynamical features of these auroras with the aid of ground-based all-sky images and other relevant data, and argue for the generation processes responsible for these structures in the magnetosphere.

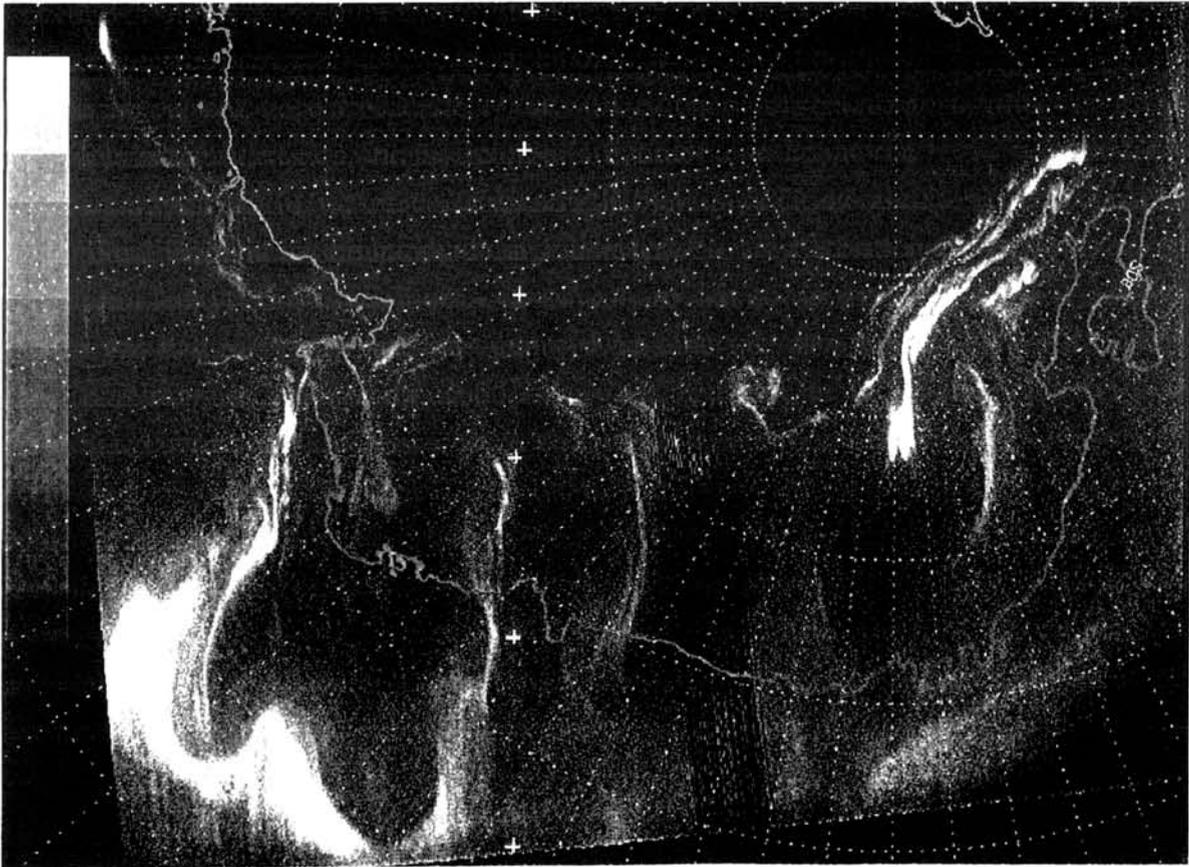


Figure 1. N-S auroral streamers and equatorward torch structures observed by DMSP F-13 close to Syowa Station, June 9, 1997.

Relationship between electromagnetic ion cyclotron waves and the spatial and temporal structures of flickering aurora

○Kazuyo Sakanoi, Hiroshi Fukunishi (Department of Geophysics, Tohoku University)

Flickering aurora is a typical auroral feature seen in bright auroral arcs and surges. Recent observations and models have suggested that electromagnetic ion cyclotron (EMIC) waves which occur below the auroral acceleration region accelerate and modulate precipitating electron flux, resulting in flickering of auroral intensity. However some important characteristics of flickering aurora, especially its spatial structure and motion, are not yet covered. To investigate the dynamical processes of flickering aurora, we operated two multi-anode fast photometer (MFPs) at Syowa station simultaneously. We analyzed MFP's data and obtained the following results. In an event on 24 April 1998, the dynamic spectra of individual MFP channels show spectral peaks of a typical flickering aurora with frequencies from 6 to 12 Hz. Two dimensional intensity distributions of flickering aurora filtered at the very narrow frequency band of 3 Hz width show a plane wave-like structure. An important finding is that these plane wave-like structures are quite different between two frequency bands, 7-9 Hz and 9-11 Hz. In the previous models and observations, the relationship between these plane wave-like structures and flickering patches could not be interpreted. We will discuss a mechanism which can produce the observed spatial and temporal structures of flickering aurora using the theory of EMIC waves.

オーロラ粒子加速域に対応するような、明るいアークやサージの中で見られる特徴的なオーロラ現象の1つにフリッカリングオーロラがある。フリッカリングオーロラはオーロラ加速域の下方で発生する電磁イオンサイクロトロン波によって、振り込み電子フラックスが揺動を受けるために、周期的な発光強度変動を示すと考えられているが、特にその構造を生み出す機構については未解明である。このようなフリッカリングオーロラの特徴をより定量的に詳しく調べ、フリッカリングオーロラ発生に関連した物理機構を解明するために、南極昭和基地(磁気緯度:南緯66.4度)において2次元高速フォトメータを用いた分光観測を行った。

この観測により得られたデータを解析した結果は以下の通りである。100Hzサンプリングで磁気天頂方向を観測した発光強度変動データから、6~12Hzのフリッカリングスペクトルを導出した。1998年4月24日のイベントにおいては、フリッカリングオーロラがオーロラ粒子加速域の下方に存在する電磁イオンサイクロトロン波(EMIC)によって引き起こされていると仮定し、導出されたフリッカリングオーロラの空間・時間構造のパラメータを用い、EMICのパラメータと共鳴電子のエネルギーを推定した。計算に用いたモデルはTemerin et al.[1986]より引用した。推定された波と粒子のパラメータは、沿磁力線位相速度が数万km/sec、磁力線垂直方向の位相速度が40~80km/sec、共鳴電子のエネルギーが5keV程度である。これらの値は、これまでに観測やモデルで報告されている酸素イオン電磁サイクロトロン波の値と矛盾しない。

さらにフリッカリングオーロラの空間構造を詳しく調べるために、ダイナミックスペクトルで顕著なピークが確認された6~12Hz周波数帯を、3Hzの周波数領域に区切って解析を進めた結果、以下のような特徴が確認された。7~9Hzと9~11Hzの周波数帯で、顕著なバンド状構造(波長約10km、長さ20km以上)が見られた。このバンド構造は、これら2つの近接した狭い周波数領域において全く異なった空間構造を示している。ダイナミックスペクトルピークの見られない周波数帯では、このような構造は確認されない。これらバンド状構造とEMIC波動との関連について調べるために、さらに詳しい位相解析を進める予定である。また異なった日時のイベントについても同様の構造が確認できるかどうか解析を進める。

以上に示したように、フリッカリングオーロラの物理過程のいくつかは、電磁イオンサイクロトロン波によって説明が可能である。しかしながら、狭い周波数領域でのバンド状構造は観測例がなく、この一方に長いバンド状構造と円形に近いパッチ構造の関係、さらにこれら空間構造とEMIC波動の関係については未解明である。本発表では、これらフリッカリングオーロラの空間および時間構造の性質を検討し、その構造と運動およびEMIC波動との関係について議論する予定である。

昭和基地ーアイスランドで観測されたブレイクアップと 脈動オーロラの共役性 (2000年9月30日の初期結果)

○佐藤夏雄、(極地研)、村田洋三(総研大)、土井寛子(東海大・工)、佐藤光輝(東北大・理)、Thorsteinn. Saemundsson(アイスランド大)

Conjugate study of auroral breakup and pulsating auroras observed at Syowa-Iceland conjugate-pair stations: Initial results on 30 September 2000 event

Sato, N. (1), Y. Murata (2), H. Doi (3), M. Sato (4), and T. Saemundsson (5)

(1) National Institute of Polar Research, (2) Graduate University for Advanced Studies
(3) Tokai University (4) Tohoku University, (5) University of Iceland

Conjugacy and non-conjugacy of optical aurora give us useful information on the generation and acceleration mechanism of aurora. However, there are very few conjugate pairs of observatories in the northern and southern polar regions. Fortunately, conjugate point of Syowa Station in Antarctica is located in Iceland, making an ideal pair of conjugate stations in the auroral zone. Utilizing this advantage NIPR has been carrying out the conjugate campaign at Syowa Station and three observatories in Iceland since 1983. In my talk, some excellent examples of conjugacy and non-conjugacy of auroral breakup and giant pulsating auroras, which were observed on 30 September in 2000 at Syowa in Antarctica and Raufarhofn in Iceland, will be presented.

昭和基地とアイスランドはオーロラ帯に存在する唯一の地磁気共役点ペアである。この地の利を利用すべく、可視オーロラ・地磁気変動・電磁波動・リオメータ観測などを1983年より継続的に実施してきている。可視オーロラ観測は、地理的關係から、秋分・春分時の4~5時間しか同時観測できない。さらに、同時に快晴となる確率が極めて希であり、過去の長期間観測でも良質かつ興味深い現象を捕らえた例は数少ない。

2000年は太陽活動極大期に当たり、活発なオーロラ出現を期待した。アイスランドでの観測はフッサフェル(Husafell)、チョルネス(Tjornes)、及び、ロウファホフン(Raufarhofn)の3ヶ所で9月20日から実施した(新月は9月27日)。今年の共役点観測の成績は、9月20日から15晩の特別観測期間中で、8晩間の同時観測が得られ、過去最高の結果を得た。また、アイスランドで観測したオーロラの形態は、太陽活動が極大期特有の、カーテンの裾が極端に長い、赤や赤紫色のオーロラが、9月30日、10月2日、10月4日に出現した。本講演では、9月30日の22時45分UT頃から開始したオーロラブレイクアップとそれに続いては発生した大規模脈動オーロラの共役性・非共役性の初期結果を発表する。

スピッツベルゲン島ロングイヤービエンでのオーロラスペクトル観測

○岡野章一¹、坂野井 健¹、小泉尚子¹、麻生武彦²

(1) 東北大学惑星プラズマ・大気研究センター

(2) 国立極地研究所

Observation of aurora spectra at Longyearbyen, Spitzbergen

S. Okano¹, T. Sakanoi¹, N. Koizumi¹, and T. Aso²

(1) Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Tohoku University

(2) National Institute of Polar Research

Aurora spectrograph was installed at Aurora Station at Longyearbyen in Spitzbergen in March 2000. The aurora spectrograph is an imaging spectroscopic instrument, using a grism as a dispersive element. It can obtain auroral spectra along a magnetic meridian with a field of view of 180 degree on a CCD chip of 512 x 512 pixels over 450nm-760nm spectral range with a wavelength resolution of 1.5nm. We have developed a method to obtain absolute values of auroral emission intensity from raw image data based on the calibration data obtained by using the absolute optical calibration facility at NIPR.

Although the OI557.7nm emission is predominant in auroral optical emission, its excitation mechanism is still not clear. In order to investigate this question, comparison between OI557.7nm intensity and N₂ first positive band intensity was made using the data obtained with the aurora spectrograph in the winter season of 2000. The excitation mechanism will be discussed based on the data analysis.

