

第17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 Seventeenth Symposium
on Coordinated Observations of the Ionosphere
and the Magnetosphere in the Polar Regions

Programme and Abstracts

1993年12月14日（火）－ 12月15日（水）

December 14 - 15, 1993

国立極地研究所

National Institute of Polar Research
Tokyo, Japan

第17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

1993年12月14日（火） 9時50分 - 17時48分

12月15日（水） 9時30分 - 18時20分

会場： 国立極地研究所 管理棟6階講堂

主催： 国立極地研究所

第17回極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム

1993年12月14・15日

12月14日(火)

9:50	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	所長挨拶	I. ホーロ光学観測 (10:00-11:30)	II. イオンospheric リレー (11:30-12:30)	昼食	III. 行リック・ 計算機実験 (13:15-14:40)	IV. PPB (14:40-15:50)	休憩	V. 「あけぼの」 (16:00-17:48)		懇親会 (18:00-20:00) 研究棟2階 講義室	

12月15日(水)

9:30	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	VI. 1993年 7/17/91 共役点 観測 (9:30-10:15)	VII. JARE33-35観測 (10:15-11:55)	VIII. JARE 無人 観測 (11:55- 12:35)	昼食	ホーステリオン (13:15-14:45)	IX. HFレーザ (14:45-15:55)	休憩	X. 将来計画 (16:05-18:20)	

国立極地研究所
第17回極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム

1993年12月14・15日
国立極地研究所

12月14日（火） 9:50~17:48

挨拶 星合孝男 国立極地研究所長

（注）以下（ ）内の数値は、質疑応答も含めた最大の講演時間（分）を示します。
1 鈴：5分前，2 鈴：3分前，3 鈴：講演時間終了 とします。

I. オーロラ光学観測（10：00～11：30） 座長 小野高幸（極地研）

1. オーロラダイナミックモフォロジーの意味するもの（40）
—磁気圏・電離圏結合に関わる研究成果と将来展望—
小口 高
2. グリーンランドにおけるポーラーキャップ・オーロラの観測（20）
巻田和男（拓殖大・工） 山岸久雄，江尻全機，鮎川 勝（極地研）
桜井 亨（東海大・工） 坂野井健（東北大・理）
3. 多点立体観測によるオーロラトモグラフィー（15）
麻生武彦，浦島 智，橋本 岳，安部 稔（京大・工）
藪 哲郎（大阪府大・工） 江尻全機，宮岡 宏，小野高幸（極地研）
4. 地上光学観測による降下電子エネルギーパラメータの特性及び（15）
加速機構推定への応用
守嶋 圭，林 幹治（東大） 小野高幸（極地研）

II. イメージングリオメータ（11：30～12：30） 座長 菊池 崇（通総研）

5. イメージングリオメータ —開発経過、応用と将来の展望—（20）
山岸久雄，佐藤夏雄（極地研） 西野正徳，佐藤 貢，
加藤泰男（名大・STE研） 菊池 崇，山崎一郎（通総研）
6. コメント：通総研のイメージングリオメータ紹介（10）
森 弘隆（通総研）

7. イメージングリオメータにより観測されたディスクリートオーロラの (15)
CNAイメージ
菊池 崇 (通総研) 山岸久雄 (極地研) 西野正徳 (名大・STE研)
8. イメージングリオメータ吸収画像に対する電波星シンチレーションの (15)
影響の評価
藤田裕一, 芳野起夫 (電通大) 山岸久雄 (極地研)

昼食 (12:30~13:15)

III. モデリング・計算機実験 (13:15~14:40) 座長 田中高史 (通総研)

9. コメント: 異領域間結合の物理のためのシミュレーションスキーム (10)
田中高史 (通総研)
10. ケルビンヘルムホルツ不安定によって発生した磁気圏内磁気流体波 (15)
藤田 茂 (気象大) K.-H. Glassmeier (Braunschweig Univ.)
11. 電離層ホール電流による磁力線共鳴のコントロール (15)
吉川顕正, 北村泰一 (九大・理) 糸長雅弘 (九大)
12. 磁気圏高エネルギー粒子の振舞: 衛星観測と計算機シミュレーション結果 (15)
江尻全機, 宮岡 宏, 門倉 昭 (極地研) 小口 高
13. 磁気圏粒子トレーシングによる低緯度オーロラ現象の考察 (15)
宮岡 宏, 江尻全機 (極地研)
14. 電子オーロラにおける粒子降下と発光過程のシミュレーション (15)
恩田邦蔵 (東京理科大) 市川行和 (宇宙研)

IV. PPB (14:40~15:50) 座長 江尻全機 (極地研)

15. 南極周回気球 (PPB) 実験の総括 (10)
江尻全機 (極地研)
16. 1992年南極周回気球放球オペレーション (15)
並木道義 (宇宙研) 利根川豊 (東海大・工) 佐藤夏雄 (極地研)
他, PPBワーキンググループ

17. 南極周回気球(P P B)によるX線の観測結果 (15)
鈴木裕武, 平島 洋, 村上浩之, 下林 央 (立教大) 山上隆正,
並木道義 (宇宙研) 中川道夫 (大阪市大・理) 利根川豊 (東海大)
江尻全機, 佐藤夏雄 (極地研) 小玉正弘 (理研)
P P Bワーキンググループ

18. 南極周回気球による磁場の三成分観測実験 (15)
遠山文雄, 利根川豊, 松橋直人, 海老原祐輔 (東海大・工) 門倉 昭,
江尻全機, 佐藤夏雄 (極地研) 矢島信之, 並木道義 (宇宙研)

19. 大気化学から見たP P Bバルーン観測 (15)
岩坂泰信, 林 政彦, 近藤 豊 (名大・S T E研)

休憩 (15 : 50~16 : 00)

V. 「あけぼの」 (16 : 00~17 : 48) 座長 宮岡 宏 (極地研)

20. サブストームオーロラの分布パターン (18)
金田栄祐 (東大・理)
21. Ion Precipitation Structure in the Polar Region Related to Sunward Convection (15)
松岡彩子, 向井利典 (宇宙研) あけぼのE F Dチーム
22. 「あけぼの」観測によって明かにされた極冠域における降下電子と (15)
電場の関係
小原隆博, 向井利典, 早川 基, 松岡彩子, 鶴田浩一郎, 西田篤弘 (宇宙研)
23. E X O S - D衛星観測に基づく昼側高緯度磁気圏磁場変動の発達と (15)
I M F との関係
桜井 亨, 岩田直久 (東海大)
24. A K R放射機構にかかわる最近のE X O S - D観測結果 (15)
森岡 昭 (東北大・理)
25. 磁気圏に於ける時間的、空間的電子温度の変動 (15)
小山孝一郎, Ivan Kutiev, 坂出保雄 (宇宙研) 阿部琢美 (青山学院大)
Young Wan Choi (KAIST)
26. あけぼの衛星で観測された地球磁気圏極域における (15)
水素イオンサイクロトロン周波数の高調波の励起
坂本健一, 笠原禎也, 木村磐根 (京大・工) 向井利典 (宇宙研)

懇親会 (18:00~20:00)

12月15日 (水) 9:30~18:20

VI. 1993年アイスランド共役点観測 (9:30~10:15) 座長 小野高幸(極地研)

27. 冷却CCDを用いたデジタル全天カメラ試験観測報告 (15)
小野高幸 (極地研)
28. NNSS・GPS衛星テレメータ電波による電離圏の共役点観測 (15)
大高一弘, 国武 学, 丸山 隆 (通総研) 奥澤隆志 (電通大)
29. Simultaneous Observation of VLF Waves at Syowa and in Iceland: (15)
Preliminary results
島倉 信 (千葉大・工) 佐藤夏雄 (極地研) A.J.Smith (BAS)
早川 正士 (電通大)

VII. JARE33-35観測 (10:15~11:55) 座長 小川忠彦 (通総研)

30. 第33次宙空系観測の概要と経過 (15)
山崎一郎 (通総研) 高橋幸弘 (東北大) 峯野秀美 (地磁気観測所)
小川和義 (日本電気)
31. 1992年の昭和基地におけるオーロラ及び大気光の光学観測 (15)
高橋幸弘, 岡野章一, 福西 浩 (東北大・理) 小野高幸 (極地研)
32. JARE33電離層観測 (15)
鎌田満博 (通総研)
33. JARE34宙空観測経過 (15)
利根川豊 (東海大・工) 蒔田好行 (通総研) 六山弘一 (電通大)
森内秀樹 (NEC) 楊 恵根 (中国極地研) 佐藤夏雄, 門倉 昭 (極地研)
34. パルスドチャープレダによる南極昭和基地上空の電離層連続観測 (15)
蒔田好行, 野崎憲朗 (通総研)
35. 極域熱圏内のファブリーペロードップラーイメージング観測 (15)
—第35次隊南極観測計画
福西 浩, 久保田実, 岡野章一 (東北大・理)

36. J A R E 3 5 電離層定常観測 (10)
岩崎恭二, 國武 学 (通総研)

VIII. J A R E 無人観測 (11:55~12:35) 座長 山岸久雄 (極地研)

37. 熱発電機を利用した無人観測 ー開発の経過と今後の計画ー (30)
坂 翁介 (九大・理)
38. コメント: 無人観測用熱発電機の J A R E 3 3 におけるテスト結果 (10)
山崎一郎 (通総研)

昼食 (12:35~13:15)

ポスターセッション (13:15~14:45)

- P 1. Identification of auroral conjugate points from auroral pulsations
港屋浩一 (電通大) 小野高幸, 佐藤夏雄, 山岸久雄 (極地研)
藤井良一 (名大・S T E 研) 卷田和男 (拓殖大) 芳野赴夫 (電通大)
- P 2. カナダ北極圏における極冠域朝側 sun-aligned アークの観測
塩川和夫, 湯元清文, 国分 征 (名大・S T E 研) 林 幹治 (東大)
小口 高 D. J. McEwen (Univ. of Saskatchewan) 木山喜隆 (新潟大)
松岡彩子, 早川 基, 向井利典 (宇宙研)
- P 3. イメージングリオメータで観測された P c 5 地磁気脈動にともなう C N A 脈動
加藤賢一, 山岸久雄, 佐藤夏雄 (極地研) 利根川豊 (東海大・工)
- P 4. 波数ベクトル計測によって位置決定された AKR の電波源とオーロラアークの対応
熊本篤志, 大家 寛, 森岡 昭 (東北大・理) 金田栄祐 (東大・理)
- P 5. 「あけぼの」 R D M で観測された放射線帯の構造変化
行松 彰, 江尻全機 (極地研) 高木俊治 (東北大) 寺沢敏夫 (東大・理)
河野 毅 (理研) 楨野文明 (宇宙研)
- P 6. 極冠内における太陽風起源イオンのエネルギー分散
渡辺成昭, 佐川永一, 巖本 巖 (通総研) B.A. Whalen,
A.W. Yan (NRCC HIA) 早川 基, 松岡彩子 (宇宙研)
- P 7. E X O S - D / S M S によるカサブ領域でのイオン加熱の観測
渡辺重十 (北海道情報技術研) 阿部琢美 (青山学院大) 佐川永一 (通総研)
B.A. Whalen, A.W. Yan (NRCC HIA)

- P 8. ポーラーウインド領域での熱的電子・イオンの観測
阿部琢美 (青山学院大) 渡部重十 (北海道情報研) B.A.Whalen,
A.W.Yan (NRCC HIA) 佐川永一 (通総研) 小山孝一郎 (宇宙研)
- P 9. E I S C A Tにより得られた電子密度高度プロファイルから推定される
降下粒子のスペクトル
藤井良一, 松浦延夫, 野澤悟徳, 佐藤真理子 (名大・S T E 研)
小野高幸 (極地研) A. Brekke, C. Hall (Univ. Tromso)
- P10. Ionospheric Electric Fields and Currents in the Premidnight Sector
佐藤真理子, 上出洋介, 野澤悟徳 (名大・S T E 研) A. Richmond (NCAR)
A. Brekke (Univ. of Tromso)
- P11. オーロラベルトの真夜中赤道側境界と赤道環電流の関係について
横山信博, 上出洋介 (名大・S T E 研) 宮岡 宏 (極地研)
Fredric J. Rich (Air Force Geophys. Lab.)
- P12. High- and Low- Latitude Pi2 Magnetic pulsations observed at the 210° MM chain stations
大崎裕生, 湯元清文, 塩川和夫, 田中義人 (名大・S T E 研) S.I.Solovyev,
G.Krymskij (IKFIA) E.F.Vershinin, V.F.Osinin (IKIR)
210° MM Magnetic Observation Group
- P13. 磁気圏内での荷電粒子の軌道シミュレーションにおける電荷交換反応の効果
高村直也 (東海大) 宮岡 宏, 江尻全機 (極地研)
- P14. 夏極中間圏エコー周期形成の予測
杉山卓也 (京大・理) 村岡良和 (兵庫医大)
- P15. インフラソニック波による電離圏・大気圏結合の研究
南 繁行, 鈴木 裕 (大阪市大・工)
- P16. Computer Experiments for Excitation Mechanism of Upshifted Electromagnetic Emission
Observed in Ionospheric Modification Experiments
上田裕子 (千葉大・工) Simon Goodman, 松本 紘, 大村善治 (京大・超高層)
奥澤 隆 (電通大)
- P17. Observation of spectrum broadening and sideband structure of VLF transmitter signals
in the ionosphere
早川 正士, 大浪 哲 (電通大) T.F.Bell (STAR Lab. Stanford Univ.)
F. Lefeuvre (LPCE) 恩藤忠典 (通総研) 田中義人 (名大・S T E 研)
- P18. 極域V L F波動の到来方位推定
奈良久美子, 島倉 信 (千葉大・工) 早川正士 (電通大)

- P19. 空電を用いた極域下部電離層観測
大矢浩代, 島倉 信 (千葉大・工)

IX. HFレーダー (14:45~15:55) 座長 五十嵐喜良 (通総研)

39. 昭和基地HFレーダー
ー建設計画の現状と国際ネットワーク観測への展望ー (20)
山岸久雄 (極地研), 昭和基地HFレーダー観測グループ
40. 210度総合観測とHFレーダ (10)
田中義人, 湯元清文, 西野正徳 (名大・STE研)
41. コメント: HFレーダーとVHFレーダーによる極域電離圏観測 (20)
小川忠彦 (通総研)
42. コメント: HFレーダーについての研究上の興味 (仮題) (20)
坂 翁介 (九大・理)

休憩 (15:55~16:05)

X. 将来計画 (16:05~18:20) 座長 山岸久雄 (極地研)

43. 「南極における超高層物理観測の将来」ーアンケート調査結果についてー (15)
山岸久雄 (極地研)
44. 南極中国基地における国際共同観測 (10)
小野高幸 (極地研)
45. 昭和基地での中層大気観測レーダー計画について (15)
小川忠彦 (通総研)
46. 掃引ビーム方式VHFオーロラレーダシステムの開発 (15)
五十嵐喜良, 大高一弘, 國武 学, 田中高史, 小川忠彦 (通総研)
47. 南極域中層大気のライダー観測計画の提案 (15)
野村彰夫 (信州大・工)
48. PPBの今後の発展について (10)
矢島信之 (宇宙研)

49. 太陽活動に起因する地球環境変動の研究における昭和基地の重要性 (15)
渡辺 堯 (茨城大・理)
50. 南極における中層・超高層大気無人観測の今後の方向性 (10)
福西 浩 (東北大・理)
51. Polar Cap 内での観測の重要性と観測の通信利用について (10)
亀井豊永, 荒木 徹 (京大・理)
52. スヴァーバル I S レーダ計画 (10)
松浦延夫, 藤井良一, 野澤悟徳, 國分 征 (名大・STE研)
53. カस्पでのロケット観測 (10)
鶴田浩一郎 (宇宙研)

第17回
極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム
講演要旨（口頭発表）

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

Abstracts
(Oral Presentation)

1993年12月14日（火）－ 12月15日（水）
December 14 - 15, 1993

国立極地研究所

National Institute of Polar Research
Tokyo, Japan

オーロラダイナミックモーフオロジーの意味するもの

—磁気圏・電離圏結合に関わる研究成果と将来展望—

小口 高 (東大理)

Achievements and Prospects in Studies of Dynamic Morphology of Aurorae
OGUTI, T., (Univ. of Tokyo)

What have so far been known, and what should be studied in the future on the dynamic morphology of aurorae are reviewed in connection with studies of the Earth's magnetospheric processes. Auroral evolutions show us much about an essence of magnetospheric physics behind them so long as we have a great insight.

オーロラの Dynamic Morphology については、1960年代後半から1970年代にかけての高感度TVカメラの導入によって高時間・空間分解能の観測に基づく変動特性の研究が大幅に進み、磁気圏に於ける物理過程との関わりを一層強めたといっている。オーロラは太陽コロナとともに太陽地球系科学における、数少ない目に見えるプラズマ現象であって、その持つ情報量は著しく大きい。その情報は、やや間接的ではあっても二次元の時間発展を含み、磁気圏の物理過程をそのまま反映している。もしわれわれがその情報を読み取る目をもっていさえすれば、そこから磁気圏の物理過程に迫る重要な情報を提供してくれる。また、オーロラ地上観測のもつ高時間・空間分解能の二次元観測は、人工衛星の直接観測がもつ、回りの見えない弱点をカバーし、相互に補完しあってそれぞれの観測の物理的価値を相互に高めている。

従来の成果：オーロラの Dynamic Morphology から、従来、Discrete Aurora, Diffuse Aurora と呼ばれて来たオーロラが、動的にはほぼそのまま、夕方から深夜にかけて現れる、強い Shear あるいは Vortex をもつカーテン状オーロラ、及び、主として深夜から明け方に現れ Structureless Background をもち、一様にドリフトする、不規則な形の Patch 状の Pulsating Aurora であることが知られた。これから、オーバルの夕方部分と明け方部分とで、電子の入射機構が全く違う事が明らかになった。

また、脈動性オーロラの下で起こる地磁気脈動が、従来言われて来たような磁気圏での圧縮性HM波動で起こされるのではなく、電離層の局所的・時間的な電気伝導度の変動が誘起する電流によるものであることも明らかになった。なお、オーロラ脈動を起こす脈動的な電子の入射は、HMによらず、プラズマおよび磁場の非一様性と高エネルギー電子の存在だけで考えなければならないことも知られた。

オーロラパッチやきれぎれのアークの断片が電場ドリフトすることも確かめられ、磁気圏対流や磁気圏振動(地磁気脈動)の研究にオーロラのドリフトを利用できること、また磁気圏磁場モデルの検証にオーロラを利用できることなどの可能性も知られた。これらが従来の成果の一部である。

今後の課題：今後に残された問題は多いが、ここではその二つに絞って述べる。一つは明け方の磁気圏からの、電子の脈動的入射の機構を明らかにすることである。ここでは、空間的に非一様性の強い場でのVLF波動の振舞い及び高エネルギー電子との相互作用を調べる必要がある。従来の取り扱いのような一様媒質中の平面波近似では問題は決して解決しないであろう。

他の一つは Vortex-Type Aurora に関わるものである。Vorticity は垂直電場を示し、明るさは平行電場を示す。両者の関係を定量化できれば加速電場の構造を知る重要な手がかりが得られる。また、Vortex の時間・空間特性が知られば、それはそのまま 加速領域の電場構造の生成消滅の時間・空間特性を与える筈であり、これから加速電場の物理を知ることができるであろう。しかし、これらは取り扱いが難しい点もあつて定量的研究はまだ全く進んでいない。

いずれにせよ、これ程多くの情報を含む観測はまれであり、その情報を最大限活用することは今後ともきわめて大切である。衛星観測との比較研究を有効に行うべきである。

- ° 巻田和男(拓大工), 山岸久雄・江尻全機・鮎川勝(極地研),
桜井亨(東海大工), 坂野井 健(東北大理)

Polar cap auroral observations in Greenland

K. Makita(Takushoku Univ.), H. Yamagishi, M. Ejiri, M. Ayukawa(NIPR)
T. Sakurai(Tokai Univ.), T. Sakanoi(Tohoku Univ.)

Polar cap auroral observations were started from 1988 at Godhavn, Greenland. On the basis of three years aurora TV and photometer data, we categorized three different types of aurora. They are corona aurora with ray structure, polar arc with very faint luminosity and bright discrete arc. The occurrence local time and latitude are different each others. From the comparison between ground aurora and DMSP satellite particle data, the characteristics of precipitating particles for these auroras are different, respectively. These results suggest that the sources of these auroras are different. On the other hand, the polarity of IMF Bz controls the appearance of these auroras and the dynamics of these high latitude aurora must depend on the fluctuations of solar wind.

1988年よりデンマーク気象研究所(DMI)と共同でグリーンランドのGodhavnにおいてポーラーキャップ域オーロラの観測が始められた。これまでに3年間のデータが収集され、現在解析が行われているが、昨年からはGodhavn(76.0° INV)に加えUpernavik(79.5° INV)においてもオーロラ観測が開始された。更にDMIによりDanmarkshavn(77.2° INV)においてもオーロラデータが収集された。今後これら広範囲にわたるデータを調べることにより、ポーラーキャップ域のオーロラについての理解が深まるものと思われる。ここではGodhavnのオーロラデータを中心にこれまで得られた結果を報告する。

我々はポーラーキャップのオーロラを解明するため、以下の3つの課題を設定して研究を進めてきた。その各々の課題についての結果を要約しておく。

(1) ポーラーキャップ域のオーロラの形態学的分類とその発生領域等について
これまでの解析から、昼側付近を中心に出現するレイ構造のコロナオーロラと夕方及び朝方を中心に出現する弱いアーク及び夜中側に出現するディスクリートアークの3つに分類される。このうち、コロナオーロラは8°以上の高緯度では出現頻度が低下するのに対し、弱いアークは特にそのような傾向がみられない。また夜側のディスクリートアークの出現はサブストームの発生と関係している。このうち、弱いアークの選択基準が不明確であり、この中に昼側と夜中側に起源を持つアークとが混在していると考えられる。今後これらの点に注意しつつ、異なるタイプのオーロラの出現域や地磁気活動に対する発生頻度等について統計的な解析を進めていきたい。

(2) 入射粒子との対応について

DMSP人工衛星の粒子データとの比較を行っているが、これまでに得られた結果は、昼側のコロナオーロラに対応しては、500eV付近にピークを持つエネルギー分布が観測される。これに対し、朝方や夕方に出現する弱いアークに対応しては、100eV付近にブロードなピークを持つ場合と200eV以上に顕著なピークを持つ場合とが見られる。この2つの入射粒子分布に対応するアークはその起源がそれぞれ異なっていることも考えられる。他方夜側のディスクリートアークに対応しては数keV以上にピークを持つ入射が見られ、このオーロラがプラスマシート起源のものであることが推定される。

(3) 太陽風・惑星間磁場変動との対応について

昼側に見られるコロナオーロラは惑星間磁場(IMF)の時間変動が激しい時によく観測される。またBzが負の時の方が出現率が高い。弱いアークについてはBzが正(IMFが北向き)の時に良く出現するが、Bzの値が時間的に激しく変動する時ほど発生頻度は上昇し、かつその輝度も強くなる傾向が見られる。夜側のディスクリートオーロラについてはサブストームの発生後、極方向に広がる傾向が見られるが、IMFが南向きの状態が継続している時には75°以上の高緯度には概して広がらない。一般にオーロラ起源のオーロラの動きはIMFが北向きの時には高緯度に移動し、南向きの時には低緯度に移動する傾向が見られる。

多点立体観測によるオーロラトモグラフィー

○麻生武彦*・浦島智*・数哲郎***・橋本岳*・安陪稔*

江尻全機**・宮岡宏**・小野高幸**

(*京大工, **極地研, ***大阪府大工)

Computed Auroral Tomography by Multi-station Imaging

○T. Aso*, A. Urashima*, T. Yabu***, T. Hashimoto**, M. Abe*
M. Ejiri**, H. Miyaoka**, T. Ono**

(* Kyoto University, **National Institute of Polar Research, ***University of Osaka Prefecture)

Computed or computerized auroral tomography has become a very promising technique for the 3-dimensional imaging of luminous aurora. Overview on this issue and future plan will be briefly given in relation to cooperative research project with the IRF, Sweden.

