

第15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 Fifteenth Symposium
on Coordinated Observations of the Ionosphere
and the Magnetosphere in the Polar Regions

Programme and Abstracts

1992年1月28日(火) – 1月29日(水)

January 28–29, 1992

国立極地研究所

National Institute of Polar Research
Tokyo, Japan

第15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

1992年1月28日(火) 9時50分 - 17時45分

1月29日(水) 9時30分 - 17時45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15回 極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム

9:50	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	I. 所長挨拶 太陽風・磁気圏相互作用	II. 磁気圏擾乱	昼食	III. ポスターセッション (I)	IV. 磁気圏・電離圏結合 (I)	休息	V. 磁気圏・電離圏結合 (II)	VI. ポーターハンドール気球実験	VII. 懇親会 研究棟2階講義室		

1月28日
(火曜日)

9:30	10	11	12	13	14	15	16	17	17:45
VI. ELF/VLF/LF波動	VII. オーロラ	昼食	VIII. ポスターセッション (II)	IX. ULF波動	X. 「赤いオーロラ」イベントセッション	休息	XI. 将来計画		

1月29日
(水曜日)

講演時間： 口頭発表 講演12分 討論3分
イベントセッションのみ、各発表8分以内でお願いします。

国立極地研究所
第15回極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム

1992年1月28日・29日
国立極地研究所 6階講堂

1月28日(火曜日) 9:50~17:45

挨拶 星合孝男 国立極地研究所長

I. 太陽風・磁気圏相互作用 (10:00~11:00) 座長 丸橋克英(通総研)

1. Origin of interplanetary southward magnetic fields responsible for major magnetic storms
丸橋克英(通総研), J.A. Joselyn(NOAA/SEL)
2. 磁気圏急始部(SC)のモデル計算
長田真吾, 荒木 徹, 藤田摂子(京大・理), 山田雄二(地磁気観), 湯元清文, 塩川和夫
(名大・STE研), H. Lühr(Tech. Univ. Braunschweig)
3. Heliomagnetospheric control on substorm activity
齋藤尚生, 高橋忠利, 小塚幸央(東北大・理), 赤祖父俊一(Univ. of Alaska)
4. Comparative magnetospheric disturbances between comets and the earth
小塚幸央, 齋藤尚生(東北大・理), 南 繁之(大阪市大), Ichishiro Konno(Southwest Res. Inst.)
赤祖父俊一(Univ. of Alaska)

II. 磁気圏擾乱 (11:00~12:00) 座長 上出洋介(名大・STE研)

5. 磁気圏テイルにおけるEarthward電磁場の存在とサブストーム
南 繁行(大阪市大), I.M. Podgorny(SRI, Moscow)
6. 高速磁気リコネクション機構発展の計算機シミュレーション
鶴飼正行(愛媛大・工)
7. Comparison between the polar cap index and the polar cap AE index
S. Saroso(京大・理), 杉浦正久(東海大・開発技研), 家森俊彦, 荒木 徹, 亀井豊永(京大・理)
8. Auroral electrojet activity during isolated substorms at different local times:
A statistical study
上出洋介(名大・STE研), H.W. Kroehl(NOAA/NGDC)

~~~~~  
昼 食 (12:00~13:00)  
~~~~~

ポスターセッション I (13:00~14:00)

