

第18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 Eighteenth Symposium  
on Coordinated Observations of the Ionosphere  
and the Magnetosphere in the Polar Regions

Programme and Abstracts

1994年11月 1日（火）－11月 2日（水）

November 1 - 2, 1994

国立極地研究所

National Institute of Polar Research  
Tokyo, Japan

## 第18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

1994年11月 1日（火） 9時50分－18時00分

11月 2日（水） 9時30分－17時30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18回極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム

1994年11月 1・2日

11月 1日 (火)

9:50-10	4. 所長挨拶	11	1. 電離圏・磁気圏 (10:00~12:00)	12	昼食	13	2-1 ホスター イントロ ダクション (13:00 ~13:40)	14	2-2 ホスター セッション (13:40~15:20)	15	休憩	16	3. オーロラ (15:30~17:30)	17	4. 熱圏・ 中間圏 (17:30~ 18:00)	18	懇親会 (18:00-20:00)	19	研究棟2階 講義室	20
---------	---------	----	-----------------------------	----	----	----	---	----	---------------------------------------	----	----	----	--------------------------	----	------------------------------------	----	----------------------	----	--------------	----

11月 2日 (水)

9:30-10	4. 熱圏・ 中間圏 (9:30~10:30)	11	5. 本 機 活 動 と 動 機 (10:30- 11:00)	12	6-1. ホスター イントロ ダクション (11:00~12:06)	13	昼食	14	6-2 ホスター セッション (13:00~15:30)	15	休憩	16	7. 将来計画 (15:40~17:30)	17		18	
---------	-------------------------------	----	---	----	--	----	----	----	---------------------------------------	----	----	----	--------------------------	----	--	----	--

国立極地研究所  
第18回極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム

1994年11月1・2日  
国立極地研究所

11月 1日 (火) 9:50~18:00

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。

1. 電離圏・磁気圏 (10:00~12:00)

座長 國分 征 (名大STE研)

1. Exos-Dに続く極域上層大気研究 (30)  
鶴田浩一郎 (宇宙研)
2. Dynamics of the magnetotail and its relationship to the polar region phenomena  
長井嗣信 (東工大) (30)
3. 内部起源の磁気脈動の最近の観測と理論 (30)  
高橋主衛 (名大STE研)
4. 磁気圏・電離圏結合 (レビュー) (30)  
藤井良一 (名大STE研)

=====  
昼食 (12:00~13:00)  
=====

2. ポスターセッション (その1) (13:00~15:20)

- 2-1. ポスターイントロダクション (13:00~13:40) 司会 行松 彰(極地研)  
P1~P20 を1講演2分以内で

2-2. ポスターセッション (13:40~15:20)

- P1. オーロラトモグラフィと国際共同多点立体観測  
麻生武彦・浦島 智・橋本 岳・阿部 稔 (京大・工)  
藪 哲郎 (大阪府大工) 江尻全機・宮岡 宏 (極地研)  
Urban Brandstrom(Swedish Inst. of Space Physics)
- P2. コンピュータグラフィックアニメーションに寄るオーロラの汎世界的規模での動態の研究  
金田栄祐・篠原 育 (東大・理)
- P3. 周期的バルセイティングオーロラの共役性  
港屋浩一 (電通大) 佐藤夏雄・平澤威男 (極地研) 芳野赳夫 (電通大)
- P4. トーチ構造に伴うプロトンオーロラ  
高橋幸弘・福西 浩 (東北大) 向井利典 (宇宙研)
- P5. オーロラサブストーム時における地磁気変動の共役性  
橋本久美子 (九大・理) 佐藤夏雄 (極地研)
- P6. VLF波動のエネルギー分布および偏波の動態観測  
島倉 信 (千葉大・工) 佐藤夏雄 (極地研)
- P7. SSCに伴うPc1磁気脈動の偏波と発生機構  
小松弘和・芳原容英・早川正士 (電通大) 島倉 信 (千葉大・工)  
佐藤夏雄 (極地研)
- P8. Penetration of magnetic ULF waves from the bow shock region into the magnetosphere as a possible mechanism of Pc1-2 pulsations  
O. Molchanov(inst. of Earth Phys.) O.A. Maltseva(Rostov Univ.)  
早川正士 (電通大) T.A. Plyasova-Bakounina(Inst. fo Earth Phys)  
芳原容英 (電通大)
- P9. Direction finding for VLF/ELF radio waves based on bayesian information criterion  
M. Hirari・早川 正士 (電通大)

- P10. 昭和基地におけるVLF方探観測  
六山弘一・芳野赳夫、早川正士（電通大）太田健次（中部大）  
島倉 信（千葉大・工）
- P11. 女川／阿武隈観測所における地磁気観測と変動スペクトルの解析  
高橋忠利（東北大・理）
- P12. アルヴェーン伝導度、電離層伝導度競合領域でのアルヴェーン波 一 個別磁力  
線振動及び磁気圏空洞結合振動タイプの比較—  
吉川顕正・糸長雅弘・北村泰一（九大・理）
- P13. Complex Demodulation Applied to Geomagnetic Pulsations Associated with SSC's  
利光一郎・糸長雅弘・北村泰一（九大・理）
- P14. A comparison between aurora modulation and equatorial Pi2 geomagnetic pulsation  
渡辺 修・坂 翁介・北村泰一（九大・理） 門倉 昭（極地研）
- P15. Pi2・Pc4帯ULFの昼側磁気赤道付近の位相遅延と Equatorial enhancementとの関  
連  
篠原 学・法泉徳子・北村泰一（九大・理）
- P16. Correlations between Pi2 geomagnetic pulsations observed at the 210° MM Chain  
stations and auroral dynamics observed at Tixie  
大崎裕生・湯元 清・塩川和男・田中義人（名大・S T E研）N.Molochushkin,  
S.I. Solov'yev(IKFIA,Russia) E.F. Vershinin, V.F. Ohinin(I KIR,Russia)  
210° MMmagnetic observation group
- P17. 外部磁気研における大規模電磁流体波動  
藤田 茂・上出一美（気象大）
- P18. Particle precipitation associated with transverse Pc5  
能勢正仁・家森俊彦（京大・理） 杉浦正久（東海大）  
J.A. Alavin(NASA Goddard Space Flight center)
- P19. BRIFLEソース域のダイナミックスペクトラム観測結果  
菊池雅行（極地研） 大家 寛（東北大・理）

P20. 極域Dayside電離圏で観測されるAKR波動  
森岡 昭 (東北大・理)

休憩 (15:20~15:30)

3. オーロラ (15:30~17:30)

座長 小口 高

5. オーロラの南北共役性・非共役性 (30)

佐藤夏雄 (極地研)

6. 極冠域オーロラ (30)

巻田和男 (拓殖大)

7. Auroral emissions and Wave Particle Interactions associated with precipitation of auroral particles (30)

小野高幸 (東北大)

8. オーロラ研究：観測とシミュレーション (30)

江尻全機 (極地研)

4. 熱圏・中間圏 (17:30~18:00)

座長 深尾昌一郎

(京大・超高層電波研究センター)

9. 極域の中層大気力学に関する今後の研究課題 (30)

津田敏隆 (京大・超高層)

懇親会 (18:00~20:00)

11月 2日 (水) 9:30~17:30

4. 熱圏・中間圏 (続き) (9:30~10:30)

座長 深尾昌一郎

(京大 超高層電波研究センター)

10. 中性大気変動と電離圏擾乱 (30)

前田佐和子 (京都造形大)

11. 極域における中間圏・電離圏・熱圏結合の研究 —最近の成果と将来展望—

福西 浩 (東北大・理)

(30)

**5. 太陽活動と気候活動(10:30~11:00)**

座長 荒木 徹(京大・理)

12. 太陽地球系現象と気候変動 (南極観測の役割) (30)

渡辺 堯 (茨城大・理)

**6.ポスターセッション (その2) (11:00~15:30)**

6-1. ポスターイントロダクション (11:00~12:06) 司会 門倉 昭  
(極地研)

昼食 (12:06~13:00)

6-2. ポスターセッション (13:00~15:30)

P21. Poker Flat 夏期中間圏エコーの振動的形成

杉山卓也 (京大・超高層) 村岡良和 (兵庫医大) 寒川尚人 (京大・理)  
深尾昌一郎 (京大・超高層)

P22. 昭和基地での中層大気観測レーダー計画 —その2—

五十嵐喜良 小川忠彦 (通総合研)

P23. STE研におけるEISCATデータベース

野澤悟徳・藤井良一・松浦延夫・山口敏明・築地義雄 (名大STE研)

P24. 感性表現によるDMSP衛星オーロラ画像データベースシステムの開発

為永博樹 黒住祥祐 (京都産業大学) 前田佐和子 (京都造形芸術大学)  
小野高幸 (東北大・理) 宮岡 宏・行松 彰 (極地研)

P25. 巨大斑磁域・M型磁気嵐と3双極子MODEL

斎藤尚生 (東北大) 森 洋介・松浦善博 (宮城教大)



小塚幸央・小島正宜 (名大・STE研)

- P26. 宇宙飛翔体と宇宙プラズマの相互作用に関する計算機実験  
岡田雅樹 (極地研) 大村善治・松本 紘 (京大・超高層電波研究センター)
- P27. 電離層加熱実験における不均一プラズマと高周波電磁波の相互作用に関する  
計算機実験  
上田裕子 (千葉大・工)  
大村善治・松本 紘 (京大・超高層電波研究センター)
- P28. The MHD Vortices in the Magnetospheric Boundary Layer  
楊 惠根 (中國極地研) 南 繁行・鈴木 裕・中西良一・田中憲一 (大阪市  
大) 佐藤杉弥・中村良治 (宇宙研) 西野正徳・田中義人 (名大STE研)  
谷川隆夫 (東海大)
- P29. 地球磁気圏の大規模変動はあるか?  
南 繁行・鈴木 裕・三尾野重義 (大阪市大・工)
- P30. 大気波動の電離圏大気圏電搬の研究ー人工励起実験  
南 繁行・鈴木 裕・中西良一・田中憲一 (大阪市大)  
佐藤杉弥・中村良治 (宇宙研) 西野正徳・田中義人 (名大STE研)  
谷川隆夫 (東海大) UCLA HIPAS Group
- P31. 将来における南極周回気球による宇宙線観測  
西村 純・鳥居祥二 (神奈川大・工) 山上隆正 (宇宙研)
- P32. PPB X線観測と昭和基地・アイスランド地上観測との相関及び高エネルギー  
降下粒子脈動現象の解析  
平島 洋・下林 央・鈴木裕武・村上浩之 (立教大・理)  
山岸久雄・佐藤夏雄 (極地研) 西野正徳 (STE研) 山崎一郎 (通総研)  
山上隆正・並木道義 (宇宙研) 小玉正弘 (理研)
- P33. IMF変化に対する電離圏の応答ーPPB4号機データと地上磁場データの同時解析  
海老原裕輔 (東海大・工) 門倉 昭・江尻全機 (極地研)  
利根川豊・遠山文雄 (東海大・工) 平島 洋 (立教大・理)  
並木道義 (宇宙研) 佐藤夏雄 (極地研)  
Edgar A. Bering・ James R. Benbrook (Houston Univ.)

- P34. パルスドチャープレーダを用いた南極昭和基地上空の電離層連続観測  
蒔田好行・野崎憲朗（通総研）
- P35. Ionospheric Tomography -simulation, case study by using 4 stations data in Japan,  
and a proposal for Antarctic observation-  
國武 学・大高一弘・丸山 隆（通総研） 森岡 昭（東北大・理）  
渡部重十（北海道情報技研）
- P36. 北海道母子里における 小型HF レーダ観測  
山岸久雄・佐藤夏雄・行松 彰（極地研） 田中義人・西野正徳(名大STE研)  
野崎憲朗（通総研）
- P37. 256ビームイメージングリオメータの開発  
村山泰啓・貝沼昭司・森 弘隆・五十嵐喜良（通総研）  
山岸久雄（極地研） 西野正徳（名大S T E研）
- P38. 航空機による昭和基地イメージングリオメータのアンテナ特性試験  
利根川豊（東海大） 藤田裕一（電通大） 山岸久雄（極地研）
- P39. ポーラカスプ/クレフトにおける電離層吸収現象の位置と空間スケール  
西野正徳・田中義人（名大S T E研） 山岸久雄（極地研）  
P.Stauning(DMI) J.A.Holtet (Oslo Univ.)
- P40. サブストーム時のC N A領域の運動の共役性  
藤田裕一（電通大） 山岸久雄・佐藤夏雄（極地研） 芳野赳夫（電通大）
- P41. Pc5地磁気脈動にともなったC N A脈動とV L Fエミッション強度変動  
加藤賢一（東海大）山岸久雄・佐藤夏雄（極地研） 利根川豊（東海大・工）
- P42. 朝方における電離層電気伝導度の異常増加  
石井 守（通総研） K.Schlegel (Max-Planck-Inst.)  
H.Luhr (Tech. Univ. Braunschweig)
- P43. 高緯度における電子温度の一般的な振る舞い  
小山孝一郎（宇宙研） 阿部琢美（青山学院大） 坂出保雄（電通大）  
I.Kutiev (Geophys. Inst. of Burugarian Academy of Sci.) Y.Choi (KAIST)

- P44. あけぼの衛星によって観測された極冠域に於ける太陽風起源イオンのエネルギー分散  
渡辺成昭・E.Sagawa I.Iwamoto (通総研) B.A.Whalen・A.W.Yau  
(Herzberg Inst. of Astro.,N.R.C.C.) T. Mukai・H.Hayakawa (ISAS)
- P45. あけぼのRDMで観測された放射線帯の構造変化(その2)  
行松 彰 (極地研) 高木俊治 (三菱総研) 河野 毅 (理化学研)  
長井嗣信 (東工大) 寺沢敏夫 (東大・理) 槇野文命 (宇宙研)  
江尻全機 (極地研)
- P46. 放射線帯外側境界付近の高エネルギー粒子の降込み  
中村るみ (名大S T E研) D.N.Baker (Univ. Colorado)  
J.Blake (Aerospace Corp.) S.Kanekal (NASA/GSFC)
- P47. Magnetospheric particle simulation of a low-latitude aurora  
宮岡 宏・江尻全機 (極地研)
- P48. 磁気嵐の形態  
丸橋克英・大高一弘 (通総研) 宮岡 宏 (極地研)
- P49. The Dependence of Magnetospheric Currents on the Dipole Tilt Angle  
日下 拓・飯島 健 (東京大理)  
T.A.Potemura・L.J.Zanetti・S.Ohtani (JHU/APL)
- P50. 磁気嵐と太陽風パラメータの統計的研究  
横山信博・上出洋介 (名大S T E研)
- P51. Numerically adjusted electrojet model based on ground observations of magnetic Field  
Colqui Roberto・北村泰一 (九大・理)
- P52. Ionospheric Electric Fields and Currents Associated with Substorms  
佐藤真理子・上出洋介 (名大S T E研) A.Richmond (HAO,NCAR,U.S.A.)  
A.Brekke (Univ. of Tromso, Norway) 野澤悟徳 (名大S T E研)
- P53. 極域サブストームとDst およびASY変動の関係  
家森俊彦 (京大・理)

休憩 (15:30~15:40)

7. 将来計画(15:40~17:30)

座長 佐藤夏雄 (極地研)

13. 南極観測将来計画について —イントロダクション— (10)  
佐藤夏雄 (極地研)
14. 昭和基地短波レーダー観測計画 (15)  
山岸久雄・行松 彰・門倉 昭・宮岡 宏・江尻全機・平澤威男 (極地研)  
小川忠彦・五十嵐喜良 (通総研) 田中義人 (名大STE研)
15. 南極昭和基地におけるレーダー観測 (15)  
深尾昌一郎 (京大・超高層電波研究センター)
16. 南極ライダーシステムの構想とシミュレーションによる観測計画 (15)  
野村彰夫・小林啓二・齊藤保典 (信州大・工) 長澤親生 (東京都立大・工)
17. P P Bの今後の課題 (15)  
矢島信之・山上隆正 (宇宙研)
18. 極域中間圏・熱圏の可視・近赤外リモートセンシング (15)  
福西 浩 (東北大・理)
19. 高エ研/原研那珂に於ける大出力 mm-cm波自由電子レーザー増幅器開発の現状と、その開放大気・惑星空間における応用の可能性 (15)  
高山 健・木代純逸 (高エネルギー研) 志甫 諒 (原研那珂)
20. 南極観測将来計画について —総括— (10)  
佐藤夏雄 (極地研)

第18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 Eighteenth Symposium  
on Coordinated Observations of the Ionosphere  
and the Magnetosphere in the Polar Regions

Abstracts  
(Oral Presentation)

1994年11月 1日（火）－11月 2日（水）  
November 1 - 2, 1994

国立極地研究所

National Institute of Polar Research  
Tokyo, Japan

## EXOS-Dに続く極域上層大気研究

鶴田浩一郎 (宇宙科学研究所)

## Post EXOS-D Study of Polar Upper Atmosphere

K. Tsuruda (ISAS)

EXOS-D satellite has revealed many important phenomena in the polar upper atmosphere. Particle signatures of field aligned electric field acceleration, global plasma convection patterns, upward flowing ions, thermal structure of the polar ionosphere, and various plasma waves have been studied extensively during these 5 years observation. It might be too early to discuss the results of EXOS-D and the problems left for the post EXOS-D research. But it is evident that some of important problems in the polar upper atmosphere are beyond the reach of EXOS-D and some of which are illuminated even by the success of EXOS-D. This paper discusses some of these problems and possible means to attack them.

「EXOS-Dの後の極域上層大気研究について述べよ」と世話人から申しつかった。EXOS-Dのデータを使った研究もようやく佳境に入りつつある現在、総括をするには、まだ、やや早いような気もするが、EXOS-Dの計画時期と比べると、我々の考えも、研究の状況も大きく変化している。発表では、最近私が重要と考えている問題とその解決のための手段について述べる。

1) 電離層イオンの散逸: EXOS-Dの結果もそうであるが、極域電離層からは相当量の重いイオンが磁気圏へ流れ出している。電磁的な力が重要な働きをしていることは明らかで、非電磁的な力による大気散逸と異なり、必ずしも軽い元素から逃げていくとは限らない。このメカニズムの解明は地球のみならず、他の惑星大気の進化を考える上でも重要である。極域のISレーダーと高高度観測ロケットの組み合わせでこの問題に解答を見出せるのではないだろうか。

2) 沿磁力線電場: 上の問題とも背景で結び付いていると思える重要な問題は沿磁力線電場の発生機構であろう。EXOS-Dは沿磁力線電場の存在を疑いようの無い形で証明したといえる。しかし、まだ発生機構の解明に直接結び付く糸口を見出しているとはいえない。私は、磁気圏・電磁圏の3次元的結合に伴う何等かの歪みが沿磁力線電場の発生によって解消されているのであろうと考えている。どのような歪みが何処に発生しているのか、GeotailやCluster衛星が磁気圏にあり、地上からは主として電波によるリモートセンシングが可能となりつつある現在、これらの組み合わせで、観測的に沿磁力線電場発生機構解明の手掛かりは得られないであろうか。

勿論、以上の他にも、多くの重要で本質的な問題が未解決のまま残されているが、今回の発表では、以上2点に絞り、今後、利用可能となるであろう観測ロケット、小型人工衛星、地上設備等の活用でどの程度本質に迫る観測が実施できるか考えてみたい。

## Dynamics of the Magnetotail and its Relationship to the Polar Region Phenomena

Tsugunobu Nagai

Department of Earth and Planetary Sciences  
Tokyo Institute of Technology  
Meguro, Tokyo 152, Japan

The average magnetic field configuration and plasma properties in the Earth's magnetotail have been studied with spacecraft observations. The near-Earth magnetotail region of  $X_{GSM} > -30$  Re can be divided into the central plasma sheet (high  $\beta$ , bulk flow), the plasma sheet boundary layer (flow due to imbalance of counterstreaming beams), and the tail lobe (low  $\beta$ ). The magnetic field and electron plasmas were surveyed with ISEE 3 in the magnetotail with distances up to 220 Re. Although the plasma density in the plasma sheet does not show clear  $X$ -dependence, the plasma density in the tail lobe increases with distances from the Earth. The temperature decreases with distances from the Earth in the tail lobe and plasma sheet. These observations indicate that plasmas enter the magnetotail in the whole region of the tail magnetopause. The plasma flow is tailward in the tail lobe. The plasma flow in the plasma sheet is predominantly Earthward at distances  $> -120$  Re, while it is predominantly tailward at distances  $< -120$  Re. The plasma flow observations indicate the existence of the distant neutral line around  $-120$  Re, however, its location seems to be highly variable.

For substorms, various properties of the magnetic field and plasmas can change drastically. At synchronous orbit (6.6 Re), a dipolarization of the magnetic field is a well-defined substorm onset signature. The dipolarization occurs within one minute of the auroral break-up, which is an original definition of substorm onset, in the limited longitudinal sector containing the break-up aurora meridian. In the near-Earth magnetotail (10-20 Re), the plasma sheet behavior was examined with AMPTE/IRM relative to substorm onsets defined at synchronous orbit. The plasma sheet shows thinning prior to substorm onset. In association with substorm onset, a dipolarization of the magnetic field starts and the plasma sheet becomes thick. An enhancement of the Earthward plasma flow velocity is observed with higher plasma temperature and lower plasma density. In the more distant magnetotail (30-200 Re), substorm signatures in the magnetic field and plasmas have been examined with GEOTAIL for substorms identified at synchronous orbit. A noticeable and repeatable signature is a tailward plasma flow event with a bipolar change in the magnetic field  $B_z$  (northward perturbation followed by southward). These observations indicate the formation of a plasmoid around  $X = -30$  Re and subsequent tailward retreat with velocity of 560 km/s.

In this paper, the magnetotail dynamics and its implication to the polar region phenomena are discussed.

# 3

## Recent Observations and Theories Regarding Internally Excited Magnetic Pulsations

Kazue Takahashi (Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, Toyokawa, 442 Japan)

Satellite observations of Pc 3-5 band magnetic pulsations in the inner magnetosphere ( $L < 7$ ) have established a few morphologically different types of pulsations which occur at different levels of geomagnetic activities and in different spatial regions. Usually, the pulsations exhibit a large azimuthal wave number ( $m = 30-100$ ), have an antisymmetric standing wave structure, propagate at azimuthal phase speeds comparable to the drift velocities of energetic particles, and modulate energetic particle fluxes. These observations have motivated theoretical analyses of low-frequency instabilities in the ring current plasma and also studies of energetic particle transport/scattering effects via the pulsations. Recently published theories are capable of explaining the basic properties of the pulsations such as field-aligned mode structure and polarization. However, there are observational features that still require further theoretical investigation. They include non-linearly generated higher harmonics and rare but distinctive occurrence of symmetric standing waves. We will use AMPTE CCE data and associated ground magnetometer data to illustrate recent observations and unresolved issues regarding Pc 3-5 pulsations.



## 磁気圏・電離圏結合（レビュー）

・電離圏の役割を中心として・

藤井良一（名古屋大学太陽地球環境研究所）

Review: Magnetosphere-Ionosphere Interactions  
Ryoichi FUJII (Solar-Terrestrial Environment Laboratory Nagoya University)

Magnetosphere-ionosphere interactions are reviewed with a special emphasis on importance of the ionosphere. Also described are future observations in the ionosphere and/or from the ground necessary for further understandings of these interactions.

磁気圏と電離圏という二つの異なったプラズマ状態の領域は、電流や電場、エネルギーの流れ等を通して相互作用している。太陽風から地球磁気圏に注入されたエネルギーの一部分は様々な時間スケールで電離圏で消費される。これらは主として、電流が流れることによるジュール熱、プラズマ粒子の持つエネルギーの電離圏への流れ込みという形態を取っている。これらの磁気圏から流れ込んだエネルギーは、最終的には電離圏の主たる構成物質である中性粒子に与えられ、中性風の原因の一つとなっている。中性風の駆動力としてはこの他に、衝突によりプラズマ粒子から中性粒子へ与えられる運動量も重要である。このように電離圏は太陽風からのエネルギーの流れ、消費の過程の中で最終段階の一つとして重要な役割を果たしている。さらに磁気圏と電離圏の電気伝導度を有する電離圏は時として強い正のフィードバック系を形成し、磁気圏エネルギーの爆発的な解放の原因となっている（サブストーム）。又、抵抗体としての電離圏は磁気圏内のプラズマの対流運動、沿磁力線電流に一定の制限を与えるという機能も有している。さらに電離圏は（アクティブな磁気圏に対し）パッシブな役割を果たすだけでなく、しばしばアクティブな役割も果たしている（電流源としてやフライホイール効果等）。

電離圏内及び磁気圏下部で生起している現象を測定することは電離圏内の現象を研究する上で重要なだけでなく、磁気圏内で発生しているダイナミックな現象を研究する上でも重要である。これは、電離圏で観測されるオーロラやプラズマ対流等が、広大な磁気圏内で生起している3次元的な現象の、比較的狭い領域（オーロラ帯とポーラーキャップ）への2次元的な投影であるからである。情報の内の一部分は当然失われるが、地上から広い領域を連続して観測でき、低高度の人工衛星を用いれば10数分間で極域をカバーすることができる。例えばレーダ観測（SuperDarnやEISCAT等）を用いれば極域全体の電場をモニターでき、磁気圏全体のプラズマ対流の様相を知ることができる。但しこの際、電離圏で見ている現象が磁気圏のどのような物理プロセスに対応するのか、またどの領域に対応するのか（マッピング）を明確にすることが本質的に重要である。前者の例としては、人工衛星による電場の磁気圏、上部電離圏での同時観測：直流成分は（沿磁力線電場があったとしても）上下で共役性があるが高周波成分はない(Weimerら)が挙げられる。後者の例としては、マッピングの磁場モデル依存性や、沿磁力線電流を考慮すると投影された形状等に大きな歪が生じる可能性があるという研究(Kaufmanら)を挙げることができよう。

本講演では、上述したように、磁気圏と電離圏の相互作用を電離圏を中心としてレビューし、更に深く相互作用を理解するためにどのような研究が今後必要であるか、そのためにどのような観測が必要であるかについても述べる予定である。

## オーロラの南北共役性・非共役性

佐藤夏雄（極地研究所）

### Conjugacy and non-conjugacy of visible auroras

Natsuo SATO (National Institute of Polar Research)

Conjugate observation of visible auroras and related phenomena has been carried out at Syowa Station in Antarctica and 3 stations in Iceland since 1983. Though conjugate visible auroral data is very limited by the weather condition at both hemisphere stations, it is found that very similar conjugate auroral phenomena is very rare. Most of aurora shows non-conjugacy. Especially, shape and period of pulsating auroras also show non-conjugacy. These evidences suggest that source region of pulsating aurora is not located in equatorial region in the magnetosphere, but located more equator ward in each hemisphere.

1983年以来、アイスランド-昭和基地における共役点観測を継続してきている。この間、地磁気変動、ELF/VLF放射、CNA等は通年で連続観測を実施している。また全天TVカメラやフォトメータ等による可視オーロラの共役点観測は、主に9月の秋分時に集中観測を実施してきた。1992年からは、イメージング・リオメータの共役点観測も開始した。

可視オーロラの共役点観測は、天候よる制約のため、南北同時の観測例は少ない。この限られた共役点可視オーロラ観測イベントの解析を進めるにつれ、明らかに1対1に対応づけられる共役性の良いオーロラは極めて稀で、大部分は全く類似性がないか、あっても、なんとなく似ている程度である。最も印象的な現象は、パルセーティング・オーロラの形状・周期が非共役（南北で全く独立である）である事実が明らかになった事である。

発生機構に関する最近の観測・理論的研究では、パルセーティング・オーロラは閉じた磁力線の赤道面付近で、高密度低エネルギープラズマ-高エネルギー粒子-ホイストラー波の相互作用で発生していると考えられてきている。この考え方・モデルでは、パルセーティング・オーロラは共役性が良くなるはずである。しかし、観測事実では共役性がなく、パルセーティング・オーロラパッチの形状と周期は全く南北で異なっている。この観測事実は、パルセーティング・オーロラの発生領域が赤道面から離れた電離圏に近い方向の領域にあり、オーロラの周期や形状をコントロールする相互作用物理量が南北半球で別々であるらしい。つまり、片半球だけで閉じた系での波動-粒子相互作用の機構を考慮する必要がある事を暗示している。

可視オーロラだけでなく、イメージング・リオメータによる高エネルギー降下粒子の共役性の観測からも、同様な非共役性の事実が明らかになりつつある。これらの観測事実は、微細構造を含めたオーロラの発生機構を考える上で、片半球だけで閉じた電離圏-磁気圏結合や南北非対称な電気伝導度、電子・プラズマ密度、磁場強度・構造等が重要な要素であることを示唆している。

# 極冠域オーロラ

巻田 和男 (拓殖大学・工学部)

## Polar Cap aurora

Kazuo Makita (Takushoku University)

From recent satellite and ground auroral observations, the characteristics of day side and extremely high latitude aurora phenomena became clear. Here, we reviewed recent auroral observation results and reported several remained problems for the polar cap auroral physics.