わが国に於けるオーロラの単色光ステレオ観測は1984-85年の南極昭和基地に於ける観測を嚆矢とする。従来から、諸外国においてはこのような立体観測はいわゆる3角測量により、オーロラの上縁、下縁の高度や、高さ方向の広がりを知る手段とされてきた。一方我々は、この観測画像の解析に対し医療の分野で実用化されているX線CT(Computed or Computerized Tomography)の応用により、オーロラ発光の3次元構造の推定を行うべく他に先駆けてその研究に着手した。オーロラの複雑な構造とその時間的変動は、磁気圏におけるオーロラ粒子の加速機構とダイナミクスに深く関わり、その物理過程を明らかにする上できわめて重要な情報をもたらすことが期待される。

CTの手法としては重畳積分法等の解析の手法とART(Algebraic Reconstruction Technique)と総称される代数的方法があるが、前者は多方向からの投影情報を必要とする。我々は、観測地点の数が限られている ill-posed problem の一つのアプローチとして、磁力線に沿うカーテン状の発光モデルを仮定し、そのパラメータを非線形最小二乗法により定めるアルゴリズムを用いて、比較的単純な形のオーロラアーク [1] やバルセーティングオーロラについて構造推定を行なった。また、1991年冬季に極地研の国際学術研究プロジェクトとして、アイスランド・ステレオ観測を実施し、これらのデータについてモデル関数の改良を含めトモグラフィー解析を行ってきた[2],[3],[4],[5]。また、より制約の少ない逆問題解法として、空間的に配置されたセルモデルに対するMART(Multiplicative ART)法を鉛直エピソード面内の2次元構造の復元に適用し、適当な制約条件を課することにより再生像を求めた[4],[6]。得られた結果はモデル関数法と相い容れるもので、3次元への拡張により立体的な構造が明らかにされる。

また、ある種の制約を加えたエネルギー関数を導入し、これを最小化する最適化問題として、オーロラの構造に適合した関数形の表現ならびに大域的最適化等についてシミュレーションにより考察を行う。今後の課題として、トモグラフィー解法の改良、低仰角における大気の大気吸収・散乱の補正、衛星やロケットを同時に利用するより立体的なトモグラフィー、今秋打ち上げ予定のFAST衛星等による高エネルギー粒子の観測データ等を用いた総合的な解析などが挙げられる。

現在、スウェーデンのスペース物理研究所(IRF)が、キルナを中心とした300×200kmの範囲に最終的に14箇所の無人観測点を配置した大規模なオーロライメージングシステム(Auroral Large Imaging System, 略称ALIS)

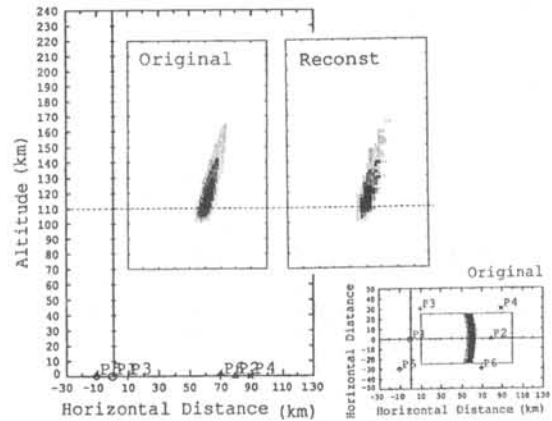


図1: 3次元MART法を用いた復元のシミュレーション結果の一例。再構成に制約を課していない。

を建設中であり[7]、我々も1994年冬季にALISとの協同多点オーロラ立体観測を計画している。このため、多点観測に対するトモグラフィー解析の数値シミュレーションを進めている。図1は3次元MART法による多点($P_1 \sim P_6$ の6点)再構成シミュレーション結果の一例であり、それぞれモデルならびに同じ位置の枠をずらして再構成結果を示している。

昨年の「光学による大気研究」会合でのセッションに引き続き今春オーロラトモグラフィーのワークショップがキルナで開催され、オーロラトモグラフィー観測に対する気運が国際的にも高まっており、我々も上記協同観測の実現に向けて鋭意努力しているところである。

謝辞 データ解析および数値計算の一部は京大工学部附属高度情報開発実験施設の計算機により行なわれた。

参考文献 [1] Aso, T. et al., J. Geomag. Geoelectr., 42, 579, 1990. [2] Aso, T. and M. Ejiri, IRF Sci. Rept., 209, Proc. 19AM, Kiruna, Sweden, 249-254, 1992. [3] Aso, T. et al., Proc. NIPR Symposium on Upper Atmos. Phys., 6, 1-14, 1993. [4] 麻生他, 電子情報通信学会論文誌 D-II, 1993, 印刷中. [5] 数他, 南極資料, 37(3), 1993, 印刷中. [6] 六車, 京都大学修士論文, 1993. [7] Steen, Å. and U. Brändström, STEP International, 3(5), 11, 1993.

(第17回極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム講演予稿 1993年12月)

○ 守嶋 圭(東大(理))、小野高幸(極地研)、林 幹治(東大(理))

Evaluation of energy parameters of auroral electrons by using photometric observations and its application to investigate a generation mechanism.

○ Kei Morishima (1), Takayuki Ono (2) and Kanji Hayashi (1)
(1: Univ. of Tokyo, 2: National Institute of Polar Research)**Abstract :**

Energy parameters of precipitating auroral electrons have been derived by using the intensity ratio of 844.6nm(OI) and 670.5nm(N₂IPG) from ground based photometer data obtained at Syowa Station, Antarctica in 1990. We would like to discuss accelerating mechanisms of precipitating electrons and its temporal variations inferred from relations between energy parameters.

要旨 1990年の昭和基地における多色フォトメータデータをもとに、844.6nm(OI)光、並びに670.5nm(N₂IPG)光強度を用いて降下電子のエネルギーパラメータ(平均エネルギー、並びに全エネルギーフラックス)を推定した。特に、降下電子の全エネルギーフラックスが10(erg/cm²・sr・s)となったdiscrete auroraでは、1本のアークの通過に対応する平均エネルギー(E_{av})・全エネルギーフラックス相関表示において、近似直線の傾き(γ)が2に近くなるという、降下電子の全エネルギーフラックスが平均エネルギーの2乗に比例する関係が多くみられた(図1)。この関係はdiscrete auroraを励起する降下電子が沿磁力線電位差によって加速されるという理論的予測と一致する。この時、降下電子の全エネルギーフラックスと加速電位差の間には $E_{tot} = K \cdot V^2$ というohmicな関係が成り立つ。kはL-E-L定数と呼ばれ、磁気圏での電子密度、電子温度に関係する量である。実際の観測例の中には上記の関係が持続しない discrete

auroraも存在する。4月20日に観測されたWTSでは、サージが通過するうちに、1本のオーロラの磁気天頂の通過の際でも、L-E-L定数の時間変動のため、0.1秒毎のγは2に近い値を取るが、2秒間の平均的なγは2からのずれが大きくなっている(図2、(2)、(3))。従って、このイベントでは磁気圏側の電子密度、電子温度の時間的な変動により、沿磁力線電位差による加速機構が次第に不安定になるために、比例関係がみられないものと考えられる。その他のブレイクアップ、WTSに対しても、同様に、オーロラ通過時におけるγ、L-E-L定数の時間変動を考察することなどから、オーロラ降下電子の加速メカニズム、並びにその時間発展に関する議論を行う。

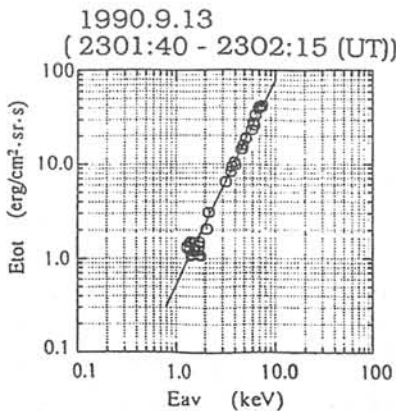


図1. 9月13日2301:40-2302:15(UT)の平均エネルギー・全エネルギーフラックス相関表示。近似直線の傾き(γ)は2.07であった。

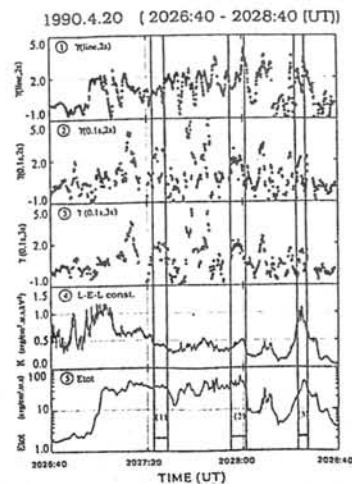


図2. 4月20日2026:40-2028:40(UT)における時系列表示。上から順に、①直線近似から求めた2秒間の相関表示の傾き、②、③0.1秒毎の相関表示の傾き、④L-E-L定数、⑤全エネルギーフラックスを示す。

イメージングリオメータにより観測されたディスクリートオーロラのCNAイメージ

菊池 崇 (通総研平磯)、山岸久雄 (極地研)、西野正徳 (名大STE研)

Auroral absorption image of the discrete aurora observed with the imaging riometer

T. Kikuchi (Hiraiso Solar Terr. Res. Center, Communications Res. Lab.)

H. Yamagishi (National Inst. Polar Res.)

M. Nishino (Solar Terr. Environment Lab, Nagoya Univ.)

The discrete aurora in the evening sector (19 MLT) was observed with the imaging riometer in Tjornes, Iceland, along with the auroral TV and 3 component magnetometer. The riometer system is composed of 64 pixels in the 180x180km field of view. The discrete aurora started to move poleward at 1900 UT, December 24, 1990, and reached the maximum activity with a decrease in the H-component by 290 nT and a conventional riometer absorption by less than 1 dB. It is shown that the absorption image detected by the imaging riometer is similar to the optical image for the discrete aurora, and that the absorption amounted to 6 dB when the arc was activated with folds of scale of one hundred km. The absorption on the arc tends to increase with increasing the scale of the fold of the arc.

イメージングリオメータ (山岸他、南極資料1992) はオーロラを銀河雑音電波の吸収 (CNA) イメージとして観測する方法であり、天候や日照に関係なく観測できるほか、光観測では不可能なオーロラ帯昼間側での観測を可能にする。CNAイメージでオーロラの研究を行うためには、その特性が詳細に研究されてきた夜側の光オーロラとの比較研究が重要である。今回の発表では、アイスランド Tjornes に設置した64画素、視野180x180km のイメージングリオメータが1990年12月24日1900UT (19MLT) に観測したディスクリートオーロラについて、同時に観測したオーロラTV及び磁場3成分データとの比較を行った結果を報告する。

1990年12月24日1900:30UT にTjornes の低緯度方向にあったディスクリートアークが輝きを増して Poleward expansion を開始し、H成分が減少を始めた。1901:01UT にはアークがイメージングリオメータの視野の低緯度端に達し、最大1.5 dBのCNAと100nTのH成分の減少が観測された。ディスクリートアークは更に天頂へ移動し、1901:37UT にアークに沿って小規模の波状構造が発生するとH成分の減少は205nTとなり、アーク上のCNAは最大2.0dBに達した。1902:57UT には、アーク上の渦がつぶれて細かい波状構造がなくなり100km規模のfoldができたためにアークが見掛け上太くなった。このfoldに対応して3.4 dBのCNAが観測され、H成分の減少は210 nTであった。この折り畳まれたfoldが地上から見て反時計まわりにunfoldするとCNAが更に強くなり、6.0 dBに達し、磁場H成分の減少も290 nTに達した。

結論として、活動的なディスクリートオーロラに関しては、CNAイメージは光オーロラの形態をよく表している。また、アーク上の吸収は通常のリオメータ (ビーム幅30°) で観測されたCNA (1dB以下) よりもはるかに強く、その強さはアーク上のfoldの発達に関係している。このことからCNAを定量的に考察する場合はオーロラの形状を考慮する必要がある。

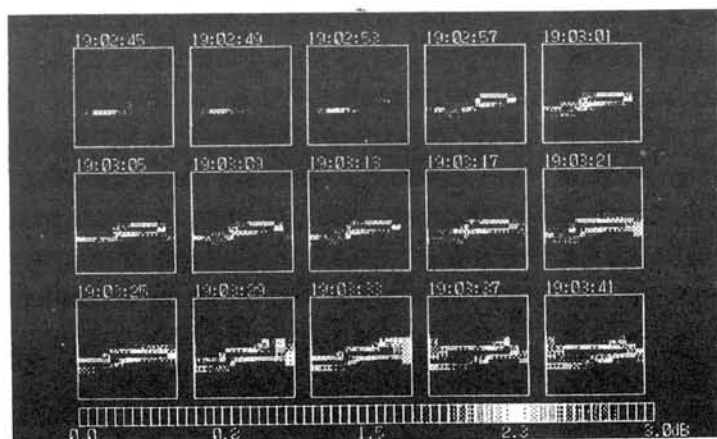


Fig.1 Auroral absorption image of the discrete aurora in the evening sector (19 MLT), detected with the imaging riometer in Tjornes, Iceland. Intense absorption (6 dB) occurred in association with folds of the arc.

イメージングリオメータ吸収画像に対する 電波星シンチレーションの影響の評価

°藤田裕一(電通大) 山岸久雄(極地研) 芳野赳夫(電通大)

On the effect of the radio star scintillation on absorption images observed by imaging riometers

Yuiti Fujita(UEC) Hisao Yamagishi(NIPR) Takeo Yoshino(UEC)

Absorption images observed by 8×8 beam imaging riometers are often disturbed by radio stars. These absorption images are scintillated when a radio star come into their sight because these imaging riometers have narrow beams (half power angle = 12 degree).

The galactic noise distribute uniformly for the beam width. But radio stars can be regarded as point sources. So the received power ratio of radio stars increase when the beam becomes narrower.

Radio wave from a radio star scintillate randomly by plasma irregularity in the ionosphere, and this makes the absorption value observed by the imaging riometer incorrectly. Recently high resolution imaging riometer is planned by Communications Research Laboratory. It is predicted that radio star effect becomes more serious due to narrower antenna beam width. So we study the following 3 points.

1. Effects of radio stars upon 8×8 imaging riometer observation
2. Effects of radio stars upon 16×16 imaging riometer observation (prediction)
3. Image processing method to eliminate radio star effect

8×8 ビームイメージングリオメータの吸収画像は、電波星の影響によりしばしば乱されることがある。このイメージングリオメータは、半値幅 12° 程度の細いアンテナビームを使用しているため、電波星がビーム視野内に入ると大きなシンチレーションを受ける。

銀河雑音がビーム幅に対してほぼ一様な空間分布を持っているのに対して、電波星はビーム幅に対して十分小さいので、ビーム幅を細く絞るほど全受信電力に占める電波星の割合が大きくなる。

そして、電波星からの電波は、通過パスが狭いため電離層のゆらぎによってシンチレーションを生じる。このシンチレーションにより、リオメータが観測する吸収にランダムなゆらぎが重なり、正しい吸収量が得られなくなる。

最近、通信総合研究所により 16×16 ビームの高分解能イメージングリオメータの建設が計画されているが、ビームがさらに細くなると電波星の影響がより大きくなることが予想される。

そこで本研究では、次の3つの点について考察を行った。

1. 現在行われている 8×8 ビームイメージングリオメータ観測での電波星の影響の評価
2. 16×16 ビーム観測での電波星の影響の予測
3. 電波星の影響を排除するための画像処理方法

ケルビンヘルムホルツ不安定によって発生した磁気圏内磁気流体波
°藤田茂 (気象大)・K.-H. Glassmeier (Braunschweig Univ.)

Magnetospheric MHD Oscillations Generated by the Kelvin-Helmholtz Instability
S. Fujita (Meteorological College) and K.-H. Glassmeier (Universität Braunschweig)

We study the MHD waves confined in the magnetosphere. The Kelvin-Helmholtz instability generates these waves on the magnetopause. The magnetosphere forms the region that traps the MHD wave energy. The ambient magnetic field in the magnetosphere is perpendicular to that in the solar wind. The flow direction and the magnetic field in the solar wind are parallel.

We already found the following characteristic behavior of the MHD waves.

- (1) The Kelvin-Helmholtz instability occurs when the velocity of the solar wind is faster than a critical value. This is consistent with the Kelvin-Helmholtz instability theory based on the semi-infinite plasma model.
- (2) The magnetic field in the solar wind suppresses the instability. This is also consistent with the normal Kelvin-Helmholtz instability theory.
- (3) The growth rate shows the peak when the wave number (the component along the solar wind flow) changes. This means that the wave generated by the Kelvin-Helmholtz instability has the limited range of the frequency.

電離層ホール電流による磁力線共鳴のコントロール

°吉川顕正¹,糸長雅弘²,北村泰一³九州大学¹物理学科,²中央計数施設,³地球惑星科学科

Control of Field Line Resonances by the Ionospheric Hall Current

°A. Yoshikawa¹, M. Itonaga², and T. Kitamura³¹Department of Physics, ²Computation Center, and ³Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, Fukuoka 812, Japan

To study the effect of the Hall and Pedersen conductivities in coupled ionospheric-magnetospheric waves, we performed computer experiments using a two-dimensional MHD code. As initial results, it is found that the eigen frequencies of field line resonance are controlled not only by length of field line and distribution of Alfvén velocity but also by the Hall and Pedersen conductivities.

磁気流体波動と電離層との相互作用を考えると重要なfactorとなるのは、流体の擾乱がいかなる形で電離層にmappingされるか？とすることにある。電場について言えば、その境界での接線方向連続性により、発散、回転という空間的非一様性が磁気流体の運動に伴って電離層に直接mappingされることになる。高緯度で磁力線がほぼ垂直に立っているような領域ではAlfvén波が卓越し、従ってそれに伴う電場の発散が卓越する。この時、沿磁力線電流との結合を担うPedersen Currentとともに、Hall Currentが磁場のエネルギーを抱え込む渦電流として流れる。このような状況下で形成される電流系では、系のどこかで不安定性によって生じたfree energyは、磁力線のtwist又はshear、及び、電離層渦電流による磁束という形で蓄えられ、Pedersen CurrentによるJoule lossによって系外に開放される。

我々は、以上のような効果をより一般的な形で取り入れた、磁気圏-電離圏結合MHD波動の固有値問題についての計算機実験を行なった。その結果、磁力線共鳴周波数が、磁力線の長さやAlfvén速度の分布のみによって決定されるのは、電離層を完全導体、又は、絶縁体と見做せるときのみであり、Hall、Pedersen伝導度は磁力線共鳴回路におけるインダクタンス、リアクタンスという形の時定数として、共鳴周波数をコントロールする事を見いだした。

Allan and Knox (1979)は、電離層伝導度の南北非対称性によるquarter waveの概念を提出し、異常に長いULF波動の周期の説明を試みた。一方、Pripenko and Yumoto (1993)は、低緯度Pc3帯の磁力線長さと食い違う周期のシフトを、電離層でのheavy ionによるmass loading effectで説明している。Allan等は波数構造として1/4波長の波が存在する可能性から、Pripenko等はAlfvén速度の分布の変化から、周期変動を説明していることになる。一方、我々の立場は、これらの領域の拡がり、位相速度分布の概念に加えて、電離層境界自身が抱え込み、散逸させるエネルギーが、共鳴の時定数をコントロールすることを主張する。このような効果は、例えばオーロラブレークアップの前後のように電離層伝導度の条件が著しく異なるような状況で顕著に現われ、同定できるかも知れない。

High Energy Particle Penetration into the Inner Magnetosphere

°Masaki EJIRI¹, Hiroshi MIYAOKA¹, Akira KADOKURA¹ and Takasi OGUTI

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

The visible (Oxygen green line: 557.7nm) TV camera aboard EXOS-D (Akebono) took successive auroral images in the high latitude at the various phases of the magnetospheric storm/substorm. We assume that the auroral luminosity is produced as a result of high-energy particles precipitating along the geomagnetic field line from the equatorial magnetosphere. Though there are several uncertainties in auroral mappings into the equatorial magnetosphere, we simply attempt to trace auroral images along the model geomagnetic field (Tsyganenko T87) into the equatorial plane.

Two different examples are examined; 17:07 (UT) on June 11, 1991 and 18:18 (UT) on June 13, 1991, respectively. During the substorm expansion phase there is a very narrow channel (MLT about 0.2 hours), through which auroral particles are injected from the plasma sheet into the inner magnetosphere. At the storm time, the wide-spread injection region (MLT more than 4 hours) in the pre-midnight exists.

We have constructed the particle injection model to explain the observed results. The energetic particle source (an omni-directional pitch angle distribution function of 0.03-50keV energy particles) is assumed at a distance of $L=10$, which produces an injection boundary around the geosynchronous distance at the substorm onset time. The Volland-Stern type convection electric field is introduced as a function of K_p . In order to obtain the characteristics of energetic particle injection, it is essential to trace the off-equatorial particles, because particles with a same energy but with different pitch angles move on quite different trajectories, having also different energization rates. In addition to show the simulation results and to compare it with the observed data, the fundamental characteristics of energetic particle penetration into the inner magnetosphere will be presented.

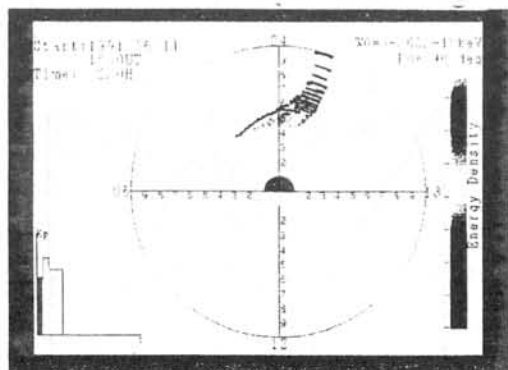


Fig.1. Simulation result for June 11, 1991 event

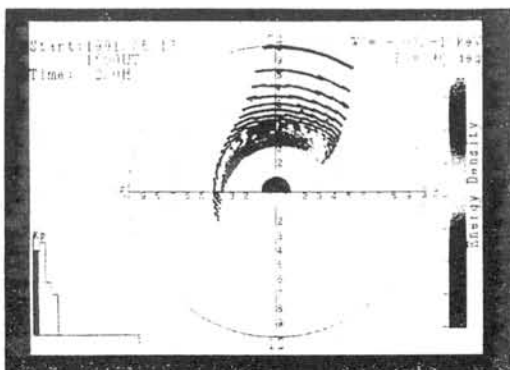


Fig.2. Simulation result for June 13, 1991 event

磁気圏粒子トレーシングによる低緯度オーロラ現象の考察

宮岡 宏、江尻全機 (極地研)

An interpretation of a low latitude aurora event with a magnetospheric particle tracing

H.Miyaoka and M.Ejiri (National Institute of Polar Research)

Magnetospheric particle tracing with a storm-time electric field including time variation is applied to a low latitude aurora event observed on Oct. 21, 1989. Based on this calculation we discuss about the generation mechanism of this low latitude aurora focusing especially on 1) Is the low latitude boundary of the auroral oval really capable to move down to around $L=2.4$?, and 2) Why the energy spectrum of precipitating electrons has an enhancement at low energy range below 1keV in the low latitude boundary region?

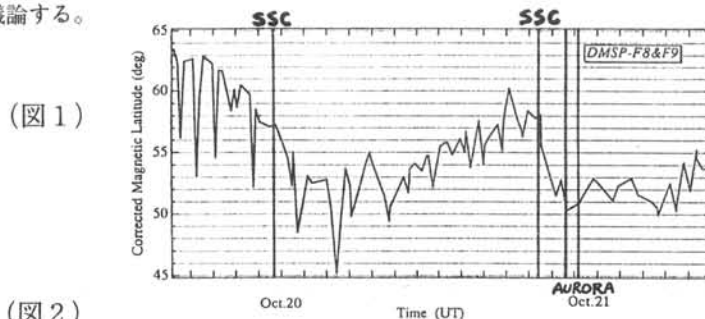
1989年10月21日1135~1230(UT)に出現した低緯度オーロラ現象に関して、DMSP衛星によるオーロラ画像ならびに降下粒子データのこれまでの解析から、この低緯度オーロラは、

- 1) オーロラオーバル全体が拡大し、特にその夜側低緯度境界が磁気緯度約 50° まで下がった時間帯に出現した(図1)
- 2) そのオーバル低緯度境界付近では、数10~数100eVの低エネルギー側で卓越した降下電子が630nmの強い発光を伴うオーロラ現象(地上観測)に対応して観測された(図2)

今回の低緯度オーロラの発生機構を考える上で最も重要なこれらの観測事実を合理的に検討し解釈するため、磁気圏電場の時間変動を考慮した磁気嵐モデルによる磁気圏粒子トレーシング計算を行った。本講演では、このモデル計算の結果から特に次の2点、

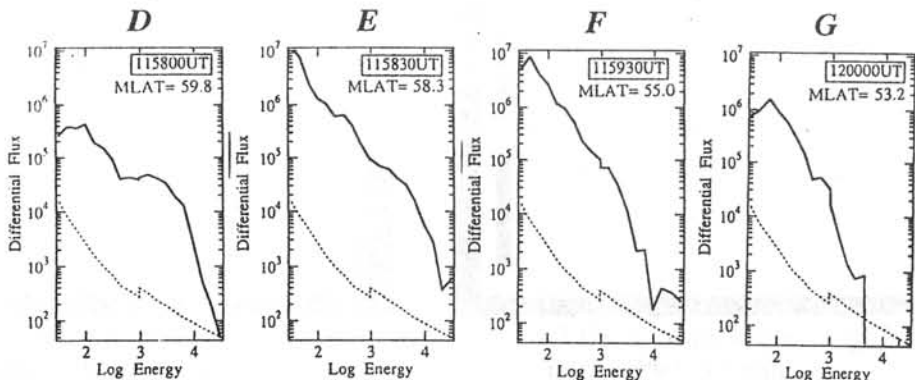
- 1) 今回の規模の磁気嵐で本当にオーロラオーバルの低緯度境界、すなわちプラズマシートの地球側境界が $L=2.4$ (磁気緯度 50°)程度まで下がり得るか?
- 2) 低緯度側境界において降下電子のエネルギースペクトルが何故1keV以下の低エネルギー領域で卓越するのか?