- P1. 昭和基地におけるオーロラレーダ観測
大高一弘, 前野英生, 五十嵐喜良(通総研)
- P2. 30MHz Riometerの混信の曜日依存性
行松 彰(京大・理), 江尻全機, 門倉 昭(極地研), 荒木 徹(京大・理)
- P3. A possible mechanism to cause CNA modulation by toroidal Pc5 pulsations
坂 翁介(九大・理), 山岸久雄, 佐藤 夏雄(極地研), D.N.Baker (GSFC/NASA)
- P4. Characteristics of short period geomagnetic pulsation observed during geomagnetic storms
角村 悟(地磁気観)
- P5. 高緯度Pc3-4脈動の特性 — IMF cone angle の大きい場合
林 希一郎, 林 幹治(東大・理)
- P6. 衛星同時観測に基づく磁気圏Pc3-4波動の相関解析
松岡 均, 湯元清文(名大・STE研)
- P7. 惑星間衝撃波後で発生したアルヴェンモードとキャピティモードのPc3型ULF波動
磯野青児, 湯元清文, 田中義人, 塩川和夫(名大・STE研), B.J.Fraser, F.W.Menk(Univ.of Newcastle)
- P8. Local time variation of wave mode of Pi2 pulsations observed by synchronous satellites
竹内 仁, 斎藤尚生(東北大・理), 桜井 亨(東海大・工), 高橋忠利(東北大・理)
- P9. 昭和基地近傍で観測される誘導電流の影響を受けたPc5磁気脈動の特性
加藤賢一, 青山 巖, 利根川 豊(東海大・工), 佐藤夏雄(極地研), 坂 翁介(九大・理)
- P10. QPエミッション発生時に昭和—アイスランド共役点とAMPTE衛星で同時観測された地磁気脈動の特性
神蘭秀信(電通大), 佐藤夏雄(極地研), 高橋主衛(JHU/APL), 芳野起夫(電通大)
- P11. 共役点における地磁気変動の統計的特性
橋本久美子(高知大・理), 佐藤夏雄(極地研), 楠瀬昌彦(高知大・理)
- P12. オメガ電波の位相および周波数偏移解析による下部電離層擾乱動態の考察
川上 登, 島倉 信(千葉大・工), 佐藤夏雄, 山岸久雄(極地研), 早川正士(電通大)
- P13. 極域VLF波動の電離層透過域推定法について
今井雅人, 島倉 信(千葉大・工), 佐藤夏雄(極地研), 早川正士(電通大)
- P14. 磁気圏コーラスの方位測定結果とその発生伝搬機構について
服部克巳(名大・STE研), 早川正士(電通大)
- III. 磁気圏・電離圏結合 I (14:00~15:00) 座長 小川忠彦(通総研・平磯)
9. 磁気圏電離圏結合シミュレーションのスキーム
田中高史(通総研)
10. A theory of current generator in the magnetosphere-ionosphere coupling
山本 隆(東大・理), C-I.Meng(JHU/APL)

11. 極域電離層磁場・電場擾乱のscale依存性

石井 守, 家森俊彦, 竹田雅彦, 岡 亜伊子(京大・理), 杉浦正久(東海大・開発技研),
J.A.Slavin(NASA/GSFC)

12. Coupled hydromagnetic oscillations in the ionosphere-magnetosphere

藤田 茂(気象大)

~~~~~  
休 憩 (15:00~15:15)  
~~~~~

IV. 磁気圏・電離圏結合II (15:15~17:00) 座長 山岸久雄(極地研)

13. [Invited Talk] (30分)

Signatures of dayside solar wind/magnetosphere/ionosphere coupling as revealed
by the PACE HF radars and associated experiments
J.R.Dudney(British Antarctic Survey)

14. High resolution observations of simultaneous radio and optical auroras over Mizuho Station

五十嵐 喜良(通総研), 小川忠彦(通総研・平磯)

15. 昭和基地VHFオーロラレーダによるドップラースペクトルの特性

國武 学, 田中高史, 五十嵐 喜良, 山本伸一, 前野英生, 小川忠彦(通総研)

16. イメージングリオメータにより観測されるPc4-5脈動時の降下電子の高緯度伝播特性について

山岸久雄(極地研), 坂 翁介(九大・理), 加藤賢一(東海大・工)

17. Ny-Alesund(L~16)におけるイメージングリオメータ観測

西野正徳, 田中義人, 小口 高, 野沢悟徳(名大・STE研), 山岸久雄(極地研),
Holtet(Univ.of Oslo)