オーロラスペクトログラフ観測データを用いた INDEX 衛星搭載多波長オーロラカメラの感度決定

○坂野井 健、岡野 章一、小泉 尚子（東北大学大学院理学研究科）
江尻 全機、麻生 武彦、岡田 雅樹（極地研）、平原 聖文（立教大学）

Determination of the sensitivity of a multi-spectral auroral camera
onboard the INDEX satellite using aurora spectrograph observation data

○T. Sakanoi, S. Okano, N. Koizumi (Tohoku University), M. Ejiri, T. Aso, M. Okada (NIPR), K. Hirahara (Rikkyo University)

We have been developing a multi-spectral auroral camera (MAC) onboard INDEX-1 which will be launched by an H2A rocket as a piggyback satellite into a polar orbit in the altitude of 680 km. Auroral image data of OI 557.7 nm, OI 630 nm, and N2 1st positive band emissions are independently obtained by three channels of MAC. 12-bit sampled CCD image data are compressed to 8-bit data using a simple bit-shift method by the science handling unit onboard the satellite. Thus, we have to determine an appropriate bit-shift level for each channel since auroral intensities are different with each emission. To estimate the bit-shift level, we make statistical analysis of aurora spectral intensities obtained by an auroral spectrograph installed at Longyearbyen in Spitzbergen during the period from October 2000 to January 2001.

本研究は、オーロラスペクトログラフによる地上観測データを用いて、オーロラスペクトル強度頻度分布の統計解析を行い、現在開発が進められている INDEX 衛星搭載多波長 CCD カメラの感度決定を行うことを目的としている。

オーロラ単色イメージにより、発光原子・分子の同定、発光メカニズム、発光高度、オーロラ電子エネルギーの2次元分布、等々の物理的な情報を見積もることができる。INDEX 衛星は、予定投入軌道が遠・近地点が 680 km、軌道傾斜角 98.6° で、オーロラ粒子・光学の同時高時間分解観測を実施する（図1）。搭載されるオーロラカメラ（MAC）は、3 個の CCD と干渉フィルターの組み合わせにより、3 波長観測を実施する。波長は、OI 557.7 nm, OI 630 nm, N2 1st positive band を予定している。CCD 上の電荷は、MAC 内の A/D コンバータにより 1 画素 12 bit でサンプリングされるが、衛星データ蓄積可能容量、および地上局とのテレメータ量制限から、衛星内でビットシフトされ 1 画素 8 bit に圧縮される。このビットシフト量は、打ち上げ後は変更できないため、それぞれの観測波長に対して、サチュレーションせずかつ十分な感度分解能を有するように、適切なビットシフト量を決定する必要がある。

このビットシフト量を決定するため、北極圏スピッツベルゲン島ロングイヤービエンにおいて 2000 年 10 月から 2001 年 1 月の期間に得られたオーロラスペクトログラフ観測データを用いて、オーロラ発光強度の統計解析を行った。オーロラスペクトログラフは、視野全角 180° でオーロラ発光の磁気子午線に沿った全天にわたるスペクトルを、~450 nm-760 nm の波長範囲を 1.2nm の波長分解能で 512x512 ピクセル CCD に記録する、グリズムを分散素子とするスリット分光撮像装置である。オーロラスペクトログラフで観測された生スペクトルは、厳密に決定された装置関数を用いて較正され、物理量に変換される（図2）。

統計頻度分布解析の結果、夜側セクター（15-9 MLT）で観測された OI 557.7 nm, OI 630 nm, N2 1st positive band (725-755 nm) 発光の平均値/標準偏差は、それぞれ 5.0/2.4 kR, 2.0/1.4 kR, 4.3/4.4 kR であった。その結果を基に、INDEX 衛星搭載オーロラカメラの感度範囲を検討し、適切なビットシフト量を決定する。



図1.

INDEX 衛星振動試験モデル。MAC の3つの対物レンズが衛星構体窓から見える。

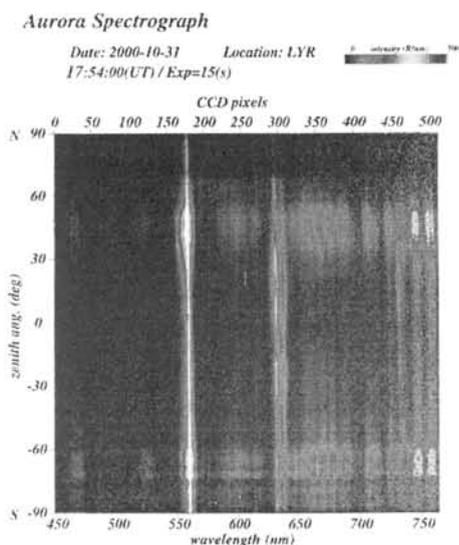


図2. オーロラスペクトログラフ観測データ例。

INDEX-MAC/CRM によるオーロラ微細構造の in-situ 観測 In-situ observation of aurora fine structure via INDEX-MAC/CRM

岡田雅樹¹、江尻全機¹、坂野井健²、岡野章一²、平原聖文³

¹極地研、²東北大、³立教大

We have been developing an instrument to observe plasma density and temperature with high time resolution which is scheduled to onboard on INDEX satellite. Primary goal of this satellite is to observe the fine structure of the aurora whose typical scale is thought to be from around 100m to 1km. The instrument, CRM, is designed to measure background plasma parameter with the impedance probe as the basic concept. In order to avoid the interference of the satellite itself, this instrument includes three sets of sensors observing three different directions. One has a FOV at the up-stream direction, the second observes at the direction of down-stream direction and the third one observes perpendicular to the other two sensors. By subtracting the observed data with each other, we expect to be able to observe the background plasma parameters without interference from the satellite itself. We will show the basic concepts of this instrument and will discuss the difficulties in modeling the satellite environment.

INDEX 衛星は、2002年6月前後に H-IIA によって打ち上げが予定されているピギーバック衛星で、極域オーロラ帯においてオーロラ降り込み粒子のエネルギー分布関数および背景プラズマの空間構造を80メートル程度の高分解能で観測を行う予定である。同時に、光学観測を行い、沿磁力線方向、磁力線に垂直な方向を 557.7nm, 630.0nm, 670.5nm の3波長で撮像することによりオーロラ発光のメカニズムと空間構造の解明を行う計画である。

電流モニター (CRM) は、対となる電極を背景プラズマに晒したラングミュアプローブで、衛星の進行方向、側面、ウェイク側の3方向を視野とする3つセンサーからなり、空間分解能80メートル程度で背景プラズマの密度及び温度を測定するものである。ウェイク等の衛星自身の影響を取り除くため、3つのセンサーのデータをシミュレーション等と比較を行って、物理パラメータの推定を行う。

多色オーロラカメラ (MAC) は、粒子同時観測モード、高度分布モード、画像校正モード、高度詳細モードの4つのモードを持ち、空間的、時間的に高分解能観測を行う計画である。

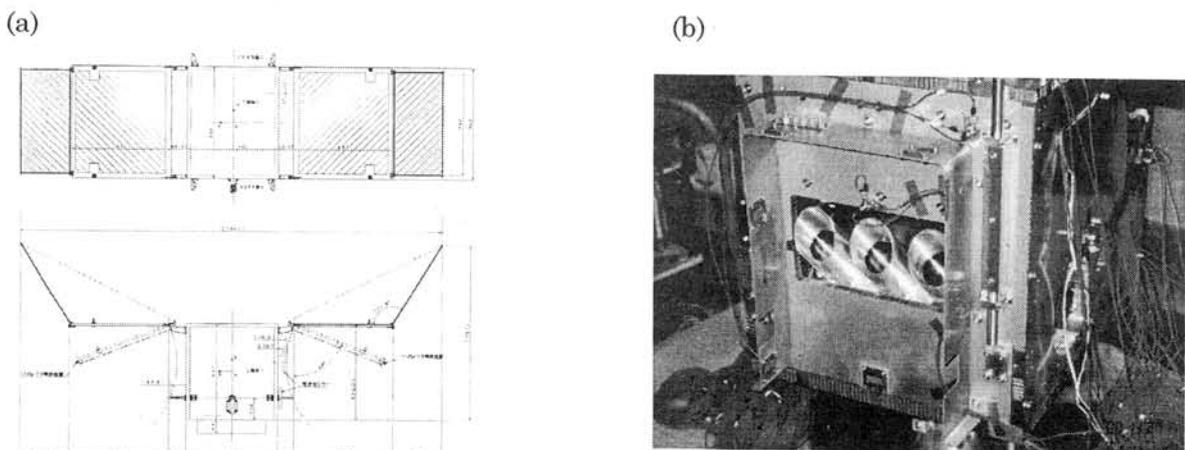


図1. INDEX 衛星の概観図(a)、および MTM 試験時の MAC 及び CRM センサー(b)

*足立 和寛 [1] 藤井 良一 [1] 野澤 悟徳 [1] 山口 敏明 [1] 大山 伸一郎 [2]
Asgeir Brekke [3] Chris M. Hall [3]

[1] 名古屋大学太陽地球環境研究所 [2] 通信総合研究所 [3] トロムソ大学理学部

The simultaneous observation using EISCAT radar and the multi-wavelength photometer at the Tromsø

*Kazuhiro Adachi [1] Ryoichi Fujii [1] Satonori Nozawa [1] Toshiaki Yamaguchi [1] Shin-ichiro Oyama [2]
Asgeir Brekke [3] Chris M. Hall [3]

[1] Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University [2] Communications Research Laboratory
[3] Faculty of Science, University of Tromsø

In February 2001, we newly installed a multi-wavelengths photometer at Ramjordmoen, Tromsø, Norway. The photometer is designed to detect auroral emissions with four wavelengths such as 427.8 nm ($N_2^+ 1NG$), 630 nm (OI), 670.5 nm ($N_2 1PG$) and 844.6 nm (OI). By taking ratios of each emission, the average energy of precipitating electrons can be derived [Ono, 1993]. However, this optical ratio technique has not as yet been sufficiently ascertained. On the other hand, the EISCAT UHF radar enables us to derive the same parameter with electron density profiles. Our photometer is settled for simultaneously observations with EISCAT UHF radar. The field of view of the photometer is 1.2 degrees and the photometer is directed to the field-aligned direction (Az.182.6 deg, El.77.5 deg.). In order for increasing the number of simultaneous observation opportunities, we plan to operate the photometer system continuously during dark-period for at least 5 years. For this purpose, we have made the photometer system controlled automatically by a PC with Linux. This October, we plan to update the photometer system, and also plan to install a digital camera with a fisheye lens for obtaining information on structures of aurora. In this paper, we will describe the photometer system and the future plan for this project.

磁気圏から電離圏へ降下する電子やイオンは、磁気圏内のプラズマの分布・運動や加熱過程、沿磁力線加速過程、電離圏におけるオーロラの発光・運動や電離圏電流駆動に中心的な役割を果たしている。そのため、降下電子・イオンのエネルギーやフラックスの空間・時間変動分布を定量的に知ることは磁気圏電離圏物理をより良く理解する上で重要である。降下粒子の観測は人工衛星や非干渉散乱(IS)レーダを用いて行われているが、人工衛星は一点観測であり、ISレーダは観測機器が非常に大きく設置台数が少ないため観測領域が限られたものとなる。オーロラの発光輝線の強度比から降下電子のエネルギーを求めることができる。光学観測は視野が広く、また観測機器が安価であるためより広範囲での観測が可能である。しかし、この手法により導出された物理量は未だ定量的には確かめられていない。どのような状況下(例えばオーロラの種類や電離圏のプラズマの状態)において正しい物理量が得られるかを求める必要がある。我々は、2001年2月にEISCATレーダがあるトロムソ(ノルウェー)に4波長分光型フォトメータを設置し観測を開始した。観測波長は427.8 nm($N_2^+ 1NG$)、630.0 nm(OI)、670.5 nm($N_2 1PG$)、844.6 nm(OI)である。視野角はEISCATレーダの視野角とほぼ同じ1.2度、観測方向は磁力線方向である。2001年10月には、改良を行ったフォトメータに加え、デジタルカメラを用いたイメージングシステムも設置予定である。これらの観測機器は、遠隔地の観測であり常時観測者を派遣できないこと、EISCATレーダとの同時観測の機会を増やすため長時間の観測が必要であることを考え、PCによる自動定常観測システムを構築した。今回の発表では、観測機器の紹介、2001年2月に行った観測の結果、そして今後の計画などを述べる。

オーロラの2次元微細構造と時間変動(2)

宮岡 宏、竹下 秀(極地研)

Micro-scale structures and dynamics of auroral arcs (2)

H. Miyaoka and S. Takeshita (NIPR)

In order to clarify the micro-scale structures and dynamics of discrete auroral arcs quantitatively, we have carried out several campaign observations in Sondrestrom (Inv. Lat.=74.5), Greenland and Syowa Station (Inv. Lat.=66.0), Antarctica since 1995. For this purpose, we have developed narrow-FOV high sensitive auroral imagers with an extremely fine spatial resolution ($\sim 11\text{m}$) nearly equivalent to the gyro-radius of precipitating electrons around the geomagnetic zenith at 100km altitude. It has been confirmed from these observations that the width of auroral arcs which form into curl structures is almost very thin ($\sim 100\text{m}$), so the generation mechanism for these thin arcs in the ionosphere and the magnetosphere is still open question as originally indicated by Borovsky(1993). In this paper, we present an observational summary of the micro-scale structures, fast drift motions and fluctuations of discrete arcs.