に焦点を当て議論する。



(図1)

(図2)



電子オーロラにおける粒子降下と発光過程のシミュレーション

° 恩田邦藏 (東京理科大学基礎工学部)、市川行和 (宇宙科学研究所)

Simulation of particle precipitation and emission processes
in electron aurorae

Kunizo Onda (Faculty of Industrial Science & Technology, Science University of Tokyo) and
Yukikazu Itikawa (Institute of Space and Astronautical Science)

We have investigated theoretically electron aurorae. Our calculations are based on the Monte Carlo method. The MSIS-86 model atmosphere is employed, and only N_2 , O, and O_2 are taken into account as the atmospheric particles. For the collision cross sections, the best data set presently available is adopted. The electrons are injected downward into atmosphere at the altitude of 850 km. The initial energy range of our interest in this study is taken from 30 to 500 eV. It is assumed that the pitch angle is uniformly distributed. It is the main purpose of this study to clarify the reason why the intensity of emission lines at the wavelength of 391.4 and 427.8 nm from nitrogen molecular ions is much weaker than the intensity of emission lines of the oxygen green and red lines in some aurorae.

電子オーロラでは、地球大気の主成分である N_2 , O, O_2 の電子状態の励起、電離、分子の振動、回転状態の励起過程、それに引き続く発光現象について、定性的には理解できている部分が多い。しかし、多様なオーロラ現象の測光を含めた観測結果から種々の輝線強度とそれらの相対強度の比等を定量的に解釈することは、現在でも容易なことではない。

私達は電子と N_2 , O, O_2 の衝突断面積について現在最も信頼できるデータを利用し、電子オーロラの発光過程の物理をより深く理解するために、モンテカルロ法を適用して理論的に研究を進めている。今回は特に、酸素原子からの輝線557.7nmと630.0nmの強度と窒素分子イオンからの391.4nmと427.8nmの強度の比に注目した研究を行っている。

大気モデルは、MSIS-86を採用する。大気の成分は N_2 , O, O_2 だけを考える。大気に進入してくる電子のエネルギー分布は、地表約850kmの高度で観測されているので、電子は高度850kmから地表に向かって降下させる。ピッチ角の分布は今回は一定とする。電子のエネルギー分布は、30 - 500 eVの範囲だけを考慮する。このようなエネルギーを持った電子の古典力学的な軌道と電子と N_2 , O, O_2 との衝突確率、大気元素のいろいろな量子状態への励起確率、電離率、励起と電離に伴って放出される光の発光率をモンテカルロ法を適用して数値的に求める。

酸素原子からの輝線557.7nmと630.0nmの強度に比べて、窒素分子イオンからの391.4nmと427.8nmの強度が弱いのが、どのような電子のエネルギー分布の場合かを明らかにする研究を行っているのでその結果をご報告する。

1992年南極周回気球放球オペレーション

○並木道義(宇宙研)、利根川豊(東海大工)、佐藤夏雄(極地研)他PPBグループ

LAUNCHING OPERATION OF PPB IN 1992

M. Namiki(ISAS), Y. Tonegawa(Tokai Univ.), N. Satoh(NIPR) and PPB working group

We launched three large scientific balloons at Syowa Station from 26 December 1992 to 5 January 1993.

The first balloon was launched on 25 December 1992 and floated for 9 days. The second balloon was launched on 31 December 1992 and also floated for 43 days. The third balloon launched on 5 January 1993, returned near Syowa Station after 14 days flight keeping constant altitude of about 30km.

These balloon experiments were carried out by the members of 33th and 34th Japanese Polar Research Expeditions. We describe the field instruments and apparatuses for launching works at Syowa Station in this paper.

1. はじめに

南極周回気球実験(Polar Patrol Balloon以下PPB)は、南極域の夏期(12月~1月)に安定して吹く高層の偏東風を利用して大型の観測気球を南極大陸に沿って2~3週間で周回させ、長時間にわたって広域観測を実現させようとするものである。

1990年度より3年計画で観測を目的とした南極周回気球実験が行われ、初年度にあたる

1990年度(第32次隊)では2機の大気球を放球し、PPB気球の有効性が実証された。

本1992年度は観測最終年度となるため、3台の観測機器と昭和基地で最大となる超大型の大気球3機を搬入し、大34次隊夏期オペレーション中に33次隊、34次隊合同で3機の気球を放球し、観測を実施した。

2. 放球場所および放球方法

1988年(第30次隊)より気球の大型化および観測器の大重量化に伴い放球方式が変更され、日本の三陸で採用されている立て上げ放球法が昭和基地でも採用された。新放球法式が採用されたのに伴い、同年に固定式ランチャーおよびローラ車が新規に製作された。この固定式ランチャーは小型に製作されており、このランチャーを固定するものが必要でランチャーの固定アンカーは新ヘリポートに設置された。1992年(第34次隊)では新ヘリポートの材木集積場の端に実際に使用できる寸法で幅5.3m、奥行き4.4m高さ3.4mの仮設小屋を設置し、気球放球に必要な道具、開梱された気球等の保管を行った。新ヘリポートは毎年整備が行われており、ランチャーの設置も簡単であるため今後も昭和基地で大気球の放球を行う場合、この新ヘリポートを利用することが良い。

3. ヘリウムガスの注入量の決定

昭和基地で使用するヘリウムガス用のボンベは、一般に使用される7m³のボンベ8本を組としたカードルが使用されている。今回の気球放球に使用するヘリウムガス量は1機あたり12~13カードル(ボンベ96本~104本)である。前回までは注入するヘリウムガス量の決定は気球放球前に総浮力の決定後計算をし、表から注入量を決定していた。今回はあらかじめ総浮力を予想し、ヘリウムガスの注入曲線図から注入量の決定を行った。前回のヘリウムガスの注入誤差はおよそ2%程度であったのに対し、今回の注入誤差は0.2%~0.6%と非常に精度の高いものとなった。

4. 放球作業

放球作業は33次隊から3名、34次隊から15名また記録要員として2名、総勢20名もの参加により行われた。放球時刻を17時頃に設定し、実質作業の宙空系9名を除くサポート隊は放球時刻の約2時間前から参加して実験が行われた。使用した気球は昭和基地の実験で最大となる59,467m³、全長75m、1機および39,667m³全長66m、2機であった。

5. 実験結果

今期の1号機は12月26日16時26分(LT)に放球され、9日間飛行し続けた後1月4日60.6S、91.6Wの海上に着水した。今期2号機は12月30日17時33分(LT)に放球され、19日後1月18日に昭和基地近某を通過し、南極大陸の周回に成功した。さらに同機は今期最長となる43日間を飛行し続け、2月11日40.0S、133.8Eの海上に着水した。最終となる今期3号機は翌年1月5日11時55分(LT)に放球され、14日後の1月19日昭和基地真上を通過し、周回に成功した。さらに同機も飛行し続け、26日間後の1月31日70.6S、176.7Eの海上に着水した。

6. おわりに

昭和基地に到着早々、基地内を慌ただしく動き回り、放球場の位置、器材の格納場所等を把握した。その後、搬入物資の受取、放球場の整備や各々の準備等におわれてしまったが、仮設小屋の設置により準備等が早く行われた。気球実験をよく理解している人があと1、2人必要である。本実験に協力していただいた33次隊および34次隊長以下全員に感謝を表します。

南極周回気球 (PPB) による X 線の観測結果

○鈴木裕武¹、平島 洋¹、村上浩之¹、下林 央¹、山上隆正²、並木道義²、中川道夫³、
利根川豊⁴、江尻全機⁵、佐藤夏雄⁵、小玉正弘⁶、PPBワーキンググループ

(1. 立教大理 2. 宇宙研 3. 大阪市大理 4. 東海大工 5. 極地研 6. 理研)

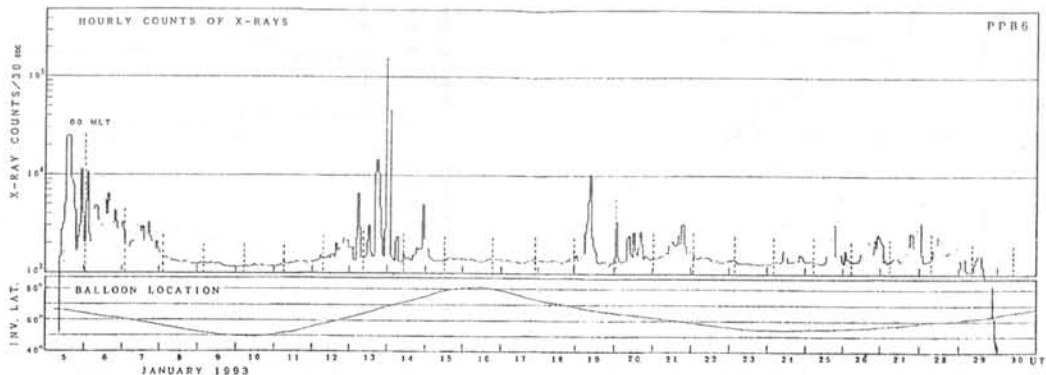
Observations of Auroral X-Rays with Antarctic Polar Patrol Balloons (PPB)

H. Suzuki¹, Y. Hirasima¹, H. Murakami¹, H. Shimobayashi¹, T. Yamagami², M. Namiki²,
M. Nakagawa³, Y. Tonegawa⁴, M. Ejiri⁵, N. Sato⁵, M. Kodama⁶, PPB WORKING GROUP

(1. Rikkyo Univ. 2. ISAS 3. Osaka City Univ. 4. Tokai Univ. 5. NIPR 6. The Institute
of Physical and Chemical Research)

On January 5, 1993 UT, one of Antarctic Polar Patrol Balloons (PPB) was launched from Syowa Station. The balloon ran around Antarctica 1.5 times during 27 days. Many auroral X-ray events were observed in flight time. The NaI(Tl) counter measured 30 ~ 120 keV X-rays. Magnetic local time dependence of e-folding energies of spectra was obtained. Global distribution on the magnetic coordinate of X-ray event locations is researched.

1993年1月に昭和基地から南極周回気球による観測が行われた。1月5日から31日までの27日間にわたり高度31kmから38kmで南極大陸を一周半し、その間オーロラX線を世界的に観測した。X線観測器は2"φ×5mm t のNaI(Tl)カウンターで、全視野角は天頂を中心とした160度であった。X線エネルギー範囲は30~120keVで時間分解能は30秒であった。フライト中のカウンターのタイムプロフィールとinvariant latitude、magnetic local timeを図に示した。フライト中数多くのオーロラX線バーストが観測された。これらのX線バーストはinvariant latitude 55~75度の間にあるときに起こっている。高エネルギー電子降下は65度付近で起こっているが、比較的low latitudeでも高エネルギー電子降下が観測される場合がある。X線バーストのエネルギースペクトルのハードさを示すe-folding energyのMLT依存性を調べた。また、エネルギースペクトルの形による分類も調べた。GlobalなX線バーストの分布を調べると高エネルギー電子降下の緯度の幅は広く、活動期にはinvariant latitudeが60度付近でも高エネルギー電子降下が起こっていて、ヴァンアレン帯からの降下が起こっている可能性がある。



X-ray time profile with PPB#6

南極周回気球による磁場の三成分観測実験

○ 遠山文雄¹・利根川豊¹・門倉 昭²・江尻全機²・佐藤夏雄²
 矢島信之³・並木道義³・松橋直人¹・海老原裕輔¹・PPB W.G.
 (¹ 東海大工・² 極地研・³ 宇宙研)

BALLOON OBSERVATIONS FOR VECTOR MEASUREMENT OF THE GEOMAGNETIC FIELD IN ANTARCTICA

F. Tohyama¹, Y. Tonegawa¹, A. Kadokura², M. Ejiri², N. Sato²
 N. Yajima³, M. Namiki³, N. Matsushashi¹, Y. Ebihara¹, PPB W.G.
 (¹ Tokai Univ., ² NIPR, ³ ISAS)

The 34th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE-34) has executed scientific balloon (PPB: Polar Patrol Balloon) experiments at Syowa Station, Antarctica on Dec. 1992. To detect the geomagnetic field variations and magnetic anomaly for a long time, tri-axial fluxgate magnetometers and proton magnetometers were carried on two PPBs. In the preliminary result, some geomagnetic disturbances and magnetic anomalies were detected with three components by use of the attitude sensor system.

はじめに 昨年末から今年初めにかけて南極周回気球(PPB) 実験が第34次南極観測隊によって実施された。PPB-4, 5号機には電場、X線測定器のほかにproton磁力計とfluxgate磁力計が搭載され、気球では初めて磁場のベクトル測定に成功した。ここでは、計測定方式と初期結果を報告する。

観測機器 proton磁力計は約40,000nTの広範囲磁場をカバーするために自動追従同調方式で1nTで全磁力を計測し、センサはゴンドラの15m下方に吊された。fluxgateセンサは2台の太陽センサと二成分傾斜計センサと共に一体型となっていて、ゴンドラ上面に取り付けてあり、太陽光の入射信号で磁場三成分と傾斜二成分を同時計測する。ゴンドラは約1分のスピンを与えられるので30秒毎のデータが得られる。もし、スピンの停止や太陽光が日没で得られない場合は磁力計を自走計測に自動切り替える2モード方式である。気球位置により太陽方向とゴンドラの傾斜角(感度0.01°)から磁力計センサの姿勢決定が出来る。磁力計の測定分解能は1nTである。

観測実験 1992年12月26日(PPB-4)および30日(PPB-5)に昭和基地から放球された。放球4日後、気圧高度計とスピンモーターに支障をきたし、これ以降の正確な高度と太陽方位の決定が不可能になり、磁力計は自走計測に切り替わった。しかし姿勢決定精度は良くないが磁場データは気球落下まで得られた。

解析経過 fluxgateセンサがゴンドラから受ける磁気offsetとセンサ直交性の補正のため、proton磁力計の全磁力値を基準とした補正を行った。その結果、両機のoffset量は全磁力で600~840nTであった。各種の補正(センサ軸間の角度補正、太陽センサへの反射光による出力補正)を行い、ゴンドラの傾斜角を考慮した座標変換を行って磁場三成分を求め、位置、高度、理論磁場、proton磁力計による全磁力などのdata baseを構築した。磁場擾乱や磁気異常などの検出が出来た。現在地上データ、電場データ、X線データとの比較、磁気異常による地下構造解析、理論値との比較およびゴンドラの飛行中の運動解析などを行っている。

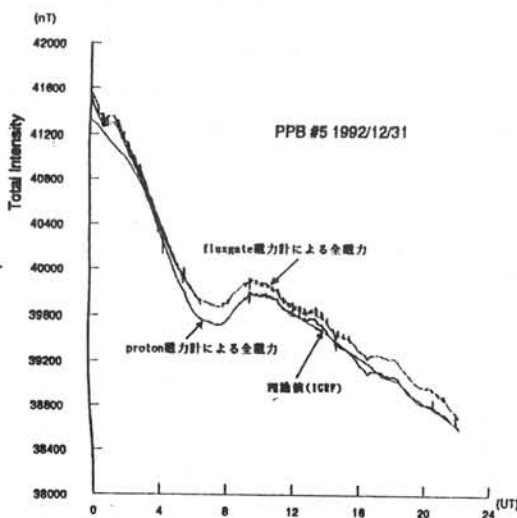


Fig.1 Observed magnetic total intensities by fluxgate and proton magnetometers.

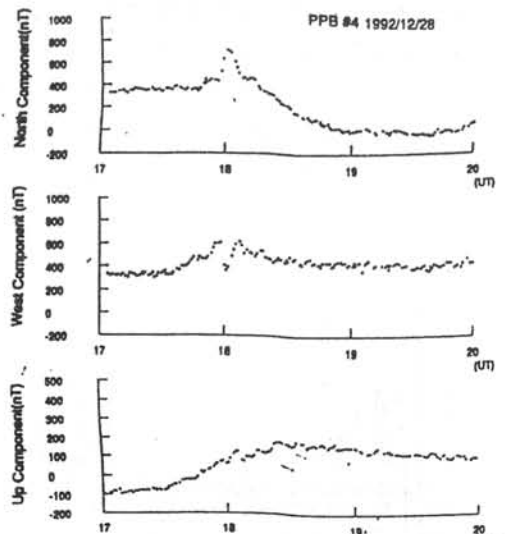


Fig.2 Three components of magnetic field perturbation observed by PPB-4.

大気化学から見たPPBバルーン観測

岩坂泰信、林 政彦、近藤 豊 (名大・太陽研)

Importance of P P B Balloon Observation in Research of Atmospheric Chemistry

Y. Iwasaka, M. Hayashi, Y. Kondo

Solar Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, Nagoya 464

PPB system is very and interesting tool to understand chemical processes in the atmosphere since relative motion between detector and environment air is extremely slow. Advantage point of PPB is discussed on the basis of the results obtained in 1991 at Antarctica.

通常、PPBは長時間滞空型のプラットフォームである点がしばしば強調される。たしかにこの点は大きな魅力であるがさらに付け加えるに、環境大気との相対運動がきわめて小さい状態を長時間にわたって確保できる点も挙げておきたい。

大気化学の観測では、大気中で生じている化学組成の変動が単に化学反応のみによらず大気の運動によっても生じることから、エレメンタルプロセスの解明に研究の主眼がある場合(ほとんどの場合がそうであるのだが)には両者の識別がきわめて大きなポイントになってくる。

PPBのもつ大きな利点は、大気との相互運動がきわめて小さい状態を作り出し化学過程を観察しやすい状態を作り出すことが可能な点にある。このために、化学過程を観察する道具としてきわめてすぐれた

ものといえる。

また、搭載重量や浮遊時間によってはさまざまな実験(室内では不可能な実験)が行なえる点も大きな魅力である。

1991年に行なわれた実験結果は、PPBのすぐれた性質を示してくれた。今後はこの結果をもとに、化学的に興味のある時期のフライトや種々の実験も含んだプログラムを考えるべきではないだろうか。

化学組成の時間変化

= 化学変化 + 大気運動に基づく変化

↑

↑

この項の寄与を少なくできる

能動実験も可能になる

サブストームオーロラの分布パターン

金田栄祐

東京大学理学部地球惑星物理学科

Distribution Patterns of Aurora in Substorm

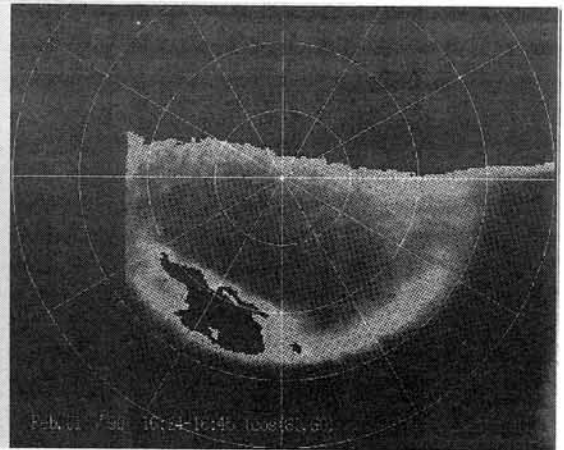
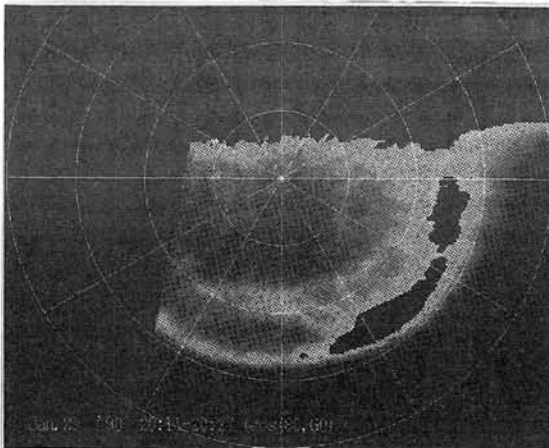
Eisuke Kaneda

Dept. Earth Planet. Phys., Facul. of Sci., Univ. of Tokyo

The snap-shot imaging by AKEBONO UV imager has revealed that the nightside auroral display originated from substorm activities locates its central part on various MLT-meridians. The range of longitudinal scattering of these central parts reaches to about 6 hours in MLT, namely half of night-hemisphere. This fact should be reflected in future modeling works dealing with global features of the magnetosphere.

サブストームに由来する夜側オーロラの分布パターンに関しては、1964年の Akasofu による、サブストームの 'schematic diagram' の提示以後、漠然とした"活動度の真夜中最大"の了解の下、本格的な説明がなされて来なかった。唯、夕方側・朝方側には夫々固有の display の存在とその特性の説明は進められてきた。この研究の進展と前述した"活動度真夜中最大"とのパラダイムが癒着した結果、'schematic diagram' にそぐわない現象は 'well defined' でないとして余り省みられる事がなかった。

'schematic diagram' の補強の為に使用された DMSP のオーロラ観測以降、1970年代末より global snap-shot imaging が本格化すると、"活動度真夜中最大"即ち、サブストーム真夜中生起から外れた例の報告が散見されるようになった。'あけぼの'搭載の紫外オーロラ撮像装置(ATVUV)による汎世界的動態観測から、サブストームは真夜中を中心とした生起分布特性を有する事が明かとなった。下に示した2例は、夫々その中心が、MLT 0^h から2時間以上離れた位置で発生したサブストームである。これ等は特に希な例ではない事から、サブストームの生起は優に夜半球の1/2の幅で変動する事が知られる。



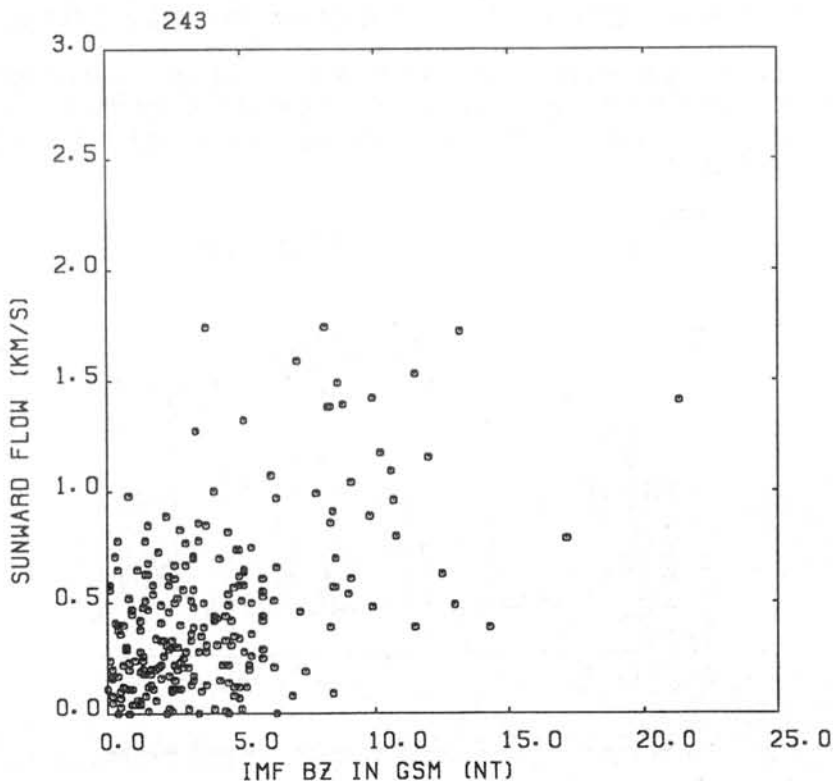
Ion Precipitation Structure in the Polar Region Related to Sunward Convection

^oA. Matsuoka, A. Nishida, K. Tsuruda, H. Hayakawa, T. Mukai (ISAS), and EXOS-D EFD team

We have investigated about 200 events of dayside sunward flow related to northward IMF. The Figure shows the maximum velocity of sunward flow mapped to the ionosphere for each path of dayside observation versus the IMF Bz component. The sunward velocity has an inclination to increase with IMF Bz. As previous studies have shown, it suggests that the sunward flow is characteristic phenomena to the convection in the polar cap when IMF is northward.

The location where the maximum sunward flow was observed besides the magnitude of the flow had a dependence on IMF By and Bz components. It suggests that the magnetic field in the sunward flow region is open to interplanetary field. Ion precipitation accompanied with the sunward flow was seen in about 50 percent of all of the sunward flow events. We divided the ion precipitation events in two types, that with and without energy dispersion. For the former type the highest energy edge of ion dispersion locates at dawn or dusk side of the sunward flow region. On the other hand, for the latter type, maximum flux of ion precipitation is seen when the sunward velocity is fastest.

The injection process of the ion in the dayside sunward flow region will be discussed.



「あけぼの」観測によって明らかにされた 極冠域における降下電子と電場の関係

○小原 隆博、向井 利典、早川 基、松岡 彩子、鶴田 浩一郎、西田 篤弘 (宇宙研)

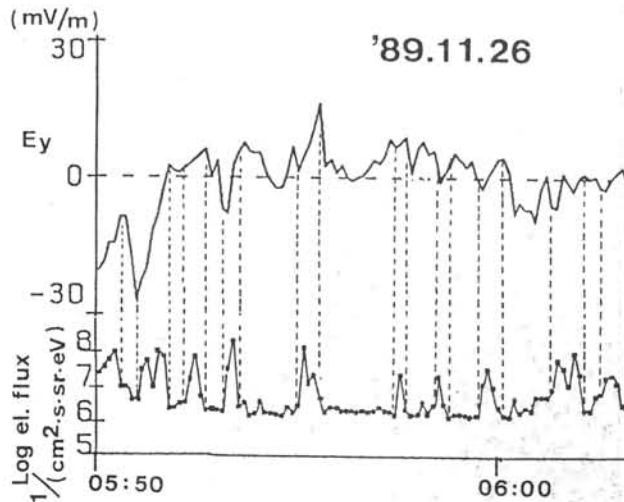
Relation of electric field and particle precipitation in the polar cap region inferred from AKEBONO(EXOS-D) observation

○Obara T., T.Mukai, H.Hayakawa, A.Matsuoka, K.Tsuruda, A.Nishida (ISAS)

EXOS-D observation revealed that an entire polar cap region was mostly filled with the spike-like electron precipitation with energy less than 100eV during northward IMF condition. Comparison with the variation of the electric field has shown that these spike-like electron precipitations appeared in a region where $\text{div } E$ was negative.