ここ、10年余りの間に打ち上げられた人工衛星からのオーロラ観測により、昼側から極冠域にかけてのオーロラ現象についていくつかの新しい事実が明らかになってきた。例えば、 $\theta$  aurora や day side aurora に関する特徴的な現象に関して、DE satellite, Polar bear satellite, Viking satellite 及び EXOS satellite等のデータをもとに報告が行われている。また、これらのオーロラ画像データと粒子や電磁場データとの比較研究も行われ、磁気圏の構造や惑星間磁場の変動との対応関係についても明らかになってきた。他方、地上観測においても、カナダ・グリーンランド・スピッツベルゲン地域に於いて、カスプ・キャップオーロラの観測が盛んに行われ、昼側オーロラについての新たな事実もわかってきた。ただ、これらの事実はまだ断片的であり、昼側から極冠域オーロラの振る舞いに関して、統一的な理解を得るまでに至っていない。

ところで、多くの人々が報告しているように、昼側磁気圏の境界には、Low Latitude Boundary Layer, Entry Layer, Plasma Mantle 等の異なる境界層が存在し、それらがカスプや夜側のプラズマシート境界及び磁気圏尾部つながっていると考えられる。そして、これら昼側境界付近の物理的素過程を明らかにすることは、太陽風から磁気圏へのエネルギー流入過程を理解する上で重要であり、これまで様々な研究が行われてきた。しかしながら、人工衛星による観測データのみでは、空間変動と時間変動との区別がむずかしく、昼側境界層付近に見られる諸現象を明確に理解することに困難さが伴う。

他方、STEP期間中に地上で観測されたオーロラ・地磁気データ等を人工衛星データと結合することにより、複雑な昼側境界域の現象をより明確に理解出来る可能性がある。幸いなことに、これまで世界各地で得られた地上データを日本のグループは保有していることから、これらのデータを活用し現状の困難さを打開していく必要があるように思われる。

## Auroral Emissions and Wave Particle Interactions Associated with Precipitation of Auroral Particles

Takayuki Ono

(Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku University)

### ABSTRACT

This paper reviews the recent ground observations of auroral emissions and in-situ satellite observations of plasma waves associated with auroras. Especially for the auroral phenomena, present theoretical approaches to interpret the observational data are also reviewed relating two main subjects. One is the theory of auroral emissions and the other is transportation of auroral particles including a acceleration processes. After a long history of theoretical approaches, main route of auroral emission processes has been investigated in detail. Some theoretical problems are still remained for excitation processes of auroral emissions, however, the experimental approach becomes to be directed to applications of experimental results to the investigation of dynamic behavior or temporal change of energy parameters of auroral particles. It must be noted that one of the most important theoretical subject remained may be to establish an unified theory of physical processes for auroral particles, ionospheric plasma, neutral gases, and plasma waves.

Experimental results of auroral emissions and wave particle interactions associated with auroral particle precipitation are discussed based on the ground observations of auroras and satellite observation of plasma waves on board Akebono satellite above Syowa Station, Antarctica. The ground based auroral observations reveal that the energy parameters of precipitating auroral particles tend to change depending on the morphological features of auroras such as break up auroras, pulsating auroras and type A red auroras. The detailed investigation of energy parameters of auroral particles measured by using photometric techniques made it possible to discuss on the source region of auroral particles. Auroral electrons associated with auroral break up clearly showed that there is an acceleration process due to an electric potential difference along the magnetic field line.

Strong wave particle interactions associated with auroral precipitations have been studied by using the Akebono satellite PWS observations above auroral regions. Especially in 1990, Akebono satellite passed above Syowa Station, Antarctica with low altitude range. This orbital condition made it possible to observe relationship between the auroras and plasma waves generated in the ionosphere by using the satellite ground conjunction data. It was clearly verified that strong broad band electrostatic bursts are associated with discrete auroras. The interesting phenomena found by the low altitude observation data is the short-lived electrostatic burst event which seems to be associated with burst like precipitation of low energy electrons.

## Auroral Study: observations and Simulations

Masaki EJIRI ( NIPR )

There have been so many optical observations of aurora so far, but there have not been adequate quantitative interpretations of their causality between the source ( auroral energetic particles ), the resultant auroral volume emission rates, and the fields. Difficulties of these studies are in the fact that (1) observationally, we have not obtained simultaneously and quantitatively physical quantities of the source, the resultant emission and the field, and (2) theoretically, we have not fully understood the physical processes of auroral emissions.

Recently we have performed some experiments which give us some physical parameters related to these problems. On the other hand, the computer simulation schemes to calculate the photoemission rates from the source particles have been developed.

In this review paper, I will present some examples of the auroral observations and give a talk what kinds of theoretical works we are now investigating; Particularly following four themes are discussed.

### 1. Rocket experiment

The sounding rocket S-310JA-8 was launched at Syowa Station, Antarctica, on 4 April 1984 into a discrete aurora. Auroral emission rates at 427.8 nm was measured together with differential energy spectrum of the precipitating electrons.

### 2. Spectroscopic observation

We have developed a new imaging spectrometer which gives us a spectral apparent emission rate of auroras in a coordinate system of a wave length ( 400 ~ 800 nm ) and a spatial field of view of 72.6 degrees with a high time resolution of 0.2 sec. We did the observation in 1989 austral winter at Syowa Station.

### 3. Stereoscopic observation

Usual ground-based instrument, a photometer for example, measures an emission intensity integrated along a line of sight. Using two or more auroral TV cameras we are now able to obtain a height profile of auroral emissions. A first attempt was carried out at Syowa Station and S-16 site in 1984, and the second at Husafell and Efri-Brunna in Iceland, in 1991.

### 4. Ground-based and satellite observations

During the ground-based photometric observations, we are sometime able to obtain simultaneously a source particle energy spectrum with satellites which pass over the field of view of the instrument. Good coordinate observations we have carried out are (1) Greenland campaign at Godhavn and Upernavik for the polar cap aurora with DMSP satellite and (2) the low latitude aurora observed from north Hokkaido on 21 Oct. 1989.

A computer simulation scheme of Monte Carlo method to calculate volume emissions which are excited by the source has been developed and we now try to apply this method to interpret the above mentioned observational data. As for the low latitude aurora it is also shown how the source particles can penetrate into the inner magnetosphere by the particle simulation scheme in the magnetosphere.

This review paper are based on collaborative studies with Drs. Y Itikawa ( ISAS ), K. Makita, ( Takushoku Univ. ), T. Aso ( Kyoto Univ. ), H. Miyaoka ( NIPR ), K. Onda ( SUT ), and their co-workers.

**極域の中層大気力学に関する今後の研究課題**  
**津田敏隆 (京都大学・超高層電波研究センター)**

**Future subjects on middle atmosphere dynamics in polar regions**  
**Toshitaka Tsuda**  
**(Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University)**

Our knowledge on the middle atmosphere dynamics has greatly been improved in the last a few decades owing to the development of new observation techniques, such as radars (MST [mesosphere-stratosphere-troposphere], MF [medium frequency] and meteor) and lidars (Rayleigh and Sodium), as well as sophisticated numerical modelings. In particular, dynamical stress due to breaking of atmospheric gravity waves and tides was found to play an important role in transporting kinetic energy and momentum from the lower atmosphere to middle atmosphere, which is necessary in maintaining the general circulation of the atmosphere. Coordinated observations between ground-based measurements and rocketsondes or radiosondes revealed variations of the wave activity with height and season at middle and low latitudes.

However, the characteristics of wave generation, propagation and dissipation in polar regions have not been fully understood yet. We discuss in this paper dynamical coupling processes between troposphere, middle atmosphere and thermosphere in polar regions, where peculiar phenomena, such as sudden stratospheric warming, Joule heating by auroral currents or polar vortex, are exclusively occurring.

近年開発が進んだレーダー (MST・MF・流星) あるいはライダー (レイリー・ソディウム) による観測、ならびに数値モデルにより、我々の中層大気力学に関する理解は飛躍的に深まった。とりわけ下層大気中で励起された重力波や潮汐波が、中層大気中を上方伝搬する過程で減衰することで波動エネルギーと運動量を背景大気に渡し、結果的に中層大気の大循環を支えていることが明らかになった。重力波は中緯度では主に対流圏のジェット気流や気象擾乱により、また赤道域では積雲対流によって生成され、力学エネルギーは下層から中層大気さらに熱圏へと上方輸送されることが分かった。

しかし、極域における波動の励起・伝搬・減衰過程は必ずしもこれらの類型として理解できる訳ではなく、今後詳細な観測的研究が必要である。例えば、波動の上方伝搬には大気の温度構造 (特に圏界面付近の安定度) が重要な役割を果たしており、中緯度でも対流圏界面の変動が上方伝搬する波動エネルギーを制御することがわかっているが、さらに極域では特有の成層圏突然昇温あるいはオーロラ電流によるジュール加熱がそれぞれ成層圏界面と中間圏界面の構造に与える影響を考察する必要がある。

一方、極域は地球環境変化に関与する物質循環を研究する上でも重要であり、とりわけ極渦がその内部と外部の成層圏大気を隔離しているとされている。極渦の内外部において乱流拡散係数をレーダー観測することで、こういった過程が解明されると期待される。

## 中性大気変動と電離圏擾乱

前田佐和子（京都造形芸術大学）

### Disturbances of the Thermosphere and Ionosphere in Response to Geomagnetic Activity Sawako Maeda (Kyoto University of Art and Design)

Ionospheric disturbances in association with geomagnetic activity have been investigated from various aspects. In recent years, some attempts have been made to construct a comprehensive concept of the morphology and the origin of the ionospheric disturbances in terms of the ion-neutral coupling. The purpose of this paper is to review observational and theoretical studies of the ion-neutral coupling in relation to response of the thermosphere and ionosphere to geomagnetic disturbances. Only the dynamics and chemistry in the upper thermosphere and F-region ionosphere are discussed. An important linkage between the mesosphere, lower-thermosphere and D-region ionosphere is not considered.

磁気圏活動に伴う電離圏擾乱は、永年にわたる観測的、理論的研究にもかかわらず、その多様な形態と関連する物理・化学過程の複合性のために、擾乱の形態と起源に対する包括的な概念は、未だに確立されていない。近年、電離気体および中性気体の力学と成分変化の観測結果を統合し、現象に対する包括的な説明を与える試みがなされている。また、熱圏・電離圏結合系に対する数値モデルの発達により、全地球規模での中性気体と電離気体の相互作用が明らかにされつつある。

電離圏擾乱の形態と対応する機構に関する論文<sup>(1)(2)</sup>を中心として、観測データから得られた熱圏・電離圏擾乱の描像を紹介する。また、数値シミュレーションの結果をもとに、熱圏・電離圏擾乱の機構を、中性気体と電離気体の相互作用という観点から論じる。なお、ここでは、上部熱圏とF層に限定するものとし、中間圏・下部熱圏とD層は取り上げない。しかし、外気圏からの高エネルギー粒子の入射、下層大気からのエネルギーの流入による大気微量成分の変動など、下部電離圏のイオン組成と力学に係わる問題は、電離層全体の構造にとって重要であり、今後の大きな研究課題である<sup>(3)</sup>。

オーロラ帯低緯度領域での電離圏擾乱は、その形態的特徴と、推定される物理・化学過程によって次の5つの型に分類される<sup>(1)</sup>。

- ① 移動性大気擾乱 (Traveling Atmospheric Disturbances) によるイオン密度の増大
- ② 熱圏大循環 (Thermospheric General Circulation) の変動によるイオン密度の増大
- ③ 中性大気成分 ( $N_2/O$ ) の変動によるイオン密度の減少
- ④ 極域降下粒子の電離によるイオン密度の増大
- ⑤ 電離層低密度領域 (trough) の拡大と移動によるイオン密度の減少。

中緯度領域では、①から③に加えて、磁気圏対流電場の侵入による電離層高度の上昇が、非移動性の電離層擾乱をもたらす。赤道領域では、対流電場に起因する電離層高度の上昇による赤道異常の増大と、高緯度からの赤道風が重なることにより、プラズマ不安定を引き起こす<sup>(4)</sup>。

南北両半球の高緯度から伝搬してきたTADsが、中緯度でのF層イオン密度の上昇の原因になると同時に、それらのエネルギー散逸と圧縮効果によって赤道上空、衛星高度の中性気体温度の上昇と成分変化をもたらすことが、報告されている<sup>(2)</sup>。これは、高緯度電離層に印加された磁気圏活動のエネルギーが、熱圏・電離圏擾乱 (TADs, TIDs) として中・低緯度に伝わりながら、赤道域で熱エネルギーに転化するという過程を実証した例である。

一方、熱圏と電離圏に対する数値モデルは、この10年間で両者が結合され、中性気体と電離気体の両気体間の相互作用を'consistent'に取り扱えるようになった。これらのモデルを用いたシミュレーションの結果は、上に述べた観測的描像に対する理論上の妥当性を与えていると同時に、シミュレーションの新たな可能性を示唆している<sup>(5)</sup>。いわゆる'negative storm'の原因となる緯度方向の中性気体風は、コリオリ力を介して経度風とその運動量の一部が変換されるが、経度風の増大には角運動量保存からくる限界がある。従って、長時間継続する磁気圏活動に対しては、負のフィードバックが働くことになる。このことから、磁気圏活動に対する熱圏・電離圏のレスポンスは、活動の'transient'な性質に対して生じるものであるとの指摘である<sup>(5)</sup>が、これは、磁気圏・電離圏・熱圏結合の本質を問うものである。講演では今後の観測的・理論的課題を論じる。

(1) Pross, G.W., et al., J. Geophys. Res., 96, 1275, 1991. (2) Pross, G.W., J. Geophys. Res., 98, 5981, 1993.

(3) 地球大気観測計画, 宇宙科学研究所, 103, 1991. (4) Tanaka, T., 通信総合研究所季報, 36, 47, 1990.

(5) Fuller-Rowell, T.J., et al., J. Geophys. Res., 99, 3893, 1994.

## 極域における中間圏・電離圏・熱圏結合の研究

—最近の成果と将来展望—

福西 浩（東北大学理学部）

### Achievements and Prospects in Studies of the Polar Mesosphere and Ionosphere–Thermosphere Coupling System

H. Fukunishi (Department of Astrophysics and Geophysics, Tohoku University)

The polar mesosphere and ionosphere–thermosphere region is the most attractive region in upper atmosphere physics since this region sensitively responds to both the magnetosphere above and the stratosphere and troposphere below. This paper reviews the recent achievements in polar mesosphere and ionosphere–thermosphere studies and the targets of future studies.

極域の中間圏・電離圏・熱圏領域（高度約 50 - 500 km）は、電離大気と中性大気の相互作用、大気組成の変化を引き起こす様々な化学反応、NOやCO<sub>2</sub>の赤外放射による大気の冷却、太陽紫外線やオーロラエネルギーによる加熱、平均風や大気波動によるエネルギー・運動量・物質の輸送などが同時に起こっている“複雑領域”であり、太陽の紫外線強度や太陽風の変化に敏感に反応し、温度や組成構造を激しく変化させることから、地球大気環境に対する太陽活動の影響を最も直接的な形でみることが出来る領域である。

**最近の成果：**地上および衛星からの各種のリモートセンシングにより、次第にこの領域の全貌が明らかになりつつある。以下に重要と思われる成果をあげる。

- 1) UARS 衛星に搭載された HRDIと WINDII による中間圏・熱圏風のグローバル分布の観測
- 2) EISCAT および グリーンランド IS レーダーによる極域電離圏の諸パラメーターと対流電場の観測
- 3) オーロラ・大気光のドップラーイメージングによる中間圏・熱圏ダイナミックスの観測
- 4) PACE HF レーダーによる電離圏対流電場のオーロラ帯および極冠域での共役点観測
- 5) あけぼの衛星による磁気圏・電離圏の電流・電場分布およびオーロラ粒子の観測
- 6) 金属原子ライダーによる中間圏微細構造（スプラディック Na 層、Fe 層等）の観測
- 7) 磁力計グローバルネットワークによる電離圏電流・電場分布の観測
- 8) デジゾンデや TEC 観測による電離圏のトモグラフィ
- 9) 熱圏・電離圏結合モデル（TIGCM）を用いた熱圏・電離圏ダイナミックスの計算機シミュレーション

**今後の課題：**中間圏・電離圏・熱圏に生起している多種多様な素過程の解明と、それらの素過程からなる複雑系の高精度なモデリングが今後の研究の焦点となるであろう。研究課題としては以下のものが重要と思われる。

- 1) 上下結合過程の解明、特に、下から伝播してくる潮汐波、重力波、プラネタリー波のエネルギーと運動量の解放過程、および太陽紫外線、磁気圏電場、降下粒子による電離大気駆動機構のモデリング
- 2) 極域に流入した磁気圏サブストームエネルギーの南北循環と重力波による低緯度への輸送過程の解明
- 3) カस्प、クレフト、ポーラーキャップ領域での中間圏・電離圏・熱圏の結合過程、およびこれらの領域と磁気圏との間のエネルギー・運動量・物質の輸送過程の解明
- 4) 中間圏界面付近における微細構造（スプラディック Na 層、Es 層、夜光雲、極域中間圏界面夏季エコー等）とエネルギー収支の解明



## 太陽一気候変動の研究における南極観測の役割

渡辺 堯 (茨城大理)

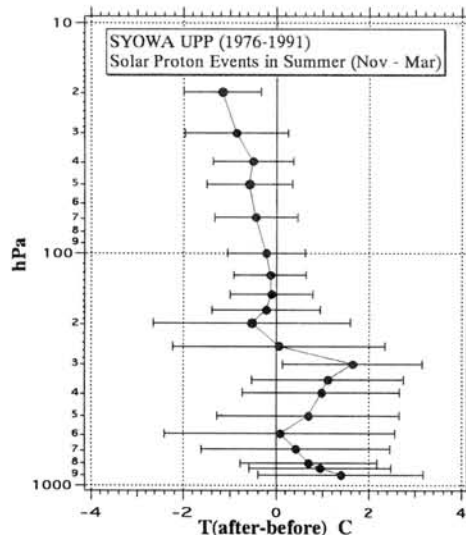
### A Role of Antarctic Observations in the Study of Climate Impact of Solar Activity

Takashi Watanabe (Department of Earth Sciences, Ibaraki Univ.)

A provisional analysis of radiosonde observations at Syowa, Antarctica, has been performed to study climate impact of transient solar-terrestrial phenomena. A drop in atmospheric temperature of about 1 degree (C) is seen in the lower stratosphere after solar proton events in the polar summer (November - March) of 1976-1991. In the troposphere, on the other hand, a rise of temperature of about 1 degree (C) is seen. It is suggested that a global change of the atmospheric circulation over polar region is taken place in association with a intense solar-terrestrial event.

地球大気環境に影響を及ぼすであろうことが予想されている太陽地球系現象としては、太陽の光エネルギーの他に、太陽プロトン、惑星間磁場、太陽風プラズマ、銀河宇宙線などの変動が考えられている。これらのうち何が、どのようにして、どの位地球環境に影響を与えているかについては良くわからないが、短期的な現象としては最近太陽プロトンや銀河宇宙線の変動の影響が重要であるとの指摘がなされている。昭和基地はまさに超高層大気への粒子入射領域の直下にあり、これらの現象に伴って実際に大気中でどのような現象が発生するのかを直接調べる上で重要な拠点となる。そこで先ず手始めに、これまで昭和基地において行われて来た高層気象のラジオゾンデ観測データを解析し、その結果を基に今後の展望を探ることとする。

1956年以來の昭和基地でのゾンデ観測データは、気象庁南極事務室においてデータベース化がされている。そこで気象庁よりこのデータベースの提供を受け、太陽プロトン現象の発生時刻を基準とする superposed epoch analysis を行った。南極上空では、季節変化が大きく、特に極夜の明けの 9-10 月においては極渦の崩壊による大きな変動があるなど、解析には注意が必要である。1976 年-1991 年の夏期 (11-3 月) に発生した太陽プロトン現象 44 例について、発生前後 10 日間づつの観測データをそれぞれ平均し、現象発生前後の気温変化を各指定気圧面についてプロットしたものを下図に示す。ここでは気温の季節変化の影響を減らすため、前後 10 日づつの平均値からの偏位について解析を行っている。この予備的解析においては大きなエラーバーが見られるものの、約 300 hPa 面より上の成層圏においては、指定気圧面が上昇するに伴って現象発生後に 1 度 C 程度の気温の低下が見られるが、これは Kodama et al. (JGG, vol 44, 361, 1992) の解析結果と consistent である。また対流圏内においては、成層圏と反対に気温の上昇傾向があるようである。これは太陽フレア活動に伴って、何らかの原因で南極上空における大気の大規模構造に変化が起きていることを示唆しており、それを引き起こす物理、化学過程の解明が望まれる。



## 昭和基地におけるHFレーダー観測

- 山岸久雄、行松 彰、佐藤夏雄、門倉 昭、宮岡 宏、江尻全機、  
平沢威男（極地研）、小川忠彦、五十嵐喜良（通総研）、  
田中義人（名大STE研）

## HF Radar Observation at Syowa Station

- H. Yamagishi, A. Yukimatu, N. Sato, A. Kadokura, H. Miyaoka,  
M. Ejiri, T. Hirasawa(NIPR), T. Ogawa, K. Igarashi(CRL),  
and Y. Tanaka(STE Lab, Nagoya Univ.)

An HF radar system will be installed at antarctic Syowa Station in early 1995. This system will be operated under common radar control software of Super DARN (International collaboration of HF radar network observations), and will part of the Super DARN network. This system will also collaborate with the southern hemisphere auroral radar experiment (SHARE), which consists of the existing HF radar at Halley Bay Station, and a new HF radar to be installed at SANAE Station in early 1996. Therefore in the antarctica, there is a unique opportunity to observe a common volume of the ionosphere with three HF radars. This provides various possibilities of radar operation which cannot be realized by other radar pairs in the northern hemisphere. An important feature of the Syowa radar is the ability to look deep into the polar cap as far as the magnetic pole. This is advantageous for studying very high latitude plasma convection.

Another HF radar looking eastward of Syowa will be constructed in near future. The field of view of the two Syowa radars and SHARE will cover a magnetic local time range of 9 hours. When these radars are combined with the Super DARN radars from the northern Scandinavia to Greenland, it will be possible to study the conjugacy of the plasma convection between both hemispheres over a wide longitudinal range.

The VHF aurora radar at Syowa Station will be upgraded in early 1995. The VHF and HF radars at Syowa Station look in almost the same directions. The former observes the E-region at distances of 250-1000 km, while the latter mainly observes the F-region at distances of 300-3000 km. It is possible to compare the E-region and F-region plasma drifts on the same field line with these two radars.

## 南極昭和基地におけるレーダー観測

深尾昌一郎 (京都大学超高層電波研究センター)

Radar Observation at the Syowa Base, Antarctica

Shoichiro Fukao

Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

Abstract: The “pros and cons” of three fairly simple radar systems, MST radar, meteor radar and MF radar, will be compared to determine which is the most suitable radar system to be installed for observing the upper part of the middle atmosphere in Antarctica. It will be concluded that an MF radar is the most suitable one with respect to cost and performance.

### 1. はじめに

極域中層大気上部は下層から伝搬する各種大気波動と上層の電磁力的現象が拮抗する領域であるがこれまで十分な観測がなされていない。特に南極中層大気下部においては北極との際だった差異、例えば冬季の低温等、が知られているにもかかわらずその上部の理解は極めて不十分である。この領域のダイナミクスを観測する手段としてレーダー観測が最適と考えられるので、既に技術的に確立している MST レーダー、流星レーダー、MF レーダーの3種のレーダーについて比較検討する。

### 2. 各レーダーの比較\*

(1) 分解能: 時間高度分解能では MST レーダーが優り、MF、流星レーダーはやや劣る。ただし、時間分解能に関しては、MF レーダーをコヒーレント積分可能なシステムとすることにより4~5分まで改善される。

(2) 測定物理量: MST レーダーは、水平、鉛直風速、乱流強度などが測定できる。MF レーダーは、鉛直風を除く上記の項目、および D 層電子密度が測定できる。流星レーダーは、水平風速、拡散係数、温度変化、流星発生量などが測定できる。それぞれ、一長一短がある。

(3) アンテナ面積: MST レーダーは、100m×100m 程度以上の大型アンテナの敷地が必要である。MF レーダーの場合、300m 四方程度の敷地に送信、受信アンテナを設置しなければならない。ただし、ワイヤアンテナを地上数十 m の高さに設置するので、地表部は他の用途に使っていても電気的な干渉がなければ問題ない。流星レーダーは、数 m 四方の八木アンテナを3、4本ならべればよいので、トータル敷地は、50m 四方もあれば十分である。(4) 建設費用: 流星、MF レーダーは、数千万円での建設が可能であるが、MST レーダーはその10倍は必要となる。

### 3. まとめ

以上から、極域中層大気上部ダイナミクス観測用レーダーとしては、空間時間分解能は MST レーダーに及ばないものの、広い敷地を活かして経済的な建設が期待できる MF レーダーが望ましい。なお、MF レーダーでは測定できない温度変動を測定できる流星レーダーの併設も意義深い。

\*) 参考: 「地球環境のための高度電磁波利用技術に関する国際共同研究」に伴う調査研究報告書、平成6年、三菱総合研究所

## 南極ライダーシステムの構想と シミュレーションによる観測評価

野村彰夫(\*) 小林啓二(\*) 齊藤保典(\*) 長澤親生(\*\*)  
(\*) 信州大学工学部 (\*\*) 東京都立大学工学部

Antarctic Lidar System and Evaluation of Measurements by Simulation  
A. Nomura(\*), K. Kobayashi(\*), Y. Saito(\*) and C. Nagasawa(\*\*)  
(\*) Faculty of Engineering, Shinshu University  
(\*\*) Faculty of Engineering, Tokyo Metropolitan University

In a previous symposium, we proposed the Antarctic lidar measurement program at Syowa Station during the period of the campaign of the 5th JARE Program(1996 - 2000). The main objective is to study the influence of magnetospheric disturbance on the middle atmosphere by measuring the temperature and the wind profile as well as the sodium density profile with a narrowband sodium lidar by use of the Doppler broadened sodium  $D_2$  spectrum and its shift.

In this presentation, we describe all solid type lidar system based on three wavelength (532, 589 and 1064 nm) laser, where a simple laser system for generating a wavelength of 589 nm is proposed on the basis of a sum frequency technique. Next, we evaluate the received signal intensity and the signal to noise ratio by simulation and discuss the feasibility of Antarctic lidar measurement.

前回のシンポジウムにおいて第5期南極観測計画(1996-2000)で行う南極中層大気ライダー観測について提案を行った。中間圏ナトリウム原子層のライダー観測により得られる密度、温度及び風の高度分布の変化から、磁気圏擾乱が下層大気に及ぼす影響を明らかにすることを第一の目的としている。さらに夜光雲、PMCS, PSCs, 火山性エアロゾル、大気密度、シーラス及び雲等の対流圏から中間圏にかけての諸現象も観測対象としている。送信3波長(532, 589, 1064nm)を同時発振できるYAGレーザをベースとした送信系と直径35cmの望遠鏡と光子計数とアナログ計測が可能な受信系からなる観測システムの提案も行った。

今回の報告では、はじめにライダー観測システムのハードウェア構成の中で開発の主眼となるレーザ送信システムについて述べる。従来の液体色素レーザに代わってYAGレーザをベースとした全固体素子からなる送信系を検討している。具体的にはYAGレーザで同時に1064nmと1319nmの2波長を発振させ、非線形結晶で和周波をとることによりナトリウムの $D_2$ 共鳴線である589nmを得る方法について紹介する。次に実際の観測を想定した観測のシミュレーションを行い、各観測項目における受信信号強度と誤差の評価を行い、観測の可能性について考察する。

## P P B の今後の課題

著者 (所属) : 矢島信之<sup>○</sup> 山上隆正 (宇宙科学研究所)

Title of Abstract: Future Aspect of Polar Patrol Balloon

Authors (Affiliation): Nobuyuki Yajima, Takamasa Yamagami (ISAS)

Some engineering problems for the future Polar Patrol Balloon project are considered based on PPB-'90, '92 and '93 balloon experiments. Especially improvement of launching capability and data transmission ability are discussed for large scale scientific observations. Feasibility of payload recovery is also mentioned.

今後の南極気球実験をどのように発展させ、科学観測への有用性を向上させるか、気球技術上の問題点を検討する。昨年度の本シンポでは'91'93年実験の結果をもとに将来課題を概括的に検討したが、今回は特に問題となる、気球およびペイロードの大型化に対応する放球技術および観測データの伝送・取得容量の向上策を中心に検討する。観測器の回収の可能性についても検討する。

## 極域中間圏・熱圏の可視・近赤外リモートセンシング

福西 浩・岡野章一（東北大学理学部）

### Visible and Near Infrared Remote Sensing of the Polar Mesosphere and Thermosphere

H. Fukunishi and S. Okano (Faculty of Science, Tohoku University)

From imaging observations of O<sub>2</sub> Atmospheric band system of the night airglow around 867 nm, we can obtain information on the horizontal distribution of atmospheric temperature at 95 – 100 km altitudes with  $\pm 1$  K resolution. In addition, simultaneous observations of the Na and Fe layers by a lidar will enable us to clarify the dynamical processes of the polar mesosphere and thermosphere.