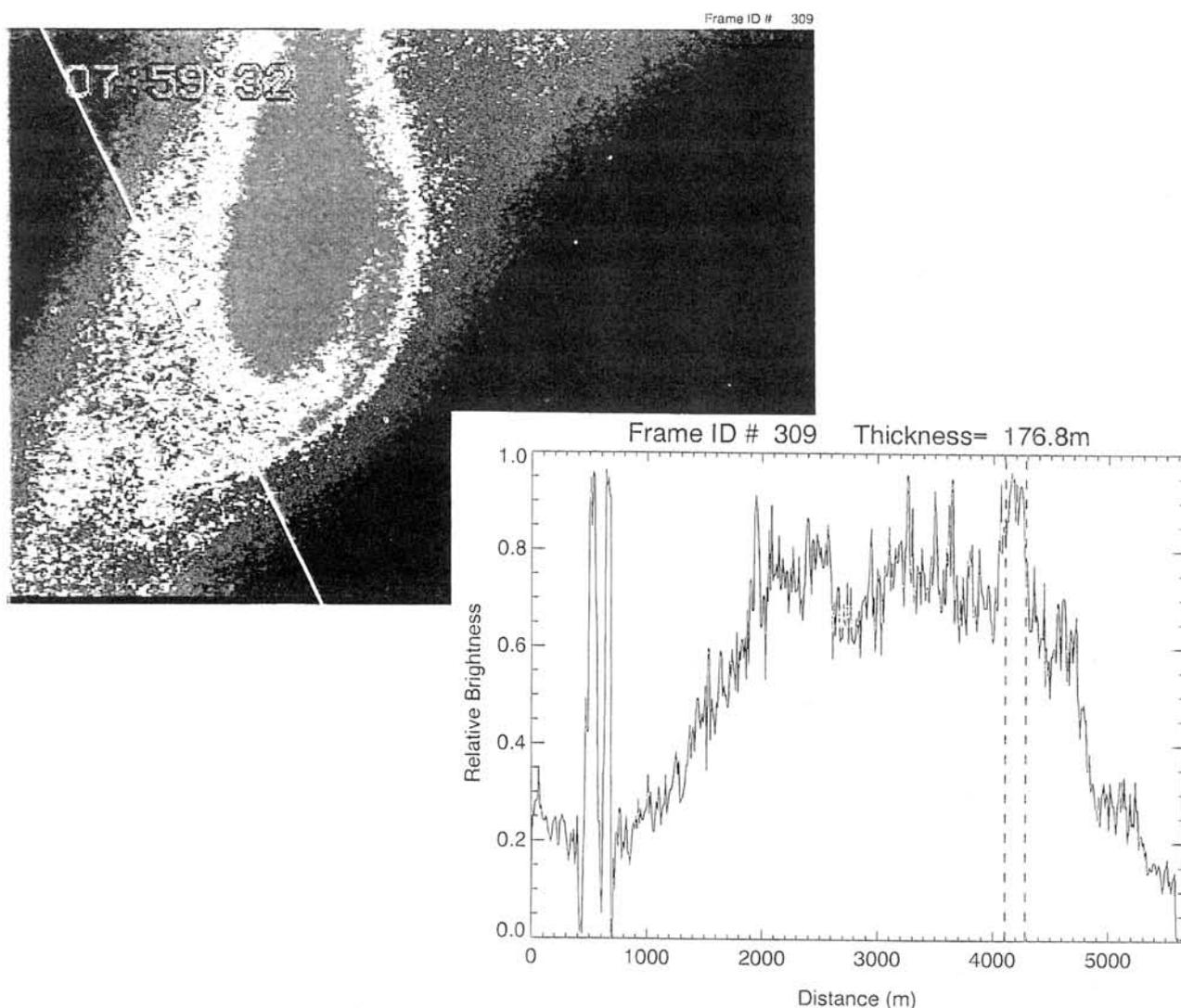


Figure 1. Snapshot of a thin auroral arc which builds up a curl structure(upper panel) and its brightness profile(lower panel).

アイスランドと昭和基地で観測された WTS の共役性

* 土井寛子¹、佐藤夏雄²、村田洋三³、佐藤光輝⁴、利根川豊¹、Thorsteinn Saemundsson⁵

Conjugacy of WTS observed at Syowa-Iceland conjugate-pair stations

Hiroko DOI¹, Natsuo SATO², Yozo MURATA², Mititeru Sato³, Yutaka TONEGAWA¹,
Thorsteinn SAEMUNDSSON⁴¹東海大学大学院工学研究科. School of Engineering, Tokai University.²国立極地研究所. National Institute of Polar Research.³東北大学大学院理学研究科. School of Science, Tohoku University.⁴アイスランド大学. Science Institute University of Iceland.

Conjugate point of Syowa Station in Antarctica is located in Iceland, making an ideal pair of conjugate stations in the auroral zone. Westward Traveling Surge (WTS) was observed at the conjugate-pair stations about 2000UT on September 30, 2000. This isolated WTS showed very similar forms and motion at both hemispheres, but the aurora at Syowa displaced eastward than that at Raufarhofn in Iceland referring the magnetic field model.

荷電粒子やプラズマ波動は磁力線に沿って伝播する基本特性を有する。そのため、一本の磁力線で結ばれた南北の地点（地磁気共役点）で同時に同じ現象を観測することにより、太陽風電磁エネルギーが南北の地球磁気圏に流入する過程や、オーロラの発生・発光領域やオーロラ粒子の加速機構などを観測的に診断できる。

2000年9月20日から10月4日までの間を共役点観測特別期間に設定（新月は9月27日）し、地磁気共役点である南極の昭和基地とアイスランドの3観測地点（Husaffel、Tjornes、Raufarhofn）で高感度TVカメラを用いた観測を行った。今回の発表では、2000年9月30日の昭和基地とRaufarhofnのデータを用いた。この日、Tjornes、Raufarhornでは20:20UT頃から大規模なVortex構造のWestward Traveling Surgeが観測された。また、昭和基地でも20:16UT頃からWTSが見られた。このWTSの特徴としては、動きが非常にゆっくりであること、WTSの東側から次々と新たなオーロラが生まれ出て、西側に伝わっていく様に見えたことである。また、昭和基地とアイスランドの2点は磁気共役点であるにもかかわらず、昭和基地のWTSの方が磁場モデルよりも東側に位置していた。また、形状変動にも時間的に多少のずれが生じていた。この位置と時間のずれは、IMFのBYが負である事から生じていると考えられる。そこで、細かく共役点データを解析し、考察する。

Electromagnetic fields model of aurora —a large vortex structure—

○Takashi HARADA and Satoshi TAKEUCHI (Yamanashi University)

The large vortex structure of aurora is an attractive phenomenon still remained as an unsolved one. On the basis of the Faraday law of induction, the temporal variation of the localized field B generates the localized electric field E. Therefore, the both fields form the time varying fields with circular polarization. A belt type aurora that consists of many test particles experiences the circularly polarized fields and moves in the direction of $E \times B$, and the vortex structure is formed as a result.

1. 電磁場モデル

極域において、一次と二次の電流系によって時間的に一定な編極電場が形成される場合を考える。地磁気 $\vec{B} = B_0 \hat{z}$ と編極電場 $\vec{E} = -E_0 \hat{x}$ によって、荷電粒子は y 方向へ $\vec{E} \times \vec{B}$ ドリフト運動する。この運動は、東西に広がるオーロラの基本的な振舞である。それとは別に太陽風磁場の攪乱によって局所的に変動する地磁気が次式のように与えられると仮定する。

$$B_z = 2B_0 f(t) \left[-(\rho/\alpha)^2 \right] e^{-(\rho/\alpha)^2} \quad (1)$$

ファラデーの電磁誘導の式から、局所的な変動電場は

$$E_x = -\frac{B_s}{c} \frac{df(t)}{dt} (-y) e^{-(\rho/\alpha)^2} \quad (2)$$

$$E_y = -\frac{B_s}{c} \frac{df(t)}{dt} (x) e^{-(\rho/\alpha)^2} \quad (3)$$

と与えられる。ここで

$$\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$$

B_s : 変動磁場の強さ c : 光速

$f(t)$: 電磁場の時間変化をあらわす関数

α : 電磁場の分布を定めるパラメータ

2 オーロラ渦現象のシミュレーション

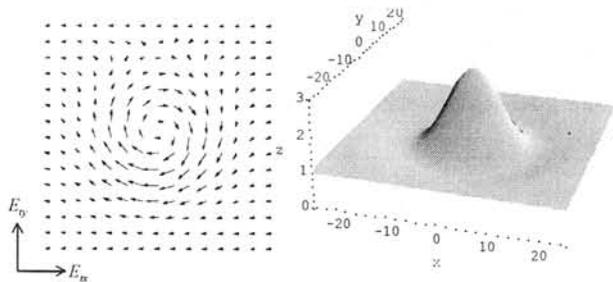


Fig.1 Vector map of the electric fields and the bird's-eye view of the magnetic field

実際のオーロラでは、ドリフト運動を引き起こす定常電磁場と磁気攪乱で発生する局所的な変動電磁場の両者が、オーロラの振舞に影響を与えることになる。

これらの二つの電磁場を重ね合わせて、大規模なオーロラ渦現象の発生についてシミュレーションを実行した。このときの電場のベクトル図と磁場の鳥瞰図を Fig.1 に示す。この図から、モデル化された電磁場は、局所的な回転電場として変化することがわかる。また、このような電磁場モデルにしたがって運動するテスト粒子の振舞を調べるため、初期にテスト粒子をベルト状に分布させ、相対論的な運動方程式にしたがって軌道を追跡した。ただしテスト粒子間の相互作用は無視している。

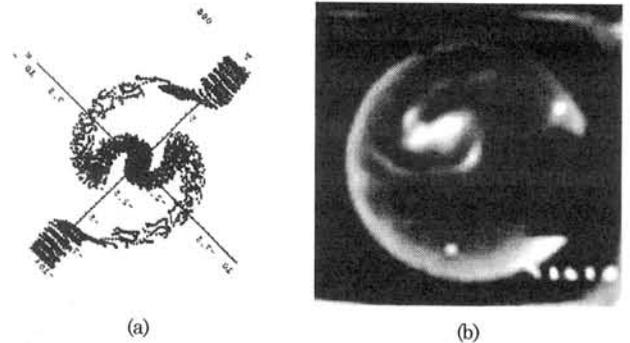


Fig.2 (a) simulation result and (b) a photo in Syowa station

Fig.2 に数値シミュレーションから得られた代表的な渦の形状と、昭和基地の全天カメラによって撮影されたオーロラの渦構造の比較を示す。渦の中心部や腕の格好など、細部にわたる構造も両者間でかなりよく一致していることがわかる。

3. まとめ

局所的な電磁場モデルによって、初期にベルト状に分布させたテスト粒子が、回転電磁場によって渦状に変化する振舞がシミュレーションによって確認できた。

今後、観測によって明らかにされている電磁場パラメータを用いてより現実に近い条件を設定するとともに、局所的な電磁場がどのようなメカニズムで発生するのか検討する必要がある。

オーロラスペクトログラフ
：性能評価と観測データから発光絶対強度への変換

○小泉尚子¹、岡野章一¹、坂野井 健¹、田口 真²、麻生武彦²

(1) 東北大学惑星プラズマ・大気研究センター

(2) 国立極地研究所

Aurora spectrograph: system evaluation
and a method to obtain absolute intensity of auroral emission

○N. Koizumi¹, S. Okano¹, T. Sakanoi¹, M. Taguchi², and T. Aso²

(1) Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Tohoku University

(2) National Institute of Polar Research

Aurora spectrograph was installed at Aurora Station at Longyearbyen in Spitzbergen in March 2000, and observation was started immediately. The aurora spectrograph is an imaging spectroscopic instrument, using a grism as a dispersive element. It can obtain auroral spectra along a magnetic meridian with a field of view of 180 degree on a CCD chip of 512 x 512 pixels over 450nm-760nm spectral range with a wavelength resolution of 1.5nm.