「あけぼの」搭載のLEP観測の結果、IMFが北向きになると極冠域がスパイク的な降下電子で埋めつくされる事は既に報告したが(小原他、第3回STEシンポジウム講演集、183-187)、EFD(電場観測装置)によって同時に観測された電場も、LEP同様激しく変化していた(第1図参照)。多数のパスについて電子と電場の相関解析を実施した結果、降下電子の出現は、電場の空間的な変化によっており、 $\text{div } E < 0$ になる領域で顕著であった。又、電子のフラックスが大きいところは、電場の変化も急峻である傾向が見出された。概ねは、以上のルールを満たしていたが、例外もあった。これは、時間的な変化が無いと仮定して、電場の構造は全て空間的な変化であるとしている事、及び電場の1成分(E_y)しか見ていない事によるとと思われる。

降下電子は、100~200eV程度の加速を受けているが、温度は比較的低く(~50eV)密度は高い(数個/CC)事からシース起源であると思われる。スパイクは電離層高度で数10kmから100km程度のスケールを持つが、北向きIMF時に、磁気圏尾部ロフ域にsmall scaleの運動の乱れが生じ、シース起源のプラズマを極冠域に降らせるものと思われる。



第1図、極冠域で見られる降下電子のフラックスと電場(E_y 成分)。衛星はこの時dusk-to-dawnに飛翔していた。電場のプラスの傾きが、マイナスの $\text{div } E$ に対応する。

森岡 昭 (東北大・理)

Recent AKR Observation by EXOS-D Satellite

Akira Morioka

Upper Atmosphere and Space Research Laboratory

Two evidences concerning the generation of AKR are presented using the data from the recent EXOS-D observation.

The intensity ratio of R-X to L-O mode AKR in the source region where $f_p/f_c > 0.3$ is examined. The result showed that the intensity ratio has no f_p/f_c dependence that is expected from the cyclotron maser mechanism.

In the dayside polar region, propagating Z-mode waves are detected. These Z-mode wave show the downward propagation and have the similar intensity modulations and fine structures with the simultaneously observed AKR's, suggesting that L-O mode AKR are generated in the same source regions through the inverse Landau interaction with auroral particles.

最近のEXOS-Dデータから得られた、AKR放射機構にかかわる二つの解析結果を紹介する。

[1] AKR source域におけるR-XモードとL-Oモードの強度比

AKRの放射機構として広く信じられているサイクロトロン・メーザー放射機構は、放射域におけるプラズマ周波数と電子サイクロトロン周波数の比 (f_p/f_c) が0.2より小さい場合はR-XモードAKRが強く放射され、その比が0.3より大きい場合は、L-OモードAKRのみが放射されることを理論的に示している。EXOS-D衛星が比較的プラズマ密度の大きいAKR放射域 ($f_p/f_c > 0.3$) で観測を行ったデータについて解析を行ったところ第1図に示すように、 $f_p/f_c > 0.3$ の領域ではR-X対L-Oの比 (図中○印) は1ないし1より大きく、サイクロトロン・メーザー理論に沿わないことを示した。

[2] ZモードAKRの確認

EXOS-D衛星が昼側極域磁気圏を通過するとき、L-OモードのAKRを受信すると同時に、Zモードの波動を受信した。両者のスペクトルは微細な構造までよく対応し、さらに微細構造 (fine structure) の時変化もダイナミックスペクトルの解析から極めてよい対応を示すことが明らかにされた。この事実は、電磁波モードのAKRの放射と同時に同じ放射域からZモード波が放射されていることを示し、観測されたZモード波は "ZモードAKR" と結論できる。

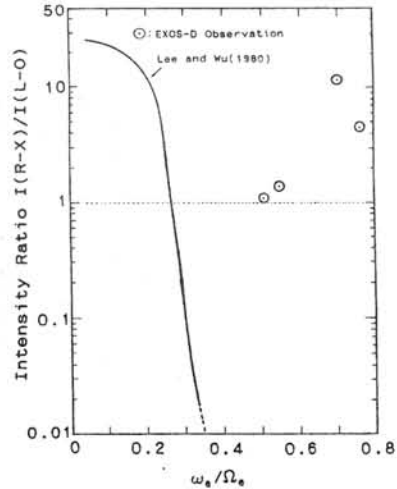


Fig.1 Observed intensity ratio of R-X to L-O mode AKR (○) and theoretical ratio (solid line)

小山孝一郎¹, I. Kutiev¹, 阿部琢美², 坂出保雄¹, Y. Choi³
1. 宇宙科学研究所 2. 青山学院大学 3. KAIST

Temporal and spatial variations of T_e in the plasmasphere

K.-I. Oyama¹, I. Kutiev¹, T. Abe², Y. Sakaide¹, Y. Choi³

¹ Institute of Space and Astronautical Science, ² Aoyama Gakuin University

³ Korean Advanced Institute of Science and Technology

Existing empirical models of T_e planetary distribution are limited to the heights of about 3000 km. In the plasmasphere, two competitive heat sources: photoelectrons and energetic magnetospheric ions, together with thermal plasma density determine the heat balance. Electric fields, penetrating the region and plasma refilling processes make the density structure quite unstable, so, T_e experiences a great variability. The lack of a complete information of T_e behavior at greater heights can be fulfilled by the T_e measurements on Akebono (EXOS-D) satellite. The TED instrument has measured the electron temperature and electron energy distribution from April 1989 till June 1992 in the height range between 300 and 8000 km. The SH-AC mode, when T_e is derived by the second harmonic of the current, was particularly suitable for studying the T_e distribution in the plasmasphere. Both latitude and height variation of T_e are shown at all local times. While the daytime behavior is quite similar to that, predicted by the empirical models for the lower altitudes, the nighttime latitudinal profiles are frequently structured, with various types of peaks and ledges. Spatial attention is drawn to the subauroral T_e enhancement. T_e peaks persistently appear at nightside, but they are frequently observed in the early morning sector, until 7-8 hours MLT. The position of the peaks, their width and amplitude are analyzed in term of magnetic activity. It is supposed that the ring current ions are the predominant contributor in the magnetospheric heat source. The latter source is assumed to be responsible also for the T_e structure equatorward from the subauroral region. T_e profiles along the magnetic field lines are also presented for various conditions. These profiles are only capable of giving the magnitude of the heat flux from plasmasphere down to the F-region. Its latitude and MLT variations are briefly discussed. The T_e height profiles shown here reflect the radial structure of the plasmasphere and clearly reveal its inner and outer parts.

あけぼの衛星で観測された地球磁気圏極域における 水素イオンサイクロトロン周波数の高調波の励起

坂本 健一 笠原 禎也 木村 磐根
(京都大学工学部)
向井 利典
(宇宙科学研究所)

Hydrogen Cycrotron Harmonic Waves Observed by AKEBONO (EXOS-D) Satellite in Polar Region

Ken-ichi SAKAMOTO Yoshiya KASAHARA Iwane KIMURA
(Dept. of Electr. Eng. II, Kyoto Univ.)
Toshinori MUKAI
(Institute of Space and Astronautical Science)

We observed the hydrogen cycrotron harmonic waves in the polar region at altitudes around 5000 km, ILAT 72°, MLT 12.0. This wave has both electric and magnetic components and cB/E ratio is about 10 ~ 20. This wave accompanies an ion precipitation whose energy is 1 ~ 3 keV. These phenomena often happen in the polar cap region at altitudes more than 5000 km and noon side. We can determine the wave mode and also calculate the growth rate by using the observed plasma parameters.

地球磁気圏極域において、磁力線は開いており、幾らかは太陽風の吹く惑星間空間につながっている。そのような磁力線に沿って多くの荷電粒子(イオン, エレクトロン)が磁気圏内部に侵入してくる。このような粒子降下によって、様々な波動が励起されることが知られているがここではイオンの粒子降下を伴う、水素のサイクロトロン周波数の高調波倍の周波数を持つ電磁波を紹介する。

図1にあけぼの衛星 WBA 観測装置で高度 5000 km, ILAT 72°, MLT 13.0 付近において観測された電界成分の周波数スペクトルを示す。0.6 kHz, 0.75 kHz 付近にバンド構造を持った波動が見られるが、図2に電界強度と周波数の関係を示す。破線は水素イオンのサイクロトロン周波数の整数倍である。水素のサイクロトロンの周波数の4倍, 5倍において電界強度が卓越している。この現象はこの時約5分間に渡っており、周波数はサイクロトロン周波数に依存している。また、4倍, 5倍の高調波だけではなく、3, 6, 7, 8倍の高調波が見えている時間もある。MCA 観測装置でも、電磁界成分ともにこの波動を観測しており、 cB/E 比は10~20で、この波動は電磁波である。

このような現象は統計処理をした結果、582パス中27パスで見られ、領域は polar cap 領域で高度 5000 km 以上、昼側に偏っている。

この時の LEP 観測装置の結果を見ると、この波動の受信と非常に時間相関の良い高エネルギーのイオン粒子の振り込みを観測している。イオン粒子のエネルギーは 1 keV ~ 3 keV で、バンド構造を持ち、速度分布は上昇方向の抜けた shell 状のピッチ角分布を示している。

観測されたプラズマ諸パラメータを用い、Maxwell の方程式と、プラズマ運動方程式(プラゾフ方程式)を解き、波動のモード、成長率などを計算することができる。

謝辞 分散関係式求解プログラムの利用に関し、京都大学 超高層電波研究センター 松本 紘教授に感謝する。またあけぼの運用に関し、追跡チームの方々に感謝する。

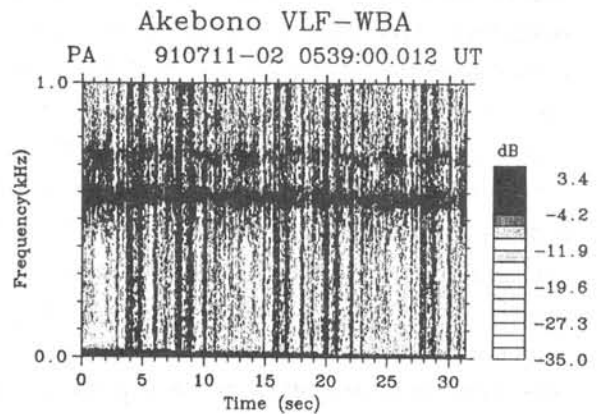


図1. バンド構造を持った波動

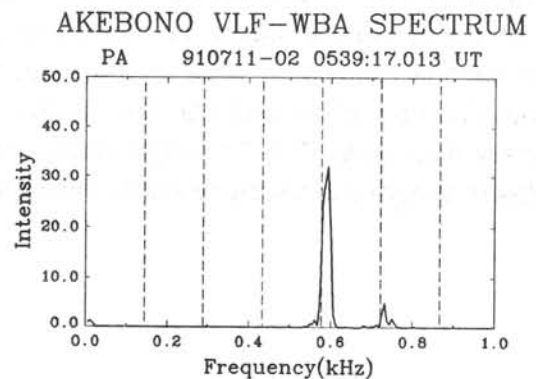


図2. 波動の強度と周波数の関係

冷却 CCD を用いたデジタル
全天カメラ試験観測結果
小野高幸 (国立極地研究所)

A Digital All-Sky Camera using CCD Device
Takayuki Ono : National Institute of Polar Research

Abstract. For a replace of the All-Sky Film Camera at Syowa Station, a new Digital All-Sky Camera was developed to obtain auroral images in digital form every 10 seconds. For a purpose of testing a sensitivity of CCD camera and performance of optical section, an All-Sky Camera was tested during the period of Syowa-Iceland Conjugate Aurora Campaign in 1993. To avoid a damage due to a bright light input, the CCD camera does not use any photo-electronic amplifying device such as an image intensifier. In this CCD camera, photo-electrons are integrated for about several seconds on the cooled CCD chip without an amplification.

はじめに

昭和基地定常観測の全天カメラ装置更新に伴い、これまで高感度フィルムを用いて撮影されてきた全天オーロラ画像を CCD カメラによるデジタル記録へと改良するため、デジタル全天カメラ装置の機器開発が行われた。ここでは昭和基地全天カメラの開発と同時に制作されたアイスランド観測用全天カメラの概要と今年 8 月～10 月に実施された共役点オーロラ観測期間における試験観測の結果について述べる。

観測装置概要

オーロラ画像観測機器としてはこれまで全天カメラ、S I T-T V あるいは単色画像観測用超高感度 CCD-T V をもちいた観測が行われてきた。このうち全天カメラはフィルム現像処理やデータ処理に多くの短所があるにも関わらず、月齢や天候等に左右されずに観測を継続できる点や観測手順が簡便である点、画像の空間分解能が高い点などの重要な長所を持つため、これまでも多く観測に使用されている。特にこれまでの全天カメラの短所を補うため、新しい方式の全天カメラとして冷却 CCD を使用したデジタルカメラを用いて全天カメラの開発が行われた。この全天カメラの特徴は次の様である。

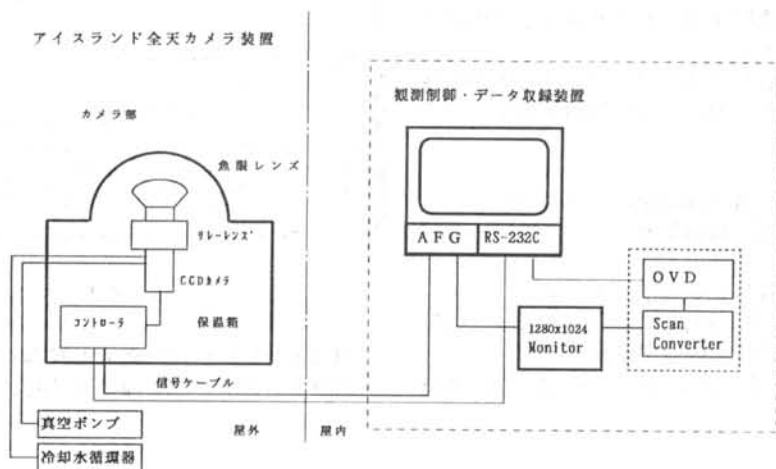
1) 人工光や月などの強い光の入射に耐えるためイメージ増倍管を用いず、CCD 素子のみにて撮像する。

- 2) 1000 x 1018 画素を持ち 35 mm フィルムと同等の解像度を有する。
- 3) 数秒の露光時間にて S/N の良い画像データを得る。
- 4) 画像データをデジタル量として取得する。
- 5) 長時間露光にても有為なオーロラ輝線については単色光撮像も可能とする。

アイスランドにおける観測の概要

1993 年の昭和基地-アイスランド共役点オーロラ観測は 8 月より 10 月の間実施されたが、このうち 9 月の新月を中心とする期間には昭和基地とアイスランドにおいて共役点オーロラの同時観測が行われた。この間、全天カメラはフッサフェルに設置されて、9 月 7 日のテスト観測の後、9 月 25 日まで観測を実施した。今回の観測はカメラの性能評価を目的としているため、連続観測は行わず、種々のオーロラ形態についてのデータをサンプルする方式とした。

観測の結果 10 秒以下の露光時間にも十分な S/N のオーロラ画像データが得られることが確認されたほか、高い空間分解能の画像が得られること、月の光の入射に耐えること等が確認された。また単色画像の取得も行われた。約 1 分間の露光にて 6300 Å の単色画像を得ることができており、輝線のライフタイムを考慮するとまずまずの時間分解能が得られることがわかった。



第1図 アイスランド観測用全天カメラ装置構成図。
OVD記録系は連続観測時に用いられる。

NNSS・GPS衛星テレメータ電波による電離圏の共役点観測

○ 大高一弘¹、国武 学¹、丸山 隆¹、奥澤隆志²
¹ 通信総合研究所、² 電気通信大学

Conjugate study of ionospheric structure with GPS and NNSS satellite beacon.

K. Ohtaka¹, M. Kunitake¹, T. Maruyama¹ and T. Okuzawa²

¹ Communications Research Lab. ² Univ. of Electro Communications

Conjugate point of Syowa station in Antarctica is located in Iceland. The 1993 Conjugate campaign was conducted from Aug. 30 to Oct. 1. The Distribution of total electron content (TEC) were observed with GPS and NNSS satellite beacon waves at Husafell and Syowa Station.

1993年8月26日から10月7日にかけて南極昭和基地と地磁気共役点に位置するアイスランドでのキャンペーン観測に参加し、GPS・NNSS衛星テレメータ電波を用いた電離圏全電子数の観測を実施した。

GPS・NNSS衛星は共に、船舶などの測位用の衛星である。GPS衛星は、20数個の衛星が軌道高度約2万kmで、周回している。地上からは常に複数の衛星が観測可能であるように各衛星が配置されている。観測では周波数の異なった2波(1575MHz, 1227MHz)のL-波の伝搬相対遅延量により全電子数を求める。

一方NNSSは、6~7個の衛星が高度約1000kmの極軌道で、周回しており高緯度ほど、観測できるパスが増加する。NNSSでは2波のドップラーシフトから求めた差分ドップラより全電子数を求める。

今回の観測の目的は電離圏全電子数データを用いて、

- ①電離圏構造の南北共役性
- ②TID出現の南北共役性
- ③オーロラ光学観測によるオーロラ活動領域の空間分布と電離圏全電子数の空間分布との関係等の解明である。

今報告では、アイスランドにおける観測の概要と取得データの紹介、及び初期結果について報告する。

観測点 フサフェル (Husafell), アイスランド
 南極 昭和基地

観測データ GPS全電子数データ
 30, Aug. 1993 ~ 1, Oct 1993
 NNSS全電子数データ
 30, Sep. 1993 ~ 30, Sep 1993

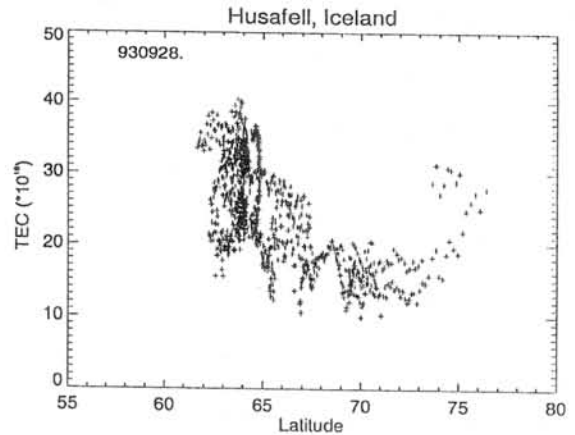


図 1

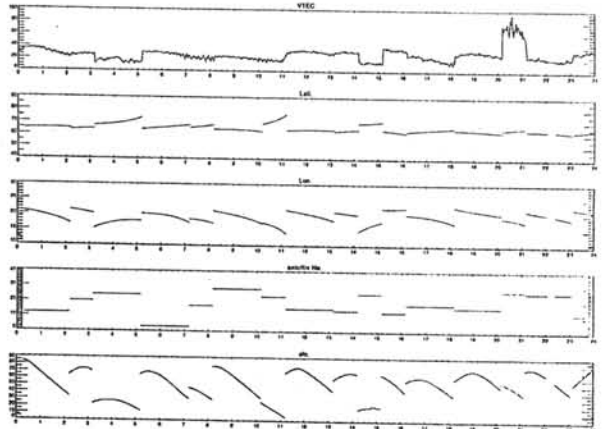


図 2

1993年9月28日のGPS衛星で観測したTECの緯度分布(図1)と時間変化(図2)

Simultaneous Observation of VLF Waves at Syowa and in Iceland: Preliminary results.

S. Shimakura¹, N. Sato², A. J. Smith³, and M. Hayakawa⁴

1. Dept. of Electrical and Electronics Engineering, Chiba Univ.
2. National Institute of Polar Research
3. British Antarctic Survey
4. Dept. of electronic Engineering, Univ. of Electro-Communications

Simultaneous observation of wide-band VLF waves was carried out at Syowa station, Antarctica, and Husafell and Tjornes in Iceland, during about one month between the beginning and end of September, 1993. Two horizontal components of magnetic field are available at Tjornes, and also additional vertical component of electric field at Syowa and Husafell. Applying a new direction finding technique to those VLF data, it is intended to make clear not only the conjugacy and/or difference of occurrence and intensity of VLF waves between conjugate points but also the spread and moving of the exit-region of those waves at the ionospheric base.

It is most important to know not only the wave-normal direction but also the spatial distribution of wave energy in order to discuss the propagation and generation mechanisms of magnetospheric VLF waves received on the ground. These waves can be expressed in terms of the sum of plane waves with various wave-normals and polarizations except for the case in which the ionospheric exit-region can be considered as a point source. In general, it is invalid to assume a point source at the ionospheric base, especially at high latitudes. In this paper we discuss a method for estimating wave distribution function (WDF) independently of wave polarisations, and simulation results with the method. We also intend to analyse VLF waves observed in Iceland during September, 1993, and present preliminary results on the day of the symposium.

第33次宙空系観測の概要と経過

°山崎一郎（通信総合研究所）、高橋幸弘（東北大学）、峯野秀美（地磁気観測所）、小川和義（日本電気）

The 33rd UPPER ATMOSPHERE OBSERVATION
at SYOWA STATION

I. YAMAZAKI (CRL), U. TAKAHASHI (TOUHOKU UNIV.), H. MINENO (MAGNETIC OBSERVATORY),
K. OGAWA (NEC)

1. 概要

第33次隊宙空系観測はテレメトリによる人工衛星の観測、極域擾乱と磁気圏構造の総合観測、観測点群による超高層観測、ポーラパトロール気球による超高層大気の観測等の総合観測を、1992年2月1日に32次隊から運用を引き継いで観測を行ってきた。観測項目は定常観測の全天カメラによるオーロラ形態の観測及び地磁気観測、研究観測のEXOS-D衛星テレメトリー受信、ULF、VLF、リオメータ等による超高層モニタリング、SITテレビカメラによるオーロラ光学観測、また、33次隊で新たに観測を開始した項目（単年度観測項目も含む）はイメージングリオメータ、光学観測では多波長全天カメラ、多色フォトメータ、ティルティングフォトメータによるオーロラ観測、無人観測用熱発電機試験及び、オングル諸島南方域の海氷上と西オングル島内の磁気測量が行われた。毎年行われていたマラジョージナヤ基地へのデータ交換、機器の保守は航空機が越冬しなかったため実施されなかった。

2. 観測経過

1) 全天カメラによるオーロラ観測は3月始めから10月中旬までの間、77夜駒取りによる観測を行った。黑白フィルムの製造中止にともない、一部カラーフィルムによる撮影を行った。また、適宜、スチール写真撮影を行った。

2) 地磁気は島津製、測器舎製フラックスゲート磁力計により観測を行った。K-indexデータは月毎にまとめ送付した。月末には絶対観測を実施した。地磁気変化計室周辺に建造物等の影響による経年変化調査のための測点を設け磁気測量を行った。

3) EXOS-D衛星受信は土日を除き1日2交代で行った。受信システムのメンテナンス期間以外は日本からの要求どおり受信を行った。

4) イメージングリオメータ観測はアンテナ建設、室内機器の設置調・整備、2月末か

ら観測を開始した。観測開始時に一部機器の不具合があったが改修後は概ね順調にデータが取得された。観測間隔は8月まではアイスランドのイメージングリオメータとデータ比較のため4秒で行った。以後は1秒で観測を行った。

5) 超高層モニタリング観測は西オングル島のULF、VLF、リオメータの観測データをテレメータにより昭和基地に送られている。観測、テレメータ機器は順調に動作した。西オングルの電源用バッテリーの老朽化が目立ったため交換を行った。また、バッテリー充電用発電機を更新した。

6) オーロラ光学観測は前次隊から引き継いだSITテレビの他、新たに多波長全天カメラ、多色フォトメータ、ティルティングフォトメータを設置し観測を行った。装置は情報処理棟屋上に設置し、調整後2月末から10月中旬までの間、観測を行った。

7) 無人用熱発電機による無人観測は29、31次隊で実験が行われたが、原因不明の発電停止があったため、33次隊では発電機単体の動作試験を行った。装置は昭和基地内に設置して、試験を行った。5月から発電を開始し、電圧、温度データ等をアルゴスで送信した。11月以降、発電機に起因すると思われる発電停止がたびたびあった。

8) 沿岸磁気測量は露岩地帯の磁気測量は過去に実施されたが、33次ではオングル諸島南側の海氷上を観測した。観測は3つのフェーズに分け西オングル島からラングホブデ間、ラングホブデからスカーレン間と西オングル島内の磁気測量を10月以降に実施した。

9) PPB観測は越冬期間中、PPB追尾、測距・コマンド用に使用するロケット測距装置の動作確認を気象ゾンデを追尾して行った。

3. おわりに

これらの観測は宙空隊員3名と多目的アンテナ保守の設営隊員1名及び他部門の隊員の支援により実施された。関係者の御指導、御協力に感謝いたします。

1992年の昭和基地における
オーロラ及び大気光の光学観測

高橋幸弘¹、小野高幸²、岡野章一¹、福西浩¹

¹東北大学理学部、²国立極地研究所

Optical Observations of Aurora and Airglow at Syowa Station in 1992

Y. Takahashi¹, T. Ono², S. Okano¹, H. Fukunishi¹

¹ Geophysical Institute, Tohoku University

² National Institute of Polar Research

Imaging and photometric observations were carried out to investigate dynamics of aurora and airglow at Syowa station (magnetic lat., -66.1°) from March 1992 to September 1992. In addition to panchromatic SIT-TV camera, multicolor all-sky imaging system (MAIS) was operated, which was newly developed to get monochromatic all-sky images in two different colors simultaneously. Twelve interference filters are set on filter turret in MAIS to observe electron auroras (N_2^+ 1N:427.8 nm, OI:630.0 nm, OI:557.7 nm), proton aurora ($H\beta$) and airglows (OH(8-3), Na:589.3 nm). A multicolor photometer, which has 7 channels, were used to measure the intensities of electron auroras and airglows in the magnetic zenith direction for reference of the MAIS observation. Doppler-shift observation of proton aurora was also carried out with tilting-filter photometer.