高感度CCDセンサーの登場により、オーロラや大気光の分光イメージング観測から中間圏・熱圏領域の温度と風を高精度で求めることが可能になりつつある。私たちの研究グループでは、すでに、多色全天イメージングシステム(MAIS)とファブリーペロードップラーイメージングシステム(FPDIS)の2種類の観測装置を開発し、31次隊と35次隊でFPDISを、33次隊でMAISを南極昭和基地で動かし

た。FPDISは、魚眼レンズで集光した光を前光学系で平行ビームに変換し、ファブリーペローエタロンにより干渉パターンをつくり、イメージンシファイヤーとCCDからなる2次元センサーで検出する。O原子558nmと630nmのオーロラ光を観測することにより、高度100kmおよび250km付近の風と温度の空間分布が求まる。一方、MAISは、波長の異なる2つの単色全天像が一つのCCDで同時に検出されるので、背景光の正確な除去が必要なプロトンオーロラや大気光のような微弱光の全天イメージングに威力を発揮する。現在、FPDISのデータからは熱圏のダイナミックスの研究を、MAISのデータからはプロトンオーロラの研究を進めている。今後は、これらの観測器の性能をさらに向上させるとともに、新たに、観測の空白域となっている中間圏界面付近のダイナミックスを詳しくしらべるために、867nm付近のO<sub>2</sub> Atmospheric band (0-1) 夜間大気光のイメージング観測を極域で行うことを計画している。

**観測のねらい：**極域での中間圏・熱圏領域のダイナミックスを明らかにするには、オーロラ活動が高い擾乱時だけでなく、オーロラ活動がほとんどない静穏時についても、温度と風の観測を行う必要がある。静穏時は大気光を観測することにより、中間圏・熱圏領域の情報が得られるが、オーロラと大気光では強度が大幅に異なるので、一つの観測器で両者を観測することはむずかしい。また、静穏時の温度と風の変化は擾乱時に較べかなり小さいと予想されるので、より高精度の観測器が必要とされる。現在考えている酸素分子大気光回転温度イメージングシステムは、 $\pm 1$  K程度の精度で高度95 – 100km付近の温度の空間分布を観測し、下層から伝播してくる重力波や潮汐波をとらえる。この観測器と90km付近を観測する金属原子ライダーを同時に動かせば、各種の波動の水平・鉛直構造が明らかとなる。

**観測システム：**視野30°のレンズで集光した光を、867nmに中心もつ狭帯域干渉フィルターまたはFPエタロンで分光し、集光レンズにより冷却CCD上にフリンジ像として結像させる。視野の中心から端に近づくにつれ、フィルター（またはエタロン）への入射角が大きくなることから、透過帯域は短波長側にずれる。したがって、O<sub>2</sub> Atmospheric band (0-1)振動単位の複数の回転線のフリンジ像がCCD画像上に得られ、この強度分布にフィティングすることにより、温度の空間分布が求まる。

## 高工研/原研那珂に於ける大出力 mm-cm 波自由電子レーザー増幅器開発の現状と、その開放大気、惑星空間における応用の可能性

高山健（高工研）、木代純逸（高工研）、志甫諒（原研那珂）

大出力mm-cm波源として将来が大いに期待されているマイクロ波自由電子レーザー（ $\mu$ -FEL）増幅器の日本国内に於ける開発の現状が詳細に報告される。TeVクラス線形衝突型加速器やトカマクプラズマの電子サイクロトロン共鳴加熱の為のマイクロ波源と云う最終的応用を前に、開放大気、太陽系内空間における応用の可能性について提案が為される。

K.Takayama(KEK), J.Kishiro(KEK), M.Shiho(JAERI)

Present status of R&D works in Japan on microwave free-electron laser amplifiers, which have been regarded as powerful microwave sources of a future TeV-class linear collider or for electron-cyclotron resonant heating of Tokamak plasma, is presented in detail. Before achieving these final goals, its several applications in open air and planetary space are proposed.

最近、高エネルギー物理学研究所においては1.5MeV, 600Aの電子ビームを収束磁場の代わりにイオンチャンネルを用いてウイグラーまで導き、マグネトロン（9.4GHz）からの77kW入力パワーを100MWに増幅させる事に成功した。一方、原子力研究所那珂研では1MeV, 400Aの電子ビームを用いて45GHzの周波数で10MWの増幅に成功している。利得は前者で21dB/m、後者で60dB/mを得、いずれも一定ウイグラー磁場値で飽和に達している。出力パルス長は15-20nsec又周波数拡がりは約0.9%であった。これら1MeV台の電子ビームで駆動するマイクロ波自由電子レーザー増幅器としては世界最高レベルにある。自由電子レーザーの動作特性から判断して、周波数10-50GHz、出力10-100MWに成功した事は周波数域10-100GHzで出力100MW-1GWのマイクロ波源が我々の手中に近づいた事を意味する。計算機シミュレーションに拠れば、15MeV, 2kAの単一電子ビームで駆動する100段構成で1GW/段の能力を持った巨大マイクロ波源も不可能ではない事が証明できる。従来この周波数域のマイクロ波源に比すると尖頭出力で3桁から4桁位大きい。

このような高出力マイクロ波は通信媒体を遥に超え直接的なエネルギー伝送媒体となり得る。その典型的利用は上に記したが、この外に最近注目を集める小惑星探査にその威力を発揮している惑星レーダー、大気の局所イオン化による誘雷、大出力エキシマレーザーポンピング、静止軌道から地球への太陽エネルギーの転送、又惑星探査母船から表面探査基地へのエネルギー供給等が考えられる。特に前者は単段構成 $\mu$ -FEL増幅器とアレシボやゴールドストーン等のレーダーシステムとの組み合わせで構成されるパルス惑星レーダーである。その実現はマイクロ波源の単純な能力限界の為この20年程停滞していた古典的惑星レーダー天文学を活性させるだろう。特に高周波数レーダーは惑星表面物質、大気、環、衛星の精密探査に威力を発揮する筈だ。又、小規模パラボラアンテナで雷雲の雲底にマイクロ波を収束させるならば、イオン化により生成したプラズマ路が雷撃の導通路になり、避雷針との単純な組み合わせで結果的に誘雷が可能となる。

第18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 Eighteenth Symposium  
on Coordinated Observations of the Ionosphere  
and the Magnetosphere in the Polar Regions

Abstracts  
(Poster Presentation)

1994年11月 1日（火）－11月 2日（水）  
November 1 - 2, 1994

国立極地研究所

National Institute of Polar Research  
Tokyo, Japan



## オーロラトモグラフィーと国際協同多点立体観測

麻生武彦・浦島智・橋本岳・安陪稔・藪哲郎<sup>!</sup>江尻全機<sup>†</sup>・宮岡宏<sup>‡</sup>・Urban Brändström<sup>‡</sup>・Åke Steen<sup>‡</sup>

(\* 京大工, † 極地研, ‡ Swedish Institute of Space Physics, ! 大阪府大工)

## Aurora Tomography and International Collaboration of Multi-station Observation

\* T. Aso<sup>\*</sup>, A. Urashima<sup>\*</sup>, T. Hashimoto<sup>\*</sup>, M. Abe<sup>\*</sup>, T. Yabu<sup>!</sup>M. Ejiri<sup>†</sup>, H. Miyaoka<sup>‡</sup>, U. Brändström<sup>‡</sup>, and Å. Steen<sup>‡</sup>

(\* Kyoto University, † National Institute of Polar Research,

‡ Swedish Institute of Space Physics, ! University of Osaka Pref.)

International collaboration of aurora stereo observation between Japan and Sweden will be carried out in February and March, next year. The aim is to do synchronous, multi-station imaging using Swedish ALIS (Auroral Large Imaging System) at the Swedish Institute of Space Physics, and Japanese stereo cameras, which can hopefully realize more unambiguous tomographic reconstruction of three dimensional aurora forms. This is just in line with IAS (International Auroral Study) campaign which will coordinate various ground-based and satellite observations to do comprehensive study of aurora.

1984-85年の極地研究所の南極におけるオーロラの単色光ステレオ観測ならびに1991年冬季に国際学術研究プロジェクトとして行われたアイスランド観測等を通して、オーロラトモグラフィーは徐々に光学観測のプロジェクトとしての地歩を築きつつある<sup>[1]-[3]</sup>。しかし、2点での観測はその再構成において特にオーロラの形状が複雑になるに従い種々仮定を必要とし、多点でのステレオ観測の必要性がとりわけ強く認識されるに至った。一方我々が解析結果を発表した1992年夏の第19回「光学による大気研究」欧州年次会合に引き続き翌1993年3月にオーロラトモグラフィーワークショップがキルナで初めて開催され、トモグラフィーの手法が注目されることとなった。このような状況のもと、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箇所の無人観測点に単色光CCD撮像装置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)の建設を進めており<sup>[4]</sup>、IRFと日本の国際協同の多点ステレオ観測について合意がなされ、本年3月には現地での事前調査が行われた。その後予算的裏付けも得られ、ALIS側がキルナ、チャウチャス、シルコモウクタ、メラシャルビの4点、日本側がアビスコ、ニカルオクタの2点計6点での多点観測が実現する運びとなった。この計画はFAST衛星を軸とするFAST Northern Apogee Campaign やSTEPのIAS(International Auroral Study)プロジェクトに参加するものであり、現在観測ソフトウェアインターフェースの開発を中心として鋭意準備中である。図1は撮像、データ取得およびコントロールセンタとの通信のためのシステムブロックダイアグラムを示すもので、オーロラ画像はコントロールセンタに送られ全体を統括した効率の良い観測がなされるよう図っている。

これと並行してオーロラトモグラフィーの解析アルゴリズムについて検討が続けられ、これまでのデータ解析と

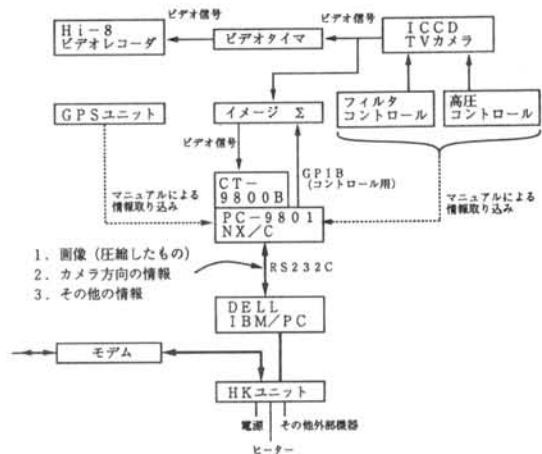


図1: 観測システムブロックダイアグラム

多点観測のシミュレーションが行われている。逆問題の手法として我々が用いている逐次近似法のうち、オーロラ高度に仮定されたセルに対し未知の発光値を投影された値と観測されたグレイレベル値の比に適当な荷重を含めて乗法的に更新するMART(Multiplicative ART)法の改良に加え、セル値の更新を多数の投影値を同時に用いて行うSIRT(Simultaneous Iterative ART)法その他についても検討を進めている。

謝辞 本研究のデータ解析およびシミュレーションの一部は京大工学部付属高度情報開発実験施設の計算機により行なわれている。

参考文献 [1] Aso, T. et al., J. Geomag. Geoelectr., **42**, 579, 1990. [2] 麻生他, 電子情報通信学会論文誌 D-II, **J77-D-II(1)**, 69, 1993. [3] 藪他, 南極資料, **37(3)**, 231, 1993. [4] Steen, Å. and U. Brändström, STEP International, **3(5)**, 11, 1993. (第18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1994年11月)



周期的パルセーティングオーロラの共役性  
 〃 港屋浩一<sup>1</sup>・佐藤夏雄<sup>2</sup>・平澤威男<sup>2</sup>・芳野越夫<sup>1</sup>  
 1. 電通大・2. 極地研

Conjugacies of periodic pulsating auroras  
 〃 Minatoya, H.<sup>1</sup>, N. Sato<sup>2</sup>, T. Hirasawa<sup>2</sup>, T. Yoshino<sup>1</sup>  
 1. U. E. C., 2. NIPR

Pulsating auroral event by SIT-TV cameras were obtained at the nearly conjugate stations (Husafell in Iceland, Syowa and Asuka in Antarctica) in the period from 22:30UT to 23:00UT, September 9 in 1991. We investigated conjugacies of periodic pulsating auroras by the similarity of type, period and periodicity in both hemispheres. The results revealed that there is no similar aurora within a wide field of view of 3 stations.

[はじめに] 1991年9月9日22:10UT~10日01:30UTにおいて、共役観測点:アイスランドのHusafell, 並びに南極の昭和およびあすか基地にて、SIT-TVカメラによる同時観測データが得られた。この間のうち、22:30UT~23:00UTには、南北で活動的なパルセーティングオーロラがみられた。本解析では、特に周期的変動を呈するパルセーティングオーロラに対して、オーロラのタイプ、周期および周期性の類似性に着目し、南北共役性を明らかにすることを試みた。本解析の特徴は、周期および周期性を定量的かつ2次元的に示し、南北で比較することである。

[解析] 画像各画素における最大自己相関係数(周期性)、および周期の2次元分布を磁気座標面上に投影した。周期性、周期およびオーロラタイプが南北で同等であるオーロラを共役オーロラとした。

[結果] 22:55:30~22:55:50UTの解析例を示す。Husafell(図1)では、ディフューズオーロラH(図1.a)に沿って点滅する、エクспанションタイプのパルセーティングオーロラ領域P(図1.b)が周期性(最大自己相関係数:0.2以上)を用いて表現される。領域Pの強度変化(図3)から、4.6秒の周期的変動であることが確認される。昭和側では、ディフューズオーロラS(図2.a)内に点滅する、エクспанションタイプのパルセーティングオーロラ領域(図2.bの点1,2)が示される。これらの点の周期は、およそ7~8秒であり、領域Pの周期とは異なる。

ところで、あすか側では、全天にパッチタイプパルセーティングオーロラが確認されており、明らかに前者とは共役関係には無いと判断される。したがって、オーロラタイプ、周期および周期性が同等のパルセーティングオーロラは、南北で構成される広い観測視野内には存在しないことが判明した。

この原因として、降下粒子機構および磁力線構造の南北非対称性が考えられる。講演時には、本解析手法による統計結果を述べる予定である。

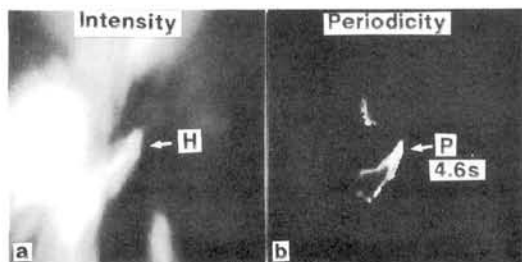


図 1

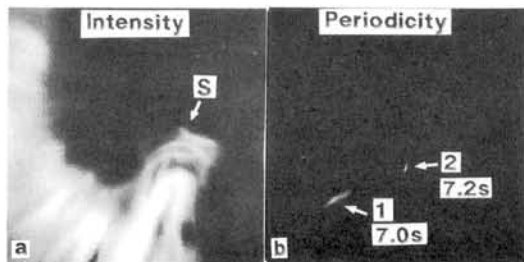


図 2

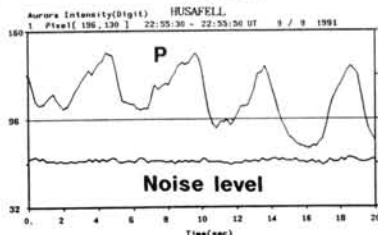


図 3

図1a, b, 図2a, b  
 22:55:30-22:55:50UTにおける  
 Husafell, および昭和基地画像の  
 a: 平均強度, b: 周期性(0.2以上)  
 磁気座標範囲は、経度(横軸)64-67°  
 緯度(縦軸)64-68°である。

図3 Husafellの点滅領域Pの強度変化

## トーチ構造に伴うプロトンオーロラ

°高橋幸弘<sup>1</sup>、福西 浩<sup>1</sup>、向井利典<sup>2</sup>

1. 東北大学 理学部、 2. 宇宙科学研究所

## Proton Auroras Related to Torch Structures

° Y. Takahashi<sup>1</sup>, H. Fukunishi<sup>1</sup>, T. Mukai<sup>2</sup>

1. Faculty of Science, Tohoku University

2. Institute of Space and Astronautical Science

Using the all-sky image data of proton auroras (H $\beta$  emissions) obtained with a multicolor all-sky imaging system at Syowa station, we have investigated the proton auroras related to eastward moving torch ( $\Omega$  band) structures which are sometimes seen in the midnight and morning sectors. We found 11 events of torch structures at 9 nights during the interval of May 1992 to September 1992. These events can be classified into 3 types; Type 1: Proton auroras and torch structures are enhanced in almost the same region. Type 2: Proton auroras are mainly enhanced in the region between torches ( $\Omega$  bands), partially overlapping at the westside torch. Type 3: Proton auroras show no changes in brightness and shape when torches move eastward. It is found that Type 1 events are observed before 2h MLT while Type 2 events after 3h MLT. Type 3 events are seen only on magnetically quiet days. In the September 18, 1992 event the magnetic foot print of the Akebono satellite was located inside the Type 1 torch structure. Both the Akebono low energy ion and electron data show flux enhancements inside the torch structure, which are consistent with the imaging observations from the ground.

我々は、南極昭和基地でMAISを使って得られたプロトンオーロラ (H $\beta$ ) と、SITカメラによる電子オーロラの全天画像を用い、プロトンオーロラと東向きに移動するトーチ構造 (オメガバンド) の関係を調べている。1992年5月から9月の観測期間 (29夜) に計11回 (9夜) 顕著なトーチ構造が観測された。それらはプロトンオーロラとの関係に注目すると、次の3つのタイプに分けることができる。

タイプ1 : プロトンオーロラはトーチとほぼ同じ領域で増光する。 (5例)

タイプ2 : プロトンオーロラはトーチとトーチの間 (オメガバンドに囲まれた領域) で明るい  
が、発光領域はそのすぐ西側のトーチの一部と重なっている。 (3例)

タイプ3 : トーチの通過に伴うプロトンオーロラの光度および形状の変化はない。 (3例)

タイプ3は磁場の擾乱が比較的小さい静穏な日に観測される。地磁気活動度の高い日は、タイプ1またはタイプ2が観測される。タイプ1は2h (MLT) 以前に、タイプ2は3h (MLT) 以降にのみ見られることから、タイプ1が東向きに移動しながら2-3hにタイプ2に時間発展することが推測される。

我々はまた、タイプ1のトーチ構造のあけぼの衛星との共役点観測に成功した。衛星による粒子計測の結果は、トーチ構造の中ではイオン・電子共にフラックスが増大していることを示しており、地上からのプロトン及び電子オーロラの観測に矛盾しない。また、トーチ構造の中のイオンのピッチ角分布は、それより低位緯度側の捕獲粒子領域に比べ等方的であることが明らかになった。

## オーロラサブストーム時における地磁気変動の共役性

橋本久美子<sup>1</sup>、佐藤夏雄<sup>2</sup><sup>1</sup>九州大学理学部、<sup>2</sup>国立極地研究所*Conjugacy of Geomagnetic Field Variations  
at the Onset of Auroral Substorms*HASHIMOTO Kumiko<sup>1</sup> and SATO Natsuo<sup>2</sup><sup>1</sup>Kyushu Univ., <sup>2</sup>NIPR

The purpose on this study is to examine the conjugate signatures of dynamics of auroral disturbances which are expected to be influenced by ionospheric conductivity at conjugate hemisphere. We used fluxgate magnetometer data at 3 stations in Iceland and 2 stations in Antarctica, and all-sky camera data mostly observed at Syowa and Asuka. Using these data, we analyzed the relation between dynamics of aurora and magnetic field variations at conjugate stations. The differences of onset time of auroral substorms at conjugate stations are also examined.

南北両半球の極域で生じるオーロラサブストーム等の擾乱現象の研究には、南北共役点でのオーロラ光学観測が重要である。しかし、唯一オーロラ帯に位置する昭和基地-アイスランド地磁気共役点観測点において、その地理的な条件や天候などにより、オーロラの両観測点における同時観測は容易でない。そこで我々は、共役点でのフラックスゲート磁力計による地磁気変動データと昭和基地の可視オーロラ画像データを用いて、オーロラにともなう電流系の変化から、南北両極域における擾乱現象の対称・非対称性に関する手がかりを得ようと試みた。

1987年9月16日2052UT~2340UTに、共役点観測点において非常に特徴的な地磁気の変化が観測された。2時間半程続く西向きオーロラジェット電流の成分の中に、20分程度の短いタイムスケールの変化がみられる(図1)。この時間帯には昭和基地とあすか基地のオーロラ画像データが得られており、地磁気データとの比較を行った。図2のオーロラ強度の増加は、それぞれウエストワード・トラベリング・サージとその後に次々と南北に伸びた形状のオーロラが昭和基地の全天カメラの視野を東から西に通過していくのに対応している。このイベントは共役観測点で緯度的に共役性が非常に良い例である。

これは、南北両半球のオーロラ帯で、サブストーム時のオーロラ擾乱領域と構造の共役性が非常に良い事を示している。

また、我々は特に、この擾乱領域の西の極域境界に位置するウエストワード・トラベリング・サージに注目し、共役観測点に対する到達時間のズレや、緯度方向のズレについて解析を行った。3月から9月の間、サージの到達時刻は共役観測点でほぼ同時か、昭和基地が先行する傾向がみられた。

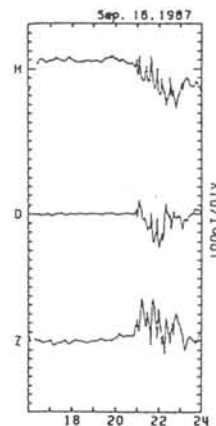


図 1

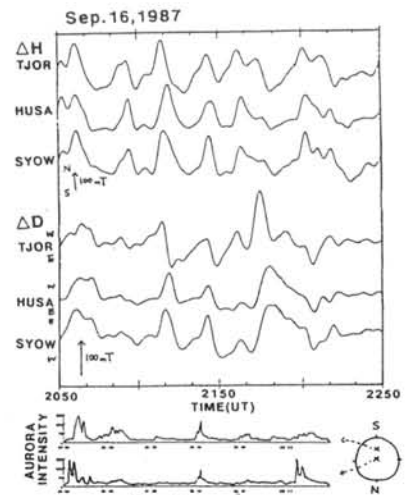


図 2

## VLF 波動のエネルギー分布および偏波観測

島倉 信<sup>1</sup>(千葉大・工) 佐藤夏雄(国立極地研)

## Observation of VLF Wave Energy distribution and Polarisation

S. Shimakura<sup>1</sup> and N. Sato<sup>2</sup>

1. Dept. of Electrical and Electronics Engineering, Chiba Univ.
2. National Institute of Polar Research

In order to know the relationships between the characteristics of magnetospheric VLF waves and another geophysical parameters, and to discuss the propagation and generation mechanisms of those waves, it is important to observe the wave-normal direction, wave energy distribution and polarisation of those waves. Real time analysing and monitoring systems for the wave parameters are proposed.

磁気圏 V L F 波動の地上定点観測は、そのデータ量の多さから、磁場 1 成分の広帯域観測および多点周波数における狭帯域観測がなされてきた。広帯域データからはスペクトル構造が、狭帯域データからは各周波数における強度変化が得られている。しかしながら、V L F 波動の発生伝搬機構の研究目的にて照らせば、これらのデータは必ずしも十分ではない。V L F 波動の偏波、到来方位、空間エネルギー分布、またそれらの時間的変動の様子はきわめて重要な情報である。すでに任意の偏波をもつ V L F 波動に対して、波動エネルギーの波数空間分布解析法を完成しており、V L F 波動の電離層透過域の変動の様子を視覚的にとらえることが可能である。しかしながら、電磁場 3 成分観測が必要であり、時系列データとして記録するとデータ量は膨大となる。また、時系列データとして記録した場合には観測後の解析が必要となり、データ利用の観点から利便性が失われてしまう。

V L F 広帯域観測データを別にすれば、多点周波数における狭帯域観測データを信号処理し、必要なパラメータのみを記録すればデータ量の増加を抑えることができ、観測後のデータ解析を必要としない。たとえば、強度、到来方位および偏波のモニタリング、あるいはスペクトルマトリクスを記録することによって電磁場 3 成分の強度、到来方位、偏波および波動エネルギー分布を導出することが可能となる。以下に信号処理の一例を示す。これはパワースペクトル算出のためのブロックダイアグラムである。

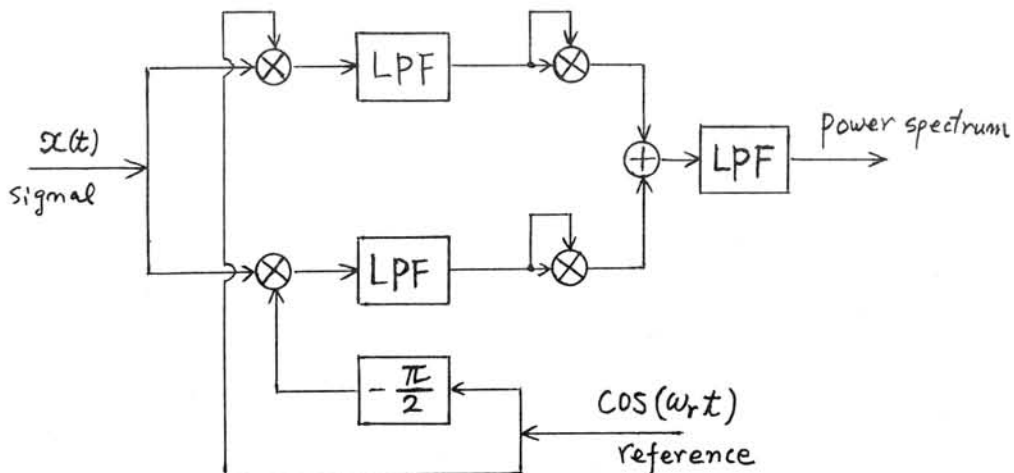


Fig. 1 Block diagram of signal processing: Power spectrum

## SSCに伴うPc1磁気振動の偏波と発生機構

小松 弘和、芳原 容英、早川 正士(電通大)、島倉 信(千葉大)、佐藤 夏雄(極地研)

## Polarization of ssc-triggered Pc 1 pulsations and their generation

H. Komatsu, Y. Hobara, M. Hayakawa (The Univ. of Electro-Comms.),  
S. Shimakura (Chiba Univ.) and N. Sato (NIPR)

Polarization characteristics of ssc-triggered Pc 1 pulsations observed in the Antarctica and Iceland, and based on these results we discuss their generation mechanism.

## (目的)

磁気嵐の開始に伴って地上の高磁気緯度に位置する複数の地点でPc1脈動が観測される。Pc1脈動の南北・東西の磁界成分から偏波解析を行い、発生・伝搬機構を考察する。

## (概要)

磁気嵐は太陽表面の爆発(フレア)によって生じたプラズマ雲が地球に到来し、地球磁気圏の昼間側を急激に圧縮させる現象で、それとともって地磁場強度が上昇し、地上で観測される地磁場の変動も低中緯度で顕著に現れる。この圧縮によって磁気赤道面上の磁気圏に存在するイオン粒子は、磁気モーメント保存の法則から地磁場の上昇に伴って磁力線に対してイオン粒子のエネルギーの垂直方向成分だけが増加する。よってイオン粒子の垂直方向と平行方向の成分は等方でなくなり、異方な状態(温度異方性)となる。この異方性を解消するためにイオン粒子がAlfven Waveと相互作用を起こしAlfven Waveを発生させる(サイクロトロン不安定性)。Alfven Waveは磁力線に沿って左回り円偏波をしなから伝搬する(磁力線ダクト伝搬)性質を持っていることから、このようにして発生したAlfven Waveは高磁気緯度の南北両半球に伝搬し、高磁気緯度の観測地点でPc1帯の地磁気脈動として観測されると考えられる。そこで、この磁気嵐に伴うPc1脈動の発生・伝搬機構を解明するために、1985年に高磁気緯度に位置するアイスランドのIsafjordur(L. 6.92)、Tjornes(L. 6.44)、Husefell(L. 5.99)とアイスランドと磁気共役点にあたる南極の昭和基地(L. 7.14)、みずほ基地(L. 6.11)で同時に観測されたPc1脈動の磁界成分の南北方向と東西方向の2成分から振幅比・位相差について周波数時間特性として表し、スペクトルの微細構造から発生機構を解明する。サイクロトロン不安定性により発生するAlfven Waveは、温度異方性を持つイオン粒子の垂直方向と平行方向の速度成分から発生するAlfven Waveの周波数分布(成長率: Growth Rate)が計算できることになる。地上で観測されたAlfven Waveの発生源におけるイオンサイクロトロン周波数が分かれば、スペクトルの最低周波数と最高周波数から共鳴したイオン粒子の温度異方性やイオン粒子のエネルギーが解明できることが分かった。発生源でのイオンサイクロトロン周波数を知るには、磁場の強度に比例することから発生源における磁場の強度が分

からなければならない。そこで発生源の位置を推測するために、磁力線ダクト伝搬に使われた磁力線が分かればよい。磁力線に沿ってAlfven Waveが到来し、その磁力線の位置に観測地点があれば、そこで観測されるPc1脈動の偏波特性は左回り円偏波を示していることが予想される。よって同時に複数の地点で観測を行うことにより、それぞれのスペクトルの微細構造を調査し、ある地点で左回り円偏波をした観測結果が見つければ、先に述べた理論より発生機構が推測できると考えられる。

## (結果・問題点)

中緯度に位置する茨城県柿岡で観測された磁気嵐の情報から、磁気嵐の開始に伴って波が観測されるかを調査したところ、観測地点が正午前から夕方までの時、磁気嵐が開始した約10分後に波が観測され、偏波特性は観測された時刻が正午からずれるにしたがって左回り円偏波を示す結果が見つかりにくくなった。このことから発生源の位置は正午の上空付近にあり、朝方や夕方に観測される波は地球を水平方向に伝搬し、Alfven Waveから性質を変えて伝搬してきた波と考えられる。正午近くに左回り偏波をした波が観測されたので、このスペクトルの微細構造から、次のような発生機構が推測できる。

磁気嵐の開始(SSC)により昼間側でL=7の磁力線が通る磁気赤道面付近の磁気圏が急激に圧縮され、この付近に存在する高エネルギーのイオン(熱いイオン)の温度異方性が1.5~3と高い状態となりおよそ600eVのエネルギーを持ったイオン粒子がAlfven Waveと共鳴を起こし、磁力線に沿って地球の昼間のL=7付近の地表に伝搬する。そこから水平方向に広く伝搬し様々な偏波特性を持ったPc1脈動の波として観測される。

SSCに伴うPc1脈動の発生・伝搬機構はこのようになっていると予想されるが、イオンのエネルギーが考えられている値より少なすぎるので完全ではない。問題点は磁場をダイポール磁場と仮定したため発生源の地磁場が小さすぎる点と共鳴を起こすイオン粒子を高エネルギーのイオンしか考慮に入れず計算をしたためにこのような値となってしまったと考えられる。しかし、新たに偏波解析を用いることでPc1脈動の発生・伝搬機構を解明する手がかりが得られた。

PENETRATION OF MAGNETIC ULTRA LOW FREQUENCY WAVES  
FROM THE BOW-SHOCK REGION INTO THE MAGNETOSPHERE  
AS A POSSIBLE MECHANISM OF Pc 1-2 PULSATIIONS

O.Molchanov<sup>1,2</sup>, O.A.Maltseva<sup>3</sup>, M.Hayakawa<sup>2</sup>,

T.A.Plyasova-Bakounina<sup>1</sup>, and Y.Hobara<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Physics of the Earth, Moscow, Russia

<sup>2</sup> The University of Electro-Communications, Chofu Tokyo, Japan

<sup>3</sup> Department of Physics, Rostov University, Rostov, Russia

Abstract. We propose a new origination mechanism of magnetospheric Pc 1-2 pulsations, which is based on the penetration of magnetosonic ULF waves generated easily at the bow-shock region into the magnetosphere and the subsequent conversion to Alfvén waves. Alfvén waves in the Pc 1-2 range generated outside the magnetosphere, do not penetrate into the inner magnetosphere, but there is no restriction for the penetration of magnetosonic (whistler) waves. Then, such magnetosonic waves when they are transmitted into the magnetosphere, can be transformed into Alfvén waves in the region where their frequency becomes identical to the local helium gyrofrequency. Ray-tracing studies have studied both cases of this r-l conversion (right (r)-handed magnetosonic, left (l)-handed Alfvén wave) and of r-r coupling, and we have compared the theoretical spatial distribution with the corresponding ground-based measurements.