Raw spectral image data obtained with the aurora spectrograph contain wavelength dependence of transmission of optics as well as that of CCD quantum efficiency. Further, the raw data is affected by sensitivity decrease toward the edge of the field of view caused by the optics. In order to obtain absolute intensities of auroral emission over full field of view, these effects have to be removed using calibration data. We have made it possible to get absolute values of auroral intensity based on the calibration of the instrument carried out using a calibration facility of NIPR. In addition, we have evaluated nonlinearity of wavelength against CCD pixel column, and curvature of slit image on the image plane. We will present how auroral absolute intensities can be obtained from the raw data along with a detailed evaluation of performance of the instrument.

音響光学素子を用いたオーロラスペクトロメータ の南極昭和基地における観測結果 (速報)

塩川和夫、加藤泰男○、佐藤貢、小川忠彦
(名古屋大学太陽地球環境研究所)
田口真、山岸久雄
(国立極地研究所)

Auroral Spectra Measured by a New Auroral Spectrometer Using an Acousto-Optic Tunable Filter

K. Shiokawa, Y. Katoh○, M. Satoh, and T. Ogawa
(Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University)
M. Taguchi and H. Yamagishi
(National Institute of Polar Research)

This paper reports the performance of a newly developed zenith spectrometer that uses an acousto-optic tunable filter (AOTF). The AOTF can scan the pass-band of the spectrometer for 450-700 nm with a bandwidth of 2-3 nm by changing the RF driver frequency from 180 to 100 MHz. The absolute sensitivity of the spectrometer is about 0.1-1.5 counts/Rayleigh/s. The spectrometer is fully automated. Test observations of midlatitude airglow made at the Shigaraki Observatory, Japan, shows that the spectrometer can measure the OI (557.7 nm) airglow line with an integration time of 7.2 s. From an estimate of the signal-to-noise ratio, it is concluded that the full auroral spectrum of 450-700 nm can be obtained by the AOTF spectrometer with a time resolution of about 100 s and a signal-to-noise ratio of 100, for an auroral emission intensity of 10 kR. The spectrometer is set at the Syowa Station (69.0S, 39.6E) in Antarctica to measure the auroral spectra for March-December 2000. In the presentation, we show initial results of the observation at the Syowa Station.

上向きイオンビームの存在するオーロラ粒子加速領域
 における新しいタイプのウィークダブルレイヤー
 およびウィークダブルレイヤーの3次元構造

◦ 矢島彰, 町田忍

京都大学大学院理学研究科

Formation of a new type of WDL in the auroral acceleration region
 with up-flowing ions and three-dimensional structure of WDL

◦ Akira Yajima, Shinobu Machida

Dept. of Geophysics, Kyoto Univ.

A series of one-dimensional electrostatic particle simulations was carried out to study the formation of a new type of Weak Double Layer (WDL) in the auroral particle acceleration region including magnetospheric hot electrons, background cold ions and ionospheric hot beam ions. We discovered the excitation of downward propagation slow ion acoustic waves, and the subsequent formation of type 1 WDLs from the nonlinear development of the slow ion acoustic waves. We also discovered the excitation of upward propagating fast ion acoustic waves, and the formation of type 2 WDLs as a result of the nonlinear development of these waves. This type 2 WDL is a newly discovered type of WDLs.

A series of one-dimensional electrostatic particle simulations was carried out to study the formation of a new type of Weak Double Layer (WDL) in the auroral particle acceleration region. In the system, we assumed magnetospheric hot electrons, background cold ions and ionospheric hot beam ions. We discovered the excitation of downward propagation slow ion acoustic waves, and the subsequent formation of type 1 WDLs from the nonlinear development of the slow ion acoustic waves. These type 1 WDLs were categorized as ordinary WDLs able to be found in the system where no ionospheric hot beam ions are present. However, we also discovered the excitation of upward propagating fast ion acoustic waves, and the formation of type 2 WDLs as a result of the nonlinear development of these waves. This is a newly discovered type of WDLs.

In the real auroral particle acceleration region, the density of ionospheric hot beam ions is not negligible. Therefore, type 2 WDLs must also be formed and contribute toward accelerating both electrons and ions. We further found that the type 2 WDLs can be formed in a limited altitude range, and that there is significant interaction between the type 1 and type 2 WDLs.

Futuremore, we show the initial results of three-dimensional electrostatic simulations, and denote three dimensional structure of WDL.

7-2 カレントウェッジモデルによる Pi2 脈動の数値シミュレーション

藤田茂 (気象大)・糸長雅彦 (山口大教)・吉川顕正 (九大理)・中田裕之 (名大 STE 研)・水田孝信 (東大理)

A Numerical Simulation of the Pi2 Pulsations Associated with the Substorm Current Wedge

S. Fujita (Meteorological College), M. Itonaga (Yamaguchi University), A. Yoshikawa (Kyushu University), H. Nakata (STEL), and T. Mizuta (University of Tokyo)

The present talk deals with the transient behavior of MHD perturbations in the inner magnetosphere induced by an impulsive localized eastward current (source current) as a model of Pi2 pulsations in the magnetosphere. The model magnetosphere has a dipole magnetic field, plasmasphere, ionosphere with Pedersen conductivity, and a free outer boundary. The source current is an impulsive magnetospheric current at the onset of the substorm current wedge, and is distributed around the equatorial plane of $L = 10$ with 4-hour longitudinal extent around midnight. The numerical results exhibit a local time variation in the Pi2 pulsation signals. The poloidal mode wave exhibits plasmasphere virtual resonance with large amplitude around midnight, weakening towards dayside. The toroidal mode wave is excited as a field-line resonance immediately after passing the wave front of the poloidal mode wave in the regions where the radial gradient of V_a is steep. The toroidal mode wave has largest amplitude in the local time of the east/west edge of the source current. The duration of this wave is about 5 min. In the middle plasmasphere where the radial gradient of the V_a is smaller, the poloidal mode wave tends to predominate over the toroidal mode wave. These numerical results are essentially consistent with satellite observations, namely the day-night asymmetry of Pi2 pulsations and existence of the transient toroidal waves.

We also intend to discuss similarity between the Pi2 pulsation current system and SC current system using numerical simulation results.

GEDAS システム及び KRM プログラムを用いた電離層電場・電流のリアルタイム・モニタリング

○白井仁人⁽¹⁾、上出洋介⁽¹⁾、E. A. Kihn⁽²⁾、B. Hausman⁽³⁾、篠原学⁽¹⁾、中田裕之⁽¹⁾、磯和充⁽¹⁾、高田拓⁽¹⁾、渡辺佑治⁽¹⁾

(1) 名古屋大学太陽地球環境研究所

(2) NOAA National Geophysical Data Center, U.S.A.

(3) Rice University, U.S.A.

Near real-time monitoring of the ionospheric electric field and currents using the KRM program and the GEDAS system

○H. Shirai⁽¹⁾、Y. Kamide⁽¹⁾、E. A. Kihn⁽²⁾、B. Hausman⁽³⁾、M. Shinohara⁽¹⁾、H. Nakata⁽¹⁾、M. Isowa⁽¹⁾、T.K. Takada⁽¹⁾、and Y. Watanabe⁽¹⁾

(1) Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

(2) NOAA National Geophysical Data Center, U.S.A.

(3) Rice University, U.S.A.

In this paper, we report our recent efforts on near real-time monitoring of the ionospheric electric field and currents using the KRM program running in the system called GEDAS (Geospace Environment Data Analysis System). Near real-time ground magnetometer data are sent to the GEDAS and are used as input into the KRM program to calculate the ionospheric current and potential patterns. One of the goals of this research is to develop a new method to monitor ionospheric and magnetospheric conditions by combining the KRM, AMIE, and MSM programs, which will estimate variations in the ionospheric parameters and magnetospheric particle fluxes simultaneously and also be a useful research tool.

本講演では、GEDAS (太陽地球環境データ解析システム)と KRM プログラムを用いた、ほぼリアルタイムでの電離層電場・電流のモニタリングに関する、最近の我々の試みを報告する。GEDAS には、ほぼリアルタイムで地磁気データが送られてきており、それらは電離層電流やポテンシャルパターンを計算するため KRM プログラムへのインプットとして用いられる。この研究の一つの目的は、KRM、AMIE、MSM といったプログラムを組み合わせることにより、電離層や磁気圏の状態をモニターする新しい方法を開発することである。それは、電離層のパラメーターや磁気圏粒子フラックスを同時に計算し、有用な研究手法としても使えるであろう。

臼井 英之、松本 紘、大村 善治 (京都大学宇宙電波科学研究センター)

岡田雅樹 (国立極地研)、上田裕子 (宇宙開発事業団)、村田健史 (愛媛大学)

Development of Space Simulation /Net-Laboratory System

H. Usui, H. Matsumoto, Y. Omura,

(Radio Science Center for Space and Atmosphere, Kyoto University

Tel : 0774-38-3817, E-mail: usui@kurasc.kyoto-u.ac.jp),

M. Okada (NIPR), H. O. Ueda (NASDA), and T. Murata (Ehime Univ.)

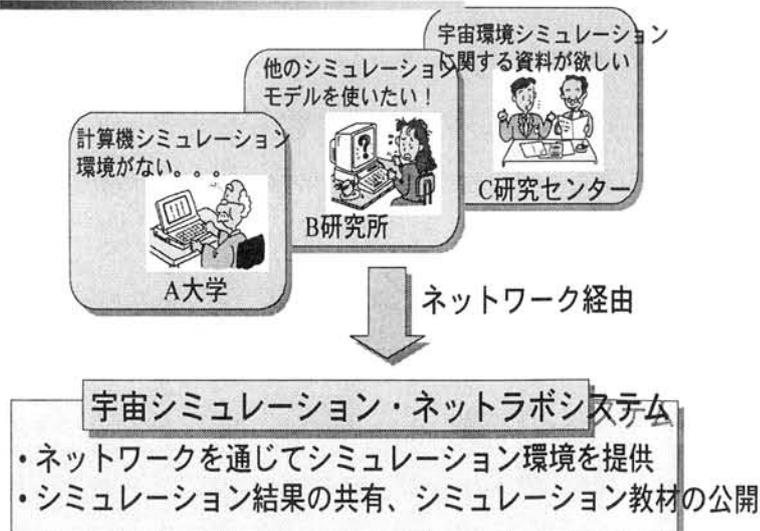
A research project for the development of space simulation /net-laboratory system was approved by Japan Science and Technology Corporation (JST) in the category of Research and Development for Applying Advanced Computational Science and Technology(ACT-JST) in 2000. This research project, which continues for three years, is a collaboration with an astrophysical simulation group led by Prof. Ryoji Matsumoto at Chiba University as well as other space simulation groups using MHD and hybrid models. In this project, we develop a proto type of unique simulation system which enables us to perform simulation runs by providing or selecting plasma parameters through WEB-based interface on the internet. We are also developing a on-line database system for space simulation from which we will be able to search and extract various information such as simulation method and program, manuals, and typical simulation results in graphic or ascii format. This unique system will help start simulation study without much difficulty or effort, and contribute to the promotion of simulation studies in the STP field. In this presentation, we will report the overview and the current status of the project.