Using MAIS, we obtained monochromatic all-sky images of $H\beta$ emissions at two wavelengths, 486.1 and 484.0 nm, and their background emissions at 481.8 nm. Subtracting background images, we are able to investigate true proton auroral features without contamination from electron aurora and galactic emissions. Further by comparing the two images measured at 486.1 and 484.0 nm, we can get information on the spatial distributions of $H\beta$ doppler shifts. The tilting-filter photometer scans the range from 482.5 to 488.5 nm in the magnetic zenith direction. From these data, it is found that proton aurora is remarkably enhanced in a westward traveling surge or a bulge expanding poleward in the midnight sector, showing the coincidence of the edge of the surge or bulge and the poleward edge of the enhanced proton aurora region. An important finding is that the doppler shifts of $H\beta$ emissions become considerably large (≥ 0.8 nm) at the poleward edge. This fact suggests the presence of high speed ion precipitation in the poleward boundary region of the expanding electron aurora bulge. It is likely that the ion precipitation is originated in magnetotail and is observed as high speed ion flow in plasma sheet boundary layer.

J A R E 3 3 電離層観測

鎌田 満博
通信総合研究所

Ionospheric Observation of JARE33
M. Kamata
(Communications Research Laboratory)

The ionospheric observation of the 33rd Japanese Antarctic Research Expedition (JARE33) was conducted regularly at Syowa Station (electron density using an ionosonde, radar aurora, cosmic noise absorption, total electron content (TEC), HF and VLF propagation, and doppler shift of standard HF waves). HF and VLF wave propagation were observed also on board "SHIRASE".

During JARE33, TEC observation with GPS beacon waves was started. In the Iceland-Syowa conjugate campaign, TEC was recorded every 2 seconds (usually, every 4 minutes) from Sept. 12 to Oct. 5 in 1992.

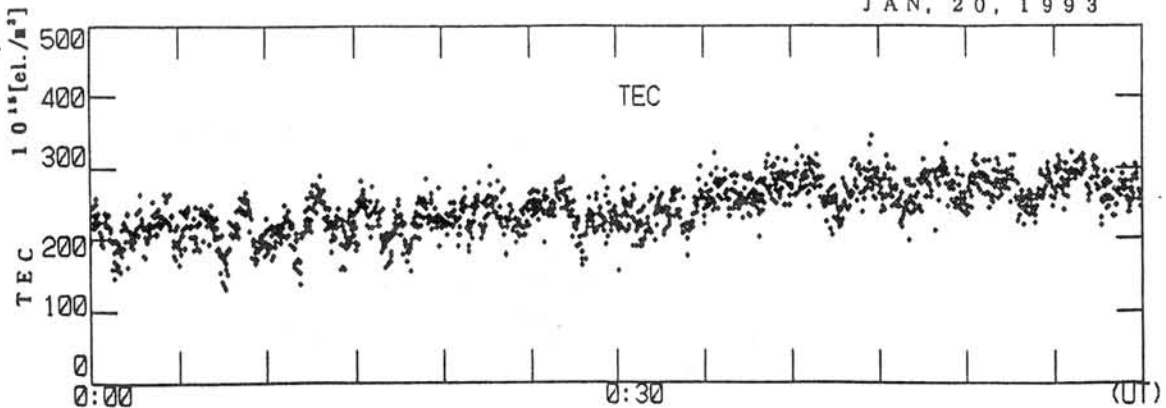
For a world-wide campaign of planetary wave effects in the mesosphere, thermosphere, and ionosphere from Jan. 20 to Jan. 30 in 1993, the ionosonde and the TEC meter were operated with high time resolution.

JARE33 電離層観測は、自衛艦しらせ船上でのオメガ電波受信測定、短波電界強度測定をはじめ、JARE32と交代後は定常観測であるイオノゾンデ、オーロラレーダ、リオメータによる電離層吸収測定、短波電界強度測定、オメガ電波観測及び研究観測を実施、復路船上でのオメガ電波受信で観測を終了した。なお研究観測では、短波周波数偏移測定ならびに航法衛星電波を利用した測定を行ったが、今回新たにGPS衛星を用いた全電子数観測を開始したので報告する。定常観測の結果はJARE Data Repots (NIPR)及びIonospheric Data at Syowa Station (CRL)で報告される予定である。

従来より研究観測では、NNS S衛星から送信される2周波(150MHz, 400MHz)を用いた全電子数等の観測が行われており、これを継続した他、新たにGPS衛星から送信されるL1 (1575.42MHz)とL2 (1227.6MHz) 2波のP (Precision) コードの相互相関特性を利用した全電子数測定装置を設置、1992年3月より定常的に観測を行った。この装置により衛星高度20000kmまでの全電子数が 2×10^{16} [el./m³]の精度で測定された。GPS衛星はNNS S衛星に比べ高度が高く衛星数も多い事から、連続的に昭和基地付近の観測が出来る。

受信する衛星は通常4分ごとに切り替えて測定を行った。全電子数値は2秒ごとに測定されるが、この4分間の平均値を記録した。装置は衛星からの軌道データを受信しながら測定を行い、1時間ごとに軌道データの更新を行う。これにより受信出来る衛星を判断する。JARE33では仰角30°以上の衛星を観測した。1992年9月12日から10月5日までの、アイスランド共役点との同時観測期間及び1993年1月20日から1月30日までの、超高層大気波動に関する観測キャンペーン期間は通常の測定その他、2秒間隔のリアルタイムで観測を記録した。Fig.1はその一例である。また、この期間中はイオノゾンデも5分観測を実施した。(通常は15分間隔の観測)

JAN, 20, 1993



JARE 34 宙空観測経過

利根川 豊(東海大)、蒔田好行(通総研)、六山弘一(電通大)、
森内秀樹(NEC)、楊 恵根(中国極地研)、佐藤夏雄、*門倉 昭(極地研)

Upper Atmosphere Physics Observation in JARE-34 until now

Y.Tonegawa (Tokai Univ.), Y.Makita (C.R.L), K.Rokuyama (UEC), H.Moriuchi (NEC), Y. Hui-Gen (PRIC)

We report our activities in JARE-34. During the summer operation, we launched three PPBs, and built a house for the power generator and constructed VLF antennae for direction finding observation at the telemetry site. During our wintering, we are executing the VLF direction finding observation, auroral observation with a rapid scanning photometer, ionospheric observation with a pulsed chirp sounder, Freja satellite data receiving, a test operation of the unmanned observatory, a check of the characteristics of the Imaging Riometer by airplane, and a test of the data telecommunication between Syowa and NIPR.

第34次南極地域観測隊宙空部門の今までの観測経過を報告する。我々は、昨年12月末に昭和基地に到着し、夏季オペレーションで、3機のPPB放球、西オングル島テレメータ基地発電機小屋建設、VLF方探アンテナ設置、等を行ない、2月1日より33次隊より引き継ぎ越冬観測に入った。以下観測項目毎に今までの経過を述べる。

1. 衛星受信(担当:宙空全員、森内):

日動、夜動の2交代制で以下の2つの衛星の受信を行なっている。

- ・「Freja」:通常は1パス/日で、10月末までに223パスの受信を行なった。EISCAT-FREJA 共同観測(3/21-4/5)、オーロラ光学、VLF方探集中観測(7/12-7/24)、昭和-アイスランド共役点集中観測(9/13-9/18)のキャンペーン期間には2~3パス/日の受信を行なった。可視時間は15分以下で、データレコーダへの記録のみを行なっている。
- ・「あけぼの」:越冬開始時は、軌道の関係で受信数が少なかったが、現在は1パスの可視時間が1時間30分~1時間50分で、8パス/日の受信となっている。10月末までに857パスの受信を行なった。

2. 超高層モニタリング観測(担当:利根川、蒔田):

従来通り、1秒サンプリングのデジタル記録、アナログ記録、イメージングリオメータデータの光ディスク記録、VLFワイドバンドの8mmビデオ記録(日曜から金曜までの09UT-13UT)を行なっている。

3. VLF方探観測(担当:六山)

1月に西オングル島テレメータ基地に10mのバーチカル、ループアンテナを設置した。記録はワイドバンド3成分を2台のDATに録音している。今まで、4月29時間、5月12時間、6月10時間、8月32時間、9月184時間、計267時間分のデータを取得した。オーロラ光学観測との同時観測を狙って、主に新月の前後に行なった。また9月13-18日には、昭和-アイスランド共役点観測として124時間連続観測を行なった。

4. オーロラ光学観測(担当:六山、楊)

観測機器は、全天カメラ、SIT-TV、高速スキャンングフォトメータ、掃天チルトフォトメータで、3月5日から10月15日までの晴天夜に観測を行なった。

5. パルスドチャープレーダ観測(担当:蒔田)

送信出力を増強した装置を新たに持ち込み、1月中旬に旧電離棟に設置し、2月18日より連続観測を開始した。(詳細は野崎氏の講演を参照)

5. 昭和-アイスランド共役点観測

VLFワイドバンド記録は9月中はほぼ連続して取得した。9月13-18日を集中観測期間として、Freja衛星集中受信、VLF方探連続観測を実施した。光学観測は9月中は17夜行ない、そのうち7夜は、アイスランドの観測点との同時観測が実現出来た。

6. 無人観測機テスト(担当:利根川)

発電機の余熱を利用して観測機を常温に保つための熱移送装置を新たに持ち込み、昭和基地におけるテスト運転の後、10月29日からみずほ基地に設置し、11月9日より連続試験運転を開始し、アルゴスによりHKデータを取得している。(詳細は坂氏の講演を参照)

7. データ通信実験(担当:利根川)

昭和基地に持ち込んだワークステーション(WS)と極地研のWSとの間でのデータ通信実験を試みている。

8. 航空機によるイメージングリオメータアンテナ特性試験(担当:利根川)

イメージングリオメータアンテナ上空を発信機を搭載した航空機で飛行し、その位置とリオメータの受信結果を比較することによりアンテナ特性を解析する。現在航空機搭載のGPS装置のデータをパソコンに記録・表示出来るシステムの開発が終わり、これから本観測を行なうところである。

野田好行 (第34次南極地域観測隊 宙空部門 (通総研宇宙科学部))

*野崎憲朗 (通総研平磯宇宙環境センター)

Continuous ionospheric observation by a pulsed chirp sounder at Syowa Station, Antarctica

Yoshiyuki Makita(JARE34 Space Physics)

*Kenro Nozaki (Hiraiso Solar Terrestrial Research Center, Communications Research Laboratory)

Ionospheric virtual height and echo power has been observed using a low power pulsed chirp (FM/CW) ionospheric radar during JARE 34 wintering period. Echoes are highly scattered compared with those of middle latitude both in E and F layers. Sporadic E layers were often observed while magnetic condition was active.

パルスドチャープ方式の低出力電離層観測レーダが34次南極観測隊によって昭和基地に設置された。チャープレーダは整合フィルタによるパルス圧縮効率が大きくとれるため、低出力とすることが可能であり、また、距離分解能、時間分解能等のレーダの基本的パラメータ設定の自由度が大きい。今回の観測では、観測周波数は1波に固定しているが、高度分解能1.6km、時間分解能1分で基地上空の電離層高度、反射エコー強度の連続観測を行っている。従来昭和基地の電離層定常観測は、パルス方式イオノゾンデにより全周波数をカバーしているが、時間分解能15分、高度分解能12kmで運用されている。新しいレーダにより、電離層の変動の精密な観測が期待される。また、降下粒子による電離層吸収量はリオメータより高感度に観測可能であり、低エネルギーの降下粒子、微弱な粒子降下の観測が期待されている。

34次隊では観測機を旧電離棟に設置し、50Wの出力を20mデルタアンテナから送信し、ダイポールアンテナで受信している。今回はエコーのX-、O-のモード分離は行わなかった。

昭和基地で作成したクイックルックで見ると中緯度帯の電離層に比べ、エコーの散乱が強く現われ、レーダのターゲットとしてはE層、F層とも中緯度の電離層に比べ、10倍以上の広がりがある。電離層定常観測にも共通するが、降下粒子による電離層吸収の効果が大きく、ブラックアウトすることが多い。

図1にほぼ1日にわたってエコーが観測された日のh'-tプロファイルを示す。3時LTから6時LTまでエコーの散乱領域の幅が100km以上に広がっている。また、日中のF層は全体として高度がゆっくり下がっているが、短時間の変動が激しい。

地磁気サブストームに対応して現われるスポラディックE層の例を図2に示す。3時から6時LTの間、また20時LT以降サブストームに対応してスポラディックE層が明瞭に観測されている。6時から13時までブラックアウトしているが、その間CNAにわずかに吸収が現われており、降下粒子のエネルギーが高いほうに移ったことを示している。

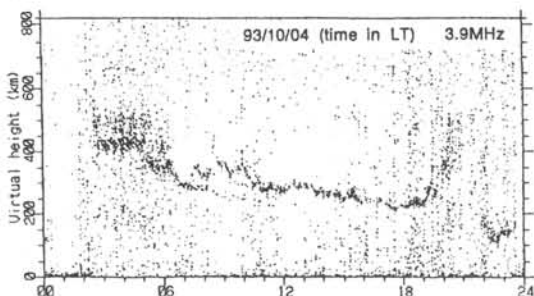


Fig.1 Example of h'-t profile of a day

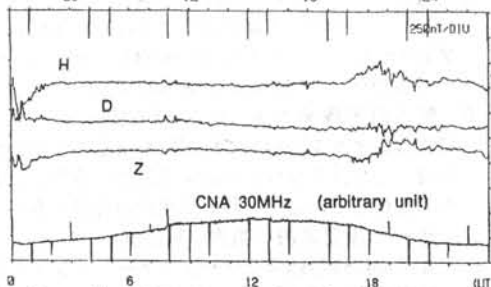
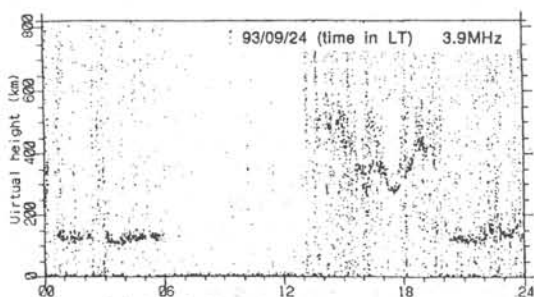


Fig.2 Sporadic E layers associated with magnetic substorm. Es appeared while negative(03-06 LT) and positive(20-24LT) bay disturbances.

極域熱圏風のファブリーペロードップラーイメージング観測
 - 第35次隊南極観測計画 -

○福西 浩、久保田 実、岡野 章一（東北大理）

Fabry-Perot Doppler Imaging Observations of Polar Thermospheric Winds: JARE 35 Project

○H. Fukunishi¹, M. Kubota¹, S. Okano²

(1: Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku University)

(2: Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University)

The aim of this observation is to investigate the thermospheric response to auroral activities by measuring the horizontal distributions of winds and temperatures with high time resolution. The winds and temperatures are derived from the doppler shift and width of auroral OI557.7nm and 630.0nm emissions. The instrument is a Fabry-Perot interferometer with a field of view of 165°. Interference fringes are detected with a 2-dimensional cooled image intensifier optically coupled to a CCD camera. Time resolution is a few tens seconds. The observation at Syowa station will start at the end of February 1994.

本研究はFPDIS (Fabry-Perot Doppler Imaging System) を用いて熱圏大気の温度と風速を高時間分解能で観測し、オーロラ活動に対する熱圏大気の応答の様子を詳しく調べることを目的としている。

観測装置FPDISは、熱圏大気の温度と風速の観測のためにこれまで用いられてきた狭視野のファブリーペロ干涉計を全天観測用に拡張したものである。すでに31次南極観測隊においてFPDIS1号機を用いた観測が行われており、オーロラブレイクアップに伴ういくつかの興味深い現象が見つかった[Nakajima, 1992]。今回は1号機で見つかった問題点を改善し、より精度の高い観測を実施する計画である。改善した箇所は主に以下の2点である。

1. ディテクターの改良: ディテクター部の2次元光子増倍管をフォトンイメージングヘッドから近接型冷却イメージインテンシファイアーに換える。それによって、フォトンイメージングヘッドが原因で生じる画像歪を解消し、観測精度を向上させることができる。また感度も上がるので、より高時間分解能の観測ができるようになる。
2. 画像処理・記録系の変更: 画像処理装置を変更しCCDカメラの出力をリアルタイムで2値化し、積分できるようにする。それによってS/Nの高いデータが得られるようになる。

観測する波長はオーロラ輝線のうち酸素原子の発光輝線であるOI557.7nm及びOI630.0nmの2波長で、これらの輝線のドップラー幅からオーロラ発光高度での中性大気の温度が、ドップラーシフト量から中性大気の風速が得られる。予想されるFPDISによる観測の時間分解能はオーロラブレイクアップ時で数十秒である。

FPDISの検定としてHe-Neレーザーを用いたフィネスの測定と、蔵王観測所におけるテスト観測をおこなった。その結果得られたFPDISのフィネスは約10であり、このフィネスから計算される理論波長分解能 ($\lambda / 2 \cdot \Delta \lambda_{1/2}$) は $\lambda = 630.0\text{nm}$ において 4×10^5 であった。また、テスト観測の結果180秒の露出でOI557.7nm大気光のフリッジ像が得られた。大気光の発光強度が数100レイリーであるのに対しオーロラの発光強度は数10kレイリーであることを考えると、FPDISはオーロラ観測に必要な感度を十分にもっているといえる。

参考資料

Nakajima, H., A study on auroral-zone thermospheric temperatures and winds using Fabry-Perot doppler imaging observations at Syowa station, Antarctica, Doctor thesis, 1992.

岩崎 恭二 (通信総合研究所)

The ionosphere observation of the 35th JARE

K. Iwasaki(CRL)

The ionosphere observation of the 35th Japanese Antarctic Research Expedition consists of (1)one observation on board "SHIRASE" and (2)7 kinds of observations at Syowa Station, as following.

(1-1)VLF wave propagation monitoring on board "SHIRASE", (2-1)Observation of electron density in the bottomside of the ionosphere with an ionosonde, (2-2)Radar aurora observation with an aurora radar, (2-3)Observation of the cosmic noise absorption with three riometers and HF propagation monitoring, (2-4)VLF wave propagation monitoring, (2-5)Electric field and neutral wind observation with a VHF Doppler radar, (2-6)Observation of the total electron content with VHF and UHF beacon waves, and (2-7)Doppler shift detection with a standard HF signal.

JARE35の電離層部門では、船上において1項目の定常観測と昭和基地において4項目の定常観測、3項目の研究観測を行う計画である。

1 しらせ船上観測

オメガ電波の受信測定・・・低緯度におけるオメガ電波の伝搬特性を明らかにするために、オーストラリア(13.0kHz)と対馬(12.8kHz)から送信されるオメガ電波を連続受信してその位相と強度を記録する。

2 昭和基地での定常観測

電離層の垂直観測・・・中・短波帯の電波を周波数を掃引しながら垂直に発射し、その電離層エコーをフィルムとパソコンに記録する。これにより、電子密度の高度分布が得られる。

電波によるオーロラ観測・・・オーロラ・地磁気活動にともなって現れるE層の電子密度不規則構造によってレーダからのVHF帯電波が散乱され、オーロラエコーが受信される。電波で検知されるオーロラを電波オーロラと呼んでいる。オーロラレーダ観測装置により、50MHz及び112MHzのパルス波を送信し、オーロラ領域からのエコーを受信し、エコー強度の距離特性・方位特性の測定を行うものである。

リオメータ及び短波電界強度による吸収測定・・・オーロラ粒子の降下、或いは太陽黒点の活動に伴う太陽軟X線の増加により電離層D層の電離が増すと、D層を通過する電波の異常吸収が生じる。短波帯で銀河電波の強度を測定していると、この異常吸収が観測される。これがCNA(Cosmic Noise Absorption)現象で銀河電波の日変化パターンからの強度変化のずれとして吸収量が、ついでに降下粒子の規模が推定される。銀河電波は白色雑音なので、受信信号を内蔵した基準雑音信号と比較し強度変化を得る。20, 30, 45MHzの3周波数のリオメータで観測する。また、全波受信機を用いて、電離層伝搬によるHF帯標準電波の電界強度の変化を連続記録する。

オメガ電波の受信観測・・・これは船上において行う観測と方法はほぼ同じである。磁嵐、サブストーム等の下部電離層に及ぼす影響を研究するため、及び北極圏伝搬のオメガデータとの比較検討を行うため、航法用オメガ電波のレユニオン、リベリア、アルゼンチン回線の13.6kHzとレユニオン回線10.2kHzの位相変化と電界強度の連続受信記録をする。

3 研究観測

VHFドップラレーダ・・・オーロラレーダは電離層E層の不規則構造を観測するが、レーダエコーのドップラシフトを測定することによって不規則構造の視線方向速度を求めることができる。ターゲットとする不規則構造が電波オーロラである場合は不規則構造がE×Bドリフトによりドリフトするため電場を求めることができ、一方、ターゲットが流星の飛跡の場合はE層の中性大気風の速度が求まる。観測方法としては、50MHzオーロラレーダにドップラ処理装置及びデータ処理とレーダ制御のためのミニコンを付加し、処理されたデータを磁気テープに記録する。

VHF・UHF帯衛星電波を用いた全電子数等の観測・・・NNS衛星150MHz及び400MHzの2つのビーコン波が電離層を通過する際のドップラ偏移を測定し、伝搬路に沿った全電子数の変化及びシンチレーションを観測するものと、GPS衛星から送信されるL1(1575.42MHz)とL2(1227.6MHz)2波のP(Precision)コードの相対遅延差から電離層による群遅延の差を測定し、全電子数(TEC:Total Electron Content)を観測するものがある。NNS衛星は低高度極軌道を通るため短時間における全電子数の緯度変化が得られ、GPS衛星は通常、全天に数個見えることと高高度軌道であることから、特定点の全電子数の時間変化が得られるという相補的な特長がある。

周波数偏移測定・・・旧ソ連ポストーク基地からRWD(Regular World Day)の4時～5時(UT)に10.1MHz、及び15時～16時(UT)に9.18MHzの周波数で発射される電波を受信し、基準周波数からの偏移を用いてE層からF層にかけての波動現象を観測する。

熱電発電機を利用した無人観測 -開発の経過と今後の計画-

坂 翁介 (九大・理)

Unmanned Observatory Powered by Thermo-Electric Generator
 - What we have experienced, Where we are going to in the Antarctica? -

O. Saka (Dep. Earth & Planet. Sci., Kyushu Univ.)

Abstract

The unmanned observatory powered by thermo-electric generator was firstly installed in Syowa base by JARE 29 in 1988. Field test of the system was conducted thereafter by JARE 29, 31, 33, 34. The generator, fed by Kerosene produces output power of 90Watt. The unmanned observatory, equipped by the fluxgate magnetometer was deployed at remote locations by JARE 29, 31, and 34. From 5-year experiences, the following items are revealed to be improved;

- (1) utilize the large amount of the heat wasted from the cooling fin.
- (2) ease the generator start up during very cold weather condition at high altitude location.

For the future system, higher output power generator would be required to cope with heavy scientific campaign. Closed cycle vapor turbo generator, which has 400 Watt output capability, could be one of our choice.

南極での無人観測。古くて新しい課題であるが、その理由は発電機の選択の幅が時代と共に変化してきた事による。

我々は熱電発電機が南極の野外で本当に利用可能であるか否かを29次以来探してきた。幾つかの改良すべき点は探し出したが、それが克服されたとはまだ言えない。一方時代の変化に伴い、観測項目に幾つかの変化が現れつつある。観測内容が高度になり、同時に電力を必要としてきた。過去にテストしてきた90ワット型では時代遅れになりつつある様に思える。無人観測をより興味深い対象とするには500ワット近い電力が要求される場合が出てきた。科学としての無人観測の面白さを追及しながら、それを実現するための現実に利用出来る技術とをいかに滑らかに繋ぐか、しばらく模索が続く様に思える。

田中義人*、湯元清文、西野正徳
(名古屋大学・太陽地球環境研究所)

Comprehensive observations along the 210° magnetic meridian and HF radar experiment plan

Y. Tanaka, K. Yumoto and M. Nishino
(Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University)

Abstract: As an important project of the STEP, the Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University is carrying out the coordinated magnetic observations along the 210° magnetic meridian from high latitudes to the equatorial region in cooperation with many institutes in Japan, Australia, Russia etc. Then, we are planning to make the comprehensive observations at the 210° Russian stations; optical measurements at Tixie (L=5.9), Chokurdahk (L=5.5) and Magadan (L=2.9). In addition, it should be worthwhile to plan HF radar experiments at Magadan (60.0° N, 151.0° E).