## Direction Finding for VLF/ELF Radio Waves Based on Bayesian Information Criterion

○ Mehrez HIRARI      and      Masashi HAYAKAWA

(早川研究室、電子工学、電気通信大学)

To investigate the generation and propagation of VLF/ELF radio waves, to study the dynamics of magnetoplasma, and to approximate the tomography of energy distribution within a limited range of electromagnetic waves at the ionosphere, the ground-based method of Wave Distribution Function (WDF) is very appealing. This method consists in the inversion of electromagnetic field statistics observed on the ground to estimate the exit region of the propagating wave by determining the corresponding energy distribution at the ionosphere.

Despite its simplicity and its experimental low cost, the WDF method is yet to be well used and this is mainly due to the difficulties encountered at the inversion level. More to the well known difficulties of the general inversion techniques, the present method suffers from a limitation in the observed data which leads its user to confront a very ill-posed inverse problem where the parameter number is much larger than the observations. For a given mode of propagation, at the frequency  $w$ , the wave distribution function is related to the statistics of the wave field by

$$S_{ij} = \int \int a_{ij}(w, \cos \theta, \phi) F(w, \cos \theta, \phi) d \cos \theta d \phi \quad (1)$$

For a perfect conductive flat ground, only two magnetic and one electric field components can be observed enabling us to calculate nine statistical data  $Y_i$  from the mean auto-, and mean cross- powers  $S_{ij}$  expressed below.

The statistical data  $Y_i$  of a given electromagnetic field are related to the wave distribution function  $F$ , projected at the ionospheric base, through the kernel matrix  $A$  by

$$Y = AF \quad (2)$$

$Y = (y_i)$ ,  $i = 1, \dots, N = 9$  and  $A$  is  $N \times K$  linear operator matrix and  $F$  is  $K$ -vector representing the wave distribution function. The ionospheric projection area consists in a rectangle partitioned into  $K = K_x \times K_y$  pixels.  $F$  records the wave energy at each pixel and is the vector of unknowns to be reconstructed from the data  $Y$ .

The inversion was conducted using a method of regularization that minimizes the functional

$$U(F) = \| Y - AF \|^2 + \alpha^2 \| CF \|^2 \quad (3)$$

The core problem in this regularization scheme is the optimal choice of the regularizing term which consists in adequately choosing both the tradeoff parameter  $\alpha$  and the smoothing operator  $C$ . We propose here the use of Bayesian information criterion to choose the smoothing parameter.

For a given value of  $\alpha$ , the solution is obtained by deriving with respect to  $F$ , the functional  $U$  in Eq. (3) that gives

$$F_\alpha = [A^T A + \alpha^2 C^T C]^{-1} A^T Y \quad (4)$$

This consists in the inversion of a linear system. To this end, we used an L-U (Lower-Upper) decomposition algorithm and we repeated the inversion for different values of  $\alpha$ . The optimal solution is obtained with the value of  $\alpha$  that minimizes the Bayesian information criterion.

The inversion algorithm was tested on computer generated whistler emission resulting from a single and two Gaussian-shaped source waves. The reconstruction is made at a height of 80 km on a region of  $300 \times 300 \text{ km}^2$  partitioned into  $20 \times 20$  pixels. Different tests were made by varying the relative source/sources position, their shape and with different smoothing operators  $C$ . The algorithm is very stable from a numerical point of view and the reconstructions are plausibly accurate giving prominence to the *a priori* information in the regularization methods in one hand, and bringing to the fore the necessity to the application of Bayesian methods in the reconstruction from limited data in the other hand.

## 昭和基地におけるELF/VLF方探観測

六山 弘一<sup>(1)</sup>, 芳野 越夫<sup>(1)</sup>, 早川 正士<sup>(1)</sup>,  
太田 健次<sup>(2)</sup>, 島倉 信<sup>(3)</sup>, 佐藤 夏雄<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup>電気通信大学, <sup>(2)</sup>中部大学, <sup>(3)</sup>千葉大学, <sup>(4)</sup>極地研究所

### Direction Finding of ELF/VLF Emissions at Syowa Station

K.Rokuyama<sup>(1)</sup>, T.Yoshino<sup>(1)</sup>, M.Hayakawa<sup>(1)</sup>,  
K.Ohta<sup>(2)</sup>, S.Shimakura<sup>(3)</sup>, N.sato<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup>Univ. of Electro-communications, <sup>(2)</sup>Chubu Univ.,

<sup>(3)</sup>Chiba Univ., <sup>(4)</sup>NIPR

In order to determine the arrival direction of VLF/ELF emissions, three components of wave electromagnetic fields (Bx, By, Ez) are recorded in DAT recorders. This observations were carried out in campaign basis, aiming for the relation between visible auroras and auroral hiss emissions and for conjugacy between Syowa Station in Antarctica and Husafell in Iceland. Total amount of 240 hours data were recorded from February 1993 to December 1993.

1993年、南極昭和基地の西オングル島において、ELF/VLF放射の方探観測を実施した。観測には直交ループアンテナとパーティカルアンテナを用い、東西・南北の各磁界成分及び垂直方向の電界成分を測定した。各信号は1kHz～10kHzのBPF内臓のアンプを通し、2台のDATに記録した。

観測データは1993年4月15日～12月18日までの期間に、合計240時間分が取得された。このうち168時間分はアイスランドとの共同観測期間である9月のものである。

この観測は、高緯度地域の昼間に観測されるコーラスのダクトの方向・動きの南北共役性や、可視オーロラとオーロラヒス電波との相関関係の解明を目的として、全天SITテレビカメラやスキヤニングフォトメータとの同時データ取得の夜間観測も重点的に行った。今回は、観測の初期結果について報告する。

## 女川／阿武隈観測所における地磁気観測と変動スペクトルの解析

高橋忠利<sup>\*</sup>・大家 寛（東北大・理）

### Observation of Geomagnetic Variation at Two Stations Onagawa and Abukuma

T. Takahashi and Oya, H. \*

(Onagawa Magnetic Observatory, Tohoku Univ.

\*also Dept. Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ. )

Simultaneous observation of geomagnetic variations carried on the two stations Onagawa and Abukuma observatories of Tohoku University. The observation can be expected for the quantitative analysis of the geomagnetic variations. Preliminary results obtained in the last several months are described and discussed.

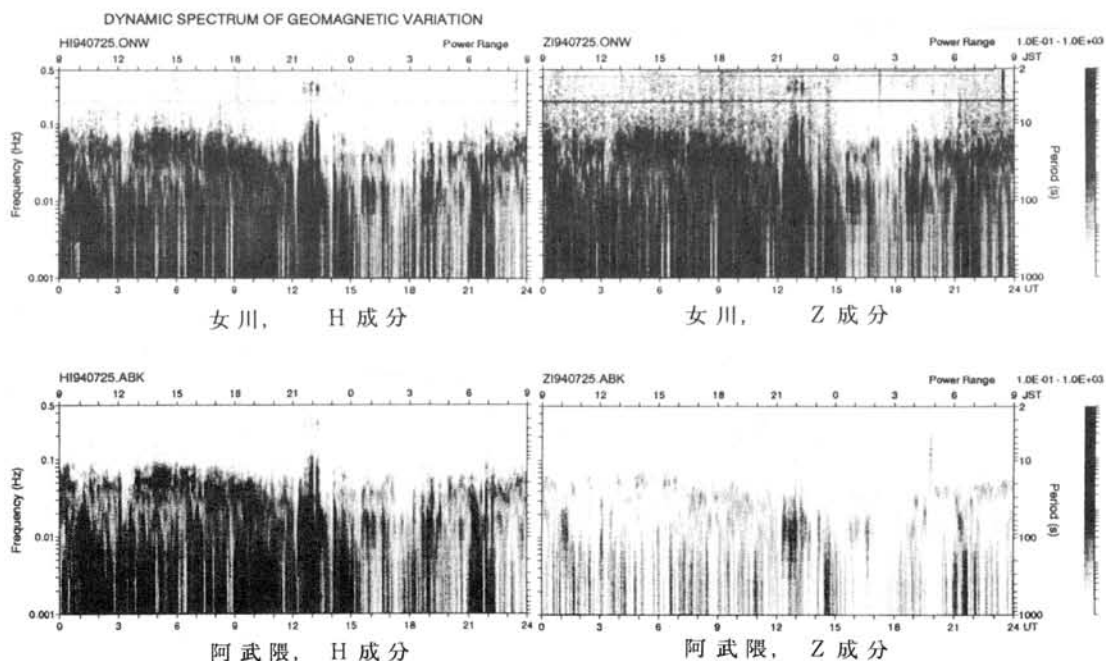
東北大学では福島県飯館村に誘導磁力計を設置，女川地磁気観測所との同時観測を始めた。女川でのデータ取得はSTEP事業として進めている210° Line磁場観測網の一環でもあり，ワールドワイド磁場データとともにその定量解析を進めていきたい。

図は女川及び阿武隈での磁場変動のダイナミックスペクトルをそれぞれH成分，Z成分について示したものである。新しい阿武隈観測所のノイズ環境が女川に比してもかなり良いことが知れる。また，阿武隈観測所のデータには女川地磁気観測所に見られる海岸線付近の観測点特有の誘導Z成分も小さく，両観測所のデータを相互に比較解析することにより中緯度での脈動の定量解析を詳しく進めてゆくことが出来るものと期待される。

講演では最近数ヶ月の女川観測所の誘導磁力計による脈動ダイナミックスペクトルの解析結果について報告し今後の磁場変動定量解析の展望を述べたい。

女川地磁気観測所においては，長期にわたり続けられてきた地磁気脈動の観測データに基づき Pc3 Index の作成とそのデータベース化を行っている。これら長期データ情報を新しいデジタル観測に連続的に継承していくことも必要である。

謝辞：阿武隈観測所の観測システムの設置は田村忠義技官の協力により進められた，ここに謝意を表す。



アルヴェーン伝導度、電離層伝導度競合領域での アルヴェーン波  
 ・ 個別磁力線振動 及び 磁気圏空洞結合振動タイプの比較 ・

○吉川顕正<sup>1</sup>,糸長雅弘<sup>2</sup>,北村泰一<sup>3</sup>

九州大学 <sup>1</sup>物理学科, <sup>2</sup>中央計数施設, <sup>3</sup>地球惑星科学科

The Comparison of Individual Shell Oscillation and Coupled Magnetospheric Cavity Oscillation  
 Type of the Shear Alfvén Waves Under the Comparable Condition of  
 the Alfvén Wave Conductance and Ionospheric Conductivities.

○A. Yoshikawa<sup>1</sup>, M. Itonaga<sup>2</sup>, and T. Kitamura<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, <sup>2</sup>Computation Center, and <sup>3</sup>Department of Earth and Planetary Sciences,  
 Kyushu University, Fukuoka 812, Japan

The control of field aligned structure of the shear Alfvén waves by the change of reflection coefficient of the divergent electric field, especially under the comparable condition of the Alfvén wave conductance and ionospheric conductivities have been discussed. In the case of individual shell oscillation type shear Alfvén waves, this comparable condition form a transition region of mode conversion between insulator like  $(n-1)$ th mode and conductor like  $n$ th mode. On the other hand, in the case of coupled magnetospheric cavity oscillation type shear Alfvén waves, this comparable condition make a little change of it's wave elements. The analysis by means of reflection coefficient of the rotational electric field with anisotropic ionospheric conductivities may be useful for this case.

冷たいプラズマ媒質中を伝搬するShear Alfvén waveはその復元力が分極電流から生じること  
 に由来して、Alfvén速度の逆数をconductanceとした沿磁力線電流を伴う。一方で電離層の立場  
 からは磁気圏から持ち込まれた発散電場に対して流れるペダーセン、ホール電流の発散として  
 沿磁力線電流を表現することになる。

非等方伝導性電離層を境界条件として取り込んだMHD waveに対する固有値解析の結果、電離  
 層伝導度とAlfvén wave conductanceの競合する領域は、適当なL殻で出現するindividual shell  
 oscillationタイプのShear Alfvén waveについての、 $(n-1)$ 次のinsulator like modeと $n$ 次の  
 conductor like modeを結ぶ遷移領域であることが明らかになった。ところが、同じShear Alfvén  
 waveでも、磁気圏空洞で量子化されたグローバルなcompressional modeと結合したものについ  
 ては、この競合領域でわずかな変化しか見られない。このことは、individual shell oscillationタ  
 イプとして出現するAlfvén waveについては、いくらかの仮定の下に導かれる解析的な発散電  
 場に対しての有効反射係数による議論が可能であることに対して、いわゆる”磁気圏空洞結合  
 共鳴”によって励起されるとするAlfvén waveについては、同じL殻に分布するcompressional成  
 分に強く支配され、単なる沿磁力線電流の入反射の概念は通用しないことを意味する。

今回の発表では数値実験による両者の比較と、磁気圏空洞結合共鳴タイプのShear Alfvén  
 waveの解析手段として、回転電場に対する有効反射係数の可能性を探る。

## Complex Demodulation Applied to Geomagnetic Pulsations Associated With SSC's

◦ 利光 一郎<sup>1</sup> 糸長 雅弘<sup>2</sup> 北村 泰一<sup>3</sup>  
 ( <sup>1,3</sup>九州大学理学部    <sup>2</sup>九州大学中央計数施設 )

◦ I. Toshimitsu<sup>1</sup>, M. Itonaga<sup>2</sup> and T. Kitamura<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Physics, <sup>2</sup> Computation Center and <sup>3</sup> Department of Earth and Planetary Sciences,  
 Kyushu University

We studied geomagnetic pulsations associated with five storm sudden commencement ( SSC ) events observed at equatorial and low latitude ground stations as well as at four high-latitude ones ( Syowa, Husafell, Tjornes and Aedey ) from 1992 to 1993.

The technique of complex demodulation provides instantaneous values of amplitude and phase. This technique is applied to geomagnetic pulsations obtained as residuals from raw geomagnetic data using a piecewise cubic polynomial ( PCP ) filter, which can extract oscillating parts more suitably than the classical linear filters.

Assuming a model composed of exponentially damped sinusoids for a 5 min (  $N = 100$  ) interval of the residual data obtained by the PCP filter, we estimated the parameters in each interval using a modified Pisarenko method while sliding the interval by 15 sec. Characteristic frequencies are almost the same for all stations in each SSC events we analyzed.

On the basis of these characteristic frequencies, central frequencies in demodulation are chosen.

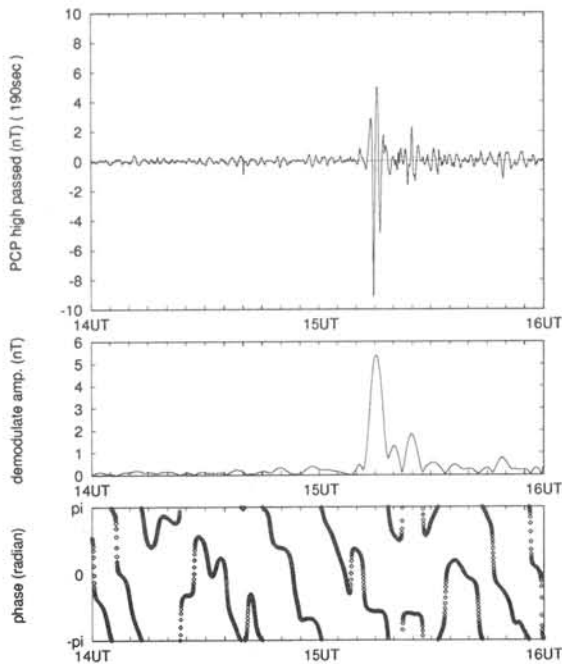


Figure 1 : PCP high passed, demodulate amplitude and phase are plotted as a function of time for the H-component at Teresina ( Brazil ) from 14UT to 16UT on Aug. 13, 1992. In this case, the central frequency in demodulation is 9.1 mHz which is one of estimated frequencies using a modified Pisarenko method.

# P14

## A Comparison Between Aurora Modulation and Equatorial Pi2 Geomagnetic Pulsation

渡辺 修, 坂 翁介, 北村 泰一 (九大理)  
門倉 昭 (極地研)

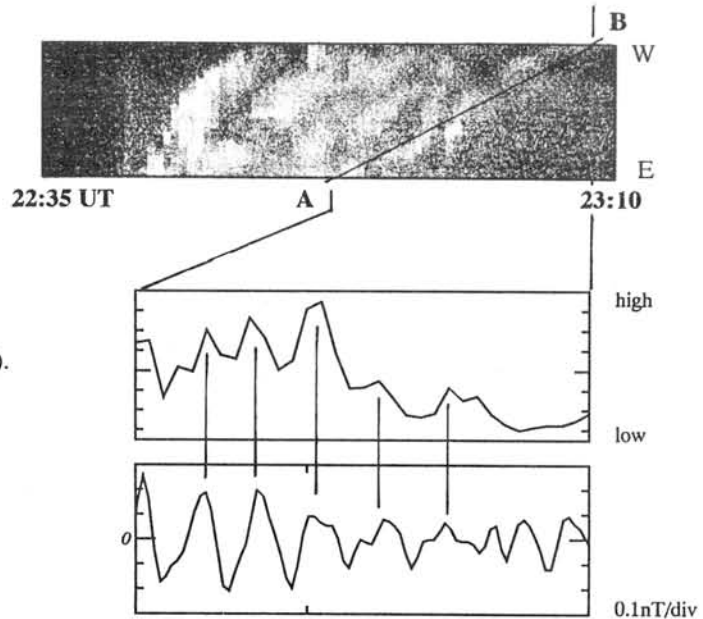
O.Watanabe<sup>1</sup>, O.Saka<sup>1</sup>, T.Kitamura<sup>1</sup>, A.Kadokura<sup>2</sup>

1) Dept. of Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ., Fukuoka.

2) Aurora Data Center, National Institute of Polar Research, Tokyo.

Occurrence of low-latitude Pi2 pulsations measured by fluxgate magnetometer at Huancayo, Peru (dip-equator) and at Kuju, Japan ( $L=1.2$ ) is compared with the auroral images obtained at Syowa station, Antarctica ( $L=6.7$ ) during the auroral break-up's in the pre-midnight sector. The auroral break-up's started in the field of view of Syowa station are picked up in this report. The Pi2 oscillation begins with the increase of H component at the onset of WTS and continues during the course of WTS. WTS is often followed by North-South oriented auroral arc structures which may turn on and off sporadically during the substorm life time. We found a modulation of these structures may be correlated to the equatorial Pi2 pulsations. We suggest that the equatorial Pi2 pulsation is not only the signature of the break-up onset but also represents the HM processes taking place during course of the auroral substorm.

**Fig.**  
Position-time display of aurora on  
June 16, 1986 at Syowa  
(-69.0Mlat).



## Pi2・Pc4 帯 ULF の、昼側磁気赤道付近の位相遅延と Equatorial enhancement との関連

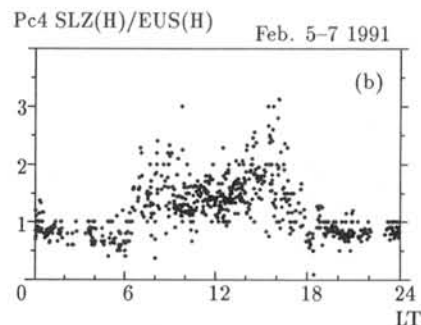
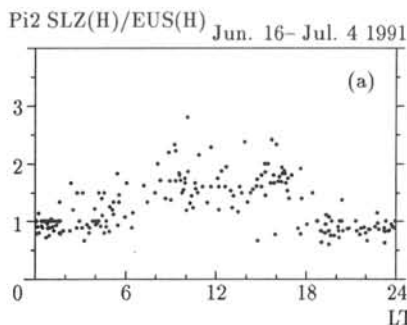
篠原 学 法泉 徳子 北村 泰一  
九州大学理学部

### Concurrent occurrence of the equatorial localized phase differences of Pi2 and Pc4 type pulsations with the equatorial enhancement

M. Shinohara, N. Hosen and T.-I. Kitamura  
(Dept of Physics, Kyushu Univ, Fukuoka 812, Japan)

We previously studied that the latitudinal phase differences of Pi2 and Pc4 type ULF wave in low and equatorial latitudes. There were some phase differences of pulsations between the dip and off dip stations on the day side hemisphere. The phase at the dip station is behind that at off dip stations during daytime. This phase shift occurs within a latitudinally narrow region, which correspond to the conductivity enhanced region (Cowling conductivity). We demonstrate the identification of these regions.

Sastry et al.(1983) examined the daytime enhancement of Pi2 at the dip equator. They considered the possible influence of the equatorial electrojet on Pi2 amplitudes. We analyzed the amplitude ratio of Pi2 and Pc4 type ULF between the station pair. Figure (a) shows the local time variation of Pi2 amplitude ratio between the dip station (SLZ) and off dip station (EUS). The ratios of amplitudes were derived from H component amplitude at the dip station (SLZ) divided by that at off dip station (EUS). Figure (b) shows the variation of Pc4 type ULF. The amplitude ratios are seen large value during daytime in both figures. Therefore the equatorial daytime enhancement of Pi2 and Pc4 type ULF appear in these regions. It is accepted that the equatorial daytime phase difference coincides with the amplitude enhancement.



**Correlations Between Pi 2 Geomagnetic Pulsations  
Observed at the 210° MM Chain Stations  
and Auroral Dynamics Observed at Tixie**

°H.OSAKI,K.YUMOTO,K.SHIOKAWA,Y.TANAKA

*Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, Toyokawa, Aichi 442, Japan*

N.MOLOCHUSHKIN and S.I.SOLOVYEV

*Institute of Cosmophysical Research & Aeronomy (IKFIA), Yakutsk, 677891, Russia*

E.F. VERSHININ and V.F. OSININ

*Institute of Cosmophysical Research & Radiowaves Propagation (IKIR), Kamchatka, 684034,  
Russia*

and

210°MM MAGNETIC OBSERVATION GROUP

We studied on relations between auroral dynamics and Pi 2 geomagnetic pulsations. The auroral data were obtained by an all sky TV camera at Tixie ( $\Phi = 65.53^\circ$ ) during the interval of March 29~April 5, 1994. Magnetic data were obtained at the 210° magnetic meridian (MM) chain stations (Tixie, Chokurdakh ( $64.75^\circ$ ), Magadan ( $53.70^\circ$ ), St.Paratunka ( $46.49^\circ$ ), Moshiri ( $37.76^\circ$ ), Onagawa ( $31.79^\circ$ ), and Kagoshima ( $25.23^\circ$ )).

Four typical auroral substorm events were observed at Tixie. The associated Pi 2 magnetic pulsations were also observed at lower latitudes. One example is shown in Fig.1. The correlation between the auroral dynamics and Pi 2 pulsations will be presented in detail in the meeting.

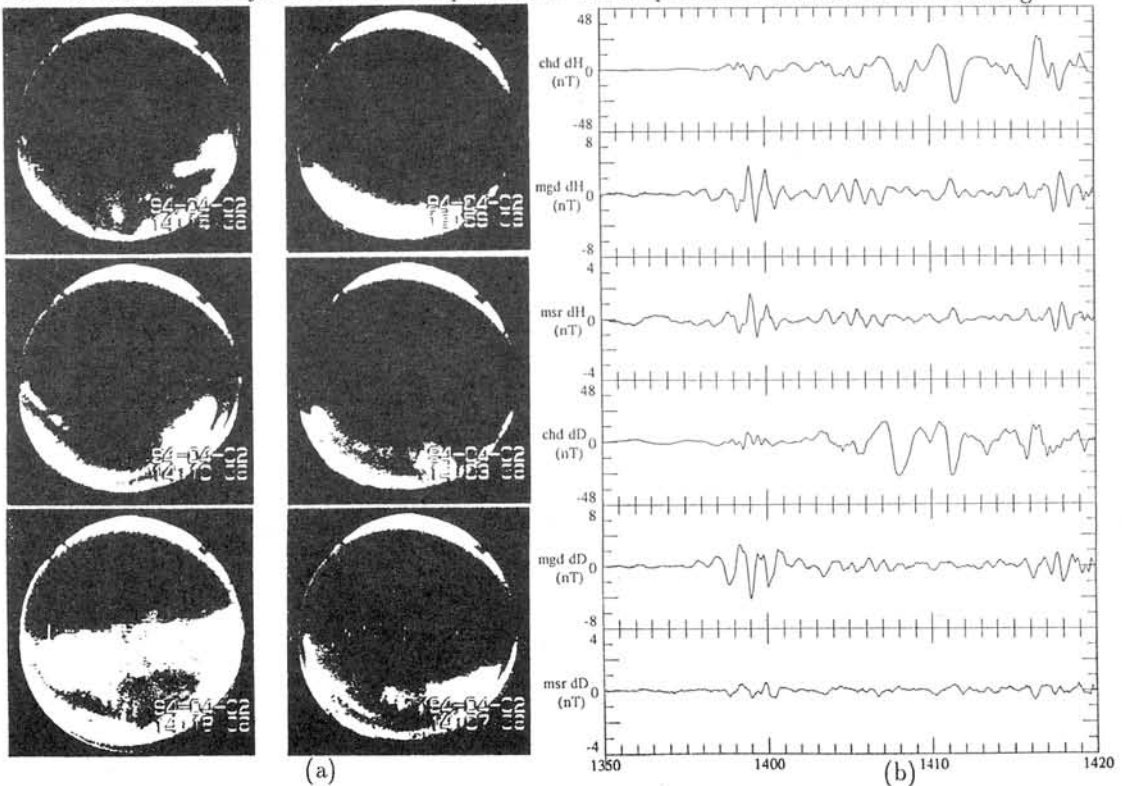


Figure 1. An example of auroral dynamics and Pi 2 geomagnetic pulsations observed on April 2, 1994. (a) Auroral dynamics at the Tixie station; (b) Pi 2 geomagnetic pulsations at the 210° MM stations.



外部磁気圏における大規模電磁流体振動  
藤田茂\*・上出一美（気象大）

## The global-scale MHD oscillation in the outer magnetosphere S. Fujita\* and K. Kamide (Meteorological College)

*Fujita and Patel* (1992) mentioned that the magnetopause is not a rigid boundary for the MHD oscillation in the magnetosphere. According to them, the MHD oscillation, in particular, in the outer magnetosphere should not be regarded a simple standing oscillation, but it is a coupled one in the magnetosphere-magnetosheath system [*Tamao*, 1981]. We have been carrying out the theoretical study on the oscillation in the magnetosphere-magnetosheath system.

To perform this study, we use a simplified model but the model needs to include essential properties of the system. One is the plasma flow in the magnetosheath and the consequent velocity shear in the magnetopause. This situation allows possibility of the wave excitation due to the Kelvin-Helmholtz instability (KHI). Another property is the spatial nonuniformity (e.g., increase in  $V_A$  toward the earth) of the magnetosphere and the consequent finite size of the magnetosphere. We omit other properties and assume the system as the magnetospheric waveguide [*Rickard and Wright*, 1994] with semi-infinite magnetosheath and the magnetopause with zero thickness.

By now, we have been investigating excitation of the MHD wave due to KHI. We find that the nonuniformity of the magnetosphere causes limited spectral band of the KH unstable wave. Further, there are higher harmonic spectral structure of the wave. We are now planning to include the bow shock in this model.

### References

- Fujita and Patel, *J. Geophys. Res.*, 97, 13777, 1992.  
Rickard and Wright, *J. Geophys. Res.*, 99, 13455, 1994.  
Tamao, *J. Geophys. Res.*, 86, 13258, 1981.

## Particle precipitation associated with transverse Pc5 pulsations

°M. Nosé<sup>1</sup>, T. Iyemori<sup>1</sup>, M. Sugiura<sup>2</sup> and J. A. Slavin<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Geophysical Institute, Faculty of science, Kyoto University

<sup>2</sup> Institute of Research and Development, Tokai University

<sup>3</sup> Goddard Space Flight Center

Transverse Pc5 pulsations are investigated with magnetic field data obtained by the DE-1 polar orbiting satellite. Only the data taken at high latitude near apogee (4.6  $R_E$  geocentric distance) were used. For precipitating electron and ion data we used those obtained by the DMSP F6 and F7 satellites. In the period 1984 to 1986 we found 44 cases of geomagnetic conjunctions of DE-1 and DMSP in which these satellites respectively observed Pc5 pulsations and particle precipitation approximate on the same geomagnetic field lines. When a transverse Pc5 pulsation is observed by DE-1, electron precipitation was observed by DMSP below the DE-1 altitude in the energy range 3 to 30 keV. The invariant latitude ranges for the observations of Pc5 and electron precipitation were almost the same. We interpret this observation to mean that these precipitating electrons are central plasma sheet electrons scattered by the Pc5 pulsations, because the region of the central plasma sheet, as shown by *Newell and Meng* [1994], falls in the region of occurrence of transverse Pc5 pulsations.