過去 30 年近く世界のスペース・プラズマ・シミュレーションをリードしてきた我が国において、その蓄積された知見と技術を更に発展させ社会に還元するためには、21 世紀に幕開けする宇宙利用時代に役立つシミュレーション技術と科学を新しく展開する必要がある。太陽面での爆発現象が引き起こす人工衛星の放電事故や高エネルギー電子の挙動などはプラズマシミュレーションなしにはその予報および対策はおぼつかない。この目的のため、これまで別々に用いられてきた電磁流体シミュレーションや粒子シミュレーションがネットワーク上で統一的に扱えるソフトウェアシステムを構築し、Web 上で用意されたパラメータ入力用テンプレートを用いて初期値設定を行なうだけで誰でもプラズマシミュレーションを行なうことができる環境が必要となった。シミュレーション結果は高速ネットを用いて研究者が相互に閲覧できるように、3 次元可視化法や動画等を利用したデータの統合的開示 (呈示) システムの構築も行なえるようにする。

このシミュレーションシステム環境を構築するため、科学技術事業団の計算科学技術活用型特定研究開発推進事業に応募し、地球・宇宙観測分野の平成 12 年度研究課題として「宇宙シミュレーション・ネットラ

ボラトリーシステムの開発」が採択された。本研究では、天文シミュレーション分野 (千葉大・松元亮治教授代表) とスペースプラズマ分野 (京都大・松本紘教授代表) の研究者から構成される組織により、天体シミュレーション実施支援システム、スペースプラズマシミュレーション実施支援システム、及びネットワークを介したシミュレーションデータの共有解析システムの開発を行なう。本研究により、一般ユーザーがネットワークを通じて計算機シミュレーションを行なえる環境が提供でき、宇宙プラズマ物理、宇宙環境科学における計算機シミュレーション手法の普及、推進に大きく貢献できると考える。本講演では、特にスペースシミュレーションに関連する部分を概説する。

宇宙シミュレーション・ネットラボシステムの概要



分散データベースの利用

村田健史 (愛媛大学工学部 murata@cs.ehime-u.ac.jp)

Solar-Terrestrial data Analysis and Reference System (STARS) and distributed database

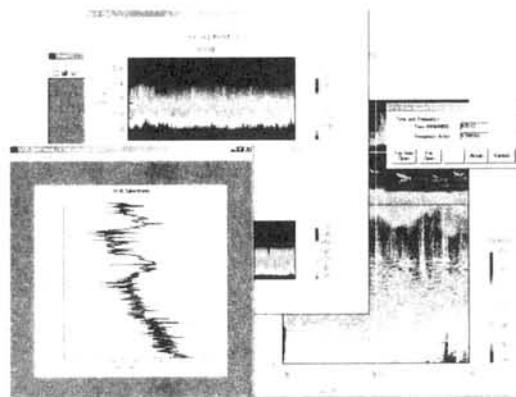
Ken T. MURATA (Ehime University)

Due to the development of computer performance and information networks, a large amount of data in the wide-area Earth research fields have been observed, stored and opened. In the present paper, we propose a system with software and distributed database for the International Solar-Terrestrial Physics project datasets. In the database, indices of the observation data files are stored and managed as meta-databases. Data analyses are carried out with help of software, which are constructed with object-oriented methodology. The present system is well designed for the data those are time-dependently observed, thus highly available for a variety of Earth research fields.

国際太陽地球系物理 (ISTP) 計画をはじめとする太陽地球系観測では、人工衛星・地上観測などによる多種多様なデータを、総合的に解析する必要がある。しかし、現実には、各研究者が独自のプログラムを作成して解析をしており、近年、プログラム作成に必要な労力が無視できなくなっている。このような総合解析プログラムは、ほとんどの場合には、開発が進むにつれて「スパゲティーコード」となり、ある時点で崩壊する。したがって、ソフトウェア工学に則った開発技法を用いて、システム開発を行うことが必要である。

本発表では、オブジェクト指向開発技法の一つである OMT (オブジェクトモデリング技法) による総合データ参照解析システム (STARS: Solar-Terrestrial data Analysis and Reference System) を紹介する。このシステムは、オブジェクト指向に則り開発を行っており、データや機能追加、人員交代等に強いシステムとなっている。(図は STARS の様子。)

ISTP 分野をはじめとする、広領域自然観測分野では、多くの観測、管理、公開が進められている。しかし、わが国においては、データを世界の研究者が利用可能な形で提供するための公開・発信において、不十分な点が多い。そのため、分散データベースによるデータ管理・公開が必要とされている。しかし、時系列多点観測による多種多様なデータを、分散透過性を持って管理する方法は、これまで提案されていない。発表では、ISTP 観測の分散データベース化について議論する。提案する分散データベースでは、メタデータ(カタログデータ)をデータベース化し、オブジェ



クト指向によるアプリケーションによって、データ解析を行う。これにより、既存の解析ツール等のリソースを損なうことなく、データの分散管理と解析環境の実現が可能となる。また、本研究で提案する分散データベースは、位置透過性や分割透過性などの、分散透過性が高い。最後に、STARS と分散データベースを組み合わせたデータ解析システムについて議論する。オブジェクト指向と分散データベースによるデータ解析は、近い将来、STP 分野において、標準的な解析手法となるであろう。

極域科学総合データライブラリシステム紹介 Introduction of Polar Science Integrated Data Library System

岡田 雅樹、宮岡 宏、佐藤 夏雄
Okada, M., H. Miyaoka, and N. Sato
極地研究所情報科学センター、ISC/NIPR

Polar Science Integrated Data Library System has been introduced since this FY. The system is intended to dedicate for observational and modeling data related to the polar science as a information infrastructure. The major purpose of this system is to integrate large amount of data sets and to distribute the data to the researchers outside the institute as well as internal researchers. The system includes 12TB disk storage device server, 40TB tape library server and the data search engine. These servers enable quick publication of observational data and exchange data with inside/outside researchers. We briefly introduce this system and show sample integration after the system has started this FY.

情報科学センターでは、平成 13 年度において極域を中心とする地球規模環境変動の研究を推進する上で必要不可欠となる情報技術基盤として、「極域科学総合データライブラリシステム」を導入した。人工衛星による地球観測や北極域を含む地上観測網の広範な展開、観測技術やデータ伝送技術の飛躍的な向上に伴い、極域科学の諸分野において大量の観測データが日々生み出されており、それらの迅速な処理と有効利用が極域科学を推進することが本システムの導入目的である。

本システムは、12TBの磁気ディスク装置を備えたデータライブラリサーバと、40TBのデータを蓄積可能な、テープライブラリサーバからなり、相互にギガビットネットワークによって接続されている（図 1 参照）。データ公開用のWEBサーバ、FTPサーバ機能を備えており、データ検索サーバ(SQLServer)と連携することにより大量のデータから必要なものを迅速に検索することが可能になっている。

本発表では、システムが4月運用を開始したのちデータの登録作業、ホームページ等が可能になったデータに関して紹介、報告を行う。

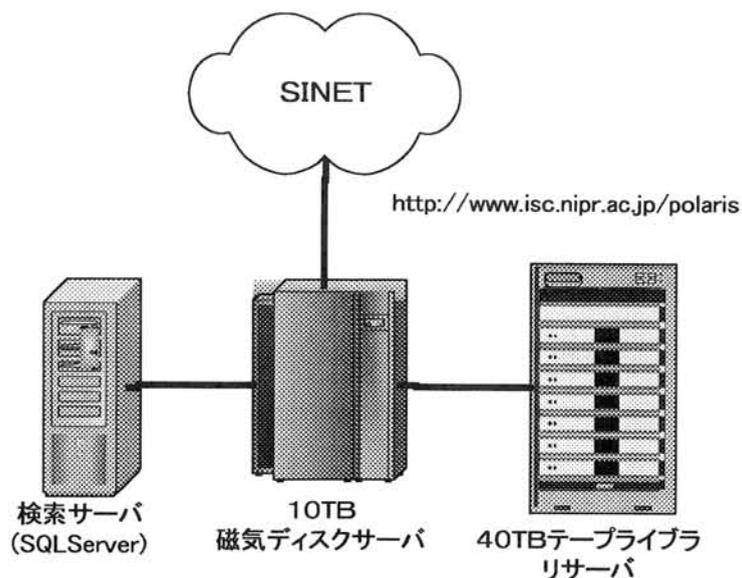


図 1. 極域科学総合データライブラリシステムの構成概念図

物理乱数を使ったプラズマ粒子シミュレーションの背景ノイズ低減効果
Background Noise Diminishing Effect of Plasma Particle Simulation
using Physical Random Numbers

岡田 雅樹/Okada, M.

極地研/NIPR

Pseudo-random number has long been used as initialization method for plasma particle simulations. This method, i.e. cold start, is very helpful in analyzing plasma normal mode, however as the system become large as 2D and/or 3D, we require large number of super-particles to initialize. We have tested the relation of these large number of particles, $\sim 10^8$, with the background noise level. We found that the physical random numbers used in the particle initialization possibly diminish the background noise level relative to the pseudo-random numbers.

これまで、プラズマ粒子シミュレーションを行う場合の初期値は、コールドスタートと呼ばれる擬似乱数を使用した初期化が一般的に行われてきた。この手法は、擬似乱数の生成アルゴリズムがよく研究されており、一様性、回帰性などが明快であるため信頼性が高い方法として知られているため、プラズマ粒子シミュレーションにおいてもノーマルモードと呼ばれるプラズマ波動解析などにおいてよく用いられてきた。一方、2次元シミュレーションなどが可能になり、斜め伝播モードのシミュレーションをはじめ、3次元シミュレーションなどの大規模シミュレーションの場合、微弱な不安定成長率の違いが時間発展後の物理現象に大きく影響することが理解されはじめた。同時に、大規模になるにしたがって 10^9 乗に近い超粒子をシミュレーション空間に初期化した場合に、乱数の回帰性が、波動モードのノイズレベルに影響がある可能性が明らかになりつつある。

本発表では、1次元のプラズマ粒子シミュレーションにおいて、物理乱数を使用した場合に、シミュレーションにおける背景ノイズのパラメータ依存性を調べた結果について報告する。また、この手法の応用として、プラズマ波動解析を行う際に有用な、新しいシミュレーションの手法について紹介する予定である。

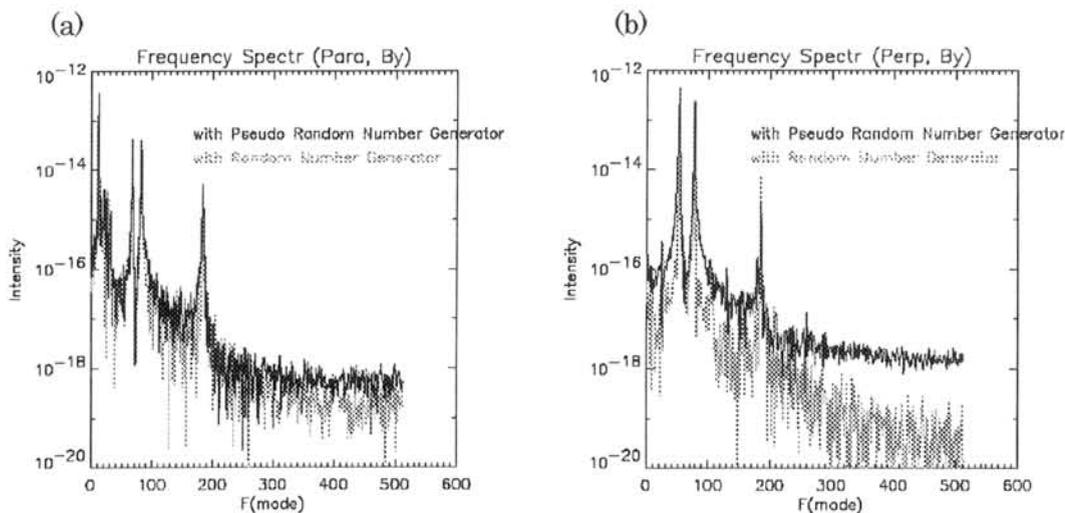


図 1. 平行伝播モード(a)および垂直伝播モード(b)の周波数スペクトル。いずれも高周波側で物理乱数を使用した場合に背景ノイズの低減効果が見られる。

バーチャルネットワークラボラトリーへの適用

上岡功治 (Ehime U.)、村田健史 (Ehime U.)、上田裕子 (NASDA)、
臼井英之 (RASC)、岡田雅樹 (NIPR)