名大STEP研は、国内・外の多数の研究機関と協力して、210°磁気経度に沿った地磁気変動の観測を実施している。このプロジェクトは太陽地球系エネルギー国際協同研究(STEP)の重要プロジェクトでもある。さらに、210°観測点のうち、ロシアのTixie(L=5.9)、Chokurdahk(L=5.5)及びMagadan(L=2.9)では光学観測(全天TV、掃天フォトメータ)の準備や検討を行っている。さらに、マガダンでのHFレーダ観測の可能性についても検討を開始している。

° 五十嵐喜良、大高 一弘、國武 学、田中 高史、小川 忠彦
郵政省通信総合研究所

Development of scanning-beam VHF auroral radar system

Kiyoshi IGARASHI, Kazuhiro OHTAKA, Manabu KUNITAKE, Takashi TANAKA and Tadahiko OGAWA
Communications Research Laboratory, MPT, Tokyo

We are developing a new scanning-beam VHF(50 MHz) auroral radar system for radio auroral observations at Syowa Station, Antarctica. Fig. 1 shows the block diagram of this radar system. One of the important functions of this system is to generate on a regular base plasma drift velocity maps from the Doppler measurements of radio auroral echoes in the E-region. Five transmitting antenna, each having an azimuthal beam width of about 30 degrees, cover an azimuthal area of about 160 degrees. Two receiving array antenna system (No. 1 and No. 2) cover an azimuthal area of about 160 degrees. The receiving beam is scanned in a 2.5 degree step. A plasma drift velocity map is available every several minutes. We plan to install this radar system in January at Syowa Station and to operate routinely together with the existing two-beam 112 MHz auroral radar. Because the new radar system has high capability (very wide beam coverage and flexible beam scanning), it is possible to conduct coordinated experiments with satellites, HF radar, optical equipment and so on.

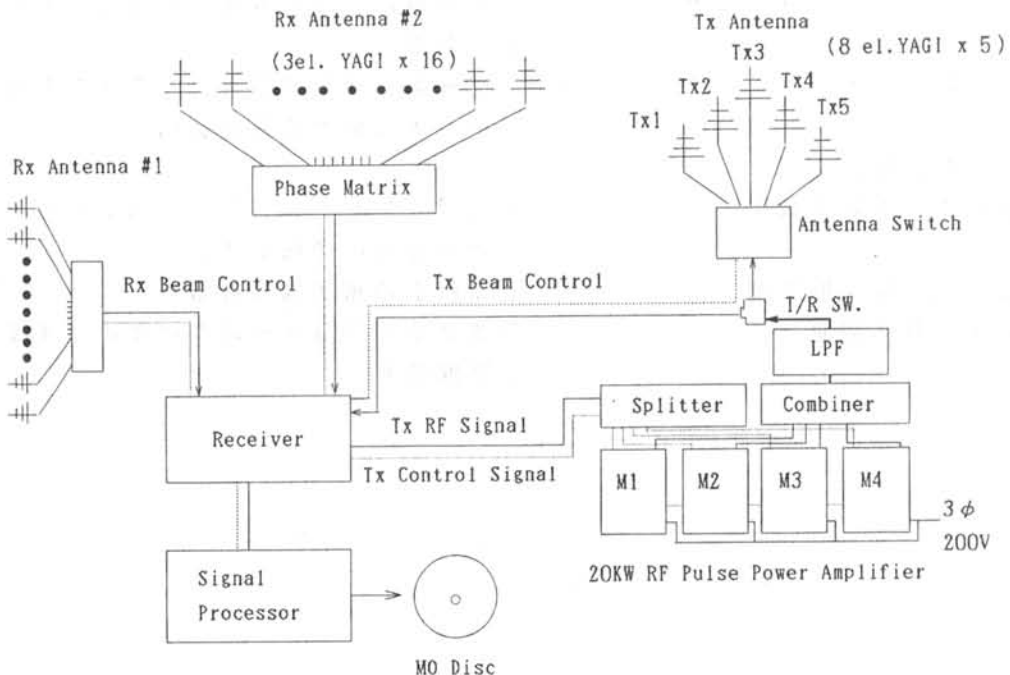


Figure 1. Block diagram of scanning-beam VHF auroral radar system

南極域中層大気のライダー 観測計画の提案

信州大学工学部 野村彰夫

A Proposal for Lidar Measurements of the Middle Atmosphere in Antarctica
Akio Nomura (Faculty of Engineering, Shinshu University)

南極域における上部対流圏から成層圏，中間圏及び下部熱圏にかけての大気のリダー観測を提案する。1983-85年(JARE 24-26)に世界に先駆けて行った南極成層圏雲(PSCs)やエルチチョン火山噴火によるエアロゾルの観測(JARE 24-26)や中間圏ナトリウム原子層観測(JARE 26)の結果やその後の高緯度帯における観測結果を基に観測目的を以下のようにする。

主観測目的をオーロラ活動の中層大気への影響を中間圏ナトリウム層のリダー観測から明らかにすることとする。更に本観測では，夜光雲，PSCsおよびシーラス更に大気密度と温度分布(高度30km以上)の同時観測も可能となる。

リダースystemはYAGレーザを基本に全固体素子化したものを構築し，送信波長には，ナトリウムD₂線である589nmの他に，YAGの基本波(1064nm)とそのSHG(532nm)の3波長を用いる。

具体的な観測項目は以下の通り。

1. 共鳴散乱によるナトリウム原子層観測

- | | |
|----------------|------------------------------------|
| 1-1, 高度分布と気柱密度 | - オーロラによる擾乱, 重力波, 潮汐波等によるダイナミカルな変動 |
| 1-2, ドップラー広がり | - 上記変動に伴う高度80-110kmの温度変化 |
| 1-3, ドップラーシフト | - 上記変動に伴う高度80-110kmの上下方向の風速の高度変化 |

2. ミー散乱観測

- | | |
|------------|-------------------------------------|
| 2-1, 多波長観測 | - 夜光雲, PSCs, シーラス等の高度分布(粒径分布の情報も含む) |
| 2-2, 偏光解消度 | - 上記粒子の相状態の解明 |

3. レイリ散乱観測

- | |
|----------------------------|
| - 高度30-70kmにかけての大気密度及び温度分布 |
|----------------------------|

太陽活動に起因する地球環境変動の研究における、昭和基地の重要性

渡辺 堯 (茨城大・理)

Observations of Atmospheric Response to Solar-Terrestrial Phenomena at Syowa Base, Antarctica.

Takashi Watanabe (Ibaraki Univ.)

A new project to study atmospheric phenomena caused by solar-terrestrial processes is proposed. Since a correlation between solar proton events and transient changes of the tropospheric/stratospheric temperatures has been discovered by several authors, the first target of this project should be confirmation of the electrofreezing process (Tinsley and Deen, 1991) induced by incidence of high-energy particles into the stratosphere. A series of balloon observations at various altitude during solar proton events is proposed to perform at Syowa Base.

太陽活動と地球大気環境との関係については、今まで数多くの論文が発表されているが、その多くは相関解析であり、実際にどのような物理過程を経てそのような相関関係が現れるのかを、観測的に実証した例は無いようである。そのため、一般からの関心はかなり高いのにも関わらず、未だ「サイエンス」として確立されていない感は否めない。そこで南極昭和基地における観測計画として、以下のプロジェクトを提案したい。

ここで言う太陽活動とは、フレア活動のような数日間の現象から太陽活動11年周期にわたる、比較的短いタイムスケールでの現象を考えている。対象とすべき太陽地球系現象は、フレア、太陽高エネルギー粒子の入射、オーロラ活動と地磁気擾乱、電離層擾乱、宇宙線 Forbush Decrease などである。ここで昭和基地の立地条件を考えてみると、まさに昭和基地は太陽活動に伴う地球系現象の発生する領域の直下に位置している、と言って過言ではない。そこでこれらの現象の発生に伴って、昭和基地上空の対流圏・成層圏でどのような変化が発生するのか、ということに興味を持たれる訳である。これまでの研究によると、成層圏レベルの大気圏に直接影響を及ぼしていると思われる現象の有力候補は、太陽高エネルギー粒子の入射であるが (Watanabe and Fujita, 1992)、Tinsley and Deen (1991) によると、銀河宇宙線などの高エネルギー粒子の入射に伴ってエアロゾルが帯電し、それによって氷晶の形成が促進され、過冷却水蒸気が保有している潜熱が一挙に放出されることにより、高緯度帯の大気循環が直接影響を受ける可能性を指摘している。そこで先ず手始めとして、PCA現象を引き起こすような太陽プロトン入射の発生前、発生中、発生後に合わせて、成層圏、対流圏の色々な高度で気球観測を行い、気温の変化だけでなく、プロトン入射に伴うエアロゾルの帯電、氷晶のサイズの時間変化などを測定し、太陽活動の影響の直接的な証拠を獲得することを試みる。そして更に観測をオーロラ活動や宇宙線 Forbush Decrease にも拡大し、どのような物理過程によって太陽活動の影響が地球大気圏に現れるのか、という永年の疑問に解答を与えることを目指す。

Tinsley, B. A., and G. W. Deen, Apparent tropospheric response to MeV-GeV particle flux variations: a connection via electrofreezing of supercooled water in high-level clouds?, *J. Geophys. Res.*, 96, 22283, 1991.

Watanabe, T., and E. Fujita, Short-term meteorological correlations with solar-terrestrial phenomena: a provisional study, *Proc. NIPR Symposium*, in press, 1992.

スヴァールバルISレーダ計画

松浦延夫、藤井良一、野澤悟徳、國分 征

名古屋大学太陽地球環境研究所

Svalbard IS Radar Project

N. Matuura, R. Fujii, S. Nozawa, S. Kokubun

STE Laboratory, Nagoya University

The Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, has been planning to contribute to the construction of the Svalbard Incoherent Scatter (IS) Radar which has started to be constructed by the EISCAT (European Incoherent SCATter) Radar Scientific Association since the beginning of 1993. The Svalbard IS radar is a part of the EISCAT, which has involved the existing EISCAT radar facilities at Tromso in Norway, Kiruna in Sweden and Sodankyla in Finland. This paper aims at describing the specifications/capabilities and scientific aims of the Svalbard IS radar in relation to those of the existing EISCAT radars. Also emphasized will be the importance of Japan, from viewpoints of space science and international collaborations, to attend this project.

北極圏のスヴァールバル諸島スピッツベルゲン島に、大出力の非干渉散乱（インコヒーレントスキヤッター：IS）レーダを建設して、現有のEISCATレーダと併せて極冠域からオーロラ帯までの広い領域における太陽地球環境を、日欧協同で観測・研究する計画が、名古屋大学太陽地球環境研究所を中心とする日本側とヨーロッパISレーダ（EISCAT）科学協会を代表とする欧州側との間で数年来検討されてきた。

1993年、EISCAT科学協会の現加盟6か国（仏国、フィンランド、独国、ノルウェー、スウェーデン、英国）の学術機関によりスヴァールバルISレーダに関する協定が成立し、一足先にレーダ建設に着手したことにより、スヴァールバルISレーダ計画は新しい局面に入ったといえる。日本が将来EISCATに加盟した場合は、このスヴァールバルISレーダ及び現在稼働中のEISCATレーダ双方について他の加盟国と同等の権利を有することになる。即ち現在までに蓄積されたEISCATレーダデータへのアクセス、今後のスヴァールバルISレーダ及びEISCATレーダのコモンプログラム全データの取得及び日本独自のスペシャルプログラムの立案・実施を行うことができることになる。

本講演では、このスヴァールバルISレーダについての概観・機能と科学目的について述べ、日本が本計画に参加する意義とその重要性・緊急性について述べる。

THE SCIENTIFIC GOALS OF THE EISCAT SVALBARD RADAR

1. IONOSPHERIC SIGNATURE OF MAGNETOSPHERE CUSP/CLEFT PROCESSES
 - a) Dayside Auroral and Plasma-Flow Transients, b) Birkeland Currents, c) The Cusp/Cleft Ion Fountain
2. POLAR CAP POTENTIAL AND CONVECTION PATTERN
 - a) Polar Cap Convection, b) Polar Cap Precipitation, c) Coupling between Auroral and Polar Zones
3. IONOSPHERE-MAGNETOSPHERE PLASMA EXCHANGE
 - a) Large Upward Flows in the Midnight Sector, b) Polar Wind
4. POLAR IONOSPHERE
 - a) Ionization, Composition and Thermal Structure of the Ionosphere, b) Patches, Blobs and Irregularities
5. THERMOSPHERIC STUDIES
 - a) Thermospheric Response of IMF
6. HIGH-LATITUDE PLASMA PHYSICS
 - a) Extraction of Ionospheric Plasma by Magnetospheric Processes, b) Non-Thermal Plasmas
7. MST STUDIES IN THE POLAR CAP
 - a) Coupling Processes between the Lower Thermosphere and the Mesosphere
 - b) The Polar Stratosphere and Troposphere investigated by the Svalbard Radar in ST Mode

17回
極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム
講演要旨（ポスター発表）

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

Abstracts
(Poster Presentation)

1993年12月14日（火）－ 12月15日（水）
December 14 - 15, 1993

国立極地研究所

National Institute of Polar Research
Tokyo, Japan

P1

Identification of auroral conjugate points from auroral pulsations
 oHirokazu Minatoyal, Takayuki Ono2, Natsuo Sato2, Ryouichi Fujii3,
 Hisao Yamagishi2, Kazuo Makita4, Takeo Yoshino1

1.Univ. of Electro-Communications, 2.National Institute of Polar Research
 3.STE Laboratory, Nagoya Univ., 4.Takushoku Univ.

1. introduction

The simultaneous conjugate TV image data among Husafell in Iceland, Syowa and Asuka station in the Antarctica were obtained in the period from 22UT, 9th to 02UT, 10th on Sept. in 1991. We analyzed image data of pulsating auroras to estimate the real conjugate points from the position of conjugate auroras. The results gave us useful information for the investigation of state of magnetospheric structure or the generation mechanism of auroral particles.

2. Analysis and results

During 22:20-23:10UT, active pulsating auroras were obtained in the TV data. We tried to identify conjugate pulsating auroras with their periodicity at both hemispheres.

Figs.1(a,b) are all-sky images of diffuse aurora embodying auroral pulsations at Husafell and Syowa during 22:54:40-22:55:00UT. Figs.2(a,b) are the periodic pulsating regions represented by the auto-correlation coefficient for the image data. The regions pointed by "A" and "B" in Figs.1 and 2 have the similar pulsating period each other. Figs.3(a,b) show intensities and Figs.4(a,b) show auto-correlation functions on the point "A" and "B". We can identify two pulsating auroras as conjugate auroras by the similar intensity fluctuation and the same peak correlation coefficient and period.

In the present case, the real conjugate points of Iceland appeared at the southern hemisphere with deviation of -0.4deg . in high latitude side and 2.9deg . in east side from IGRF conjugate point. At the presentation, we'll analyze time variations of the real conjugate points by using above analysis statistically.

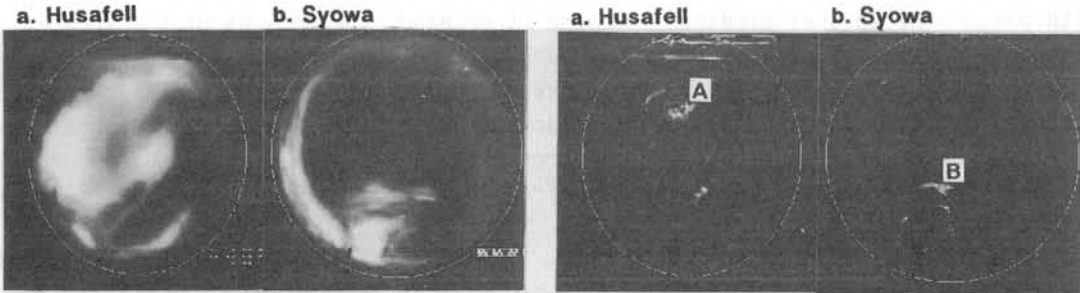
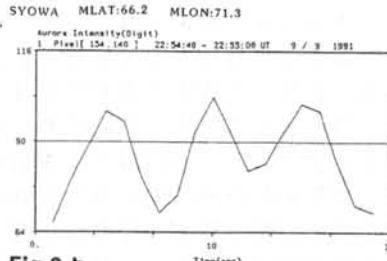
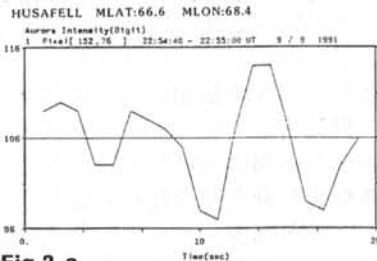
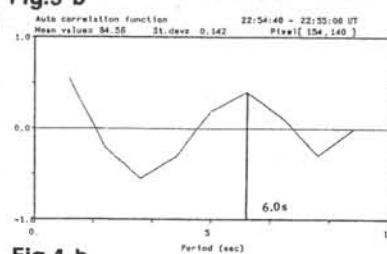
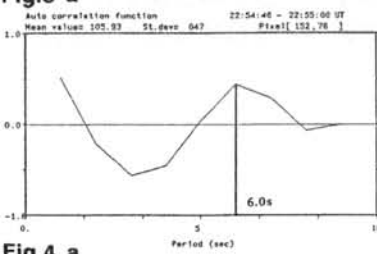


Fig.1 All-sky image

Fig.2 Auto-correlation coefficient



Figs.3(a,b)
 Intensities on the
 point "A" and "B"



Figs.4(a,b)
 Auto-correlation
 functions
 on the point
 "A" and "B"

Fig.4 a

Fig.4 b

カナダ北極圏における極冠域朝側 sun-aligned アークの観測

塩川和夫¹、湯元清文¹、国分征¹、林幹治²、小口高²、D. J. McEwen³、
木山喜隆⁴、松岡彩子⁵、早川基⁵、向井利典⁵

Observations of Morningside Sun-aligned
Arcs in Canadian High Arctic

Shiokawa, K.¹, K. Yumoto¹, S. Kokubun¹, K. Hayashi², T. Oguti²,
D. J. McEwen³, Y. Kiyama⁴, A. Matsuoka⁵, H. Hayakawa⁵, and T. Mukai⁵

¹STE Lab., Nagoya Univ., ²Univ. of Tokyo,
³Univ. of Saskatchewan, ⁴Niigata Univ., ⁵ISAS

A characteristic duskward motion of morning-side sun-aligned arcs is found from statistical studies of ground-based data. The studies are based upon the observation of the arcs by all-sky TV cameras and a multichannel scanning photometer at Resolute Bay (RSB, MLAT=84.5°, MLON=316°) and Cambridge Bay (CBB, MLAT=77.6°, MLON=306°) in Canada during December 1992 - January 1993. Most of the sun-aligned arcs observed at RSB move from dawn to dusk in the field of view of the all-sky TV camera. For several events, the motion is quasi-periodic with periods of several minutes. On the other hand, the motions of the arcs at CBB are a mixture of dawn-to-dusk, dayside-to-nightside, unclear motions, and some exceptions. The quasi-periodic duskward motions of the arcs are also observed at CBB. The typical speed of the motion is 500 m/s at the ionospheric altitude for both RSB and CBB. In the presentation, we will discuss source regions of these arcs by using the data from the EXOS-D satellite and the IMP-J satellite.

本講演では、カナダ北極圏のレゾリュートベイ（RSB、磁気緯度84.5度）およびケンブリッジベイ（CBB、磁気緯度77.6度）において、1992年12月から1993年1月にかけて、全天カメラ及び多波長掃天フォトメータで行ったオーロラ観測の結果を報告する。これまでの観測は、地理的条件の難しさもあってほとんどが磁気緯度80度よりも低い緯度で行われており、今回のRSBでのオーロラの動きの観測は、その意味で非常に新しい。そして、特にこのRSBの緯度において、朝側のsun-aligned アークがほとんどの場合、全天カメラの視野の中を朝側から夕方側に向けてゆっくりと動いてゆく、という特徴が今回の観測から見いだされた。典型的な動きの速度は約500 m/sであった。またこの動きが数分周期で繰り返し起きている興味深いケースも見られた。講演ではこれらの地上観測のデータと、EXOS-D衛星、IMP-J衛星のデータを合わせて、オーロラを光らせている降り込み粒子の磁気圏側ソース領域に関する議論を行う。

イメージングリオメータで観測された Pc5地磁気脈動にともなうCNA脈動

加藤賢一¹, 山岸久雄², 佐藤夏雄², 利根川豊¹

¹ 東海大・工, ² 国立極地研究所

Studies of CNA pulsation associated with Pc5 geomagnetic pulsation and observed by Imaging Riometer

KATO, Ken-ich¹, YAMAGISHI, Hisao², SATO, Natsuo², TONEGAWA, Yutaka¹

¹ Tokai Univ., ² NIPR

CNA pulsation associated with Pc5 geomagnetic pulsation was observed at Syowa and Husafell and Tjornes, Iceland near conjugate point of Syowa on Oct.31,1990. The pulsation also was observed with Imaging Riometer at Tjornes.

For analyzing the event, the pulsations mention following features; 1) Both CNA pulsation and Pc5 geomagnetic pulsation are same period. 2) Pc5 geomagnetic pulsation already exist before CNA pulsation arise. 3) CNA pulsation arise with the whole absorption. 4) Amplitude of CNA pulsation decrease with one of Pc5 geomagnetic pulsation. 5) Pc5 geomagnetic pulsation is toroidal odd mode standing wave from phase relation between The H and D component and conjugate stations. 6) The H component indicate the north-ward when absorption increase.

The features as above in this case show that Pc5 geomagnetic pulsation induce CNA pulsation when high energy particle bringing CNA pass through which Pc5 geomagnetic pulsation exist.

1990年10月31日06UT(～MLT)にPc5地磁気脈動にともなうCNA脈動が、アイスランド・チョルネス(MLat. 66.97, MLon. 73.27), フッサフェル(MLat. 66.02, MLon. 68.88), そして共役点の昭和基地(MLat. -66.58, MLon. 71.85)で観測された。また、チョルネスでは1990年7月よりイメージングリオメータ(200km四方を8×8の空間分解能)によるCNA観測が行われており、それらCNA脈動の空間変化の様子も得られている。

それらの各観測のデータを0530UTから0630UTまでの時間変化をプロットしたものを以下に図示した。この図は上から各観測点でのFluxgate磁力計から得られた地磁気のH成分とD成分、普通のリオメータのCNA変化、そしてイメージングリオメータの天頂付近の子午線を通るビームから得られたCNA変化を表している。イメージングリオメータの濃淡は各ビームより求めたQDCからのdB値で表し、濃いほど吸収が強い事を現している。普通のリオメータからのCNAは減少するほど吸収が強くなっている。

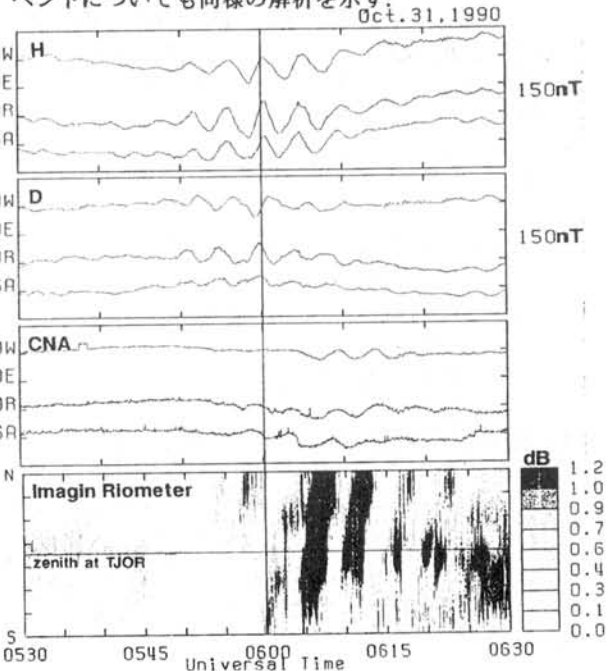
これらの図より次のような特徴が現れている。

- 1) CNA脈動とPc5地磁気脈動は同周期である。
- 2) CNA脈動がおこる0550UTより前にすでにPc5地磁気脈動がある。
- 3) CNA脈動は、全体的に吸収が生じ始める0550UTと共に、起き始める。
- 4) 地磁気脈動が弱くなると共に、CNA脈動も弱くなる。
- 5) 地磁気脈動の共役点やH-D間の位相差と振幅から、その波はトロイダルな奇数次固有振動モードである。

6) 吸収があると、H成分は増大つまり北方向を指す。この時全体的にH成分は南向きである。

これらの特徴より、このイベントでは磁気圏で午前側の典型的なPc5地磁気脈動が存在する所に、CNAをもたらす高エネルギー電子が通過すると、その脈動によってCNA脈動がもたらされる事を示唆している。

本研究では、以上のイベントの地磁気変化やCNAの観測点間や成分間などの位相差、そして緯度方向の位相変化などの解析、また他のイベントについても同様の解析を示す。



波数ベクトル計測によって位置決定された
AKRの電波源とオーロラアークの対応

熊本篤志、大家寛、森岡昭（東北大理）、金田栄祐（東大理）

Correspondance between the location of AKR sources
determined by the measurement of k-vector and auroral arcs.