We also analyzed the data obtained by the Langmuir probe on board DE-2, which initially had apogee at 1003 km and perigee at 299 km altitude. Several geomagnetic conjunction events of Pc5 pulsations between DE-1 and -2 were found. For these events the Langmuir probe data showed that the electron temperature was increased at the footprint of the region in which the pulsations were detected by DE-1.

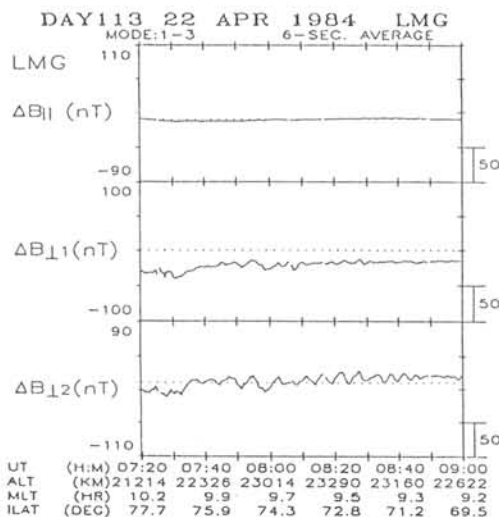
We discuss these phenomena from the view point of an interaction between transverse Pc5 pulsations and particles.

### Acknowledgements

The precipitating electron and ion data from DMSP F6 and F7 were provided through National Institute of Polar Research. We wish to thank T. Ono and A. Kadokura for their assistance in processing the data.

### Reference

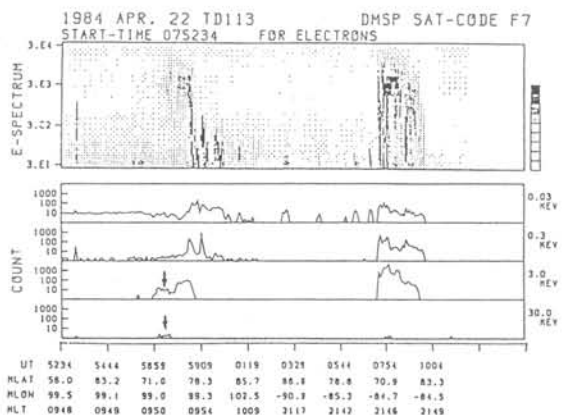
Newell, P. T., and C. I. Meng, Ionospheric projections of magnetospheric regions under low and high wind pressure conditions, *J. Geophys. Res.*, 99, 273, 1994.



(a)

### Figure

- (a) Transverse Pc5 pulsation observed by DE-1 satellite.  
 (b) Electron precipitation observed by DMSP F7 satellite.



(b)

# P19

BRIFLEソース域のダイナミックスペクトラム観測結果

菊池雅行<sup>○</sup>(国立極地研究所)

大家 寛 (東北大・理)

Observation results of source region of BRIFLE phenomena.

Masayuki Kikuchi (National Institute of Polar research)

Hioshi Oya (Tohoku Univ. Geophysical Institute)

BRIFLE phenomena is known as whistler mode wave phenomena observed around the magnetic equator in the plasmasphere. The feature of these phenomena is characterized by the shape on the dynamic spectra; the emission frequency increase when the observing satellite position approaches to the magnetic equator. The phenomena are, then, called bounded rising and falling LF emission (BRIFLE). The mechanism of the formation of BRIFLE is considered as spatial dispersion of the LF waves in the whistler mode. The processes to form the BRIFLE spectra have been simulated using ray tracing method; and the results show that the source regions are located around  $L=1.6$ ,  $alt=2000\text{km}$  for type C BRIFLE.

For the confirmation of the mechanism to form BRIFLE the spectra of BRIFLE have been observed in the source regions.

BRIFLE現象はプラズマ圏赤道域で観測されるホイッスラーモードのLF帯の波動現象である。この現象は赤道域に近づくにつれ周波数が上昇する帯域の狭いスペクトラムで特徴づけられている。これまでの研究で、このスペクトルの特徴は、空間的に狭い領域から放射された帯域の広い波動が、その周波数によって伝搬経路が違うことにより生じることが指摘されている。そして観測された波動は、観測位置から逆レイトレースする事でそのソース域が推定され、 $L=1.6$ 、高度2000km付近に存在することが明らかにされている。

1994年3月に行われた低高度、低緯度集中観測キャンペーンにより、あけぼの衛星はこの領域における数多くの観測を行い、BRIFLEのソース域と予想されていた領域において多くの観測を行っている。この観測によって(図1)BRIFLEの電波源として予想された狭い領域で、広帯域の波動励起が生じていることが示された。すなわち、ダイナミックスペクトルにはC-typeのソース域として予想されていたスペクトルが示されていて、強度の強いC type BRIFLEはプラズマ圏内の狭い特定領域での波動励起によって生じていることが結論される。一方、A-typeのBRIFLEのソースは、C-typeと異なり、図2に示すように、プラズマポーズ周辺で生じたブロードバンドノイズがプラズマ圏の内側に伝搬する過程で空間的な分散を生ずる事、従ってそのスペクトルは本来広帯域でC-typeと異なるスペクトルを形成している事を示唆している。

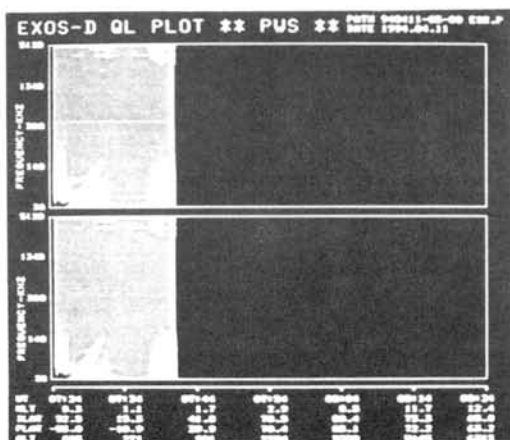


Fig.1 Source of BRIFLE (C type)

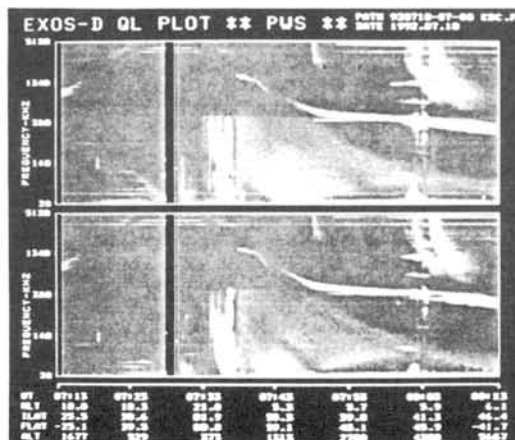


Fig.2 Source of BRIFLE(A type)

## 極域 Dayside 電離圏で観測される AKR 波動

森岡 昭 (東北大・理)

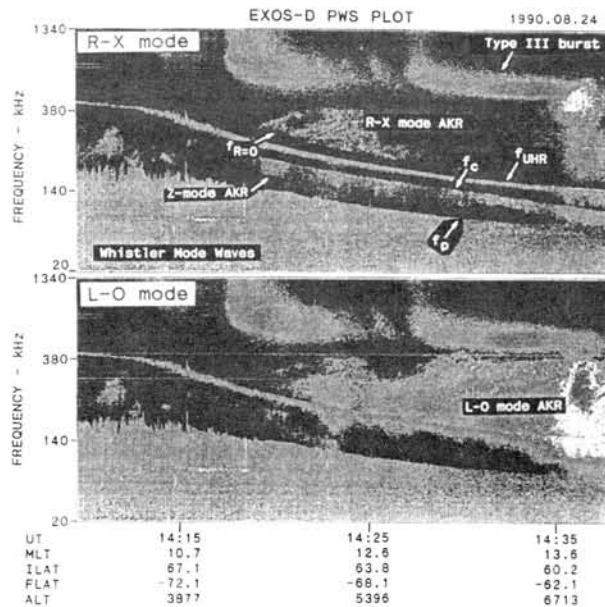
Characteristics of AKR waves observed in the dayside polar ionosphere

Akira Morioka

Upper Atmosphere and Space Research Laboratory

The characteristics of AKR observed by Akebono satellite in the dayside polar ionosphere have the information on the source structure of AKR as well as the the wave propagation mode. Based on the dynamic polarization-spectrum, the source structure which generates both the L-O and R-X mode AKR is discussed.

極域昼側の電離圏で観測されるオーロラキロメータ電波は、AKRの発生域である夜側オーロラ粒子加速域からの伝搬してきたものであるが、そのスペクトル特性及び偏波特性は、波動伝搬モード等波動としての特性のみならず、AKRの発生域の情報をももたらす。あけぼの (EXOS-D) 衛星搭載のPWS装置による偏波観測モードは、常に太陽方向を指向するスピン軸にたいして偏波が定義されているため、衛星が極域昼側電離圏に位置するときには、観測される波動の旋回方向から一意に波動の伝搬モードを決定することが可能となっている。下図には、あけぼの衛星が昼側極域電離圏で観測した高周波プラズマ波動の偏波ダイナミックスペクトラムである。衛星周辺 (in-situ) のホイッスラーモード波、UHR波動とともに夜側から伝搬してきた、R-XモードAKR、L-OモードAKR及びZモードAKRが受信されている。これらの波動の特性からAKRの放射源構造を議論する。



## Poker Flat 夏期中間圏エコーの振動的形成

°杉山卓也<sup>1</sup>、村岡良和<sup>2</sup>、寒川尚人<sup>3</sup>、深尾昌一郎<sup>1</sup>( <sup>1</sup>京大・超高層、<sup>2</sup>兵庫医大、<sup>3</sup>京大・理)

## Oscillatory formation of Poker Flat Mesospheric Summer Echoes

T. Sugiyama<sup>1</sup>, Y. Muraoka<sup>2</sup>, H. Sogawa<sup>3</sup> and S. Fukao<sup>1</sup>( <sup>1</sup>Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University,<sup>2</sup>Hyogo College of Medicine, <sup>3</sup>Faculty of Science, Kyoto University)

Polar mesospheric summer echoes from the altitude of 87 km observed at Poker Flat in 1984 are analyzed, and it is found that echoes oscillated mainly in a period about 6 days. Proton hydrates  $H^+(H_2O)_n$  with their origin, formation of polar mesospheric clouds is simulated, and it is found that ice particle formation oscillates in a period about 6 days when vertical eddy diffusion is  $4 \text{ m}^2\text{s}^{-1}$  and updraft is  $2 \text{ ms}^{-1}$  up to the altitude of 86 km. We consider that the origin of pmse is the 'bite-out' of electrons caused by the charging of ice particles.

我々は、アラスカのポーカーフラット・レーダーで観測された夏極中間圏エコー (PMSE) の時系列 (図1) を最大エントロピー法で周期解析した。その結果、約6日の周期が卓越していることが見出された (図2)。

我々は、このエコーの周期発生は、中間圏雲 (PMC) の振動形成に伴うものであると考える。中間圏雲の凝結核が、現場で生成されるプロトン・ハイドレートである場合、製造される凝結核の数は現場の水蒸気量に大変敏感である。中間圏の水蒸気量が少ない場合には、凝結核の数が少なく、定常な雲の形成となる。しかし、中間圏の水蒸気量が多い場合には、凝結核の大量生産が容易に起きる。そして、重力沈降する多くの凝結核に水蒸気が凍結すると、周囲の湿度が下がる (フリーズ・ドライ)。その結果、凝結核製造が休止する。その後、雲底で氷粒子が蒸発し、水蒸気が拡散して凝結核製造領域にもどるには有限の時間を要する。このような凝結核の振動形成は雲の明るさの振動をもたらす (図3)。

以上の過程に加えて、凝結核に電子が付着することを考慮する必要がある。凝結核の数が自由電子の数より多いと、電子の減少が目立つ。雲の振動形成にともなう、電子の局所減少領域では電子密度の勾配が大きく、ここに中間圏で優勢な乱流があると、不均質な気塊の上下動は電子密度の濃淡を生み、電波に対する屈折率の濃淡となる。

結局、エコーの振動形成は、夜光雲のプロトン・ハイドレート起源を検証するものであると考える。氷微粒子の沈降を追跡できるような高度分解能の高い、極域でのレーダー観測が、PMSE ならびに PMC の解明に有効であると考えられる。

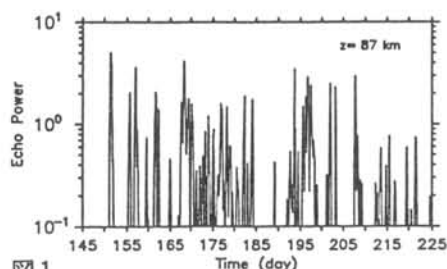


図1 PMSE observed at Poker Flat in 1984

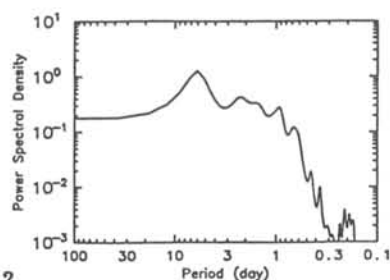


図2 MEM spectrum of the first half of Fig.1

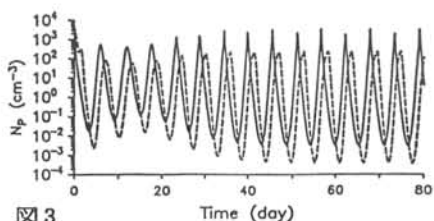


図3 PMC formation with proton hydrate origin  
bold : ice particle concentration at 88.5km  
dash : that at 83km

## Middle atmosphere observation with MF radar at Syowa Station

Kiyoshi Igarashi and Tadahiko Ogawa (Communications Research Laboratory)

An MF radar has a capability of wind measurements with a time resolution of a few minutes and a height resolution of a few km at 60–100 km altitudes during the daytime, while  $\sim$  78–100 km altitudes at night. From continuous observations of vertical structure of winds in the mesosphere and lower thermosphere we can study dynamics of circulation, tides, gravity waves, turbulence in the Antarctic mesosphere. Studies of D-region electron density profile are possible by using a differential absorption method too. Figure 1 shows the location of MF radar planned in Antarctica. Now MF radars in Antarctica are located at Davis and South Pole stations. In addition to these radars new MF radars are planned at McMurdo and Palmer stations. If we can cooperate with these MF radars, our understanding of the Antarctic middle atmosphere will largely progress.

Typical parameters of the MF radar that was installed at Yamagawa are listed in Table 1. The transmitting antenna of the MF radar consists of two pairs of single wire dipoles which are supported with four poles of 30 m high. Three receiving antenna, each consisting of crossed dipoles, are located at the corners of an equilateral triangle (one side : 185 m ) and 15 m high above the ground.

Table 1  
Typical parameters of Yamagawa MF radar

Frequency	1.955 MHz
Peak Power	50 kW
Pulse width	15–50 $\mu$ s (30 $\mu$ s typ.)
Bandwidth	30 kHz typ. (60 kHz max.)
PRF	20, 40, 80 Hz
Observation altitude	60 - 100 km
Height resolution	2 km
Time resolution	2 minutes
Location	31° 12.1' N, 130° 37.1' E
Start of observation	26 August, 1994

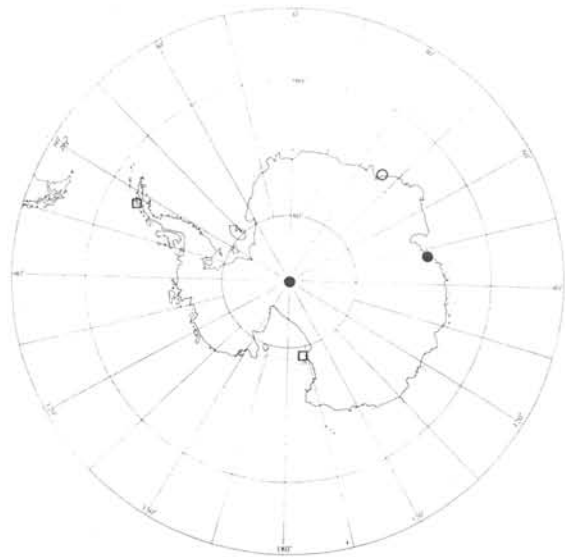


Figure 1 MF radar stations in Antarctica  
(●:MF radar station, □: Planned station,  
○: Syowa station)

## STE研におけるEISCATデータベース

°野澤悟徳、藤井良一、松浦延夫、山口敏明、築地義雄（名古屋大学太陽地球環境研究所）

## EISCAT CP database at STE Laboratory

°S. Nozawa, R. Fujii, N. Matuura, T. Yamaguti and Y. Tsukiji (STE Lab., Nagoya University)°

The Incoherent Scatter radar is one of the most powerful tools to monitor electrodynamic processes in the ionosphere. It can provide electron densities, ion and electron temperatures and ion velocities with high time and spacial resolutions for a long time period ( $\leq \sim 10$  days). The Solar-Terrestrial Environment laboratory, Nagoya University has been proposing the Japanese participation in the EISCAT Scientific Association and the newly developed Svalbard IS radar project that Japan will contribute to the construction of one of the two 32 m dish antennas near Longyearbyne on Spitsbergen, the largest island of Svalbard archipelago. If this proposal is successfully approved, Japanese scientists will be able to perform own experiments and obtain data from the Svalbard IS radar as well as the existing EISCAT radar which has been under operation in the northern Scandinavia.

The EISCAT radar is operated for about 2,000 hours a year under the two observation programs. One is called Special Program (SP) where individual associate countries from Finland, France, Germany, Norway, Sweden and the United Kingdom conduct own experiments. The other one is called Common Program (CP). Data obtained from Common Programs are distributed to all the associate countries. In cooperation with the University of Tromsø, we have started constructing the EISCAT CP database at STE Laboratory in order to foster collaborative studies by Japanese scientists using EISCAT CP data.

ISレーダは、電離圏の電子密度、イオン温度、電子温度、イオン速度の物理量の高い時間および空間分解能観測を、比較的長期間（～10日）にわたって行うことができる非常に有力な装置である。現在名古屋大学太陽地球環境研究所が中心となり、北緯80度に位置するスヴァールバル諸島スピッツベルゲン島に、日欧共同で高出力のISレーダを建設する計画が進められている。この計画が実現されると、日本の研究者によるスヴァールバルISレーダを用いた独自の観測・データ取得が可能になるばかりでなく、現有EISCATレーダを用いた観測・データ取得も同時に可能になる予定である。

現有EISCATレーダは、年間約2,000時間稼働され、その観測モードは、大きく2つに分類することができる。一つは加盟国（英、独、仏、ノルウェー、スウェーデン、フィンランドの6ヶ国）の研究者グループが独自に行うものであり、スペシャルプログラム（SP）と呼ばれている。他の一つは、基本的な観測モードによって比較的長期的にわたる観測を行うコモンプログラム（CP）である。このCPの観測モードは、各国の代表により構成されるSAC

(Scientific Association)により決定される。観測プログラムの作成、観測の実施、基本的なデータ解析まで一括して、EISCATの事務局が行い、その後加盟国に配布される。

太陽地球環境研究所においては、EISCAT側と線密な打ち合わせを進めながら、レーダ計画の実現に向けての予算要求を継続中である。また一方で、計画実現後の円滑な運営および有効なレーダによる研究を行うために、ノルウェー国 Tromsø 大学と共同して、STE研におけるCPデータのデータベース構築に着手した。データは、太陽地球環境研究所のSUNワークステーションにアクセスすることにより、全国の共同研究者から使用することが可能である。

## 感性表現による DMSP 衛星 オーロラ画像データベースシステムの開発

○為永博樹† 黒住祥祐† 前田佐和子† 小野高幸†† 宮岡宏 †† 行松彰 ††  
 京都産業大学† 京都造形芸術大学† 東北大学 †† 国立極地研究所 ††

### Database System for Aurora Image Files of DMSP satellites

○ Hiroki Tamenaga† Yoshisuke Kurozumi† Sawako Maeda†  
 Takayuki Ono†† Hiroshi Miyaoka†† Akira Yukimatsu††  
 Kyoto Sangyo University† Kyoto University of Art and Design†  
 Tohoku University†† National Institute of Polar Research††

Image Database Systems usually have some keywords selected by human decision. The keywords are used to retrieve image files. We try to classify the aurora image files by colors or brightness to use image processing techniques. We construct a Database System that can retrieve using 'KANSEI' expression. For example, aurora's figure, shape, brightness. The aurora image files are 256 gray scale, and the height is about 800 dots, the width is about 1600 dots.

画像をデータベース化するためには、それぞれの画像に名前を付け個別のファイルとして格納する。このファイルを汎用のデータベースシステムでリンクし、画像の大きさ、色、内容などの属性をキーワードとして汎用のデータベースシステムに保存すれば、極めて簡単に画像データベースを作成できる。

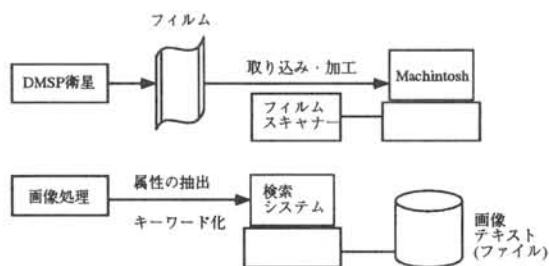
画像を格納するときに人間が判断して、キーワードを付け分類する方法はすでに実用化され、多くの製品が市販されている。しかし、任意の画像に適切なキーワードをつけることは一般的に極めて困難である。画像の種類を限定しても、キーワード化は高度な画像処理を必要とする。

画像として、人工衛星からのオーロラ写真を取り上げ、これらの属性を画像処理によって抽出し、キーワード化するシステムを作成した。オーロラ写真は白黒であり、形状や背景が単調であるため、比較的自動化が容易である。

我々が入手したオーロラ画像はアメリカの衛星 DMSP から撮影したもので、35 ミリの白黒フィルムで配給されている。このフィルムをフィルムスキャナーで取り込み、約 800 × 1600 ドット、256 段階のグレースケールに変換する。各画像には緯度、経度、撮影時間、同期マークなどの情報を記録したテキスト部と、オーロラ像が写るはずの画像部がある。

本システムはフィルムスキャナーから取り込んだオーロラ画像を 100 から 10000 ファイル格納し、汎用データベースと画像処理プログラムにより、次のような質問に対する検索を可能にする。

1. ファイルサイズ
2. 日付
3. 極座標
4. 画像のヒストグラム値
5. オーロラ領域の数と面積
6. 円形領域の数と面積
7. オーロラ位置
8. オーロラ形状(線状、円状)



質問 1-4 は ID 情報であるから、テキストデータとしてデータベースに格納しておけば容易に検索できる。質問 5-8 は画像情報であるから、1 画面ごとに画像処理を行いその特徴を求め、検索する必要がある。特に、質問 7-8 はオーロラの形状であるから、主観性が大きく、いわゆる感性情報に相当する。いずれにせよ、1 画面ごとにデータベース検索のため様々な画像処理を適当なパラメータを決めて、非会話的に実行する。

この画像処理により、オーロラの形状(やや丸い)、大きさ(かなり大きい)、画像の中での位置(右隅の方)などのいわゆる感性情報による検索ができる。また、各利用者の感性に従った類似度空間を自動的に作成し、類似検索を行う。これにより不完全な情報での曖昧検索を実現できる。

感性というものは各個人で様々なものであるため、その人固有の感性のための個人辞書を作る。その感性辞書を利用して、各個人である画像と似た印象を与えられる画像を候補として検索することができる。

本データベースシステムで使った感性処理に必要な技法について説明する。



## 巨大斑磁域・M型磁気嵐と3双極子MODEL

齋藤尚生<sup>○</sup> (東北大・名&学)・森洋介・松浦善博 (宮城教大)  
小塚幸央・小島正宜 (名大STE研)

## GBMR, M-TYPE STORM, and 3-DIPOLE MODEL

T.Saito<sup>1</sup>, Y.Mori<sup>2</sup>, Y.Matuura<sup>2</sup>, Y.Kozuka<sup>3</sup>, and M.Kojima<sup>3</sup>

1. Taihaku 3-6-29, Sendai (Tohoku U., Student & EP)

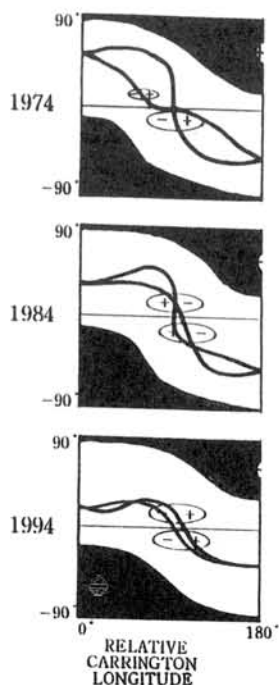
2. Miyagi Ed. Col., Sendai, 3. STEL, Nagoya U., Toyokawa.

A systematic distribution of giant bipolar magnetic region (GBMR), coronal hole, and source-surface neutral line is revealed to be held during all available data period of more than one century. The pervaded distribution supports that the sun is always governed by the triple-dipole model. A discussion is given to find the reason why such the simple model has never discovered for a long time.

これまで度々予告してきた通りに2個の巨大斑磁域が太陽表面に現れ、それと共に顕著なM型地磁気嵐が継続的に起こっている。正確な太陽磁場観測が開始されて以来のdataについて、相対経度180°で折り返すと、2個の巨大斑磁域、流源面中性線、coronal holeは、図1の様に驚くほど共通な配置を示す。1886年以来の地磁気指数について同様な折り返しを行うと、M型嵐は例外なしに図1とconsistentな配置を、1世紀以上の間してきたことが明らかとなった。従って3双極子modelが太陽を支配していることは、もはや疑うことが出来ない。

これ程明瞭であるにも拘わらず、coronal holeとGBMRが常に太陽圏の2半球構造を保っているというこのmodelが、これまで見出し難かった主な原因として、次のような性質が考えられる。即ち太陽活動下降～極小期には、2半球構造を持った「coronal hole」が、(M型)地磁気擾乱を誘起する。従って着目されやすい「擾乱日」によって、2半球構造も容易に検出できる。

一方極大期には、coronal holeに直交する「GBMR」の方が、flare源として地磁気擾乱を起こす。しかも、大規模構造に寄与しないにも拘わらず磁場は強い活動領域のflareが、非周期的にF型嵐を多発するために、GBMR効果をmaskしてしまう。そして2半球構造の方も、極大期にも持続しているにも拘わらず、このmask作用の為に、「静穏日」からしか検出できなくなる。



## 宇宙飛翔体と宇宙プラズマの相互作用に関する計算機実験

°岡田 雅樹<sup>1</sup>、大村 善治<sup>2</sup>、松本 紘<sup>2</sup>、江尻 全機<sup>1</sup>

1: 国立極地研究所      2: 京大超高層電波研究センター

## Computer Experiments on Spacecraft-Plasma Interaction

°Masaki OKADA<sup>1</sup>, Yoshiharu OMURA<sup>2</sup>, Hiroshi MATSUMOTO<sup>2</sup> and Masaki EJIRI<sup>1</sup>

1: National Institute of Polar Research

2: Radio Atmospheric Science Center, Kyoto University

We have developed a new algorithm for a boundary-fitted electromagnetic particle code to take into account more realistic shape of a spacecraft for the spacecraft-plasma interaction. Triangular mesh is used for the discretization of the electric field and the magnetic field. Two algorithms for calculating the current density from the particle position and the velocity have been formulated.

First, we formulate the two-dimensional and the three-dimensional scheme of the new code. The central difference scheme is adopted for the discretization of time. We can intrude arbitrary shape of a spacecraft as a model by utilizing the triangular mesh system for the spatial grid.

We have performed a series of test runs with 64x64 grids and compared with the results of the orthogonal grid code, KEMPO, evaluated with a test particle. Finally, we performed a test simulation with 4096 plasma particles. We confirmed the total energy has satisfactorily conserved during the 1024 simulation steps.

We will discuss the applications of the boundary-fitted electromagnetic particle code to the spacecraft mission such as the Solar Probe and SFU (Space Flyer Unit).