Object-oriented plasma particle simulation code

and its application to a virtual network laboratory

Ko-ji UEOKA, Ken T. MURATA (Ehime University), Hiroko O. Ueda (NASDA),
Hideyuki USUI (RASC), and Masaki OKADA (NIPR)

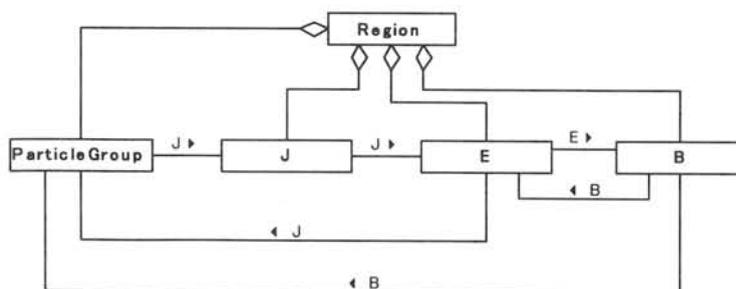
Due to development of super computers, especially parallel computers, and high-speed network, roles of computer simulations are studies of space plasma, fusion plasma, process plasma and other plasma sciences. However, simulation environments have not been kind for researchers who don't make programs for their own simulation codes. We here in propose a new virtual network laboratory system for plasma simulations. This system is composed of front-end WWW server and back-end supercomputer. With the present system, space plasma simulations become closer to non-programming researchers, and even to general (non research) users.

The present system is designed on one of the object-oriented methodologies, named OMT. In the OMT, an object model is separated into static mode (domain object model) and dynamic model (application model). GUI on WWW is closely connected with the application model, and the domain object model is, thus, independent of the WWW design.

現在、電磁粒子シミュレーションは、プラズマ観測・応用のさまざまな分野において用いられている。しかし、プラズマ粒子シミュレーションの適用範囲が広がるにつれ、コードのプログラムが複雑になり、コードの再利用や共有が困難となっている。本研究では、既存のコードをもとに、オブジェクト指向によりプラズマ電磁粒子シミュレーションコードを設計した。設計したモデルは、プラズマ粒子コードの最も基本的な機能のみを有するスケルトンモデルである。オブジェクト指向分析設計方法論によるプラズマ粒子コードの設計については、これまで、詳しい報告がなかった。したがって、今後、本設計をもとに独自の電磁粒子コードを設計できるよう、オブジェクトクラスの洗い出しからデザインまでを、詳細に説明する。本デザインを応用することにより、今後、プラズマ粒子シミュレーションコードの再利用性が向上し、汎用性の高いコードの開発が可能となる。

本コードは、Rambough らにより提案されている OMT (Object Modeling Technique) により構築している。そのため、コードの静的な側面と動的な側面を、それぞれドメインオブジェクトモデル、アプリケーションオブジェクトモデルとして、区別することができる。(図はドメインオブジェクトモデル。)

WWW での計算機シミュレーション環境を考える場合、WWW でユーザが計算領域、初期パラメータなどを GUI で設定できることが望ましい。本研究では、シミュレーションコードを 2 つのモデルに分割できる利点を生かし、このコードを WWW で利用できる環境についても提案する。



P7-3

二次元開放系における静電孤立波の電磁粒子シミュレーション

° 梅田 隆行、大村 善治、松本 紘、臼井 英之

(京都大学 宙空電波科学研究センター)

Electromagnetic particle simulations of electrostatic solitary waves in a two-dimensional open system

° T. Umeda, Y. Omura, H. Matsumoto, and H. Usui

(Radio Science Center for Space and Atmosphere, Kyoto University)

We present computer simulations of electrostatic solitary waves (ESW) observed by the GEOTAIL and other recent spacecraft in the Earth's magnetosphere. The previous electrostatic simulations in uniform periodic systems have demonstrated that ESW correspond to BGK solitary potentials generated through nonlinear evolution of the electron bump-on-tail instability. These simulations also showed that obliquely propagating electrostatic modes such as whistler waves, lower hybrid waves or ion cyclotron waves are excited through coupling with solitary potentials drifting parallel to the ambient magnetic field. Meanwhile, the FAST spacecraft observed isolated magnetic fields with the bipolar structures of parallel electric field. We extend the previous simulations to electromagnetic simulations to study the electrostatic and magnetic solitary structures and possible emission process of electromagnetic waves from the solitary potentials.

We developed a two-dimensional half-open system taken in the x - y plane with 1024×64 grid points. The external (static) magnetic field is taken in the x direction. The system has open boundaries in the x direction and periodic boundaries in the y direction. We attach damping regions at both open boundaries of the physical (simulation) region to absorb outgoing waves. As the initial condition, we assume that both background electrons and ions exist uniformly in the system. Since a computer simulation starts, an electron beam is continuously injected from the left boundary of the system into the background homogeneous plasma. In the present simulation, we assumed a weak electron beam with the beam-to-total electron density ratio $R=6\%$. The injected electron beam and the major background electrons form an unstable 'bump-on-tail' velocity distribution function at the left boundary.

As the electron beam propagates from the left to the right, a series of electrostatic potentials are excited. These potentials have 2-D structure varying in both parallel and perpendicular direction to the ambient magnetic field. They coalesce with adjacent potentials and become isolated. In the top portion of the electron beam, we find one-dimensional solitary potentials. On the other hand, in the middle portion of the electron beam, we find two-dimensional potentials. In the open system, the coupling process of parallel drifting solitary potentials with obliquely propagating electromagnetic modes is localized at the generation region of potentials because the parallel group velocity of potentials is different from that of the oblique modes. In the present simulation, we also found that two-dimensional potentials are accompanied by isolated magnetic fields. These isolated electrostatic and electromagnetic structures are analyzed.

JARE43 における南極域中間圏界面大気観測計画

*山田 嘉典、福西 浩

東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻

Plan for observations of the antarctic mesopause region on JARE43

Yoshinori Yamada, and Hiroshi Fukunishi

Department of Geophysics, Tohoku University, Sendai, Japan

We plan to perform observations of airglows around mesopause region with the All-sky Imager (ASI) and Fabry-Perot Imager (FPI) at Syowa Station, Antarctica on JARE43. ASI images dynamical features of the atmosphere with horizontal scale ~10-100 km such as small-scale gravity waves by observing Sodium airglow intensity. Horizontal structure of atmospheric temperature is estimated with FPI from measurement of Doppler broadening of an airglow OH Meinel (8-3) line. These observational studies are carried out in essentially conjunction with the other simultaneous observations by such as the Na/Rayleigh lidar, MF radar, and radio sonde at Syowa Station. Main purposes of this study are (1) to observe dynamical features of the antarctic mesopause region, and (2) to set these dynamical features in the context of troposphere-stratosphere-mesosphere-thermosphere (ionosphere) coupling.

1. 研究目的

南極域の中間圏・下部熱圏（MLT - Mesosphere and Lower Thermosphere）領域における大気の力学過程に注目する。MLT 領域はそれより上層および下層大気領域からの様々な作用が競合する領域であり、また内在する不安定や非線型相互作用などの力学過程に由来する複雑な大気変動を示す。特に極域では、いわゆるオーロラ活動にともなう太陽風エネルギー入力に対し MLT 領域の大気がどのように応答するのか、また比較的地形に凹凸の少ない南極大陸上空での大気波動（大気重力波、潮汐波、プラネタリー波）の活動が、北極域や他の緯度帯とどのように異なるのか興味深い。本研究では、全天単色イメージャー（ASI）、ファブリ・ペローイメージャー（FPI）、Na/Rayleigh ライダー、MF レーダー、VHF レーダー、HF レーダー、ラジオゾンデなど複数観測器の共同観測により、南極域における MLT 領域の大気力学過程と上下結合過程の解明を目指す。

2. 観測対象

(1) ASI による中間圏界面付近における大気波動の観測

Na 大気光強度のイメージング観測をする。水平スケール数 10-100 km の波状構造の出現および水平伝播特性を調べることにより、MLT 領域の力学的性質を決める上で重要とされている小規模大気重力波の活動度を探る。

(2) FPI による中間圏界面付近における中性大気温度水平構造の観測

OH Meinel Bands 輝線のドップラー広がりを観測し、中性大気ドップラー温度を導出し、大気温度水平勾配を調べる。

※ 観測は日/月光の影響の少ない暗い時間帯に行なう。

- 山岸久雄（国立極地研究所）、超高層物理無人観測ワーキンググループ

A future plan of unmanned network observation for the upper atmosphere physics in Antarctica

- H. Yamagishi, Working Group for unmanned UAP observations in Antarctica

BAS introduced a new trend of low-power technique in unmanned UAP observations in Antarctica. As a future program, UAP group in NIPR is planning to extend this technique to include satellite data link and airdrop installation of the instrument in collaboration with scientists in other scientific field who are interested in unmanned observations in Antarctica. As a first step of this program, we propose to test 100 km grid magnetometer network in the vicinity of Syowa Station in 2003.

宙空グループは第VI期5ヵ年計画（43~47次隊、2001~2006年）において、南極大陸における超高層物理無人多点観測（磁力計など）を計画している。これは極域地上に広域／高密度に展開させた観測点網により磁気圏現象を地上から“Imaging”することを意図したものであり、時間変動を詳しく観測できる地上観測の利点を活かし、磁気圏衛星で観測される現象の時間変動と空間変動の分離に資することができる。

海が多く、観測点の展開に制約が多い北極域に比べ、広大な氷床が広がる南極大陸では観測点配置の自由度が高く、目的どおりの観測点網を（原理的には）展開できる利点がある。しかし現在南極大陸に展開されている無人観測点（米国、英国）の設備は、太陽電池が使えない極夜期にも電力を供給するため大掛かりなシステムとなっており、その維持に多大な輸送力、労力が必要なため、観測点の数は10点程度に限定されている。ところが、最近、英国南極調査所（British Antarctic Survey, BAS）では全体の消費電力が数100mWの無人磁場観測装置を作り上げ、これを2001年と2002年に、南極大陸上に9点配置する計画を立てている。極端な低消費電力を実現した結果、夏期に充電した数100AHの蓄電池により極夜期も含め、通年観測が可能となった。また電子部品を精選し-70℃近い低温環境下で稼働できるようにしたため、大きな保温空間も不要となった。この結果システム全体は軽量（~300kg）、小型（~1m³）となり、中型航空機により、1シーズンに多数の観測点を設置することが可能になったわけである。他分野と同様、この分野でも、今後大型、重量システムから小型、軽量システムへの移行の流れは強まるであろう。

航空輸送能力が大きいJAREにあつて、小型、軽量システムは追求すべき一つの方向性である。しかし上記システムでも、毎年観測点を訪問しデータを回収する必要がある、これは設営（航空輸送）上大きな負担となる。そこでわれわれは衛星通信などの手法により、現地に行かずにデータを収集する方法を開発する必要があるだろう。更に、クレバス帯など、航空機の着陸が困難な場所にも観測点を設置できる方法として、投下式観測システムも考慮すべきであろう。南極大陸での無人多点観測については、超高層物理学に限らず、気象、地震、測地など、幅広い分野での需要があることが本年3月の研究小集会で明らかになった。そこでわれわれは今後、他分野とも連携して無人観測のために必要な基盤技術を洗い出し、長期的視野で開発に取り組んでいきたい。開発計画の一步として、われわれはBASの低消費電力磁力計の技術を習得し、そのフィールドテストを兼ね、昭和基地周辺での100km間隔観測点網による磁場観測を44次隊で実施したい。

PPB による TeV 領域の一次電子の ECC 観測

○小林 正 (青学大理工)、山上隆正 (宇宙研)、古森良志子 (神奈川衛生短大)、
吉田健二 (神奈川大)、西村 純 (宇宙研)

ECC observation of primary electrons in the TeV region by PPB

T. Kobayashi (Aoyama Gakuin U.), T. Yamagami (ISAS), Y. Komori (Kanagawa Prefectural College), K. Yoshida (Kanagawa U.), J. Nishimura (ISAS)

Measurements of the high energy cosmic-ray electrons above 1 TeV provide important information on the sources of cosmic rays and on the propagation in the Galaxy. If we have enough statistical data in TeV region by PPB, we can judge which supernova give major contributions, such as Vela.