18. カस्पで侵入した太陽風イオンと太陽風磁場

渡辺成昭, 佐川永一, 巖本 巖(通総研), B.A.Whalen, A.W.Yau(NRCC/HIA)

V. ポーラーパトロール気球実験 (17:00~17:45) 座長 門倉 昭(極地研)

19. JARE31, 32南極周回気球実験 -昭和基地オペレーションを中心として-

秋山弘光(宇宙研), 藤井良一, 小野高幸, 江尻全機(極地研), 太田茂雄, 矢島信之,
山上隆正(宇宙研)

20. Numerical modeling of the vertical motion of a Polar Patrol Balloon (PPB)

門倉 昭(極地研)

21. 南極周回気球(PPB)による磁場の全磁力測定

遠山文雄(東海大・工), 藤井良一, 江尻全機, 小野高幸(極地研), 国分 征(東大・理)
利根川 豊(東海大・工), 矢島信之(宇宙研), PPB7-キンググループ

~~~~~  
懇親会 (18:00~20:00) 研究棟2階 講義室  
~~~~~

1月29日(水曜日) 9:30~17:45

VI. ELF/VLF/LF波動(9:30~10:30) 座長 早川正士(電通大)

22. Direction finding of magnetospheric VLF/ELF emissions
早川正士(電通大)
23. アイスランドにおけるVLF/ELF波動の電磁場3成分観測
島倉 信(千葉大・工), 佐藤夏雄(極地研), 利根川 豊(東海大・工)
24. あけぼの衛星で観測されたVLF波動と粒子の関連について
太口 努, 木村磐根, 沢田 晃(京大・工), 向井利典(宇宙研)
25. 極域電磁放射(AKR)とプラズマ圏波動励起(UHR)の同時発生現象
森岡 昭, 大家 寛(東北大・理)

VII. オーロラ(10:30~12:00) 座長 林 幹治(東大・理)

26. サブストームに於けるオーロラの分布特性
金田榮祐, 山本達人(東大・理)
27. Initial observations of aurora by the ATV-VIS aboard the EXOS-D(Akebono)
江尻全機, 門倉 昭(極地研), 小口 高(名大・STE研), EXOS-D ATV team
28. アイスランドオーロラ立体観測初期結果
江尻全機, 宮岡 宏, 小野高幸(極地研), 麻生武彦(京大・工), 佐藤夏雄, 山岸久雄(極地研)
29. アイスランド・オーロラステレオ観測画像の解析(速報)
麻生武彦, 橋本 岳, 藪 哲郎, 阿部 稔(京大・工), 江尻全機, 宮岡 宏, 小野高幸(極地研)
30. 多波長フォトメータ観測による降下電子エネルギーの推定
小野高幸(極地研)
31. サブストームの発達に伴うオーロラ・オーバルの形態変化
平沢威男(極地研)

~~~~~  
昼 食 (12:00~13:00)  
~~~~~

ポスターセッション II (13:00~14:00)

- P15. 第31次南極地域観測隊による昭和基地における熱圏ダイナミックスのドップラーイメージング観測
中島英彰, 福西 浩(東北大・理), 小野高幸(極地研), 岡野章一(東北大・理)
- P16. 高感度単色全天カメラ及び4波長掃天フォトメータによる夜間大気光のテスト観測
塩川和夫, 湯元清文, 加藤利男, 田中義人, 小口 高(名大・STE研), 木山喜隆(新潟大)