人工衛星等を用いた電磁環境の測定を行なう場合には、必ず衛星自身が周辺のプラズマ電磁環境にあたる影響を考慮しなければならない。衛星は一般的に非常に複雑な形状をしており、周辺の電磁環境はその複雑な形状に大きく影響される。そこで、我々のグループではこれまで任意の衛星の形状を計算機実験のモデルとして取り扱うことができる任意境界電磁粒子コードを開発してきた。

まず、2次元の実験空間において三角形要素を用いたマックスウェル方程式を離散化する方法、および3次元の実験空間において4面体要素を用いてマックスウェル方程式を離散化する方法を定式化した。電界および磁界ベクトルの回転は、三角形要素にストークスの定理を適用することによって離散化を行なった。(図1参照) 時間発展は電場および磁場を中心差分により交互に解き進めるリープフロッグ法を用いた。また、プラズマ粒子の取り扱いには電荷保存則法(CCM)および面積比例配分法(ASM)の二通りの手法を定式化した。以上の定式化によって予想される計算スキームの安定性についても検討を行なった結果、従来の直交座標系を用いた場合と同等程度の精度が得られることが確認できた。

続いて、2次元の任意境界電磁粒子コードを実装し、性能評価を行なった。本コードでは簡単のため、電流密度および電荷密度の計算方法としてはASMを用いた。まず、プラズマ粒子が存在しない真空中での電磁波の伝搬特性およびCFL条件を評価した。次に、テスト粒子をシステム内に配置し、静電場および静磁場が正確に求められることを確認し、さらに、4096個のプラズマ粒子を実験空間内部に配置し、プラズマ波の伝搬特性の評価を行なった。計算精度の評価基準としては、プラズマ粒子の数値加熱の度合を目安にした。

本講演では、この任意境界電磁粒子コードをソーラープローブあるいはSFU(Space Flyer Unit)などの実際の宇宙観測計画に応用した場合の応用例についても発表を行なう予定である。

## 電離層加熱実験における不均一プラズマと高周波電磁波の相互作用 に関する計算機実験

°上田 裕子<sup>†</sup>, 大村 善治<sup>††</sup>, 松本 紘<sup>††</sup>

<sup>†</sup>千葉大学工学部, <sup>††</sup>京都大学超高層電波研究センター

### Computer Experiments for Interactions of Inhomogeneous Plasma and HF Electromagnetic Waves on Ionospheric Heating Experiments

°Hiroko UEDA<sup>†</sup>, Yoshiharu OMURA<sup>††</sup> and Hiroshi MATSUMOTO<sup>††</sup>

<sup>†</sup> Chiba University, <sup>††</sup> RASC, Kyoto University

Stimulated electromagnetic emissions (SEE) are the secondary radio emissions observed in ionospheric modification experiments. One of the SEE called "broad upshifted maximum" (BUM) feature is believed to depend heavily upon the presence of strong density irregularities, induced by the pump or otherwise. We have examined the excitation mechanism of BUM feature by means of electromagnetic particle simulations. The field aligned irregularity has been confirmed to play a key role in the excitation of the upshifted emissions.

電離層に高エネルギーの高周波電磁波を照射する電離層加熱実験では、ポンプ周波数またはその高調波の上下の周波数帯にこれまでに知られている機構のみでは説明できない SEE (Stimulated Electromagnetic Emission) と呼ばれる励起波が観測されている。BUM (Broad Upshifted Maximum) など SEE の特徴的な励起波はポンプ周波数が反射高度付近のサイクロトロン周波数の整数倍に極めて近い場合にのみ観測されることから、これらの励起過程としては高域混成 (UH) 波が関わる波動相互作用が考えられている。一方、電離層には様々なスケールの密度不均一が存在することが知られているが、不均一なプラズマ中を O-L モードのポンプ波が伝搬することにより UH 波が励起されるというプロセス (Direct Conversion : DC) が提案されている<sup>1</sup>。DC とは、密度不均一を外部磁場に垂直方向の波数  $k_n$  をもち、周波数がゼロの波と考え、これと斜めに伝搬する O-L モード波および UH 波の三波相互作用ということが出来る。

そこで本研究では、SEE を励起するのに十分な強さの UH 波が DC により生ずるかどうかを計算機実験によって検討する<sup>2</sup>。電離層加熱実験を想定して、図 1 に示す計算機実験モデルを用いた

#### Reference

- 1) S. N. Antani, et al., *Geophys. Res. Lett.*, 18, 2285, 1991.
- 2) 上田, 他, 電子情報通信学会論文誌, B-II, no.4, 210, 1994.

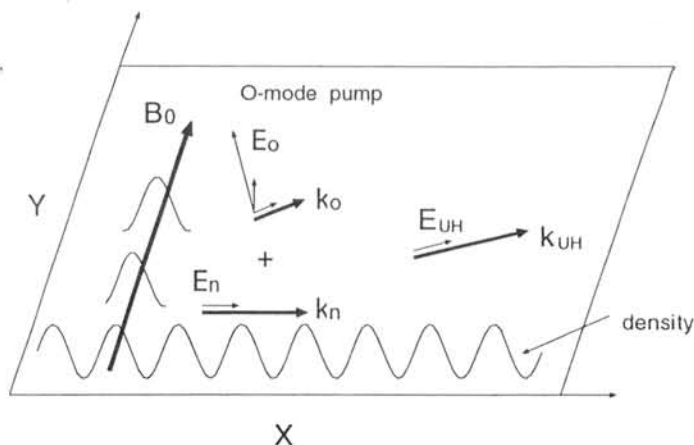


図 1: 計算機実験モデル

**The MHD Vortices in the Magnetospheric  
Boundary Layer**

Huigen Yang\*      Polar Research Institute of China,  
Shanghai 200129, China

Shen Wang          Department of Space Physics, Wuhan University,  
Wuhan, Hubei 430072, China

**Abstract:**

A group of equations for MHD vortices is derived, in which the magnetic and kinetic viscosity, the velocity and magnetic field shears, and the density inhomogeneity in the magnetospheric boundary layer are included self-consistently. When only the inhomogeneity in density is taken into account, this group of equations are reduced to the famous Hasegawa-Mima equation. And in this case, a dipole vortice solution is given to the Hasegawa-Mima equation, with its parameters determined by the magnetospheric boundary layer conditions. It shows that a stable irregularity with two density disturbances  $w > 0$  and  $w < 0$  distributed closely may exist in the boundary layer. It is called dipole vortice irregularity and its characteristics is analytically figured out.

## 地球磁気圏の大規模変動はあるか?

南 繁行, 鈴木 裕, 三尾野重義 (大阪市立大学)

Earth's Magnetosphere Drastically Changes?

S. Minami, Y. Suzuki, and S. Miono (Osaka City University)

## Abstract:

We present here possible drastic changes of the earth's magnetosphere due to the following effects: (1) an intrusion of the interstellar dust and the neutrals, (2) impacts of hazardous comets and asteroids. Our results of laboratory simulations indicate drastic changes of the magnetosphere due to encounters with dense cloud of our galaxy. Historical records of the cosmic dust precipitation are used for the discussion. Changes of the earth's magnetosphere caused by the impact of materials from the outer space are discussed.

地球磁場と太陽風との圧力平衡で基本的には形成されている地球磁気圏は、決して不変ではなく、(1) 太陽系の銀河高密度領域通過、(2) 落下天体、等によって長期的には、しばしば現在とは全く違った様相を呈するであろうことを室内実験の結果をもとに示す。

地球磁気圏が銀河衝撃波領域を通過する際、高密度星間塵が太陽系に侵入する可能性がある [McCreu, 1975]。過去数億年間に間欠的に大量の宇宙塵が地球に落下しており、その起源を太陽系外に求めることが示唆された [Miono et al., 1993]。現在の星間物質の状態では太陽系には侵入しがたいが [Parker, 1964]、密度の上昇時には星間塵とともに中性ガスがヘリオポーズを越えて太陽近傍へと侵入することが室内実験で示された [Minami, 1994]。また中性ガス流が太陽近傍での荷電変換で高速粒子となり、地球磁気圏のマグネトポーズを破壊することが室内実験で示された (第1図)。6500万年前の恐竜絶滅期や氷河期の原因を太陽系外の星間塵や高密度ガス領域との遭遇だと考えると、[McCreu, 1975]、この恐竜達は寒さのなかで壮大なオーロラを見たことだろう。

一方、地球磁気圏の大規模な変化として彗星や小惑星などの地球への落下による効果も検討した。小型原爆が TNT 換算 10 k トンで、水爆が 1 M トン、ICSU の環境科学特別委員会が検討した全面核戦争と核の冬は 10 万 M トンである。また地球外からの直径 100 m, 1 km, 10 km の落下物は各々、1 M トン、10 万トン、1000万トンの爆発に対応し、それぞれ 500 年、10 万年、1 億年に 1 度の現象と考えられている。核実験にともなう磁気圏の変化については大気中核実験が禁止されてから室内実験が必要とされてきたが、さらに 10 万倍大きい規模の効果を知る必要に迫られているといえよう。ここでは室内実験による研究について紹介する。また近々 Space Protection of the Earth '94 の会議が 100 篇を越す論文で開催される。この内容についても触れる。

## References:

McCreu, W. H., Nature, 255, 605, 1975.

Minami, S., Noise and Chaos in Space and in the Lab., Plenum Pub., 1994.

Miono, S., et al., Phys. Res., B75, 435, 1993.

Parker, E. H., Ap. J., 139, 951, 1964.



(a) Without fast neutral

(b) With fast neutral

Fig.1 Fast neutral flow effects on the structure of laboratory magnetospheres. The magnetopause is broken and the big amount of solar wind enters.

大気波動の電離圏大気圏伝搬の研究－人工励起実験

南 繁行, 鈴木 裕, 中西良一, 田中憲一(阪市大), 佐藤杉弥, 中村良治 ( I S A S )  
西野正徳, 田中義人 (名大 S T E 研), 谷川隆夫 (東海大), UCLA HIPAS Group

Atmospheric Wave Coupling Experiment - Artificial Stimulation

S. Minami, Y. Suzuki, R. Nakanishi, K. Tanaka (Osaka City Univ.), S. Sato,  
Y. Nakamura (ISAS), M. Nishino, Y. Tanaka (Nagoya Univ.), T. Tanikawa  
(Tokai Univ.), UCLA HIPAS Group

Abstract:

Artificial atmospheric wave excitation experiments have been performed using high power HF radio waves at HIPAS (High Power Auroral Stimulation) facility near Fairbanks, Alaska. The main aim is to understand the ionosphere-atmosphere coupling process based on an artificial ionospheric stimulation. The result shows: (1) Atmospheric waves are excited by the HF heating in the ionosphere to be detectable on the ground. (2) The heated region could be monitored by cosmic radio noise absorptions at 30 MHz.

まえがき

電離層－大気圏間の大気波動による結合を調べるために、極域電離層のアクティブ励起実験をおこない、地上において電離層の人工加熱によると考えられる大気圧力変動が検出された。

実験

電離層の加熱にはHIPAS実験施設より送信された2.85MHz、約80Mwの短波電波を用いた。電波には30秒から10分周期のON/OFF変調をかけた。大気波動の観測は送信点より35km北西のNOAA追跡局でおこなった。同時にマルチビームリオメータ、HFドップラ受信機、HF空間波モニタ、磁場計をセットした。

結果

圧力変動の記録例を第1図のch.2,3に示す。ch.1は空間波受信強度で、ch.4は地磁気水平成分である。ch.1, ch.3間の相互相関の例を第2図に示す。第3図はほぼ同時刻のリオメータの1方向と空間波の強度の相互相関の例である。圧力波は約7分の時間遅れであった。一方リオメータでは殆ど時間遅れがなく、吸収が起きている。

結論

大電力HF波による電離層の加熱によって地上で大気波動が検出された。10分周期励起の方が相関が高いが、2分周期の圧力波も受信された。これはAreciboでのISレーダによるキャビトン形成緩和時間(数分)とも一致する。Oモード、Xモードどちらでも受信される。また地上での圧力振幅は $10^{-4}$ Torr程度で、これは加熱領域が10%の圧力変動を生じると考えると理解できる。加熱領域はマルチビームリオメータによって約90km高度に対応することがわかった。電離圏－大気圏の大気波動による結合を検証するために、このようなアクティブ実験はきわめて有用であろう。

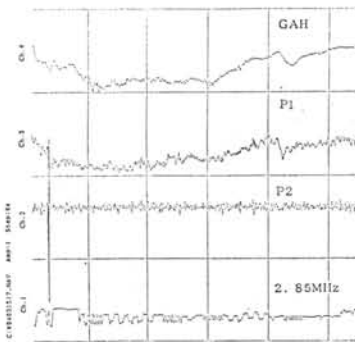


Fig.1 An example of pressure wave records by HF heating

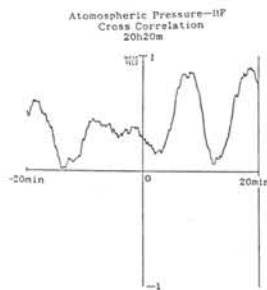


Fig.2 A cross-correlation of atmospheric wave - HF

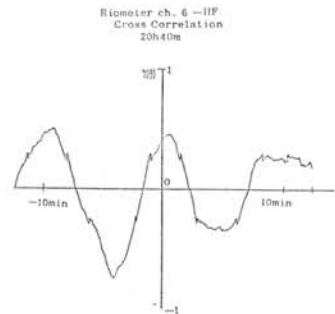


Fig.3 A cross-cor. of Riometer - HF

## 将来における南極周回気球による宇宙線観測

西村純、<sup>o</sup>鳥居祥二 (神奈川大学・工学部)  
山上隆正 (宇宙科学研究所)

### A Future Plan on Cosmic-Ray Observation by Polar Patrol Balloons

J.Nishimura and S.Torii ( Faculty of Engineering, Kanagawa University )  
T.Yamagami ( ISAS )

We are planning cosmic-ray observation with a scintillating fiber detector which is developed to observe the cosmic electrons. Antarctic balloon flight is very useful for the observation by the following reasons. Long duration flight is possible and the energy threshold is lower due to the lower rigidity cut-off energy; the sources in southern hemisphere are possible to be observed.

Special attention will be paid to the observations of electrons, positrons and gamma-rays. It is possible to know the average lives of electrons in the supernova remnants and in the galactic plane by measuring the energy spectrum in high energy region. The detection of anisotropy of electrons with energies over 500 GeV is promising to identify the sources. The ratio of positron to electron around 10 GeV could inform the acceleration mechanism of the positron. It is also important to observe the gamma-rays with energies over 10 MeV from pulsars and active galactic nuclei to make clear the origins.

南極周回気球による宇宙線観測には、国内での観測と較べて以下のような利点がある。1) 長時間観測が行なえるので、小型の観測器で高いエネルギーの観測ができる。2) rigidity cut-off energy が低い (約 0.5GeV) ので、低エネルギー領域の観測が可能である。3) 南天の天体に対する観測が出来る。現在開発中の観測器は、シンチレーション・ファイバーを用いた観測器としては世界で始めて本格的に宇宙線観測に用いられるものである。約 10,000 本のファイバーからのシグナルをイメージ・インテンシファイヤーを用いて読みだすことにより、宇宙線シャワーの 3 次元的観測が可能で、宇宙線の同定と方向及びエネルギーの測定を同時に行なうことが出来る。さらに 500kg 程の重量で、2,000 cm<sup>2</sup>程の有効面積をもち、10GeV の電子シャワーに対して約 0.3 度の角度分解能があるので、以下のような宇宙線観測を、南極周回気球の特徴を生かして、世界に先駆けて行なうことが出来る。

我々の装置では、20 日間の観測で 500GeV 以上の電子を約 50 例観測可能で、1GeV から 1000GeV までのエネルギー・スペクトルを十分な精度で求めることが出来る。これにより銀河内での電子の滞在時間と、加速源と考えられるの超新星残骸 (SNR) 内における捕捉時間を調べる事が可能である。特に 500GeV 以上の電子の寿命は  $4 \times 10^5$  年程度であるので、拡散で届く距離は 1kpc 程度となる。しかしこのような近距離では、加速源の候補となる SNR (Loop 1, Geminga 等) が限られるため、明確な異方性が観測されることが予想されている。このような異方性が実際に発見されれば、銀河宇宙線の加速の直接的証拠が始めて得られることになる。

今までの数 GeV 領域での陽電子の観測結果によれば、陽電子の量は電子の 10% 以下で、電子の大部分は宇宙線源で直接加速されていると考えられている。一方 10GeV 領域では陽電子率が増加し約 20% になるという観測結果が報告されている。この結果が事実であるとする、この領域で陽電子を直接加速する機構が必要で、様々な加速源の推定が行なわれている。我々の装置では 1GeV から 10GeV の電子/陽電子の比を連続的に観測することが可能で、信頼性の高いデータが得られるので、陽電子の加速機構が明らかになると期待される。

ここで用いる観測装置は、改良により 10MeV 以上のエネルギーを持つ高エネルギー  $\gamma$  線の観測装置としても利用が可能である。最近の衛星観測により、南天では PSR1706-44、PSR1509-58 のようなパルサーで 100MeV 以上の  $\gamma$  線が検出されたほか、10 以上の活動銀河核 (AGN) からの高エネルギー  $\gamma$  線も観測されている。これらの多くは時間変動を示しているので、衛星観測のない時期における気球観測の意義は大きいと考えられる。

PPB X線観測と昭和基地・アイスランド地上観測との  
 相関及び高エネルギー降下粒子脈動現象の解析

○平島 洋、下林 央、鈴木裕武、村上浩之（立教大理）、山岸久雄、佐藤夏雄（極地研）、  
 西野正徳（名大STE研）、山崎一郎（通総研）、山上隆正、並木道義（宇宙研）、  
 小玉正弘（理研）

Pulsation Phenomena of Energetic Precipitation Particles Deduced from  
 Correlation between PPB X-Ray Observation and Ground-Based Observations at  
 Syowa Station and in Iceland

○Y. Hirasima, H. Shimobayashi, H. Suzuki, H. Murakami (Rikkyo Univ),  
 H. Yamagishi, N. Sato (NIPR), M. Nishino (Nagoya Univ, STEL), I. Yamazaki (CRL),  
 T. Yamagami, M. Namiki (ISAS), M. Kodama (IPCR)

The auroral X-ray observation with PPB was performed by the 34th Japanese Antarctic Research Expedition. X-ray counting rates per one second were obtained near Syowa Station. Ground-based observation data, magnetogram, CNA, ELF, ULF, VLF, and Imaging Riometer data, were available at Syowa Station and in Iceland. Simultaneous pulsations of 5 sec, 30 sec, and 5 min periods about X-ray counting rates and VLF and ULF were observed. Correlation between auroral X-rays and MHD waves are analyzed and discussed in relation to energetic electron precipitations.

1993年1月に南極観測34次隊によりPPB観測が行われ、6号機の大気球は南極大陸を一周半飛翔した。この大気球にはオーロラX線を測定するためにNaI(Tl)カウンターが搭載されていた。測定エネルギー範囲は30-120keVであった。昭和基地付近でのデータ取得はリアルタイムで行われ、5日の1000-1500UTでは1秒の時間分解能でX線の計数値が得られた。大気球がまだ昭和基地付近にいるため、昭和基地での地上観測データ即ち磁場・CNA・ELF・ULF・VLF・Imaging Riometer Dataとの相関関係を調べることは有意義である。また、北極域地磁気共役点付近のアイスランドのHusafellとTjornesでのこれらの地上観測データも得られている。X線の計数値をみると、1310UTの前と後で時間変化のパターンが急激に変わっている。1310UT以前では時間変化が急激であり、それ以後で時間変化は緩やかになっている。X線とULF、VLFで、同時に5秒、30秒、5分の周期の脈動が観測されている。特に、1209UT、1214UT、1219UT付近で起こっているオーロラX線バーストでは、同時に昭和基地でのULF、TjornesでのVLFが増加している。これらの脈動を詳しく解析し高エネルギー電子降下と波動との相互関係を調べた。同時に、X線のフラックスとエネルギースペクトルの固さの関係を調べた。また、昭和基地とアイスランドのTjornesでのImaging Riometerによる降下粒子の空間分布の時間変化が得られており降下領域の移動のダイナミックスが議論できる。



## Ionospheric Response to the IMF Variation

- An analysis of the PPB#4 data with ground-based magnetometer data -

Y.Ebihara, F.Tohyama, Y.Tonegawa (Tokai Univ.), A.Kadokura, N.Sato, M.Ejiri (NIPR), Y.Hirashima (Rikkyo Univ.), M.Namiki (ISAS), E.A.Bering, J.R.Benbrook (Houston Univ.), and PPB WG

We are analyzing the data obtained with the PPB#4 which was launched at Syowa Station on December 26 in 1992. Figure 1 shows the data during 16-20 UT on December 28, when the balloon located at the magnetically lower latitudes from Sanae Station. Magnetometer data from the Greenland chain, Sanae Station, IMP-8 and GEOTAIL satellites are also shown in Fig.1. During this period, IMP-8 is supposed to be in the solar wind regime, and GEOTAIL is in the magneto-sheath in the tail region. Hence the both magnetometer data are supposed to show the variation of the IMF. Because there is a time lag of about 40 minutes between them, we insert the 40 minutes advanced GEOTAIL data as a substitution of the lack of the IMP-8 data during 16:10-18:00UT, which is shown in a dash curve.

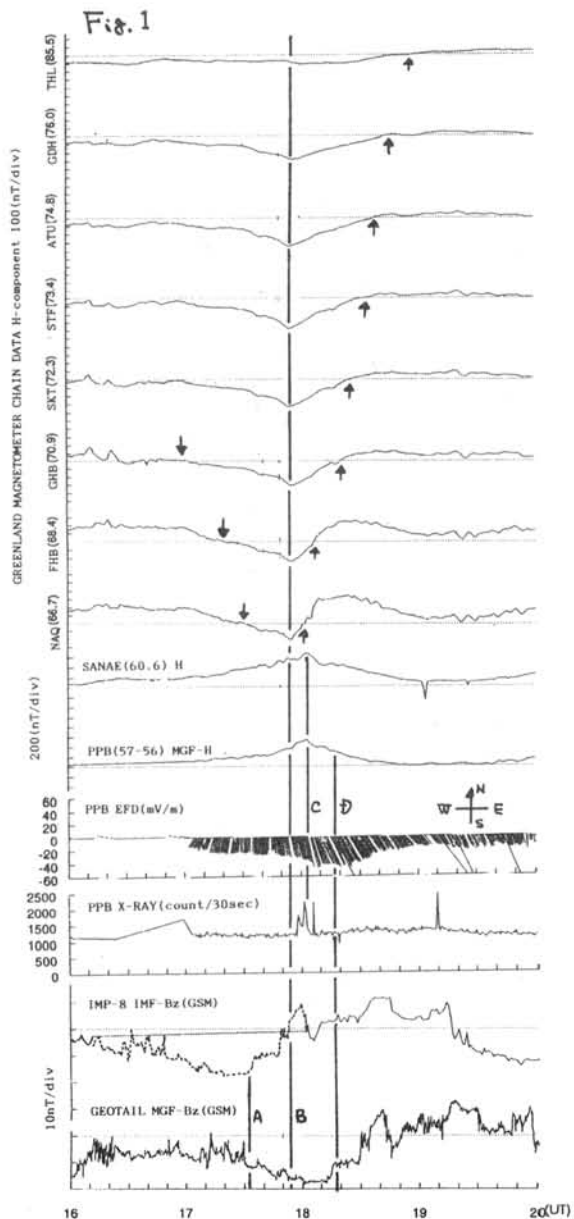
PPB data are available from 17UT. The observed electric field (denoted as EFD) directs magnetically southward (to higher latitudes) through the period, and its amplitude increases from about 20mV/m at 17UT, reaches a maximum value of about 50mV/m at 18:03UT (time C) and another maximum at 18:17UT (time D), and then decreases to the value of about 20mV/m at around 19UT. Because of the eastward ionospheric current corresponding to this southward electric field, observed H-component of the magnetic field (denoted as MGF-H) increases from around 17UT, reaches a maximum at around the time C, and then decreases. The amplitude variation is about 400nT. The auroral X-ray counter data (denoted as X-RAY) shows that there are precipitations of high energy particles during 17:56-18:05UT which is close to the time C. These data are interpreted as follows: At the time C, both the electric field and the conductivity become large, hence the MGF-H becomes maximum. On the other hand, at the time D, the electric field becomes large but the conductivity is low, hence the MGF-H continues to decrease.

The Greenland magnetometer chain data show that from around 17UT, westward ionospheric current develops, and the current reversal position gradually moves to the lower latitudes from GHB to NAQ as shown with downward arrows, which implies that the polar cap region is expanding. At 17:54UT (time B), the westward current reaches a maximum, and then starts to decrease. The current reversal position moves back to the higher latitudes from NAQ to THL as shown with upward arrows, which implies that the polar cap region is contracting.

IMF-Bz at the IMP-8 satellite position starts to increase from around 17:32UT (time A).

Time lags of B, C, and D from A are about 22, 31, and 45 minutes, respectively. We will discuss in our presentation about the physical mechanism to determine such time lags, and to control the expanding and contracting speed of the polar cap region.

*Acknowledgments:* The Greenland magnetometer data and the Sanae data are kindly supplied from Dr. Eigil Friis-Christensen at DMI, and Mr. Mike J. Mathews in SANAP, respectively.



○蒔田好行 (通信総研稚内電波観測所 (第34次南極地域観測隊))

野崎憲朗 (通信総研平磯宇宙環境センター)

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

Yoshiyuki Makita (Wakkanai Radio Observatory, Communications Research Laboratory (JARE34))

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

The variation of the ionospheric radar echo is observed at Syowa Station, Antarctica during 1993-94 Japanese Antarctic Research Expedition wintering period by means of a pulsed-chirp sounder. Typical characteristics of E- and F-layers are presented with fine range/time resolution. F-layers tend to appear in the daytime showing a minimum height around the noon, while E-layers appear in the nighttime around a 100km height.

パルスドチャープ方式の電離層観測レーダが第34次南極地域観測隊によって昭和基地に設置され約1年間にわたり連続観測が行われた。

今回の観測では、低出力の観測機を旧電離棟に設置し、クロスダイポールアンテナで送受信し、高度分解能1.6 km、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た。従来、昭和基地の電離層定常観測は、全周波数をカバーするパルス方式イオゾンデにより行われているが、その時間及び高度分解能はそれぞれ15分、1.2 kmである。新しいレーダにより、電離層の変動の精密な観測が可能となった。

図1に、ほぼ1日にわたってエコーが観測された日の $h'$ - $t$ プロフィールを示す。0時から8時ごろと22時から24時までE層エコーがみられる。また、8時ごろから17時までF層エコーがみられる。

図2に、93年7月から12月までの毎日のデータを重ね合わせた $h'$ - $t$ プロフィールを示す。夜間に出現するE層エコーは高度に数100 kmの幅があり、日中に出現するE層エコーの幅は薄い。一方、6時頃出現するF層は、15時まで下限が下がり続け、その後は上昇する。出現時と消滅時には高度が散乱しているが、これは毎日の出現時刻の変化とともに、この時間のF層エコーがスプレッドしているためである。

図3に、F層出現時間の年変化を示す。F層の出現は暗夜時間帯に少ないが、これは、E層による遮蔽と考えられる。また、F層の出現は、薄明の時間帯に多いが、日の出、日の入りの時刻とは2、3時間のずれがみられる。これは、太陽からの紫外線等により大気電離と結合の時間差によるものと考えられる。

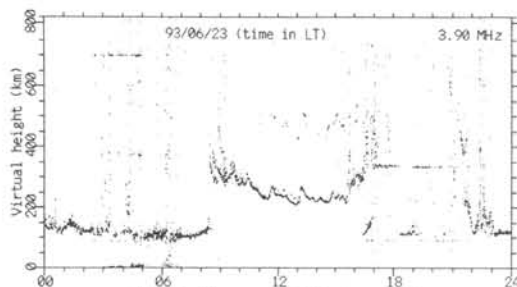
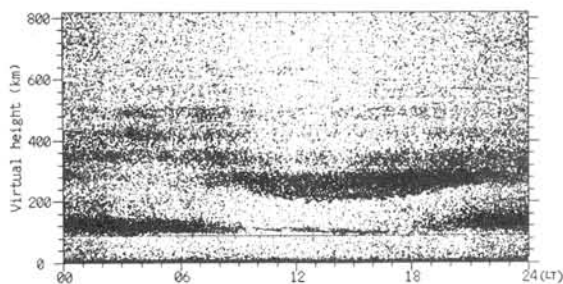
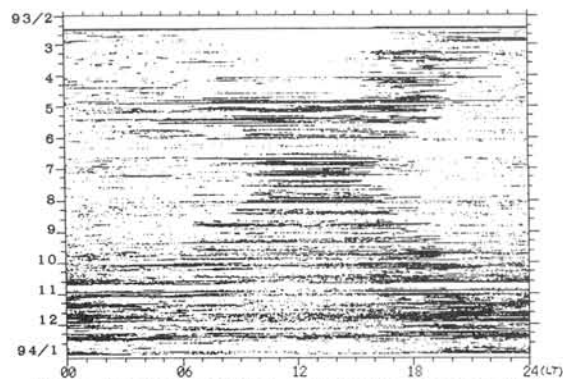
Fig. 1 Example of  $h'$ - $t$  profile.Fig. 2  $h'$ - $t$  profile from half-year observations.

Fig. 3 Seasonal variation of F-layer appearance time.

IONOSPHERIC TOMOGRAPHY

-simulation, case study by using 4 stations data in Japan,  
and a proposal for antarctic observation-

- °M. Kunitake(Communications Research laboratory)
- K. Ohtaka(Communications Research laboratory)
- T. Maruyama(Communications Research laboratory)
- A. Morioka(Tohoku University)
- S. Watanabe(Hokkaido Information Institute of Technology)

Ionospheric tomography is the technique that estimates 2-dimensional electron density distribution from Total Electron Content(TEC) which is integrated electron densities from a satellite to ground receivers. The reconstruction of 2-dimensional electron density distribution requires inversion techniques. As there are some limitations in ionospheric tomography (no horizontal ray path, limited number of receiving stations, finite receiving apertures etc.), the reconstruction is in the category of ill-posed inversion problem. Generally, the regularization technique is effective in solving ill-posed inversion problems. We applied Modified Truncated Singular Value Decomposition [MTSVD] method to ionospheric tomography. Some *a priori* conditions can be incorporated into the calculation in this method. Our simulations(reconstruction from TEC simulated from models) showed that the method could reconstruct model structures rather well.

We have conducted three ionospheric tomography campaigns in Japan by using 3 or 4 NNSS receiving stations (Wakkanai [Geographic lat. 45.40°N, long.141.68°E], Sendai[38.25°N,140.85°E], Kokubunji[35.70°N, 139.48°E], and Ebetsu[43.09°N,141.56°E]) since May in 1992.