宇宙線中の高エネルギー電子は銀河内を伝播する際にシンクロトロン放射や逆コンプトン効果でエネルギーを失う。この損失はエネルギーの2乗に比例するので、1 TeV 付近の電子はエネルギー損失が非常に大きく 10^5 年程度で大半のエネルギーを失う。 10^5 年間で電子が伝播出来る距離は数百 pc 程度である。従って遠い源や古い源からは寄与できなく、太陽系のごく近傍の源からの寄与しか観測することができない。宇宙線の加速が超新星爆発に伴うものとする、太陽系近傍で1 TeV 以上に寄与しえる可能性のある源は Vela と Monogem のみである。Vela は最近の観測で太陽系からの距離が 250 pc と近く (以前は 500 pc)、TeV 領域に最も寄与している源と考えられる。これまで我々は1 TeV 以上の一次電子を15個観測しているが、これらの源から期待されるスペクトルと似た形をしている。統計を2倍程度上げれば更にはっきりした性質を見極められ、高エネルギー一次電子の源とモデルの検証が可能になると考えている。

1 TeV 領域の一次電子の観測に成功しているのは、これまで我々のエマルジョンチェンバー (ECC) による観測のみである。これは ECC が比較的軽量で大面積且つ大きな立体角を取れる特徴を持っており、陽子の排除率が 10^5 程度と非常に高いため、効率良く電子と陽子の弁別ができる。これが TeV 領域まで観測できた理由である。ECC は1 unit 当たり $50\text{cm} \times 40\text{cm}$ の大きさで $S\Omega=0.4\text{m}^2 \cdot \text{str}$ (エレクトロニクスを使った観測器の10倍以上) と非常に大きく、頻度の少ない TeV 領域の観測に最も適した検出器である。我々の TeV 領域の観測はまだ不十分で、PPB による長時間観測が必要である。PPB で10日程度の観測を2回行くと観測量は $8\text{m}^2 \cdot \text{str} \cdot \text{day}$ 、現在の観測量の2倍となり、Vela が TeV 領域の電子スペクトルの主要な源であるかが可成り明らかになる。TeV 領域の電子の源が Vela であると、観測されたスペクトルから Vela での加速や太陽系までの伝播についての知見が得られる。

PPB により10日~2週間の観測を2回行いたい (例え回収率が50%でも)。ECC の長時間観測に伴うバックグラウンドの影響は極地方で露出した原子核乾板を調べ、問題が無いことが明らかにされている。

Abstract of the next planned PPB (Polar Patrol Balloon) experiment

○Akira Kadokura, H. Yamagishi, N. Sato, (NIPR), PPB working group

We will introduce the abstract of our plan for the next Polar Patrol Balloon (PPB) experiment, which will be carried out by the 44th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE-44) at Syowa Station in Antarctica during Dec., 2002 to Jan. 2003. The next PPB has two different kinds of scientific purposes. One is for observation of the high-energy primary cosmic ray electrons, and the other is for observation of the upper atmosphere physics phenomena. One large stratospheric zero-pressure balloon will be used for the former purpose, and three (at least) smaller size balloons will be for the latter purpose. The latter three will be launched successively in a few days as possible as weather condition permits it, and observe the spatial and temporal evolution of various phenomena in a narrow region, especially around various boundary regions, e.g., cusp, LLBL, PSBL, trough, and plasma pause.

Figure 1 below shows the spatial relationship between the expected trajectory of the PPB and ground-based observations. PPBs launched at Syowa Station will move westward almost along equi-geographic latitude line, and come back the launching site about 2 weeks later after a circumpolar trajectory. Geomagnetically, they can traverse a wide latitudinal range from 50 deg to 80 deg, hence from plasma sphere domain to the polar cap region. During their circumpolar trajectory, they can fly over the FOV of many ground stations and within the FOV of SuperDARN HF-radar network. An well-organized coordinated observation with those ground-based observations can be also expected.

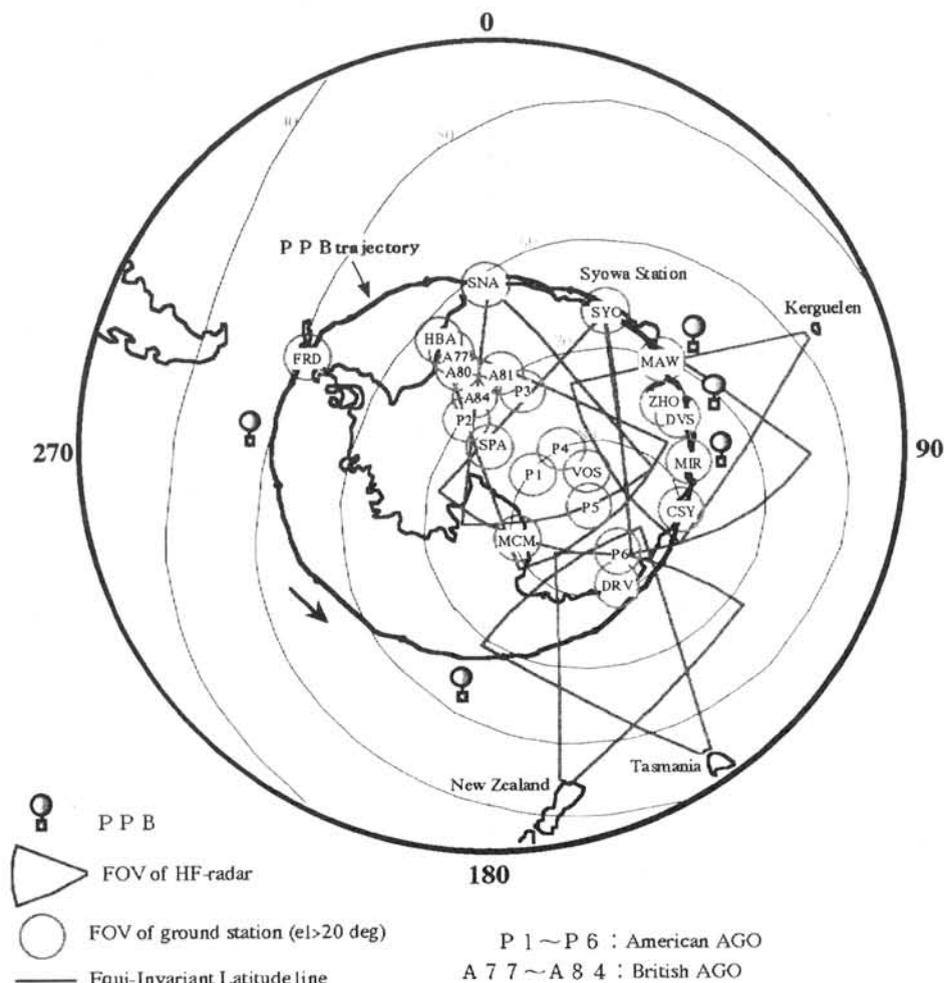


Fig. 1. Spatial relationship between expected trajectory of PPB and ground-based observations.

_ 小川英夫、米倉覚則、浅山信一郎（大阪府大）、長浜智生、中根英昭（国立環境研）、
_ 福井康雄（名大院理）

Millimeter-wave measurements of upper stratospheric and mesospheric minor constituents in polar region
Hideo Ogawa, Yoshinori Yonekura, Shinichiro Asayama (Osaka Prefecture University), Tomoo Nagahama,
Nideaki Nakane (National Institute for Environmental Studies) and Yasuo Fukui (Nagoya University)

We present a plan for continuous measurements of vertical profile of upper stratospheric and mesospheric minor constituents including ozone and CO in polar region by using a millimeter-wave radiometer equipped with a superconducting receiver. These measurements provide us valuable information on distributions and time variations of the minor constituents in them, helping better understanding of the chemistry and dynamics of the middle atmosphere.

成層圏上部および中間圏の大気微量分子は、その化学プロセスにおいて太陽紫外線や波動現象に伴う気温変動、水平輸送・鉛直拡散の影響を大きく受け、独特の変動を示すことが知られている。しかし、これまでの中間圏微量分子の観測はロケットや人工衛星からなごく限られた観測データしかなく、季節を通して化学・力学過程を議論するには十分ではなかった。

そこで現在、われわれは極域に超伝導受信器を搭載した地上ミリ波分光計を設置し、成層圏・中間圏微量分子の鉛直分布の連続観測を行うことを検討している。ミリ波による鉛直分布観測は雲などの影響を受けにくく、24時間連続して観測できるため、長期にわたり時間変動を観測するのに最適である。また、近年のミリ波分光計は受信部に超伝導受信器を用いることで従来よりも受信感度が飛躍的に向上している。そのため、これまで観測困難であった中間圏の微量分子からの微弱なスペクトル成分も数分から数十分の観測で十分なS/Nで得ることができ、日変化に伴う変動もとらえることが可能である。さらに、極域において観測をおこなうことで、オーロラなどに伴う極域熱圏からの中間圏への物質の流れ込みの影響についても観測することができると考えられる。

当面、われわれは中間圏で比較的濃度が大きいオゾン、CO、H₂O やオーロラとの関連が予想されるNO₂などの観測について、Feasibilityの検討を進めている。講演では、特に観測に必要な受信器・分光計などの装置仕様と観測地の条件などについて発表する。

○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)

The project of Antarctic Syowa MST radar

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

We propose the construction of an MST (Mesosphere, Stratosphere and Troposphere) radar at Syowa Station in the Antarctic. This radar provides three dimensional winds with fine spatial and time resolution and high accuracy, which are essential to examine the dynamics and mixing processes in the middle atmosphere. Moreover, since the MST radar covers the regions below and above the middle atmosphere, dynamical coupling between these regions will be elucidated.