- P17. ARSADシステムによるオーロラサージの動態解析
六山弘一(電通大), 平沢威男, 小野高幸(極地研), 芳野起夫(電通大)
- P18. オーロラの分光特性の空間-時間変化
岡村 宏(電通大), 江尻全機(極地研), 横田俊昭(愛媛大), 佐々木 進(宇宙研)
- P19. Time and spatial developments of visible aurora activities observed by Akebono ATV-VIS
門倉 昭, 江尻全機(極地研), 小口 高(名大・STE研), EXOS-D ATV team
- P20. パルセーティングオーロラのロケット地上同時観測 —北欧ロケットS-520-14号機実験結果—
宮岡 宏(極地研), 森岡 昭, 大家 寛(東北大・理), 江尻全機(極地研), 鶴田浩一郎(宇宙研)
- P21. Mode conversion process from UHR waves to electromagnetic waves —Numerical calculation using multilayer model
飯島雅英, 大家 寛(東北大・理)
- P22. EXOS-D衛星によって観測されるBRIFLE現象 —その発生原因及びプラズマ圏構造の解明
菊池雅行, 大家 寛, 森岡 昭, 飯島雅英, 小林 香(東北大・理)
- P23. あけぼの衛星によるTROMSの電離層加熱実験の共同観測
石田 薫, 木村磐根, 笠原禎也(京大・工), 長野 勇(金沢大・工), P.Stubbe(Max-Planck Inst.)
M. Rietveld(EISCAT), R. Barr(DSIR)
- P24. おおぞら衛星, DMSP衛星の同時観測による極域電離圏構造の解析
高橋忠利, 大家 寛, 斎藤尚生(東北大・理)

VIII. ULF波動 (14:00~15:00) 座長 桜井 亨 (東海大・工)

- 3.2. Polar cusp characteristics of ULF waves and magnetic field variations
桜井 亨, 利根川 豊, 加藤賢一(東海大・工), 佐藤夏雄, 山岸久雄(極地研), 巻田和男(拓殖大)
- 3.3. A global signature of Pi2 excitation in the magnetosphere
坂 翁介, 魚住禎司(九大・理), 佐藤夏雄(極地研), D. N. Baker(NASA/GSFC)
- 3.4. Ion cyclotron wave generated with SSC and SI
加藤愛雄(東北大・理), 利根川 豊(東海大・工)
- 3.5. 電離層への日射が共役性現象に及ぼす影響
佐藤夏雄(極地研)

~~~~~  
休 憩 (15:00~15:15)  
~~~~~