After the experience of the simulations, MTSVD algorithm was applied to reconstruct the structure from the TEC observations on May 2, 1994. An unusual ionospheric structure in a magnetically disturbed condition was reconstructed (Fig. 1).

Recently, URSI Beacon Satellite Group gave emphasis to antarctic ionospheric tomography networks. In fact, U.K. is going to set receivers at antarctic stations including AGO station. It is desirable that Japan makes a tomography observation at Dome F, because Syowa, Dome F, and South pole stations are located nearly along one meridian(Fig. 2). It is useful for HF radar observations.

Acknowledgements One of the authors (M. Kunitake) thanks Prof. M. Hayakawa for his suggestion about regularization technique. M. K. appreciates gratefully some calculation programs for regularization problems by Dr. P. C. Hansen.

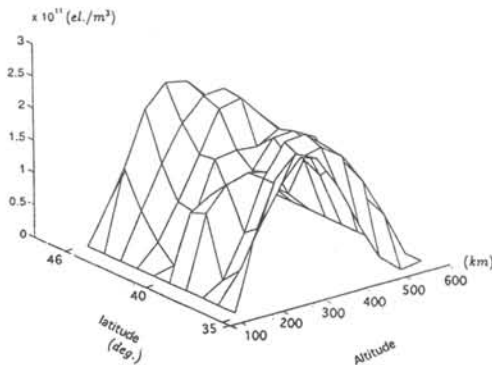


Fig. 1

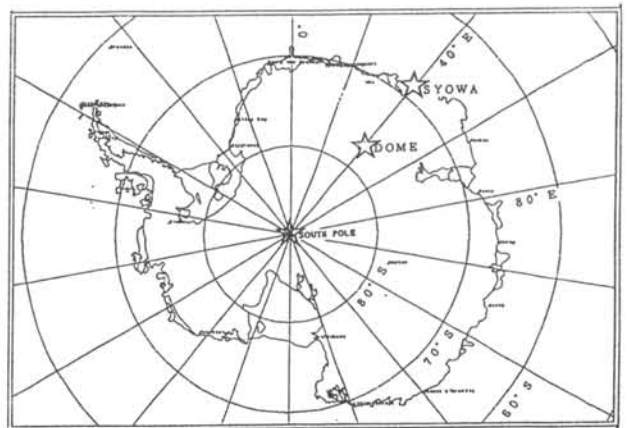


Fig. 2

## 北海道母子里における小型短波レーダ観測

山岸久雄、行松彰、佐藤夏雄、西野正徳、田中義人、野崎憲朗  
 (極地研究所) (名大STE研究所) (通信総合研究所)

## HF Radar Observation at Moshiri, Hokkaido

Hisao Yamagishi, Akira Yukimatsu, Natsuo Sato (NIPR)  
 Masanori Nishino, Yoshito Tanaka (STE Lab., Nagoya Univ.)  
 Kenro Nozaki (CRL)

A small scale HF radar was installed to confirm the technical performance of the HF radars along with the study on mid-latitude ionospheric coherent echoes. NIPR developed the system and constructed the hardware. STE Laboratory prepared the observing site at Moshiri, Hokkaido ( $44.37^{\circ}$  N,  $142.27^{\circ}$  E), helped the construction, and carried out regular operation of the radar. CRL developed the control and data archive software.

Since the first installation at Moshiri in December 1992, the radar has been successively modified and provided additional functions. Regular observation started in August 1994 with maximum range of 1440 km, and resolution of range and time are 30 km and 2 min respectively.

A phased array antenna, consisted of eight log-periodic antennas, has eight beams within  $\pm 27.2^{\circ}$  from the North. Each log-periodic antenna was connected to a 200 W transmitter as shown in Fig. 1. A personal computer controlled the radar and data collection system. Least interfered frequency was selected automatically out of six allocated frequencies from 11.6745 MHz to 21.790 MHz. Echo signals from the receiver I/Q outputs were pre-processed and stored in a 5" magneto-optical disk.

Two types of echoes were detected as shown in Fig. 2. Sharp boundary echoes appeared from 100 km range regularly in the day time. Echo intensity exceeded more than 30 dB from the noise floor was attributed to be the specular echoes from the sporadic-E (*Es*) layers above the radar. Although, *ftEs* at Wakkanai remained lower than the radar observation frequency by more than 2 MHz, weak echoes from small portion of *Es* with high critical frequency were detected due to higher antenna gain of the radar than that of the ionosonde at Wakkanai.

Another type of echo sometimes appeared in the daytime around 600 km range. The echo appeared for 10 hours with a spatial extent of about 300 km and intensity of about 20 dB from the noise floor.

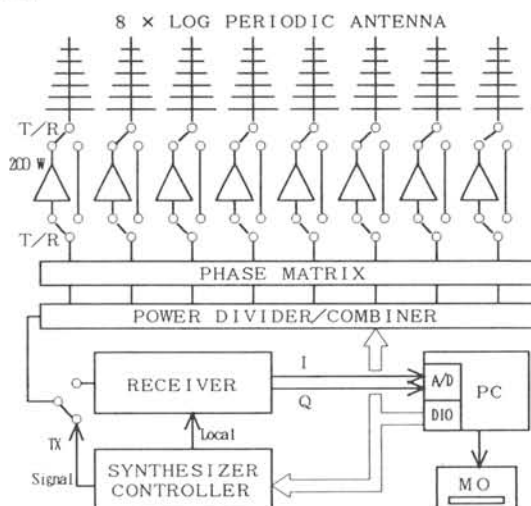


Fig. 1 Block diagram of the HF radar at Moshiri.

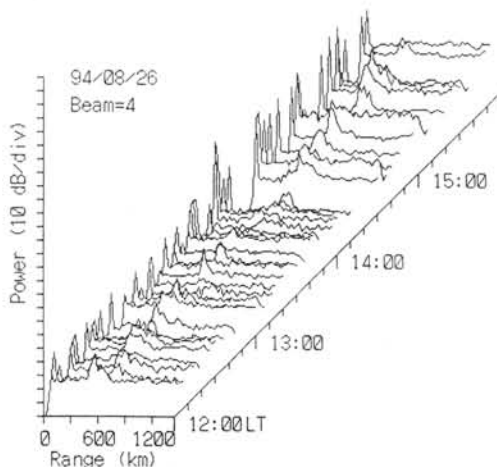


Fig. 2 Two types of echoes observed simultaneously

## 256ビームイメージングリオメータの開発

° 村山泰啓、貝沼昭司、森弘隆、五十嵐喜良（通総研）、  
山岸久雄（極地研）、西野正徳（名大STE研）

### Development of a 256 beams Imaging Riometer

° Yasuhiro Murayama, Shoji Kainuma, Hiroataka Mori, Kiyoshi Igarashi(CRL),  
Hisao Yamagishi(NIPR), Masanori Nishino(STE Lab., Nagoya Univ.)

A new imaging riometer which can measure the radio noise absorption pattern in 256 beam directions has been developed since 1993. It is composed of 256 elements of cross-dipole antenna, a butler matrix, 16 receivers, and operational computers. Spatial resolution of the measurement by the system is expected to be about 10km at 90km height.

Present status of the development of its elementary components, such as a butlar matrix, receivers, antenna, etc. is presented. They are now assembled at a test site in Yamagawa Radio Observatory for a performance test.

イメージング・リオメータは、VHF帯銀河雑音電波の下部電離層による吸収の水平分布を測定する装置である。極域では、高エネルギー降下粒子による下部電離層の電離の増加に伴い、VHF帯銀河電波の吸収量が増加するため、イメージング・リオメータはこの吸収量を精度よく測定することにより、高エネルギー降下粒子の空間的・時間的変動の観測に威力を発揮する。

これまでに、最大で64ビームのイメージング・リオメータが開発され、極域において、観測運用されている。我々は、これらの実績を踏まえて、更に空間分解能を向上させた、256ビーム イメージング・リオメータの開発を行っている。

システムの概要は、次の通りである。16素子×16素子（合計256素子）のクロスダイポールアンテナを用いて、3.8MHzの銀河電波を観測し、バトラーマトリックスにより256ビームの位相合成を行う。バトラーマトリックスからの出力は16台の受信機を用いて、16ビームずつ順次測定し、256ビームの2次元電界強度分布を1秒間毎に取得する。観測の空間分解能は、天頂方向の高度90kmで、約10kmである。

現在、システムの基本的部分がほぼ出来上がったので、山川電波観測所において、各種の試験を実施している。本講演では、システムの開発状況、及び、初期的な試験結果について報告する。

# P38

航空機による昭和基地イメージングリオメータのアンテナ特性試験

利根川豊（東海大）、藤田裕一（電通大）、山岸久雄（極地研）

## An examination of directivity pattern for the imaging riometer at Syowa by using an airplane

Y. Tonegawa (Tokai Univ.), H. Fujita(UEC), H. Yamagishi(NIPR)

An 8x8 beam imaging riometer was installed at Syowa Station in January 1992, and it has been used to study spatial structure and dynamics of energetic electron precipitation in the auroral region. To know the real pattern of beam directivity for the imaging riometer is essential to obtain the accurate precipitation image. We have tried to get the beam directivity pattern experimentally by flying over the antenna array of the imaging riometer with a signal source on board airplane. We flew 27 straight lines of 9 km length along magnetic latitude over the antenna maintaining altitude of 10,000 feet. The separation of each straight line is 200 m around center of the antenna and 400 m in the outside area. This flight area of 9 km x 6.4 km covers one of the directivity pattern mapped to the flight altitude. Positions of airplane, i.e. the signal source, were obtained by the GPS (Global Positioning System) and recorded in a personal computer at every one second. We discuss the performance of the imaging riometer system by analyzing signals transmitted from the airplane.

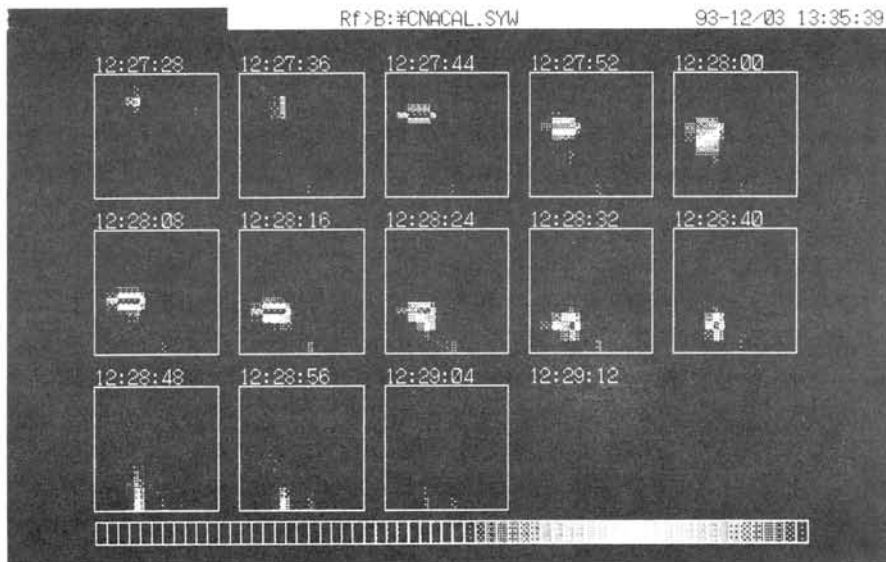


Fig. 1 An example of images of the moving signal source flying over the antenna

# ポーラカusp/クレフトにおける 電離層吸収現象の位置と空間スケール

西野正徳 (名大S T E研)、田中義人 (名大S T E研)、山岸久雄 (極地研)  
P. Stauning (DMI)、J.A. Holtet (Oslo大)

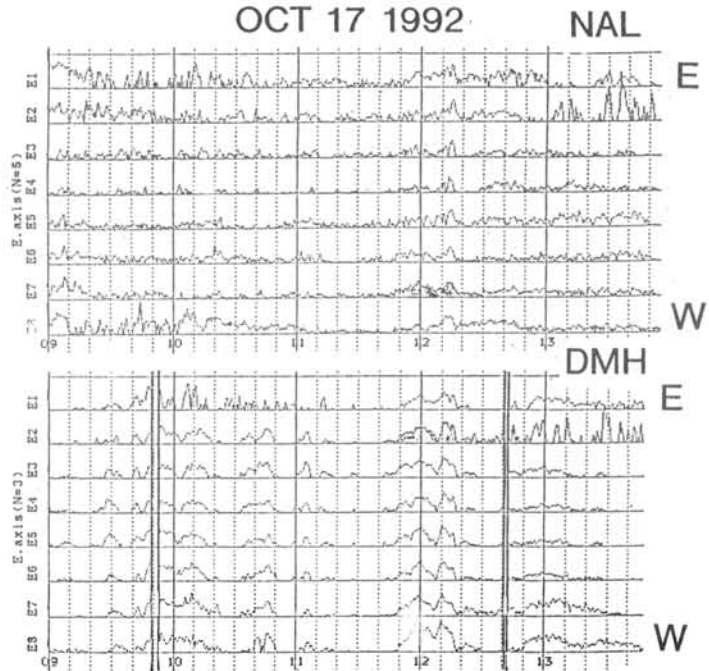
## Location and Spatial Scale of the Dayside Ionospheric Absorption in the Polar Cusp/Cleft

M. Nishino(STEL, Nagoya Univ.), Y. Tanaka(STEL, Nagoya Univ.),  
H. Yamagishi(NIPR), P. Stauning(DMI) and J.A. Holtet(Oslo Univ.)

Coordinated observations of the polar ionospheric absorptions have been carried out at Ny-Alesund(inv. lat. 75.4°), Svalbard and Danmarkshavn(77.3°), Greenland by using the imaging riometers. The location and spatial scale of the absorptions are investigated with regards to a few events observed around the magnetic noon at the both stations.

Sandholt等(1986)はNy-Alesund(不変磁気緯度75.4度)における昼間側オーロラの動き、空間スケール、継続時間や周期性の特性から、磁気圏境界におけるプラズマ輸送の機構が、電磁結合や磁気圏内プラズマ対流に関連していると論じている。また衛星と地上の同時観測から昼間側オーロラの位置や空間スケールが磁気圏内ソースの物理に関連する重要な情報を与えることを示している(Sandholt, 1993)。しかしながら、昼間側オーロラの光学観測可能な期間は限られている。光学観測に代わるべきオーロラ粒子降下の観測器として、我々はイメージングリオメータをヨーロッパ北極域の4観測点に設置した(山岸等, 1993)。この中、Ny-AlesundとDanmarkshavn(不変磁気緯度77.3度)の2点は、ほぼ同一地磁気緯度に沿って約700km(磁気地方時で2時間半の差)離れているので、これによる2点同時観測データは、オーロラ粒子降下に起因する電離層吸収(CNA)の発生位置、空間スケールの特性を調べるのに非常に有用である。

本講演では、夏季の磁気正午前後に観測されたCNA現象の例を示し、その吸収領域の位置、空間スケール等の特性を述べる。図は両観測点の天頂近くの東西方向に向けたマルチビームで観測されたCNAの時間変化を示す。11h50m-12h20mUTの時間帯に観測されたイベントは両点共磁気正午(NALはおよそ08h30mUT, DMHは11h00mUT)を過ぎた午後側に位置している。両点の吸収波形の類似性から、両点で同一のCNAと同定できる。したがって、吸収領域は経度方向に700kmに及ぶ空間スケールを有している。一方、両点が磁気正午を狭んだ位置関係に対応する10h UT前後のCNAは波形の類似性はない。このことは、両点で孤立した小規模の吸収が存在していることを暗示している。これらの吸収の特性が磁気圏内プラズマ対流に関連しているかは今後の検討課題である。



## サブストーム時のCNA領域の運動の共役性

° 藤田裕一(1) 山岸久雄(2) 佐藤夏雄(2) 芳野起夫(1)  
 1 電気通信大学 2 国立極地研究所

### Conjugacy of dynamic behavior of CNA associated with substorms

Yuiti Fujita(1) Hisao Yamagishi(2) Natsuo Sato(2) Takeo Yoshino(1)  
 1 The University of Electro-Communications  
 2 National Institute of Polar Research

The shapes and motion of CNA( Cosmic Noise Absorption ) can be obtained by imaging riometers. The conjugacy of CNA phenomena associated with substorms are analyzed using the data of imaging riometers observed at Syowa in Antarctica and Tjornes in Iceland from MAY 1992 to APR 1993.

イメージングリオメータはCNAの形や動きの比較や、連続観測ができる特徴がある。これを利用して、共役点付近のCNA現象の類似性が明らかにできれば、共役点の時間的・空間的な特性を観測から求めることができる。昭和基地では1992年から、その共役点に近いアイスランドのチョルネスでは1990年から、8x8画素のイメージングリオメータが設置され、観測が行われている。

今回は、1992年5月から1993年4月までの1年間のデータを用い、以下の手順でサブストームに伴うCNA現象の共役性を調べる。

- 1 地磁気とCNA画像からサブストームに伴う、共役と思われる現象を選ぶ。
- 2 CNA画像から、天頂を通る子午面上の1次元CNA分布(南北断面)を描く。

- 3 南北断面の最大位置の時間変化などから、共役性を評価する。

その結果、地磁気変化の開始とともに両共役点付近で類似した吸収域がみられる。短時間のうちに類似性が崩れる場合があることがわかっている。図1はその一例であり、1992年3月12日1957-2100UTの地磁気擾乱(図2)に伴う両半球のCNA分布を示している。図3はその南北断面である。1957UTの地磁気擾乱の開始以前には両半球共に弱い吸収があり、その最大位置はチョルネスでは約50km高緯度側、昭和ではほぼ真上であった。地磁気擾乱の開始と共に両半球で吸収域が極方向に移動しているが、昭和側の方が速度が大きかった。

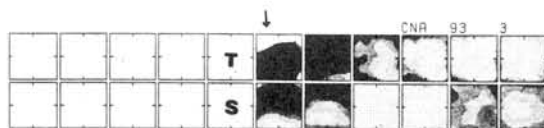


Fig 1 CNA distribution poleward up, eastward right, 1 min interval 1993/3/12 1953-2003UT

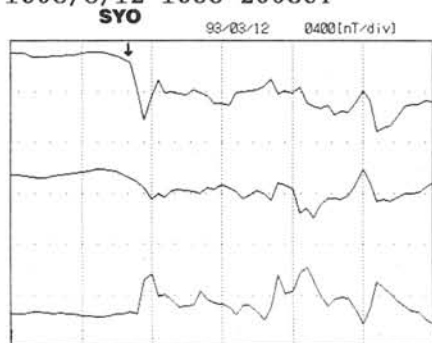


Fig 2 Magnetogram (SYO)  
 vertical: H(up), D(middle), z(low)  
 400nT/div  
 horizontal: UT(1940-2040)

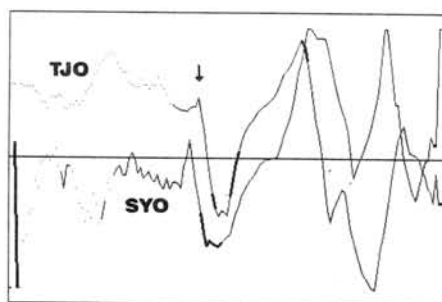


Fig 3 Motion of CNA peak  
 vertical: distance (Poleward up)  
 -100km south - 100km north  
 horizontal: UT(1953-2003)



## Pc5地磁気脈動にともなう CNA脈動とVLFエミッション強度脈動

### CNA pulsation and periodic VLF emission associated with Pc5 geomagnetic pulsation

加藤賢一 (東海大), 山岸久雄 (極地研), 佐藤夏雄 (極地研), 利根川豊 (東海大/工)  
Kato, Ken-ichi (Tokai Univ.), Hisao Yamagishi (NIPR), Natsuo Sato (NIPR)  
and Yutaka Tonegawa (Tokai Univ.)

We have studied a mechanism of CNA pulsation associated with a morning side Pc5 geomagnetic pulsation. This study is used observation data of the CNA pulsation and periodic VLF emission associated with Pc5 geomagnetic pulsation, and the geomagnetic pulsation observed in auroral zone. It is shown propagation characteristics and phase difference estimated from their pulsations. And spacial propagation characteristic is shown from CNA pulsation simultaneously observed with a imaging riometer at Tjornes, Iceland.

午前側で観測されるPc5地磁気脈動は、しばしば同周期のCNA脈動を伴って観測される事がある。しかし、そのCNA脈動の発生に関する研究は以前から行われているが、明確な機構はまだ示されていない。本研究では、Pc5地磁気脈動にともなうCNA脈動の発生機構を解明する事を目的としている。その機構を解明する上で、Pc5地磁気脈動とそれに伴うCNA脈動の伝搬特性や位相差を比較する事は重要な手段である。またCNAをもたらず降下電子の発生に関係すると考えられているVLFエミッション強度変化が、Pc5地磁気脈動やCNA脈動にともなう脈動することがある。このCNA脈動に伴うVLFエミッション強度脈動の伝搬特性も利用する事によって、CNA脈動の発生機構がさらに解明されると思われる。

本発表では、Pc5地磁気脈動に伴った同周期CNA脈動とVLFエミッション強度脈動の伝搬特性や位相差の解析結果を示していく。その例として1990年8月17日に観測されたイベントをFig1に示す。図は0630～0730UTの地磁気H成分、D成分、CNA、VLF750Hzの時間変化である。個々に現れている脈動の周期はほぼ同じであり、約260秒程度である。

これらの伝搬特性を比較するため、Tonegawa and Sato (1987) が示した方法を用いて波数ベクトルの推定を行った。ここで、Tonegawa and Sato が示した波数ベクトルの推定方法は、アイスランド3観測点で同時に得られた脈動から求められる観測点間の位相差と平面位相変化を線形であるとした仮定によって導出されるものである。0640～0700UTデータウィンドウからスペクトル解析によって求められた観測点間の位相差から、上述の方法を用いて推定される個々の成分の波数ベクトルは次の様になる。経度方向の波数は、H成分で-10.6、D成分で-6.3、CNAで7.4そしてVLF750Hzで-22.4である。緯度方向の1度当たりの位相変化は、H成分で44.5、D成分で10.0、CNAで49.3そしてVLF750Hzで98.2である。これから明らかな事が、次の様にまとめられる。

- 1) 地磁気H成分とD成分の経度や緯度方向の伝搬方向やその大きさは、以前の研究者らが示す午前側Pc5地磁気脈動の伝搬特性の結果とよく一致する。
- 2) VLF750Hzエミッション強度脈動は、Pc5地磁気脈動の伝搬方向に位置する。その大きさはH成分と比較すると、経度緯度方向共に約2倍程度であるが、D成分と比較すると一定ではない。

- 3) CNA脈動とPc5地磁気脈動の緯度方向の位相は、共に高緯度側で遅れる。さらにその値はほぼ同一である。しかし、経度方向の波数を比較すると、その方向はまったく逆である。この経度方向の相違は、以前の研究者の結果とは異なったものとなっている。

これら各成分の伝搬特性や成分間の位相差の結果やそれらの時間変化を示していく。さらに、イメージングリオメータによってCNA脈動がチオルネスで同時観測されている。このイメージングリオメータによって求められたCNA脈動の空間位相変化も示し、上述の結果と比較を行う。ケーススタディであるがこれらの解析結果より、Pc5地磁気脈動にともなうCNA脈動とVLFエミッション強度脈動の特徴を明らかにし、CNA脈動の発生機構を解明していく。

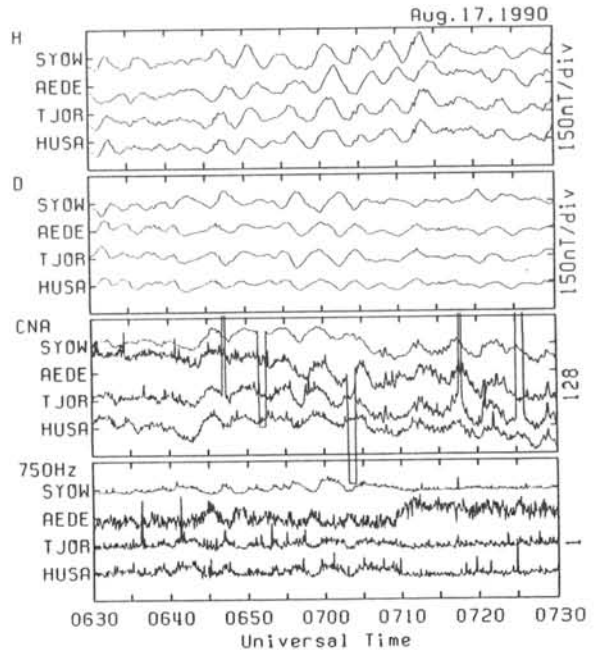


Fig1. CNA pulsation and periodic VLF emission associated with Pc5 geomagnetic pulsation observed on Aug. 17, 1990.

朝方における電離層電気伝導度の異常増加

石井 守 (郵政省通信総合研究所) ・ K. Schlegel (Max-Planck-Institut-für Aeronomie)  
 H. Lühr (Technische Universität Braunschweig)

An Anomalous Enhancement of Hall Conductance in the Morning Sector

M. Ishii (Communications Research Laboratory) ・ K. Schlegel (Max-Planck-Institut-für Aeronomie)  
 H. Lühr (Technische Universität Braunschweig)

We investigate the relationship between the magnetic perturbations observed with some observatories including the EISCAT-magnetometer cross and ionospheric conductance deduced from EISCAT observations in the polar region. In this study, we pay attention to the event that there is a significant enhancement of Hall conductance observed at the morning of August 17, 1988 (the peak reaches 15 mho and the ratio,  $\Sigma_H / \Sigma_P$ , becomes about 3). This high value of the ratio,  $\Sigma_H / \Sigma_P$ , shows the existence of high energy particle precipitations throughout this period. On the other hand, the magnetic perturbations decline about 1 hour before the end of the Hall conductance enhancement. Electric field in the ionosphere deduced from EISCAT radar decreases with decreasing of magnetic perturbations on the ground. From this result, our question is why the high energy particle precipitation maintains in spite of the lack of electric field in the ionosphere. Opgenoorth et al. [1994] shows the existence of Hall conductance enhancement in the morning sector in a recovery phase of magnetospheric substorm. This work will help the construction of the theory for this event.

筆者等はこれまで、主に朝方を中心に極域における地上磁場変動と EISCAT radar の観測データによって推定された電離層電気伝導度との関係を調べてきた。その結果、磁場変動が小さくなった後も電離層の、特に Hall 伝導度が高く維持される例が数例見つかった。今回はそのうちの1例について定量的に解析してみた。1988年7月18日 3:20- 5:10UT において、Hall 伝導度の増加が見られそのピークは 15 mho に達した。更に、Pedersen 伝導度との比は3以上となった(Figure 1)。これは、この期間を通じて比較的高エネルギーの粒子がビーム状に降り込んでいる事を示唆する。同時期に EISCAT-Magnetometer-Cross で観測された磁場変動のX成分(南北方向)を調べると、4:00UT に変動のピークを迎えた後、ほとんど擾乱は見られなくなった(Figure 2)。この時の Kp index(3:00-6:00UT)は 2<sup>0</sup> であり、前後の変動から考えて、substorm の recovery phase とみることが出来る。EISCAT の観測から推定された電離層電場は磁場変動の減少に対応して小さくなっているのに、問題は、電場が減少しているのに高エネルギー粒子の降り込みが維持されるのはなぜか、ということになる。Opgenoorth et al. [1994] によると、substorm recovery phase に朝方の Hall 伝導度が増加することが報告されている。これらの研究と併せてこの現象の原因について調べていく。

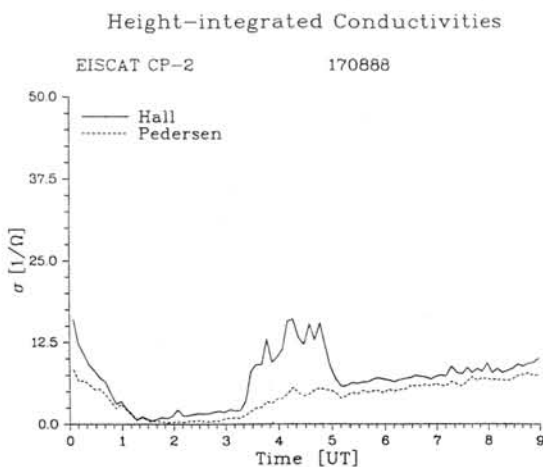


Figure 1

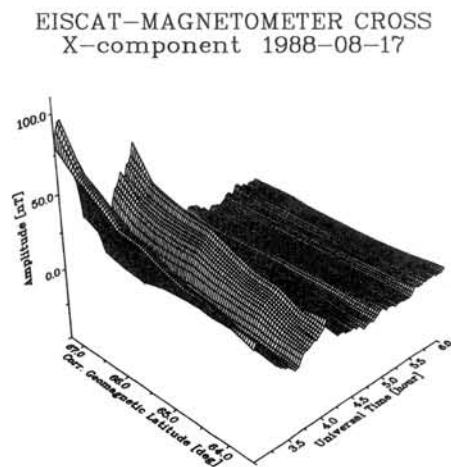


Figure 2

## P43

### 高緯度における電子温度の一般的な振る舞い

○小山孝一郎(宇宙科学研究所), 阿部琢美(青山学院大学), 坂出保雄(電気通信大学),  
イワン・クチェフ(ブルガリア地球物理研究所), ヨング・チョイ(韓国高等科学技術研究所)

### GENERAL BEHAVIOR OF ELECTRON TEMPERATURE IN THE HIGH LATITUDE

Koh-Ichiro Oyama (Institute of Space and Astronautical Science), Takumi Abe (Aoyama Gakuin Univ.), Yasuo Sakaide (Univ. of Electro-Communication), Ivan Kutiev (Geophysical Institute of Bulgarian Academy of Sciences), Young Choi (KAIST)

A satellite AKEBONO which was launched in 1989 is producing excellent data set more than 5 years. TED (one of the experiments on board the satellite) has conducted the first systematic measurements of energy distribution function of thermal electrons by using the second harmonic method in the world. The data which has been obtained so far offers exciting information on the thermal structure between the height range of 1,000~10,000 km.