1. はじめに

中層大気は成層圏から下部熱圏までを含む 10~100km の高度領域である。極域中層大気は、他の緯度帯と同様、地面や対流圏に起源を持ち、上方に伝播する様々な波動の作用が重要であると共に、極域特有の電離圏擾乱の影響を受ける領域である。地表に到達する紫外線量を支配するオゾン層が存在し、春季にはオゾンホールが出現する領域でもある。しかし、これまで、人工衛星観測等で捉えられる下部成層圏での大規模な現象に着目した研究が主に行われてきたのみで、小規模な波動や乱流の作用や、上下の高度領域とのつながりは、殆んど分かっていないといつてよい。

最近のラジオゾンデ観測データを用いた研究によれば (Yoshiki and Sato, 2000, J.G.R.), 小規模大気擾乱は南極と北極では異なる特性を持つことが示唆されており、両極を独立に調査する必要がある。

そこで、本研究グループは、1km から 400km に及ぶ広い高度領域が、優れた時空間分解能で、かつ、高精度で測定できる MST (Mesosphere, Stratosphere, and Troposphere) レーダーを昭和基地に設置することを提案する。

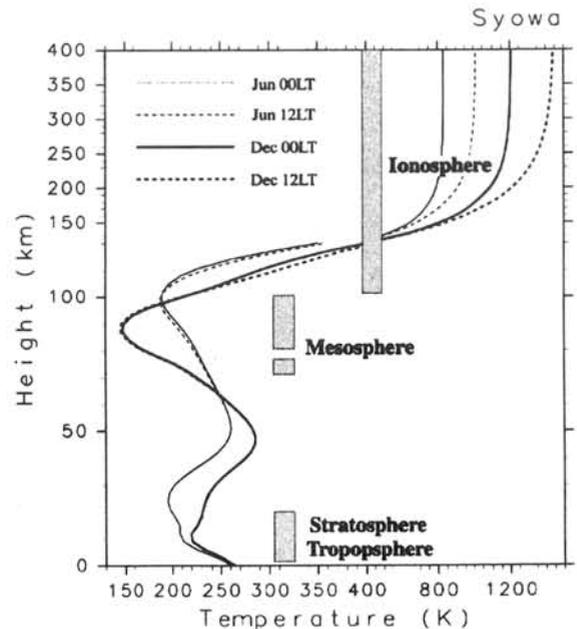
2. MST レーダーの特徴

検討中の MST レーダーは、直径 100m の円形領域を占め、約 500 本の八木アンテナのアレイで構成される、周波数約 50MHz の大型レーダーである。滋賀県信楽町にある京大の同タイプのレーダー(MU レーダー) 等の研究成果をもとに検討した結果、対流圏、成層圏、中間圏、電離圏を全て観測できる最低ピークパワーは 500kW であることが分かった。これは最低約 120kW の消費電力が必要であることを意味する。

このレーダーでは、対流圏及び中層大気における、微弱な鉛直流を含む、風の 3 成分が連続観測可能である。したがって、衛星やラジオゾンデでは不可能だった大気擾乱の時系列解析が行える。また、複数の高度領域を同時観測可能であるため、大気の上下のつながりに関する知見が得られよう。また、他の測器では不可能な、オゾン等の物質混合を調べる上で重要な、大気乱流に関する研究も可能である。また、電離圏観測を同時に行うことで、オーロラに代表される極域固有の電磁擾乱と中層大気の関係性を解明する上で、強力なデータが取得できる。

3. 学術的意義

前節に述べたように、MST レーダーはかなり大規模な測器であるが、その実現の意義は大きい。まず、複数の高度領域をカバーすることから、分野を越えた学際的な研究が可能である。他の様々な測器が整備されている昭和基地に設置することで、複数の測器による包括的な研究観測も可能となる。MU レーダーを用いたここ数十年の研究により、乱流、対流、波動、不安定、循環などをキーワードとして、中緯度の対流圏・中層大気・電離圏での多くの発見やメカニズムの解明がなされ、定量的、統計的理解へと発展してきた。極域中層大気では、大規模な温度構造や上下の境界条件が、中低緯度とかなり異なるため、昭和基地での MST レーダー設置により、新たな現象の発見や、極域固有のエネルギーや運動量バランスに関する定量的把握が期待できる。



Vertical profiles of neutral atmospheric temperature in the height range of 0-400 km. The regions where the PANSY MST radar can observe are shown by gray bars.

P8-1 サブストーム研究のための南極彗星観測計画試案

° 斎藤尚生(東北大・OB)・佐藤夏雄(国立極地研究所)
三澤浩昭(東北大理・惑星プラズマ・大気研究センター)

A project of cometary magnetosphere observation in Antarctica for the study of substorm mechanism

° Takao SAITO (Tohoku Univ. OB)・Natsuo SATO (NIPR)
Hiroaki MISAWA (Tohoku Univ.)

In order to study the mechanism of auroral substorms, a study of DE (disconnection event) of the plasma tail of comet is very important from the viewpoint of comparative magnetospheres. A project to observe cometary magnetosphere from Antarctica is proposed.

サブストームの機構を研究する上で、磁気圏(特に尾部)の構造と dynamics を調べるのが如何に重要であるかは言うまでもない。ところが我々は、自分達が住んでいる地球の磁気圏でありながら、それを観測するのにわずか数個の人工衛星に頼るしかない。それがたとえ同時観測であっても、それぞれがポイント観測である限り、刻々の dynamics を磁気圏全体に亘って知ることは到底不可能である。一方同じ太陽風中に浮かぶ諸惑星の中でも彗星は、その磁気圏の全体像とダイナミクスを刻々と捉えることができる天体である。そして彗星磁気圏尾には、substorm 発生時にそっくりな、テイルの再結合や、プラズモイドの飛び去る現象が、乾板観測という不連続資料ながら、昔から DE(Disconnection Event)という学名とともに、しばしば指摘されてきた。同一の太陽フレアが、2日目に彗星磁気圏で DE を起こし、3日目に地球磁気圏に、北海道オーロラを含むサブストームを起こした例が、2件も報告されている(Saito, et al., 1993).

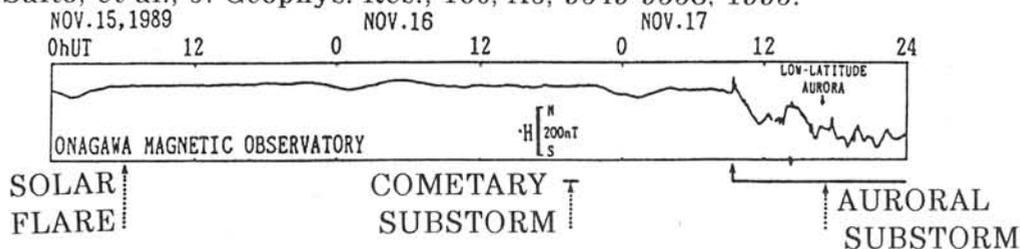
しかも他の諸惑星と異なり、幸い彗星の軌道傾斜角は、理論的にも観測的にも 90° の場合が最も多い。このことは中緯度文明国では、日の出前か日没後の僅か 30 分程度しか観測出来ないのに較べて、南北両極圏では「数ヶ月間連続的に」観測することが出来ることを意味する。

更に Austin 彗星で初めて CCD 観測が成功(Saito, et al., 1990)して以来、連続観測の為の手段は格段と向上した。例えば太陽観測衛星により太陽大気に落下する小彗星(いわゆる sun-grazing comet)は、太陽観測衛星 SOHO によって頻繁に観測されるようになった。しかしコロナグラフは太陽の超近傍しか撮影できないので、substorm 研究には役に立っていない。従って南極圏の地上から彗星プラズマテイルを連続 CCD 観測すれば、substorm 研究に質的な新局面を切り拓ける理論的技術的機運は十分に熟している現状である。ところが世界中を見渡してみても、まだこのことに誰も気づいていない実状である。たとえば世界の彗星の教科書では、DE の典型例としてしばしば、日露戦争時代に現れた暗い周極彗星の僅か 3 枚の乾板写真が引用されているという現情である。

以上の事を考慮して見ると、この観測研究はぜひ世界に先駆けて、日本の研究者の手で実現することが望まれる。人工衛星 SOHO などでも観測出来る位であるから、必ずしも越冬隊員が観測に貼りついて手動で行う必要はない。南極点に無人天文台を設置し、彗星専門家が日本から遠隔観測をすることも、技術的には可能であろう。

参考文献 : Saito, et al., DUSTY & DIRTY PLASMAS, Plenum Press, 55-71, 1994.

Saito, et al., J. Geophys. Res., 100, A6, 9549-9558, 1995.



○福田 明

椋本介士

吉廣安昭

長澤正氏

静岡大学工学部

沼津工業高等専門学校

Experiment on Meteor Burst Communications in the Antarctic Region

Akira FUKUDA Kaiji MUKUMOTO Yasuaki YOSHIHIRO Masauji NAGASAWA
Shizuoka University Numazu College of Technology

Abstract: We are planning two kinds of experiments on Meteor Burst Communications (MBC) between Showa Station and Zhongshan Station (China) starting this winter. These are to study the possibility of MBC for scientific data collection in the Antarctic region. The experiments in the first year are 1) A simple tone transmission and reception experiment to study the statistical properties of the MBC channel in that region. 2) Preliminary data transmission experiment using commercial MBC equipments to demonstrate the feasibility of MBC in that region. In the second year, we will adopt a new efficient MBC data transmission system developed by us.

1.流星バースト通信

流星バースト通信(MBC)は、流星の飛跡に残る電離気体柱(流星バースト)による低 VHF 帯電波の反射現象を利用した見通し外(BLOS)通信で、比較的小容量で、数分程度の遅れを問題としない応用(気象データの収集など)に適した種々の特徴を持つ。例えば、システムの構築・運用の簡易さ、経済性などである[1][2]。

流星バーストは地上約 100km あたりに発生するので、最大通信距離は 2,000km ということになるが、地形などの影響で、1,600km 程度までが実用範囲である。この範囲内の 2 局間には、数十秒に 1 回程度の頻度でランダムに通信路が発生し、平均数百ミリ秒ほどのランダムな時間通信が可能となる。MBC 通信路はこのように確率的に開閉するが、開いている間はドップラーシフトやフェージングの少ない素直な通信路であり、これが MBC の経済性の源である。

MBC の最も得意な応用分野は、多数のリモート局からマスター局へのデータ収集システムで、諸外国では既にかんがりの実用例がある。1 対 1 の場合には、低い duty cycle(通信路の開いている時間の割合、普通 1%程度)が直接に低いデータ転送速度につながるが、1 対多ではそうではないからである。

2.2002 年度の実験概要

1) トーン実験

南極における MBC 通信路の特徴および統計的性質の調査を目的とし、中山基地(中国)より送信したトーン信号を昭和基地で受信する(図 1)。受信信号電力を解析集計し通信路発生頻度、継続時間分布などを調べる。

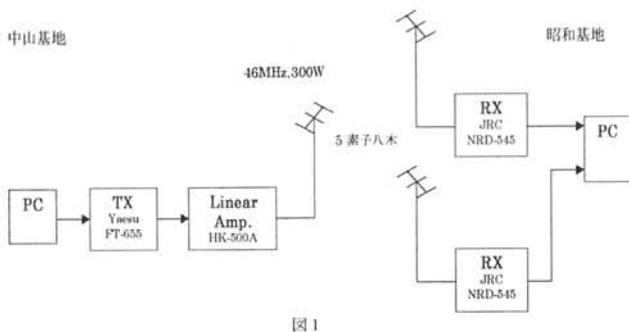


図 1

2) データ伝送実験

MBC データ伝送システムのデモンストレーションを行い、伝送可能データ量の調査、トーン実験との照合、実用化に向けた問題点の調査などを行う。これには、米国 MCC 社の市販 MBC システムを用いて、中山基地で測定されたデータを昭和基地に伝送し、単位時間に伝送されるデータ量等の測定を行う(図 2)。

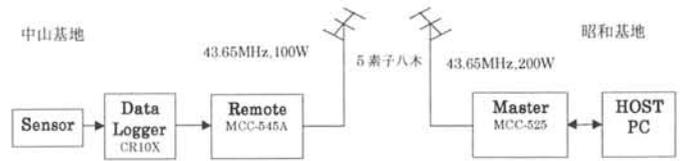


図 2

3.2003 年度の実験概要

前年度と同様なデータ伝送実験を、当研究室で開発したシステム (RANDOM[3]) によって行い、MCC 社のシステムとの比較評価を行う(図 3)。本システムの特徴は、ソフトウェアモデムの採用、電力変化法・可変速伝送法の採用など、独自の方式による高効率化である。また、MCC 社のもののような汎用性を求めているので、システムの簡素化・効率化が期待される。

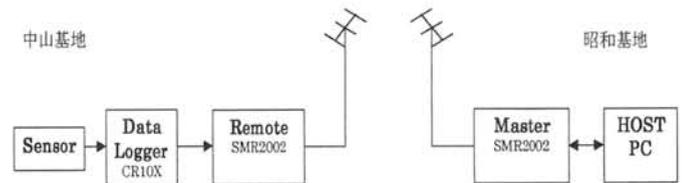


図 3

文献

- [1]福田: "流星バースト通信", コロナ社(1997).
- [2]J.Z.Schanker: "Meteor Burst Communications", Artech House(1990).
- [3]K.Mahmud, K.Mukumoto, A.Fukuda: "Development of MBC system using software modem", IEICE Trans. Commun. (2000).