Atsushi Kumamoto, Hiroshi Oya and Akira Morioka (Tohoku Univ.)
Eiske Kaneda (Univ. of Tokyo)

For the purpose of identification of the location of AKR (Auroral Kilometric Radiation) source, k-vector directions of propagating AKRs have been derived from the data of the wave-form measurement of 3-component magnetic field observed PWS (Plasma Wave and Sounder experiments) onboard the Akebono satellite. For a case of the intense R-X mode AKR , the projection point of AKR source on ionosphere shows westward motion with speed of 1-2km/s in the midnight sector in the auroral region with magnetic latitude 65°.

1. 序

AKR（オーロラキロメータ放射）がオーロラの出現とともに発生することはGurnett[1974]以来知られている。しかしそのより具体的な位置を精度よく定めた例はなく、その発生機構やサブストームにともなう位置変化を解明する問題が残されている。本研究ではあけぼの衛星に搭載されたPWS（高周波域プラズマ波動及びサウンダ観測装置）によって観測されたデータにより位置決定を行ったものである。

2. 方法

あけぼの衛星搭載のPWSでは伝搬してきたAKRの電場2成分、磁場3成分の波形計測をおこなっているが、このうち磁場3成分を直交する3平面で偏波分離し、

$$\mathbf{k} // [B_{xi}^2 - B_{xr}^2 \quad B_{yi}^2 - B_{yr}^2 \quad B_{zi}^2 - B_{zr}^2]$$

（ただし $B_{xi}, B_{ir} (i = x, y, z)$ はそれぞれ x, y 及び z 方向を軸とした磁場の左及び右回り成分）の関係をもちいてAKRの波数ベクトル方向を導出して、電波源の位置決定を行った。この際、比較的近い電波源を想定して伝搬経路は直線で近似し、電波源の高度は発生周波数が電波源の電子サイクロトロン周波数付近であることから決定した。さらに、電波源の磁力線を追うことによって、電離層高度でオーロラアークが存在していると考えられる地点も同時に求めた。

3. 結果

夜側で観測された強いR-XモードのAKRの数例について電波源の位置を決定することが可能となった。またFigure 1の例においては、西方へ移動する電波源が夜側の磁気緯度65度付近に存在し、これに対応する電離層高度への投影点が1-2km/sの速度をもつことが確認された。さらに地上の地磁気観測データやあけぼの搭載のATV（オーロラ撮像装置）のオーロラ画像データとの比較から電波源とオーロラの特徴的な点の関係が明らかになった。

References Gurnett, D. A., J. Geophys. Res., 79, 4227, 1974.

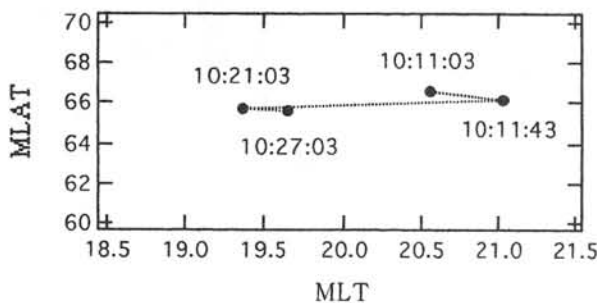


Figure 1 Time variation of the location of projection points of AKR sources on ionosphere. (Jan.,31,1990)

「あけぼの」RDMで観測された放射線帯の構造変化

行松 彰 (極地研)、高木 俊治 (東北大)、寺沢 敏夫 (東京大)、
河野 毅 (理化学研)、横野 文命 (宇宙研)、江尻 全機 (極地研)

Structural Variation of Radiation Belt Observed by RDM aboard AKEBONO (EXOS-D)

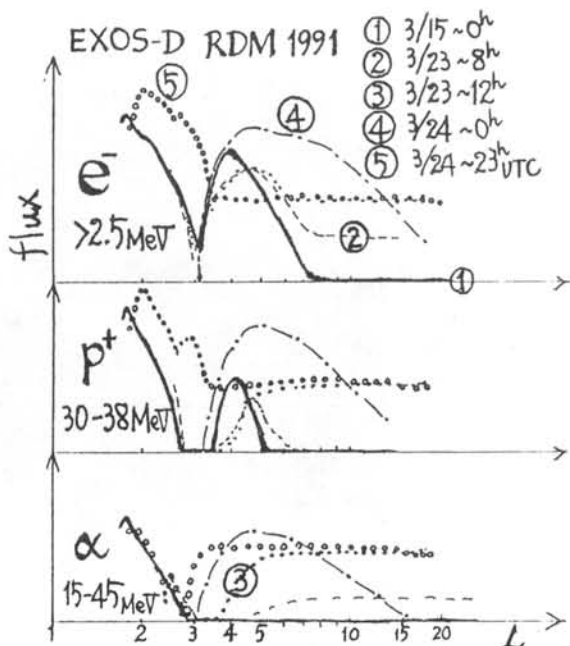
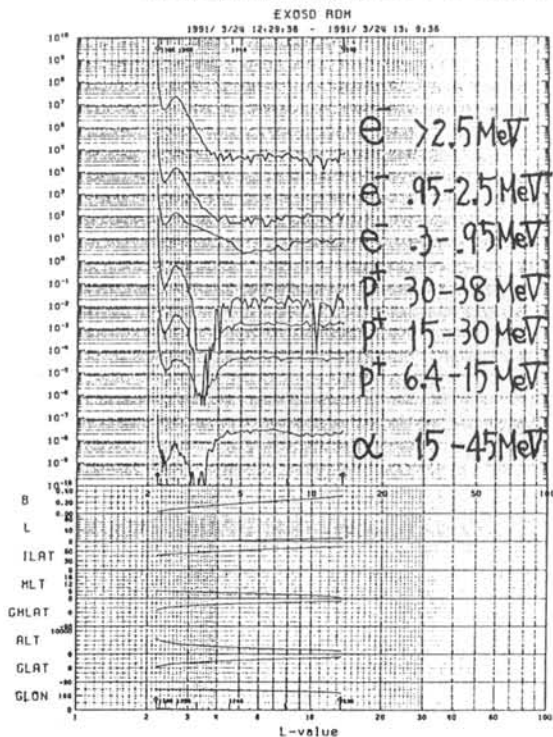
Yukimatu A.¹, S.Takagi², T.Terasawa³, T.Kohno⁴, F.Makino⁵, M.Ejiri¹

- ¹National Institute of Polar Research
- ²Cyclotron RI Center, Tohoku University
- ³Geophysical Institute, University of Tokyo
- ⁴Institute of Physical and Chemical Research
- ⁵Institute of Space and Astronautical Science

Drastic structural variation of the radiation belt was observed by RDM (Radiation Monitor) instrument aboard AKEBONO (EXOS-D) resulting from arrival of the shock at the Earth on March 24, 1991. Data of CRRES instruments have already shown the formation of the second peak in the inner proton radiation belt during this SC event. We investigate this phenomenon by using AKEBONO RDM data compared with CRRES results and geosynchronous satellite data.

1991年3月24日のSCイベントに伴って、放射線帯の構造が変化したことがCRRES衛星の観測により報告されている。特に新しいベルトが形成されたことが顕著であって、その形成過程について、議論がなされている。

今回はこの現象が「あけぼの」衛星の放射線モニターであるRDM観測器でどのようにとらえられていたかについて報告し、CRRES衛星及び静止衛星のデータとの比較検討を行うことで、その形成過程、消滅過程について考察する。



極冠内に於ける太陽風起源イオンのエネルギー分散

渡辺成昭[○]、佐川永一、巖本 巖 (通信総合研究所)

B. A. Whalen, A. W. Yau (HIA/NRCC, Canada)

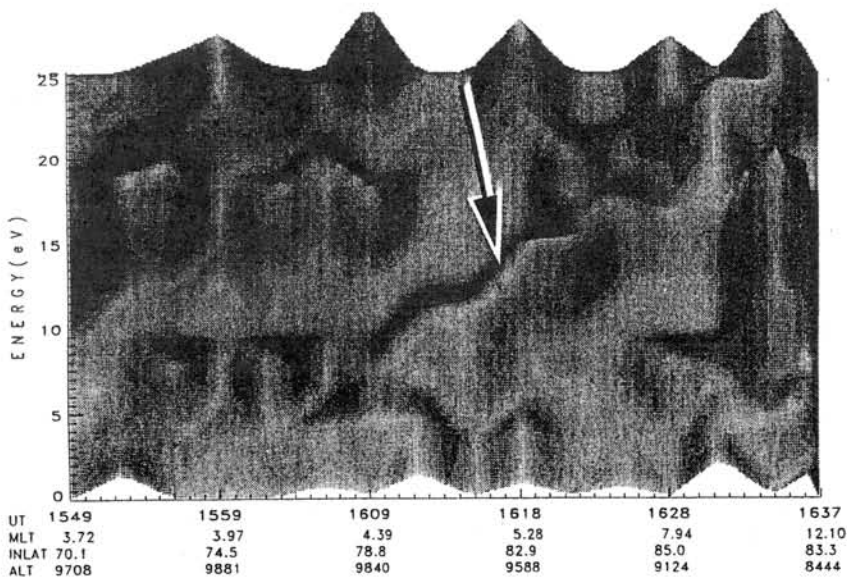
早川基, 松岡彩子 (宇宙科学研究所)

Energy Dispersion of Polar Ions from the Solar Wind

S. Watanabe, E. sagawa, I. Iwamoto (Communications Research Laboratory), B. A. Whalen and A. W. Yau (Herzberg Institute of Astrophysics, NRC Canada), H. Iiyakawa, A. Matsuoka (Institute of Space and Astronautical Science)

He^{++} ions in the magnetosphere are good tracers of the solar wind plasma. Using SMS on the AKEBONO, various patterns are found for thermal ions on the energy-time diagram over the polar cap. A falling (rising) tone in the away (toward) pass from (to) the cusp suggests the velocity filter. Energy distribution patterns for thermal ions seem to take complex shape, depending on the condition of the solar wind magnetic field and the electric field in the magnetosphere.

「あけぼの」衛星で測定された冷たいプラズマのエネルギー分散を調べたところ、多くの場合、高エネルギーの場合と異なり、イオンのエネルギー分散は極冠域全体に広がっていることがわかった。カスプ領域に近い所では相対的に高いエネルギーを持つイオンが測定され、遠い所には対流等で運ばれた相対的に低いエネルギーを持つイオンが観測されるという、パターンは冷イオンでも確認された。しかしその様な例ばかりではなく複雑なパターンも見られた。これは、衛星軌道、IMF-Z、Y成分の符号に対応した対流、及びその時間的変化と深い関係があると考えられる。



Energy-time diagram of thermal He^{++} ions in the polar-cap region observed on April 28, 1990. An arrow in the figure shows the rising tone.

EXOS-D/SMSによるカusp領域でのイオン加熱の観測

渡部重十^o (北海道情報技術研究所)
 阿部琢美 (青山学院大学)
 佐川永一 (通信総合研究所)

B.A. Whalen, A.W. Yau (Herzberg Institute of Astrophysics)

EXOS-D/SMS Observations of Transverse Ion Energization in the dayside cusp region

S. Watanabe (Hokkaido Institute of Information Technology)
 T. Abe (Aoyama Gakuin University)
 E. Sagawa (Communication Research Laboratory)
 B.A. Whalen, A.W. Yau (Herzberg Institute of Astrophysics)

The Suprathermal Ion Mass Spectrometer (SMS) on the EXOS-D observed the thermal and suprathermal ion energy distributions in and near the Transverse Ion Energization (TIE) region. The TIE exists in the polar wind acceleration region over ~3000km altitude and on field lines closely related to the dayside cusp region which is in the poleward edge of the dayside auroral region. The latitudinal range which the TIE occurs is narrow, less than 100km. In the region, all ions (major and minor species) are energized to approximately the same energy perpendicular to the magnetic field and ejected into the magnetosphere by the diverging B field.

EXOS-D/SMSによる観測では、昼側カusp領域で熱的イオンの加熱領域 (TIE) が定常的に存在することを示している。この加熱領域ではすべてのイオン (H^+ , He^+ , O^+) がほぼ同じエネルギーで磁力線に垂直な方向に加熱され ∇B により磁気圏へと流れている。しかし、加熱領域はポーラウィンドが存在するポーラキャップ領域であるために ∇B による流れの速度とポーラウィンド速度および対流による ExB 速度を加えたものとなっている。加熱領域は高度約3000km~EXOS-Dの遠地点以上まで広がっているが、その緯度方向の広がりには100km程度である。

図1に熱的イオンのエネルギー分布測定より求めたプラズマパラメータの一例を示す。上図より ExB ドリフト速度の東西成分、磁力線方向の速度 (北半球での測定であるために負符号になっている)、温度、密度、衛星電位である。数字1, 2, 4はそれぞれ H^+ , He^+ , O^+ を示している。矢印で示したところで磁力線に対し垂直な方向の加熱 (TIE) が観測された。ここで、 ExB ドリフトのシアアが観測されている。この傾向は昼側でのカusp領域で通常観測されるものであり、オーロラ帯の極側に対応している。

EXOS-D/SMSによる観測は熱的イオンの加熱 (TIE) とコニクスはポーラウィンドおよびポーラキャップ内の対流を含んだ運動を行っているとともに、その加熱メカニズムが波によるものではなく説明できないことを示している。

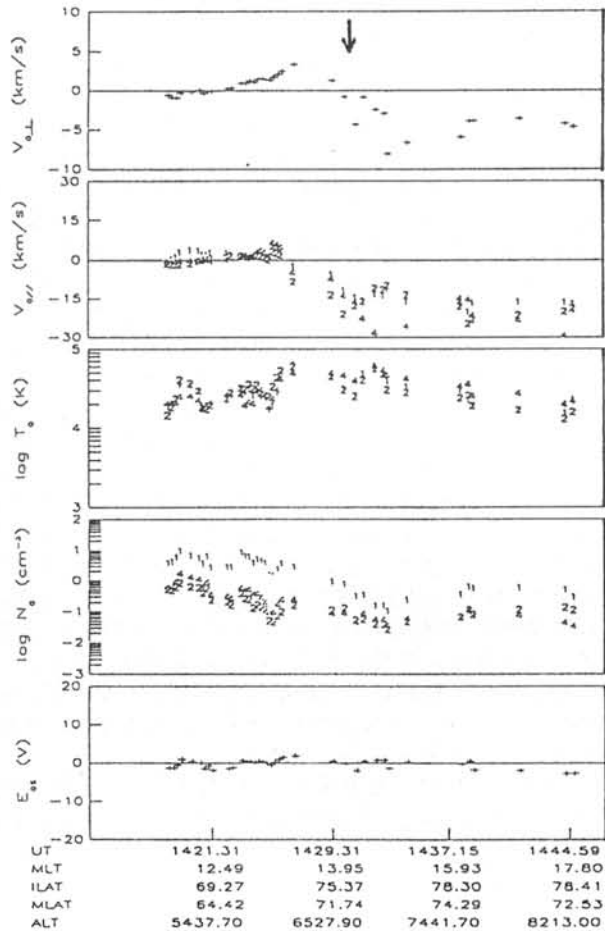


Fig.1 Estimated plasma parameters for the pass on February 13, 1990.

ポーラーウインド領域での熱的電子・イオンの観測

阿部琢美(青山学院大学) 渡部重十(北海道情報技術研究所)
 B.A. Whalen, A.W. Yau (NRC) 佐川永一(CRL) 小山孝一郎(ISAS)

Thermal Plasma Observations in the Polar Wind Region

T.Abe (Aoyama Gakuin Univ.) S.Watanabe (Hokkaido Inst. Info. Tech.)
 B.A.Whalen, A.W.Yau (NRC) E.Sagawa (CRL) K.I.Oyama (ISAS)

We present the first direct observations of both polar wind velocity and local electron temperature simultaneously measured with two instruments (SMS/TED) on Akebono satellite in the mid-altitude (1500~4000 km) polar ionosphere, and their inter-relationship is discussed with a particular interest in great significance of plasma temperature effect upon the ambipolar electric field. The SMS observations show that the polar wind velocity of light ions (H^+) increases rapidly with altitude, typically from ~ 1 km/s at 2000km to $5\sim 6$ km/s at 4000km altitude in the dayside polar cap. On the other hand, the TED observations show that the T_e profile has unexpected positive gradient with altitude. The comparison of the SMS and TED data indicates that at a given altitude the polar wind velocity correlates positively with the local electron temperature, which demonstrates the direct relationship between the local magnitude of ion acceleration and that of the ambipolar electric field due to the plasma pressure gradient.

Polar Wind は極冠域に存在する熱的イオンのダイナミクスを理解する上で重要な現象であるが、理論的側面に幾多の顕著な研究が遺されているのに対し、DE1/RIMS と EXOSD/SMS によって本格的な直接観測が為されているに過ぎない。SMS においては衛星スピン周期内に観測された複数種のイオンの RPA profile を用いて衛星の potential を決定、と同時にスピン平面内での各々のドリフト速度 (V_f)、温度、密度を算出することが可能である。本研究ではこうして得られたデータのうち特に磁力線方向のドリフト速度(すなわち polar wind) に注目し、同時に TED の観測から得られた電子温度 (T_e) データとの比較を行っている。

SMS 観測から得られた polar wind の高度 profile によれば昼側では V_f は高度 2000km で約 1km/s, 4000km では $5\sim 6$ km/s まで加速され、従来理論的に予測されていたものと大きな差異はない。しかしながら上部電離圏はもとより高度 7000km 以上に於いても dominant な構成要素である O^+ イオンが上向きに 4km/s 前後の速度をもつということは意外な観測事実であった。上述した観測器によって得られたイオンの V_f, T_e を用いて特定の高度における両者の相関を調べた結果、低い高度 (1900~2100km) では T_e の大小に関わらず V_f は小さく 1.5km/s 以下なのに対し、2400~2600km, 2900~3100km と高度が高くなるに従って最小自乗法により得られた直線はよりはっきりした正の相関とより急な勾配を示し、特に高い高度では $T_e=4500K$ と $7000K$ では V_f が二倍以上異なることが見いだされた。polar wind plasma の特性と T_e との関連性については熱的プラズマの温度・密度勾配に起因する偏極電場が直接に ion の outflow を drive するメカニズムから十分に予想される因果関係であるが、 V_f, T_e の算出に関わる諸々の問題からこれらの同時直接観測は過去には報告が無かった。EXOSD 衛星が観測した V_f と T_e の相関、すなわち高い T_e のもとで大きな V_f が達成されるという事実は前述したような polar wind の dynamics を如実に示唆するものである。

また TED により観測された T_e profile の正の勾配 (高度とともに T_e が増加) は従来考えられてきた標準的な極冠域電離層熱プラズマの特性とは異なり、磁気圏から電離層へのエネルギーの流入を強く示唆するものである。講演ではこのような温度プロファイル、磁気圏からの heat flux などについても議論を行なう。

Electron Spectrum Calculated from EISCAT Electron Density Profiles

*R. Fujii,¹ N. Matuura,¹ S. Nozawa,¹ M. Sato,¹ T. Ono,² A. Brekke,³ C. Hall³

¹STEL, Nagoya University, ²Nat'l Inst. Polar Res., ³The University of Tromso

EISCATにより得られた電子密度高度プロファイルから推定される降下粒子のスペクトル

藤井良一,¹ 松浦延夫,¹ 野澤悟徳,¹ 佐藤真理子,¹ 小野高幸,² A. ブレкке,³ C. ホール³

¹名古屋大学STE研, ²極地研, ³トロムソ大学

The incoherent Scatter (IS) Radar (e.g., the EISCAT radars) has provided us a unique and powerful tool to measure ionospheric electrodynamic parameters such as electric fields, electron densities, electron/ion temperature and neutral wind velocities. An important parameter which the IS radars are not able to measure directly is, however, an energy distribution (=spectrum) of precipitating electrons. The electron spectrum gives us useful information, in particular, on which domain, CPS, BPS, LLBL, etc., we are looking at, since these domains have been defined and identified with peculiar characteristics of their spectra obtained from satellites' observations [Winningham et al., 1975; Eastman et al., 1976; Newell and Meng, 1991]. It is hence very much desirable to establish a method for the inversion from the altitude profile of electron densities to the spectra of precipitating electrons, which will remarkably reinforce the capability of the IS radar measurements. This inversion problem has been investigated by two methods; UNTANGLE [Vondrak and Baron, 1975] and CARD [Brekke et al, 1989], but the validity of these two methods have not as yet been sufficiently checked, that is, we do not know whether they really give us electron spectrum same to those observed simultaneously with satellites.

We present a preliminary result obtained from a case study by using data simultaneously observed during 1988 and 1990 with the EISCAT Common Program 1 at Tromso (geographic latitude: 69.67°, geographic longitude: 18.95°, invariant latitude: 66.48°, magnetic longitude: 103.54°) and with the DMSP F8 & 9 satellites. We have selected data during periods when either DMSP F8 or F9 passed close to the Tromso magnetic field line within about 30 km and CP-1 mode observations were conducted. The EISCAT CP-1 is a mode of the EISCAT Common Programs, which measures the electron density and electron/ion temperature along the magnetic field line with the spatial resolution of about 2 km from ~90 km to ~300 km high. The electron spectrum is obtained from CARD with the time resolution of 5 min, which provides an energy range from 0.5 keV to 30 keV. We will also describe the EISCAT CP data archives at STEL/Nagoya University, which we are now extensively proceeding.

Brekke, A., et al., Auroral ionospheric conductance during disturbed condition, *Ann. Geophys.*, 7, 269-280, 1989.

Eastman, T. E., et al., The magnetospheric boundary layer: site of plasma, momentum and energy transfer from the magnetosheath into the magnetosphere, *Geophys. Res. Lett.*, 3, 685-688, 1976.

Newell, P. T., and C.-I. Meng, Mapping the dayside ionosphere to the magnetosphere according to particle precipitation characteristics, *Geophys. Res. Lett.*, 19, 609-612, 1992.

Vondrak, R. R., and J. Baron, A method of obtaining the energy distribution of auroral electrons from incoherent scatter radar measurements, in *Radar Probing of the Auroral Plasma*, edited by A. Brekke, pp. 315-330, Universitetsforlaget, Oslo, 1975.

Winningham, J. D., et al., The latitudinal morphology of 10 eV to 10 keV electron fluxes during magnetically quiet and disturbed times in 2100-0300 MLT sector, *J. Geophys. Res.*, 8, 3148-3171, 1975.

Ionospheric Electric Fields and Currents in the Premidnight Sector

° Mariko Sato^{1,2}, Y. Kamide¹, A. Richmond², A. Brekke³ and S. Nozawa¹

¹ Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

² High Altitude Observatory, NCAR, U.S.A.

³ Auroral Observatory, University of Tromsø, Norway

Motivation

Understanding the physics of the so-called Harang discontinuity and its relation to substorm dynamics is one of the important, unsolved issues. Although the Harang discontinuity is originally defined as the boundary which separates the region of the westward electrojet to that of the eastward electrojet, various phenomena reverse or significantly change their characteristics across the discontinuity. The relationship between the discontinuity and the substorm is still unclear because of the difficulty of separating temporal variations from spatial changes in observations, for example, by radars.

In this paper, we will present the “instantaneous” distribution of ionospheric currents and electric fields in the vicinity of the Harang discontinuity during substorms by using a magnetogram inversion scheme along with data of ground magnetometers, the DMSP satellite and EISCAT radar.

Global and local estimations of the ionospheric electric fields and currents

We have been establishing a new magnetogram inversion scheme to investigate the ionospheric electrodynamics in a localized region. Global magnetic and electric potential patterns of AMIE (Assimilative Mapping of Ionospheric Electrodynamics) results give a realistic boundary condition for the regional computation at fine grid points. With results of the regional estimation, we will discuss the spatial relationship between the electric fields and currents, and also a role of the nonuniformity of the ionospheric conduc-

tivity in generating field-aligned currents. Since AMIE results provide time development of global convection patterns as well as a rough position of the Harang discontinuity, we also attempt to show the relationship between the ‘quiet-time’ discontinuity, which always exists near 2200MLT, and the one which emerges at the edge of the westward traveling surge accompanied with substorms.

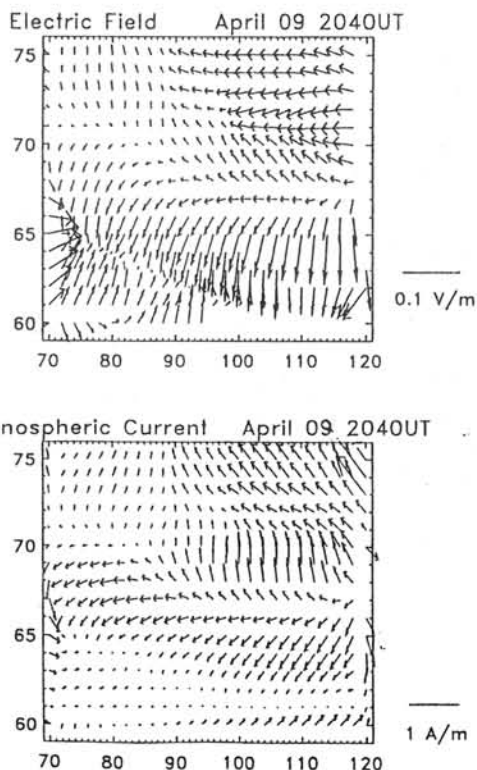


Fig. Spatial distribution of electric field vectors and horizontal current vectors. Horizontal and vertical axes indicate magnetic longitude and latitude, respectively.