In this paper, we describe general feature of the height profiles of electron temperature above the geomagnetic latitude of 50 degrees, from where some high latitude signature starts to appear.

The study was carried out regarding diurnal variation, latitudinal and seasonal dependence of the height profiles. It was shown that daytime  $T_e$  above the height of 4,000 km increases as the latitude increases in all the latitude ranges. The height gradient of electron temperature profile becomes maximum around the trough region, which suggests that heat source of the electrons is far above the height of 10,000 km. Night time  $T_e$  shows the increase of  $T_e$  up to the mid latitude trough and then decreases toward polar cap.

Diurnal variation similar to low/mid latitude variation is seen up to the mid latitude trough; the diurnal variation shows morning overshoot (which is well known in low/mid latitudes) and evening overshoot in the afternoon. Beyond the trough diurnal variation becomes monotonous, showing night time electron temperature higher than daytime value.

あけぼの衛星によって観測された極冠域に於ける  
太陽風起源熱的イオンのエネルギー分散

Energy Dispersion of Thermal ions from the Solar Wind  
in the Polar Cap Region Measured by Akebono Satellite

Shigeaki Watanabe<sup>1</sup>, Eiich Sagawa<sup>1</sup>, Iwao Iwamoto<sup>1</sup>, Brian A. Whalen<sup>2</sup>, Andrew W. Yau<sup>2</sup>,  
Toshifuumi Mukai<sup>3</sup>, Hajime Hayakawa<sup>3</sup>

1: Communications Research Laboratory, Tokyo, Japan

2: Herzberg Institute of Astrophysics, N. R. C. C. Ottawa, Canada

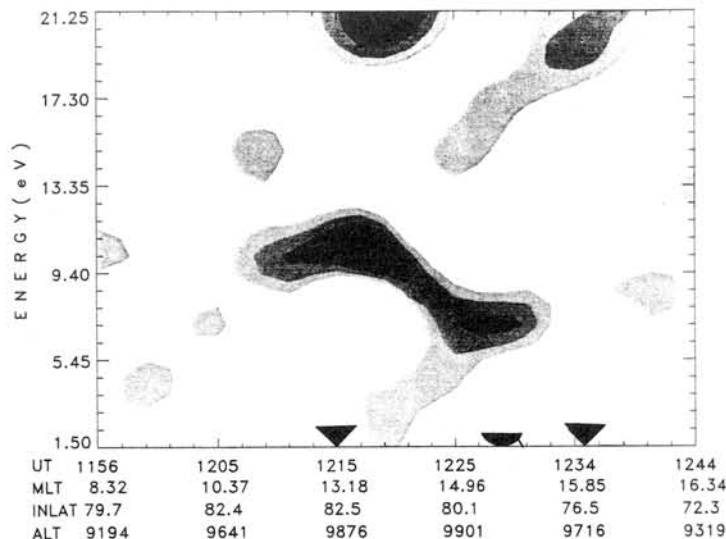
3: Institute of Space and Astronautical Science, Sagamiharashi, Japan

Abstract

Precipitating suprathermal ( $E > 25$  eV) mass per unit charge  $M/Q = 2$  ( $\text{He}^{++}$ ) ions are normally near or below the detection threshold of the Suprathermal ion Mass Spectrometer (SMS) on the Akebono spacecraft. However, at times large fluxes are observed near the polar cusp when the Interplanetary Magnetic Field (IMF) has a large southward component. We present comparisons between the IMP-8 IMF observations and the Akebono Low Energy Particle (LEP) detector, Electric Field Detector (EFD) and SMS which suggest that the IMF direction controls the degree to which solar wind alpha particles penetrate the magnetosphere. It is also shown that suprathermal  $\text{He}^{++}$  ion precipitation appears over a much wider latitudinal region than keV ions and at times covers a substantial fraction of the polar cap. These observations are interpreted in terms of time-of-flight dispersion associated with the combined affects of convection and low fieldaligned velocities of the  $\text{He}^{++}$  ions.

太陽風起源の熱的イオン ( $0 - 25$  eV) の振る舞いが EXOS-D に搭載された熱的イオン質量分析器 SMS によって観測された。LEP による太陽風速度イオン (平均  $300 - 400$  km/秒 数 keV) に比べ、出現領域はほぼ昼側極冠全域にわたっている。尚、カスプから EXOS-D までの距離を  $10 - 15 R_e$  程度とすれば、熱的イオンは減速無しの場合約  $30$  分或いはそれ以上費やす。又、地上の ISレーダー等では数分で対流のパターンが変化する。これらが時定数となる。一般に、太陽風から降下したイオンは対流によって運ばれ、侵入口 (カスプ等) に近い所に比較的高いエネルギーイオンが降下する。低エネルギーイオンは遠くに降下し SMS に観測される。すなわち速度フィルタである。太陽風の Z 成分が負で、時定数より以上大きな変化が無い定常状態の時には、LEP の低エネルギー部に熱的イオンが出現する。熱的イオンの分散図も単純速度フィルタで説明出来る。しかし、太陽風が一定で無い場合、観測されたイオンの侵入口が複数の場合、あるいは複数回カスプを横切る場合イオンのエネルギー分散図の解釈は複雑となる。観測されたエネルギー分散のパターンの極大、極小付近に EFD で求めた対流の速度、その方向の大きな変化が見られるようである。下図に見られる矢印は流れの大きな変化があった所である。

EXOS-D SMS  $\text{He}^{++}$  1990 Lowpass DATE0402ad102529 8



## 「あけぼの」RDMで観測された 放射線帯の構造変化(その2)

行松 彰(極地研)、高木 俊治(三菱総研)、河野 毅(理化学研)、長井 嗣信(東工大)  
寺沢 敏夫(東京大)、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) (2)

Yukimatu A.S.<sup>1</sup>, S.Takagi<sup>2</sup>, T.Kohno<sup>3</sup>, T.Nagai<sup>4</sup>, T.Terasawa<sup>5</sup>, F.Makino<sup>6</sup>, M.Ejiri<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Mitsubishi Reserach Institute, Inc.

<sup>3</sup>Institute of Physical and Chemical Research

<sup>4</sup>Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

<sup>5</sup>Geophysical Institute, University of Tokyo

<sup>6</sup>Institute of Space and Astronautical Science

Drastic structural variations of the radiation belt was observed by RDM (Radiation Monitor) instrument aboard AKEBONO (EXOS-D) spacecraft, resulting from arrival of the shock at the Earth on March 24, 1991. Especially, we observed the formation of the new peak of  $\alpha$ -particle belt just after this SC event as well as those of electron and proton belts as shown our previous presentation. Now, we have to know whether these observed  $\alpha$ -particles are truly  $\alpha$ -particles or not because the behavior of these  $\alpha$ -particles was quite different from those of new proton and electron belts, we could find other several events similar to this event, and this behavior could be a key to solve the formation and decay processes of radiation belts. We analyze the calibration data for RDM detector and try to estimate the probabilities for other particles to be counted as  $\alpha$ -particles compared with high energy particle data of other satellite.

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。高エネルギー電子、陽子の観測で、新しいベルトの形成があったことが示され、活発な議論がなされている。「あけぼの」衛星搭載の放射線モニター RDM 観測器の高エネルギー粒子検出器 (HPM) によってもこれが捉えられており、特に、このRDMによって、 $\alpha$ 粒子の新しい帯も形成されていたことが発見されたことを、前回に報告した。また、CRRES衛星ミッション終了後のこれらの粒子分布も得られている。RDM観測機は、高エネルギー電子 (>0.3MeV)、陽子 (6.3-62 MeV) 及び、 $\alpha$ 粒子 (16-52 MeV) のフラックスの観測を行っており、放射線帯の粒子フラックスの分布の各L殻における変動を追うことができるものである。

前回以降明らかになったことをまとめると以下ようになる。

3月24日のSCに先立ち、22日に起こった太陽フレア (あるいは起こったと思われるCME) に伴う高エネルギー電子、陽子、 $\alpha$ 粒子が23日には磁気圏内に侵入してきていた。放射線帯より外側はこれらの粒子で満たされていたものと考えられ、この状態は、SC後は減少し乍らも、3月30日頃までは持続していた。

SCの直後に形成された電子及び陽子の新帯は、「あけぼの」RDMでもはっきり捉えられていた。この電子、陽子の新帯は、その形成後1年間以上に亘って、CRRES衛星観測終了 (1991年10月) 以降も維持されていた。

更に、 $\alpha$ 粒子においても、新帯に当たるものが形成されていたことが明らかになった。しかも、長期間維持されていた電子、陽子の新帯とは様相が大きく異なっており、SCの直後に放射線帯より外側の粒子分布から分離するように現われ、時間経過とともに内側に移動してゆき、数日以内に崩壊したか (またはするとともに)、既存の $\alpha$ 粒子のベルトに吸収合併されていったように見て取れ、これに伴い既存のベルトの分布も変化した。

この1991年3月のSCは非常に大きなものであった為、このような新帯の形成はごくごく稀な現象であると考えられていたが、1989年以来の「あけぼの」RDMの観測データから、この他にも同様の現象がいくつか見つかった。これらは高エネルギー太陽粒子の磁気圏侵入及びSCと関連して起こっているが、必ずしも大きなSCであった訳ではなく、またいつでもこの様な現象が見出される訳でもない。

これらのことを概観し、特に、磁気嵐における放射線帯の振舞を知る上で、重要な手掛かりを与えるものと思われる、 $\alpha$ 粒子の電子や陽子とは異なった振舞いについて、他の関連データも用いて考察を行う予定である。

さらに、基本的な事柄として、この観測された $\alpha$ 粒子が、真の $\alpha$ 粒子であるのか? という疑問に答えるべく、観測機の校正データを今一度解析検討した結果も発表し、これを検証する。

# P46

## 放射線帯外側境界付近の高エネルギー粒子の降り込み

°中村るみ(名大STE研), D. N. Baker (Colorado大学), J. B. Blake (Aerospace Corp.),  
S. Kanekal (NASA/GSFC)

### Relativistic Electron Precipitation Near the Outer Boundary of the Radiation Belt

°R. Nakamura (STEL/Nagoya Univ.), D. N. Baker (LASP, Univ. Colorado), J. B. Blake  
(Aerospace Corp.), S. Kanekal (NASA/GSFC)

Using data from the HILT (Heavy Ion Large Telescope) onboard the Solar, Anomalous, and Magnetospheric Particle Explorer (SAMPEX) satellite, characteristics of electron precipitation are studied. The high resolution (0.1 s sample) data are analyzed by performing power spectral analysis. Enhanced fluctuations at the high latitude portion of the outer radiation belt are prominent during many of the crossings.

We report on relatively thin, persistent, latitudinal band of precipitation with time scales of ~20 sec near the outer edge of the radiation belt: these develop and decay within a few hours. The recurrent appearance of the bursts near the same locations for several hours suggests that this type of precipitation corresponds to a spatial structure. The spatial scale corresponds to ~150 km at the satellite altitude. The conjugacy between both hemisphere suggests that the source region would be located near the equatorial plane. Acceleration processes more effective than the usual radial diffusion process or scattering process would be needed to explain this strong precipitation band phenomenon.

Another prominent signature is microbursts with a time scale down to a few hundred milliseconds. Although microbursts were observed for several hours, spatial distribution of the microbursts significantly changed for each orbit. The development and decay of each burst may last only a few tens of seconds. The tendency to start from sharp increase and rather gradual decay with fluctuations, however, was recurrently observed. This pattern suggests that the observed characteristics are rather temporal than spatial. Since the frequency of the bursts is about the time-scale of the bounce time of an electron (~0.3 sec), relaxation oscillator mechanism such as proposed for pulsating auroral cases would explain this kind of fluctuations.

**Magnetospheric particle simulation of a low-latitude aurora**

H. Miyaoka and M. Ejiri

*National Institute of Polar Research, Itabashi, Tokyo 173, Japan*

The previous analysis of DMSP satellite data has revealed that a low-latitude aurora appeared on October 21, 1989 was produced by the enhanced low energy (10eV-1keV) electrons precipitating at the equatorward boundary of auroral oval which had expanded extremely lower latitude during the main phase of a large magnetic storm [Miyaoka et al., 1993]. A next puzzle to be clarified is what kind of physical processes contributed to *the selective precipitation of the low energy electrons* at the equatorward boundary of auroral oval. To examine a promising scenario for this extraordinary intense 630nm-dominant aurora, a magnetospheric particle simulation was applied to the storm/substorm event with an improved energetic particle tracing code including the following aspects;

- multiple particle energies,
- multiple particle pitch angles,
- time varying convection electric fields,
- cold plasma distribution (plasmasphere).

The dynamical behavior of energetic electrons and ions has been successfully simulated in a realistic storm/substorm electric field model estimated from solar wind and geomagnetic parameters.

Main features from this simulation are;

- (1) a front of injected electrons reached around at  $L=2$  in the inner magnetosphere from pre-midnight to dawnside as the storm progressed during the main phase,
- (2) a local injection from a substorm current disruption is a potential cause for the localized auroral breakup in the pre-midnight sector,
- (3) strong pitch angle anisotropies were found in the vicinity of a boundary region between the injected particles and the plasmasphere. The wave-particle interactions caused by these anisotropies are considered as the most primary mechanism for the massive and selective precipitation of low energy electrons in the low-latitude aurora on Oct. 21, 1989.

Enhanced UHR emissions observed by the Akebono satellite predominantly in the equatorial inner magnetosphere during magnetic storms are suggested as the most promising candidate for this process.

## 磁気嵐の形態

○ 丸橋克英（通総研）、大高一弘（通総研）、宮岡 宏（極地研）

## Morphology of Geomagnetic Storms

Marubashi, K. (CRL), Ohtaka, K. (CRL), and Miyaoka, H. (NIPR)

Morphology of geomagnetic storms is determined by the injection rate and the decay rate of ring current particles. The injection rate is principally controlled by the cross-tail electric field that is directly connected with the IMF and solar wind velocity. Thus, the solar wind condition is a fundamental factor controlling morphology of geomagnetic storms. Another important factor is the locus where the storm-time ring currents develops. This factor should have some influence not only on the decay rates but also on the rates of development of ring currents. Thus, it is expected that the response of ring currents to solar wind conditions changes depending on the storm magnitude. This is an attempt to confirm such dependence using some selected storm events.

磁気嵐の形態は環電流の発達、すなわち、粒子の注入率と粒子の減衰率によって決定される。粒子の注入率は、第一に磁気圏尾部を横切る電場に支配され、その電場は太陽風の磁場と速度に直接に結び付けられる。したがって、太陽風の条件が磁気嵐の形態を支配する基本的な因子である。一方、環電流が形成される場所も重要な因子である。環電流がどこに形成されるかによって、減衰率が変化することは容易に理解されるが、流れる環電流の強さも変化することが期待される。つまり、磁気嵐の形態を太陽風条件に対する応答として見たときに、その応答は磁気嵐の規模によって異なってくるはずである。この発表では、磁気嵐の規模による応答の違いを確認する。



## The Dependence of Magnetospheric Currents on the Dipole Tilt Angle

° H.Kusaka<sup>1</sup>, T.Iijima<sup>1</sup>, T.A.Potemra<sup>2</sup>, L.J.Zanetti<sup>2</sup>, and S.Ohtani<sup>2</sup>

1. Department of Earth and Planetary Physics, Graduate School of Science, The University of Tokyo

2. Applied Physics Laboratory, The Johns Hopkins University

We have determined characteristics of near-earth near equatorial magnetospheric currents from  $L = 4.5 - 8.5R_E$  using the AMPTE/CCE vector magnetic field data during years of 1984 - 1988. We have already reported them that were obtained in both geomagnetically quiet periods ( $|AL| < 100\text{nT}$ ) and active periods ( $|AL| > 100\text{nT}$ ) when the dipole tilt angle  $T$  was in medium range (i.e.  $12^\circ < T < 24^\circ$ ). The main purpose of our present study is to determine magnetospheric currents during periods of small dipole tilt angle ( $0^\circ < T < 12^\circ$ ) and compare them to the previous results. Characteristics determined here include the following:

(1) Neutral sheet changes its position by dipole tilt angles, dramatically on the nightside and scarcely on the dayside. Its vertical change is up to  $\sim 0.5R_E$  on the nightside and is at most  $\sim 0.2R_E$  on the dayside.

(2) Equatorial currents of radial and azimuthal components flowing between  $z = -0.5R_E$  and  $z = 0.5R_E$  have nearly the same intensities during both ranges of small and medium dipole tilt angle. This suggests that the equatorial current is thicker than  $\sim 1R_E$ .

(3) Plasma pressure distribution inferred from  $\mathbf{j} \times \mathbf{B}$  has shown the existence of two peaks. One is located near 2100MLT in both quiet and active geomagnetic conditions. The other is on the dayside, located  $\sim 1200\text{MLT}$  in quiet periods and  $\sim 0900\text{MLT}$  in active periods. Two pressure peaks persist during both ranges of small and medium dipole tilt angle.

## 磁気嵐と太陽風パラメータの統計的研究

◦ 横山 信博、上出 洋介 (名古屋大学太陽地球環境研究所)

## A Superposed Epoch Analysis of Geomagnetic Indices and Solar Wind Parameters for Magnetic Storms

N. Yokoyama and Y. Kamide (STE Laboratory, Nagoya University)

To find out the statistical characteristics of geomagnetic storms, we conducted a superposed epoch analysis of geomagnetic indices and solar wind parameters. Data for the period from 1983 to 1991 were used and a total of 294 storms were identified.

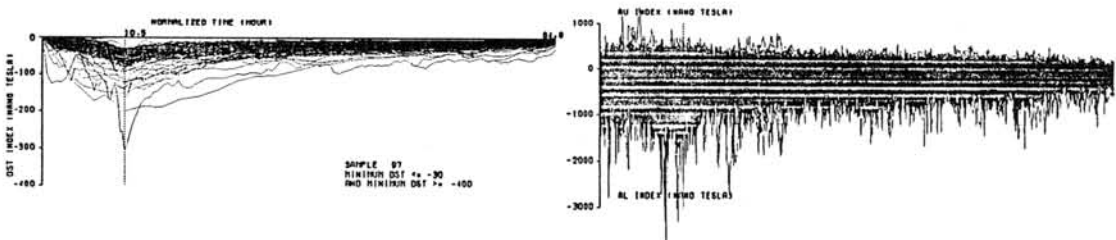
A similar superposed epoch analysis of geomagnetic storms has recently been conducted by Taylor et al. (1994). Their method, however, is very simple and does not consider the characteristic time scale, e.g., the period of the main and recovery phases. Our study normalized the storm time by averaging the time from the start to the storm peak and the peak to the end. We defined the end of a storm as the time when *Dst* became one tenth of its peak value.

The following diagrams show the superposed *Dst* and *AE* indices.

1983年から1991年までの *Dst* 指数の変動を用いて、磁気嵐の重ね合わせ解析を行った。*Dst* 指数が0以下になった時を磁気嵐主相の始まりとし、*Dst* 指数のピーク値の10分の1になった時を終わりとした。磁気嵐の重ね合わせ解析については、Taylor et al. (1994) が行っているが、彼らの方法はパラメータを単純に重ね合わせただけであり、主相と回復相の区別や、磁気嵐における特徴的なスケールを見いだすための基本となるパラメータの規格化方法について、何も示されていない。本研究では、重ね合わせの際に、始まりから *Dst* のピーク値までを主相、ピーク値から終わりまでを回復相として区別し、それぞれの時間を抽出したサンプルの時間の平均値で規格化した。

上に述べた規格化を行うことにより、大きな磁気嵐は長い時間スケールを持つことが認められた。これは、環電流の形成時に、磁気圏尾部より注入されるプラズマ粒子が磁気嵐の大きさによらないと考えることができる。

抽出した磁気嵐のサンプルは全部で294になった。下に示す図は、それぞれ *Dst* 指数と *AE* 指数を重ね合わせたものである。サンプル数は全部で114であるが、これは *AE* 指数が1986年までのデータであるので、1983年から1986年の間に限定したからである。*AE* 指数も *Dst* 指数の規格化に合わせてプロットした。この図から、*AL* 指数のピークは *Dst* 指数よりも早いことがわかる。ポスターでは太陽風の諸パラメータとあわせて議論する。



# P51

## Numerically Adjusted Electrojet Model Based on Ground Observations of Magnetic Field

R.Colqui, T.Kitamura,

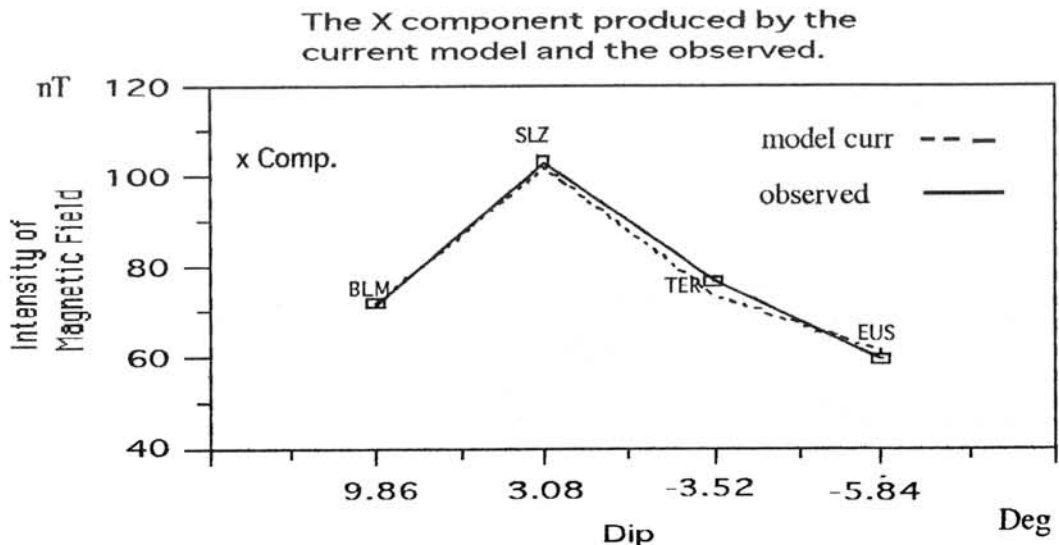
*Dept. of Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ., Fukuoka.*

### Abstract.

As most models of the electrojet system in some way disagree with observed parameters, we have attempted to devise a model of current distribution (the equatorial electrojet) which is in fairly good agreement with the observed temporal variations of ground observations of the magnetic field by numerically adjusting the different parameters. The method for adjusting every parameter is based on the minimization of the error for all of the four observation points on the Brazilian sector :Belem(dip 9.86), SaoLuis (dip 3.08), Teresina (dip -3.52), and Eusebio (dip -5.84).

The current distribution is adjusted automatically to fit the observed strength of the components of the magnetic field in every point in a given instant. In this way we can visualize the dynamic behavior of the current distribution.

Our model intends establish the principal characteristics of the distribution of current in the electrojet for different situations of the magnetic field.



## Ionospheric Electric Fields and Currents associated with substorms

◦ Mariko Sato<sup>1</sup>, Y. Kamide<sup>1</sup>, A. Richmond<sup>2</sup>, A. Brekke<sup>3</sup> and S. Nozawa<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> High Altitude Observatory, NCAR, U.S.A.

<sup>3</sup> Auroral Observatory, University of Tromsø, Norway

An auroral substorm begins with the sudden brightening of auroras accompanied with the intensification of local westward electrojets. Shortly after the onset, the bright auroras and the westward electrojet expand poleward. To understand such a process of substorms, it is very important to examine electrodynamic properties in the vicinity of auroral arcs expanding poleward.

The purpose of this study is to investigate time variations of ionospheric parameters associated with substorms. For this purpose, we use a magnetogram-inversion method to estimate ionospheric electric fields and currents in a localized region. This paper describes results of our efforts in which the scheme is applied to northern Scandinavia, estimating the ionospheric parameters on a small scale. Auroral features are identified using all-sky camera photographs obtained at Muonio and Kevo, Finland.

Fig. 1 shows an auroral image which was taken by the all-sky camera at Muonio while aurora arcs were expanding poleward. Estimated electric field vectors for this time are shown in the right panel. The electric field at the poleward edge of the arc has strong westward component. The poleward edge appears to coincide with the boundary which separates northward and southward electric fields. We present the time sequence of ionospheric parameters during the substorm expansion phase.

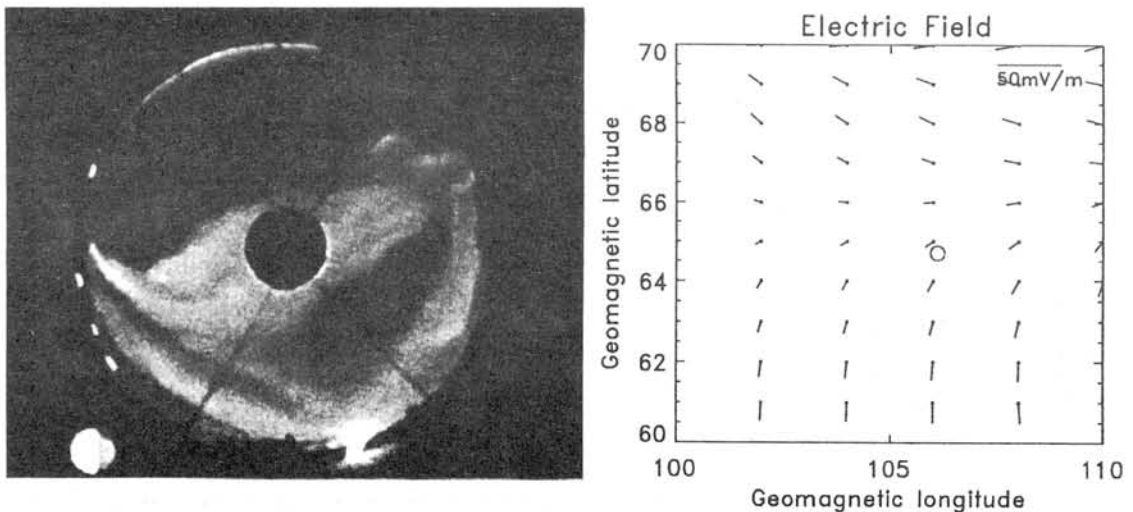


Fig.1 Left: An all-sky camera photograph taken at Muonio at 2130 UT, April 10, 1990. Right: Electric field vectors estimated by using the scheme for the same time. An open circle indicates the location of Muonio.

# 極域サブストームとDst およびASY変動の関係

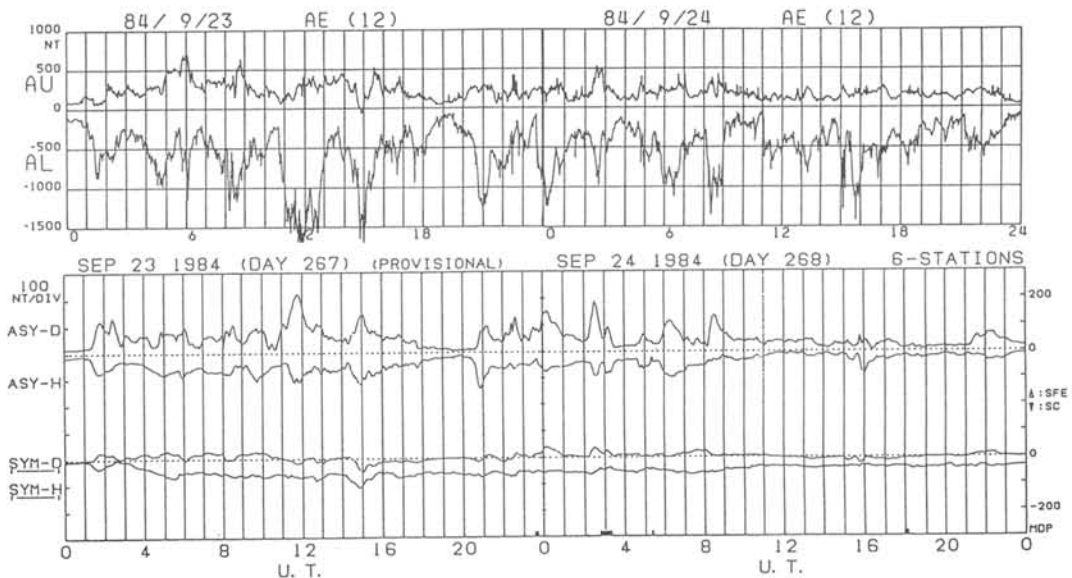
家森俊彦 (京都大学理学部)

## RELATIONSHIPS BETWEEN POLAR MAGNETIC SUBSTORMS AND LOW-LATITUDE Dst AND ASY VARIATION

T. Iyemori (Faculty of Science, Kyoto University)

The 1 minute resolution SYM (=Dst) index tends to decay after substorm onset rather than to develop when a substorm onset is defined by a mid-latitude positive bay onset. In this paper, a substorm onset is defined by a sharp decrease of the AL index and the relation between the substorm onsets and the Dst and ASY variation is examined and discussed.

Dst 指数は磁気嵐時のリングカレントだけではなく、磁気圏の様々な電流の効果を含んでいる。中緯度 positive bay で定義したサブストームの開始と、1 分値 Dst 指数の暫定版である SYM 指数の発達を調べた結果、それらはほとんど相関を示さず、むしろ逆に、サブストームの開始とともに Dst 成分は減衰する傾向のあることがわかった。今回は、極域サブストームの開始を 1 分値 AL 指数を用いて定義し、Dst および ASY 成分がどのような変動を示すか統計的に解析した結果を示し、サブストームと Dst の関係について議論する。



An example showing the relation between the polar magnetic substorms and mid-latitude SYM(=Dst) and ASY indices.