オーロラベルトの真夜中赤道側境界と赤道環電流の関係について

横山 信博、上出 洋介 (名大STE研)、宮岡 宏 (極地研)、F. J. Rich (AFGL)

Relationship Between the Equatorward Boundary of the Auroral Belt and the Intensity of the Ring Current

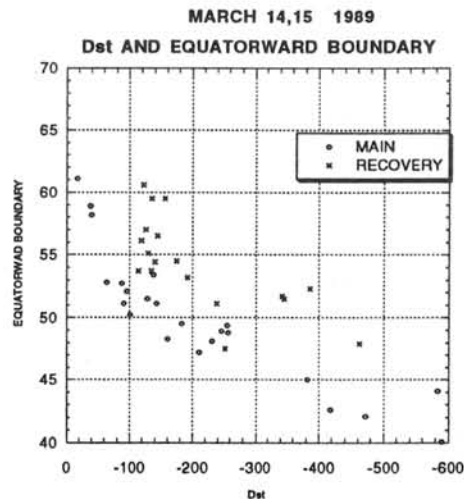
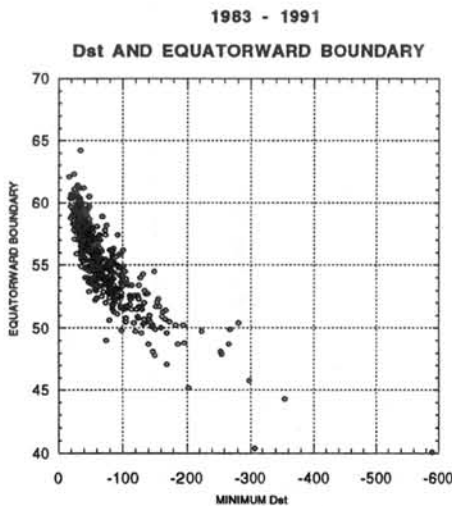
N. Yokoyama, Y. Kamide (STEL), H. Miyaoka (NIPR) and F. J. Rich (AFGL)

Using the auroral boundary index derived from DMSP electron precipitation data and the *Dst* index, the location of the auroral belt during magnetic storms is studied. This is to try to understand quantitatively the relationship between the size of the auroral belt and the intensity of the ring current for solar wind - magnetosphere interactions. This is also an introductory study toward the goal of the study of the energy budget of magnetospheric and ionospheric processes.

夜側オーロラベルトの赤道側境界と赤道環電流の変動を調べるために、DMSP 衛星の極域降下粒子データから得られた auroral boundary index と、*Dst* の一時間値を、1983 年から 1991 年について解析した。その結果、両者は単純な線形関係ではないことがわかった。

Dst の変動プロットから磁気嵐を選び、*Dst* の値のピーク (磁気嵐主相における最小値) と、それに対応する赤道側境界の緯度の統計的関係を調べた。磁気嵐時におけるオーロラベルトの赤道側境界の緯度は、赤道環電流の強さに対して、不連続な変化をするのではなく、連続的な曲線を示すことがわかった。本研究では、太陽風、磁気圏、電離圏の結合過程におけるエネルギー消費についても示唆することを目的としている。

下の図は、1983 年から 1991 年までの全磁気嵐時の最小 *Dst* と境界緯度をプロットしたものと、1989 年 3 月 14 日の大磁気嵐において、一時間ごとの *Dst* と境界緯度をプロットしたものである。両者を比較するとほぼ同じ傾向があることがわかる。



HIGH- AND LOW-LATITUDE Pi2 MAGNETIC PULSATIONS
OBSERVED AT THE 210° MM CHAIN STATIONS

H.OSAKI,K.YUMOTO,K.SHIOKAWA,Y.TANAKA

Solar-Terrestrial Environment Lab., Nagoya Univ., Japan

S.I.SOLOVYEV and G. KRYMSKIJ

Inst. of Cosmophys. Res. & Aeronomy (IKFIA), Yakutsk, Russia

E.F. VERSHININ and V.F. OSININ

Inst. of Cosmophys. Res. & Radio Wave Propa. (IKIR), Kamchatka, Russia
and

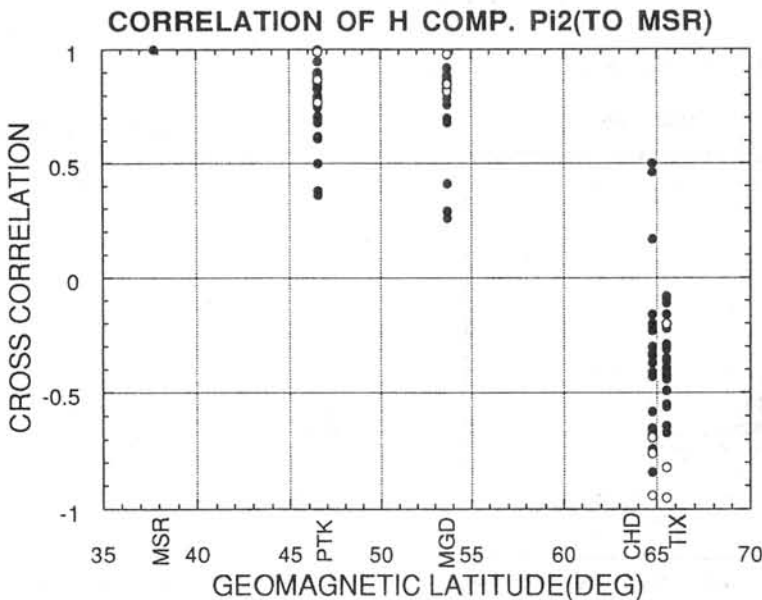
210°MM MAGNETIC OBSERVATION GROUP

In order to understand relationships between high- and low-latitude Pi2 magnetic pulsations, we analyzed magnetic data from the 210° magnetic meridian chain stations(TIX($\Phi = 65.53^\circ$),CHD(64.75°),MGD(53.70°),PTK(46.49°), MSR(37.76°)) during September 17-18 and October 6-30,1992. Crosscorrelation of Pi2 events at the separated stations were examined for the interval of ~ 10 min. The analyzed results are summarized as follows:

- (1)Only 12% of Pi2 events simultaneously observed from the lower to the higher latitudes have the same spectral peak.
- (2)42% of higher($\Phi \geq 64.75^\circ$) and lower($\Phi \leq 53.70^\circ$) latitude Pi2 events show crosscorrelation coefficient higher than 0.5.
- (3)88% of Pi2 events of lower latitudes($\Phi \leq 53.70^\circ$) show higher crosscorrelation coefficient than 0.5.

These observational facts suggest that high- and low-latitude Pi2 pulsations are associated mainly with Alfvén-mode (or ionospheric current) oscillation at auroral latitudes and cavity-mode like oscillation in the inner magnetosphere, respectively.

In the present paper we will also show results of wavepacket-to-wavepacket($\Delta t \sim 4$ min) cross-correlation analyses.



磁気圏内の荷電粒子の軌道シミュレーションにおける電荷交換反応の効果

○高村 直也 (東海大) 宮岡 宏 (極地研) 江尻 全機 (極地研)

Effect of charge exchange processes for the particle trajectory simulation in the magnetosphere

○Naoya Takamura(Tokai Univ.) Hiroshi Miyaoka(NIPR) Masaki Ejiri(NIPR)

We have formulated a time-dependent simulation scheme of energetic particles in the magnetosphere associated with a storm/substorm development. It is assumed that the earth's magnetic field is a dipole. The Volland-Stern type electric field is introduced as a function of K_p (K_p is a function of time). The charge exchange loss on the particle energy distribution in the equatorial magnetosphere is examined.

磁気圏内の荷電粒子の運動は、地球磁場と磁気圏内の電場に支配されている。そして、粒子は磁場に沿って回転運動をしながら両極のミラーポイント間を往復運動する。本研究では、粒子を磁場に沿って赤道面に投影し、赤道面内のエネルギー密度を求める。そして、電荷交換反応の有無によって、それがどのように変化するかを調べる。このシミュレーションでは、磁場にダイポール磁場、電場に共回転電場とVolland-Stern型の対流電場モデルを用いた。対流電場 E は次式で示される。

$$E = -\nabla \Phi_E$$

$$\Phi_E = AR^\gamma \sin \phi$$

ここで、 Φ_E は電場のポテンシャル、 A は係数、 R は動径方向の距離 (単位: 地球半径 R_E)、 ϕ は磁気地方時 (単位: 真夜中からの角度) である。また、磁気圏電場の K_p 依存は Explorer45 で観測されたプラズマポーズから求められた次式を用いた。

$$\gamma = 7.3 / K_p$$

$$A = 0.045 / (1 - 0.159 K_p + 0.0093 K_p^2)^3$$

電荷交換反応による、粒子数 N の変化は以下の式で表される。

$$N = N_0 \exp(-\Delta t / \tau_m)$$

ここで、 Δt は数値積分の時間間隔、 τ_m は電荷交換反応緩和時間である。fig.1 は電荷交換が無しの時のプロトンのエネルギー密度のある時刻の磁気圏内分布を示す。電荷交換の効果の詳細は発表時に示す。

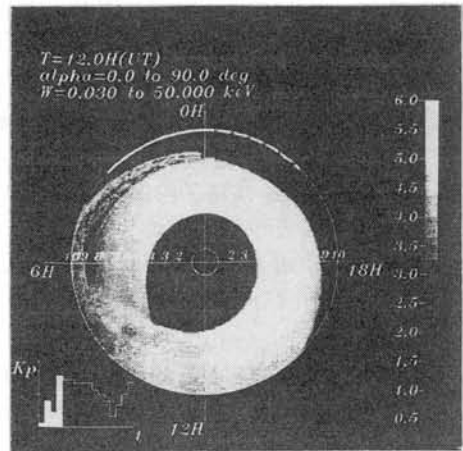


fig.1 particle(proton) energy distribution in the equatorial magnetosphere.

夏極中間圏エコー周期形成の予測

〇杉山 卓也(京大 理) 村岡 良和(兵庫医大 物理)

Prediction of the Cyclic Formation of Polar Mesospheric Summer Echoes

TAKUYA SUGIYAMA (KYOTO UNIV.)

YOSHIKAZU MURAOKA (HYOGO COLL. OF MEDICINE)

Abstract — Polar Mesospheric Clouds (PMCs) are recently simulated to be formed in limit-cycle oscillations in the case of the *in situ* formation of their condensation nuclei, *i.e.*, through proton hydrates $H^+(H_2O)_n$. Heavy proton hydrates are acceleratedly produced at the altitude of the electron 'bite out' because hydrations prevail against interceptions by electrons at recombination. Polar Mesospheric Summer Echoes (PMSEs) have been considered to be related to the bite-out of electrons. It will be quite interesting in observing PMSEs at Antarctica to probe the cyclic formation of nucleation layer for PMCs.

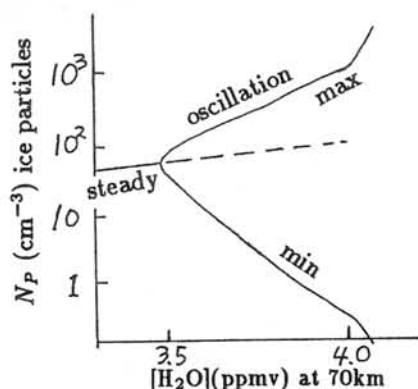
中間圏雲・夜光雲は、その起源が meteor ではなく proton hydrate である場合、周期約 4 日のリミットサイクルで形成することが simulation で示された¹⁾。下図に示したような振動の原因は、ion-recombination nucleation が $[H_2O]$ にきわめて敏感であるため種の過剰生産が容易に起きること、と、氷粒子成長で消費される $[H_2O]$ の拡散緩和に有限の時間がかかることによる。成長・沈降に約 1 日、雲底での蒸発による water vapor の緩和に約 3 日要する。

我々は、夏極中間圏エコー PMSE の主要な変動性は、上述のような雲形成の内在的な原因によると考える。すなわち、nucleate された氷粒子の帯電によって起きるであろう電子密度の bite out²⁾ 領域では、再結合の邪魔が減るため、いっそう水和過程が加速される。そして、PMSE は電子密度の急勾配と関連しているから、強いエコーは nucleation layer から発生すると予想する。

南極 PMC の人工衛星観測は北半球と同様の傾向を示している。一方、現在唯一の南極域レーダーサイトからの観測では、北半球より PMSE の発生頻度が低いことが報告されている²⁾。

中間圏雲の発生起源を知るために、南極域での PMSE 観測の速やかな充実が期待される。

1) T. Sugiyama, *JGR* in press. 2) Cho and Kelly, *Geophys. Rev.* 31, 243, 1993.



A theoretical estimate of ice particle concentration N_P at the bottom of a nucleation layer against $[H_2O]$ at the altitude of 70km. Electron bite-out occurs when $N_P > N_e$.

インフラソニック波による電離圏・大気圏結合の研究

南 繁行, 鈴木 裕 (大阪市大工)
西野 正徳 (名大STE研)

Abstract: Observations of pressure fluctuations in the ionosphere and the atmosphere to investigate the ionosphere-atmosphere coupling by atmospheric waves are introduced. Frequency spectrum analyses are made to understand the correlation between these detected waves at different height and locations.

インフラソニック波は数分より短い周期のいわゆる音波領域の大気波動である。この観測を異なった高度で実施することによって電離圏と大気圏の大気波動による結合についての知見がえられる。われわれは(1)オーロラインフラソニック波の観測, (2)火山爆発により発生したインフラソニック波の伝搬, (3)HFドップラ観測, 大気球観測, 地上観測による立体的な大気波動の伝搬観測, (4)人工的なエネルギーである火薬爆発によって波動を励起し, 伝搬をしらべるロケットグレネード法の実験, (5)HFの強力な電波によって電離層中にインパルス擾乱をあたえその励起大気波動をしらべる実験, 等をおこなってきた。本講演ではこのような観測によって得れた大気波動の立体的な伝搬特性と地球環境に対するこのような観測研究の重要性についてのべる。

Computer Experiments for Excitation Mechanism of Upshifted Electromagnetic Emission observed in Ionospheric Modification Experiments

°Hiroko UEDA[†], Simon GOODMAN^{††}, Hiroshi MATSUMOTO^{††},
Yoshiharu OMURA^{††} and Takashi OKUZAWA^{†††}

[†] Chiba University, Chiba-shi, 263 Japan

^{††} Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University, Uji-shi, 611 Japan

^{†††} University of Electro-Communications, Chofu-shi, 182 Japan

Stimulated electromagnetic emissions (SEE) observed in ionospheric modification experiments have attracted our attention as one of the nonlinear generation mechanisms. As for one of the SEE called Broad Upshifted Maximum (BUM) feature, there has been a theoretical prediction that the combination of a three wave parametric decay of the pump wave and a direct conversion due to scattering from the field aligned irregularities generated by pump possibly causes the emission at the upshifted frequency. We have examined the generation mechanism of the BUM feature by means of computer experiment, using a 2-D electromagnetic particle code. In the model where strong pump wave propagates in plasma which has density irregularity with the scale length being comparable to that of standing field, upshifted emissions have been observed as well as interesting electrostatic emissions as shown in figure 1. The field aligned irregularity has been confirmed to play a key role in the excitation of the upshifted emissions. However the computer experiments have shown that the operating mechanism is different from the predicted one by theory. We discuss an alternative, possible explanation for the excitation process based on the results of the computer experiment.

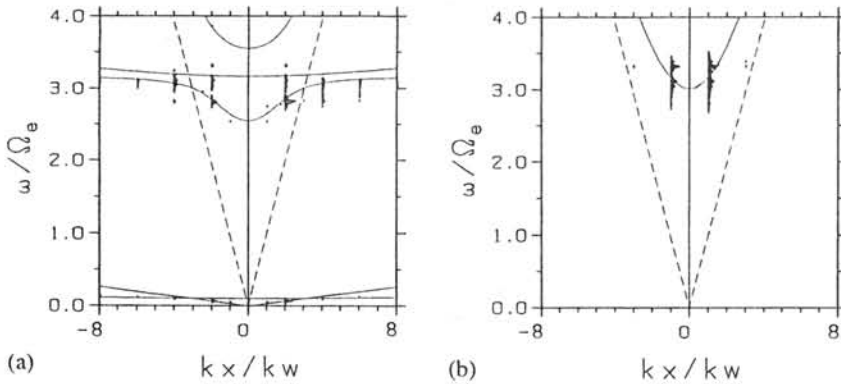


Figure 1: $\omega - k$ diagrams of the electric field in a plasma with periodic density irregularity ($k_d = 2k_w$). (a) for electrostatic component, the amplitude is displayed double in the region of $\omega/\Omega_e < 1.0$. (b) for electromagnetic component.

Observation of Spectrum Broadening and sideband
Structure of VLF transmitter signals in the
ionosphere

M. Hayakawa ¹, S. Ohnami ¹, T.F. Bell ², F. Lefeuvre ³,
T. Ondoh ⁴ and Y. Tanaka ⁵

1. Department of Electronic Engineering, The University of Electro-Communications, Chofu Tokyo 182, Japan
2. STAR Laboratory, Department of Electrical Engineering, Stanford University, Stanford CA, USA
3. Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnements, CNRS, Orleans, France
4. Communication Research Laboratory, Koganei Tokyo 184, Japan
5. STE Laboratory, Nagoya University, Toyokawa Aichi 442, Japan

Abstract ---

There are expected several nonlinear wave phenomena in the ionospheric and magnetospheric plasma, and one particular example among them is the spectral broadening and sideband structure of VLF transmitter signals (e.g., Bell and Ngo, 1983; Molchanov, 1987 and Trakhtengertz and Hayakawa, 1993 and the references therein). The last authors have suggested a unified idea about the spectrum broadening and sideband structure of VLF transmitter signals, in which both phenomena are a common physical process of whistler wave scattering from field-aligned irregularities, but the difference is the phase of elf waves responsible for irregularities whether it is deterministic or random.

In this paper, we will present more data of ISIS satellite observation of Siple VLF transmitter signals in the ionosphere. The initial results have already been published in Ohnami et al. (GRL, 1992). Furthermore, we will present the analysed data of our Aureol-3 satellite observation of Alpha VLF transmitter signals because Tanaka et al. (1987) have analysed only one instance data.

極域 VLF 波動の到来方位推定

°奈良 久美子¹⁾, 島倉 信¹⁾, 早川 正士²⁾
 1) 千葉大・工, 2) 電通大

Estimation of Wave Energy Distribution of VLF Waves Observed in Polar Region

°K.Nara¹⁾, S.Shimakura¹⁾, and M.Hayakawa²⁾
 1) Dept. of Electrical and Electronics Eng., Chiba Univ.
 2) Dept. of Electronics Eng., Univ. of Electro-Communications

It is thought to be possible to investigate the propagation and generation mechanisms of magnetospheric VLF waves by analyzing the data received on ground. Several methods of direction finding, which is very important for this study, have been proposed, and we have used WDF method which give us the wave energy distribution. Though there was a problem that this method was dependent on wave polarizations, it has been improved to be independent of them. We are analyzing chorus emissions observed in Iceland with this new method, paying attention to frequency dependence of their energy distribution, but we've not found out a certain tendency for the present.

地上で観測された磁気圏 VLF 波動の到来方位推定は、その発生・伝搬機構を解明する上で重要な情報をもたらすと考えられる。我々は、波動の到来方位だけでなく、そのエネルギー分布をも知るため、最大エントロピー法による波動分布関数推定を行ってきたが、従来の方法では推定結果が波動の偏波に依存する点が大きな問題であった。しかし、島倉らはこの偏波依存性を解決し、新しい波動分布関数推定法を確立した。この方法では、あらゆる偏波を持つ波動が左廻り円偏波成分と右廻り円偏波成分に分解できることを利用して、左右2つの波動エネルギー分布を求める。現在、この新しい方法を用いてアイスランドで観測されたコーラス放射を解析中である。下図はその1例で、1つのエレメントについて中心周波数を変化させながら解析したものであるが、今のところ特にエネルギー分布の周波数依存性は見つかっていない。今後は、さらに多くのコーラスを解析し、その波動エネルギー分布の時間変動を調査していくつもりである。

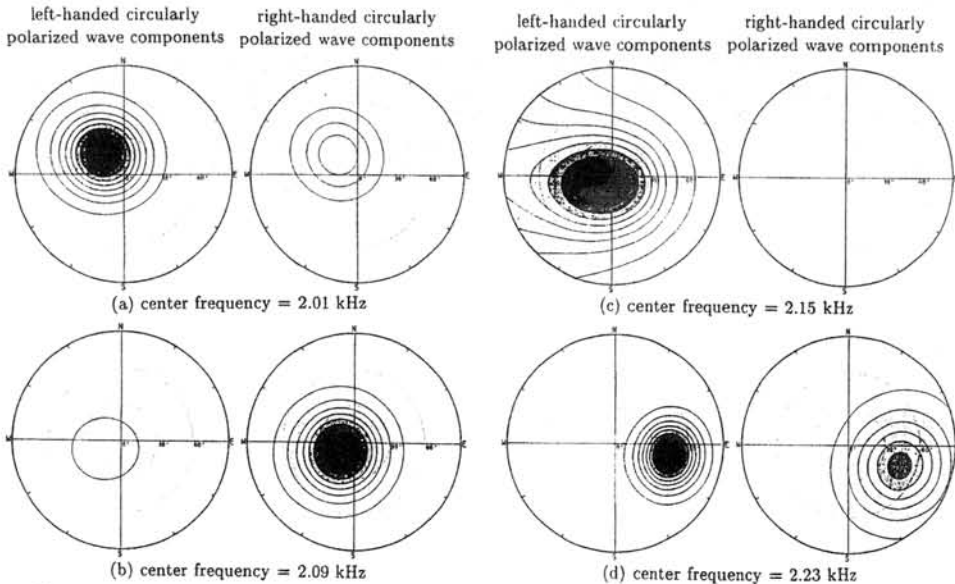


Fig.1 Estimated wave energy distributions of a chorus emission observed at Husafell, Iceland(L value = 6.0), 11:25 UT, August 29,1991 (band width = 100 Hz, duration = 0.064 sec)

空電を用いた極域下部電離層観測

・大矢浩代、島倉信（千葉大学）

Observation of the lower ionosphere in the polar regions by using atmospherics
 °Hiroyo Ohya and Shin Shimakura (Dept. of Electrical Eng., Chiba University)

Variation of the ionospheric height is discussed, using a new method on the basis of analysis of wave phase in time domain. The ionospheric height of about 90 km at low latitudes is consistent with the previous result. This method is effective for VLF waves in the polar regions.

1. はじめに

トウィーク空電の伝搬パラメータ（cut-off周波数、雷の発生時刻、伝搬距離）を推定するシステムは、推定精度及び演算時間の短縮において優れていることはすでに述べた。更に自動的に空電を抽出するシステムを付加する事により大量の空電データを解析することができる。一連の空電解析システムの開発により、cut-off周波数から下部電離層高度の時間変化を調べることが可能となった。本研究ではアイスランドで得られた空電を用いた下部電離層高度の結果を示す。

2. 解析方法

自動空電抽出システムでは、中心周波数 4 kHz, 3 kHz, 2 kHz, バンド幅 200 Hz の各周波数成分の到達時間差から空電であるか否かを判断している。また解析システムでは、疑似信号を作成し、観測信号と疑似信号との位相差を収束させることにより、伝搬パラメータを推定している (Fig.1 参照)。この伝搬パラメータのうち、cut-off周波数から、伝搬路の平均的の下部電離層高度を求めることができる。また電磁場 3 成分を用いて到来方位を求めることもできる。

3. 結果

Fig.2 に名古屋大学太陽地球環境研究所母子里観測所で 1992 年 2 月 6 日 12:50-2 月 11 日 15: 50(U.T.) に得られたデータの解析結果を示す。図中の点は毎時 50-51 分の 1 分間に含まれている空電約 50 個の平均値であり、error bar は推定値の不偏分散を表している。夜間の下部電離層高度は約 90 km であり、従来の結果と一致している。この解析方法は極域で得られた VLF 波に対しても同様に下部電離層高度を推定する手段として有用である。

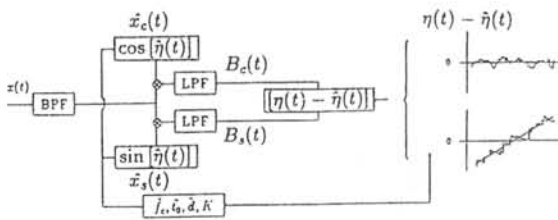


Fig.1 Flow chart to estimate propagation parameters of atmospherics.

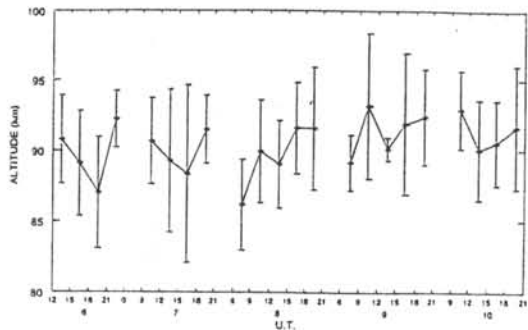


Fig.2 The time variation of the ionospheric height during 6th-11th February in 1992.