IX. 「赤いオーロラ」イベントセッション (15:15~16:45) 座長 江尻全機 (極地研)

- (1) 昭和基地地上観測データ
門倉 昭(極地研), 岡村 宏(電通大), 木村健一, 栗原則幸(通総研), 江尻全機
(極地研), JARE30
- (2) IMP-JおよびIPSによるIMF・太陽風データ
渡辺 堯, 小島正宣(名大・STE研)
- (3) 「あけぼの」による紫外オーロラ撮像データ
金田榮祐(東大・理)
- (4) 「あけぼの」EFDによるDC電場データ
松岡彩子(宇宙研), EFDグループ
- (5) 「あけぼの」MGFによる磁場変動データ
田中 真, 遠山文雄, 利根川 豊, 桜井 亨(東海大・工), MGFグループ
- (6) 「あけぼの」LEPによる粒子観測データ
向井利典(宇宙研), LEPグループ
- (7) 「あけぼの」PWSによるプラズマ密度分布データ
大家 寛, 森岡 昭, 飯島雅英(東北大・理)
- (8) 「あけぼの」PWSによるHF~LF波動データ
大家 寛, 森岡 昭(東北大・理)
- (9) 「あけぼの」VLFによるVLF波動スペクトルと粒子のE-tダイアグラムの対応
太口 努(京大・工), VLFグループ

~~~~~ 総合討論 ~~~~~

X. 将来計画 (16:45~17:45) 座長 佐藤夏雄 (極地研)

36. 昭和基地-アイランド共役点観測の現状と将来計画  
佐藤夏雄(極地研)
37. 昭和基地及びアイランドイメーシングリオメーターによるオーロラ吸収画像の南北半球  
共役性の研究 -将来計画-  
山岸久雄(極地研), 山崎一郎(通総研), 西野正徳, 佐藤 貢, 加藤泰男(名大・STE研)  
菊池 崇(通総研), 佐藤夏雄(極地研)
38. 南極周回気球(PPB)による地磁気のベクトル計測計画  
利根川 豊, 遠山文雄(東海大・工), 門倉 昭, 佐藤夏雄, 江尻全機(極地研)
39. New doors opened by the antarctic ballooning  
斉藤 威(東大宇宙線研)

第15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 Fifteenth Symposium  
on Coordinated Observations of the Ionosphere  
and the Magnetosphere in the Polar Regions

Abstracts  
(Oral Presentation)

1992年1月28日(火) - 1月29日(水)

January 28-29, 1992

国立極地研究所

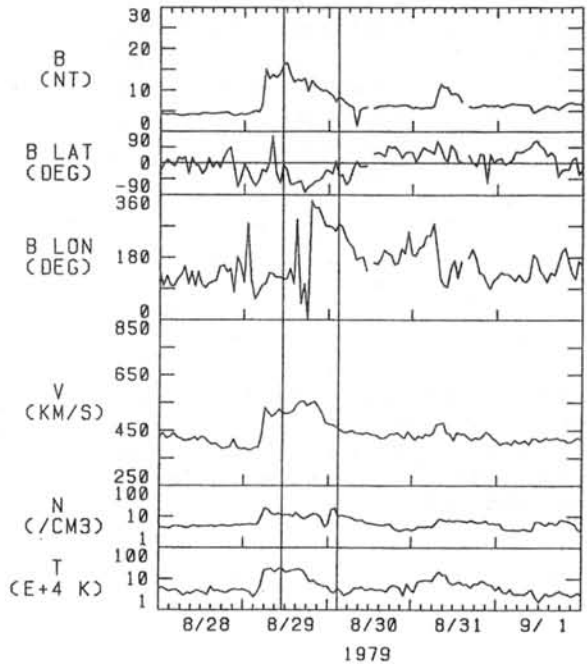
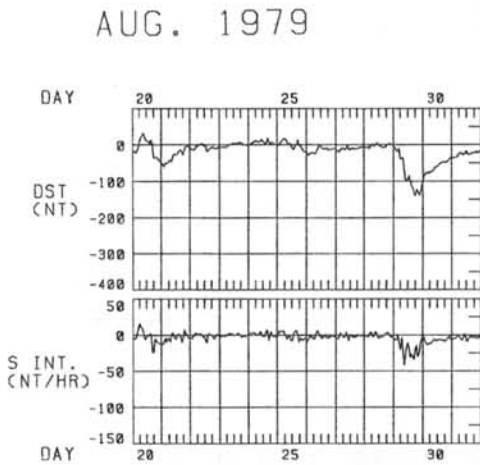
National Institute of Polar Research  
Tokyo, Japan

ORIGIN OF INTERPLANETARY SOUTHWARD MAGNETIC FIELDS  
RESPONSIBLE FOR MAJOR MAGNETIC STORMS

K. Marubashi (CRL, Japan) and J.A. Joselyn (NOAA/SEL, USA)

One of the most important conditions for development of intense geomagnetic storms is that the Earth is embedded in strong, southward interplanetary magnetic fields (IMFs). Thus, several works have been made with focus on clarifying the origins of strong, southward IMFs. The possible origins of large, southward IMFs thus far proposed include interplanetary flux ropes, shocked southward fields, distorted sheath fields, and draped IMFs. In this study, we investigated three-dimensional configuration of IMFs for selected events of long-lasting strong, southward IMFs. The result indicates that flux rope structures are involved in most of such events. For instance, shocked southward fields last long, when they occurred in flux ropes.

Figures attached below show an example of a magnetic storm which developed in good correlation with the IMF variation. This IMF variation can be interpreted as an interplanetary magnetic flux rope. This event was previously studied by Tsurutani et al. in a series of papers, and the IMF variation was attributed to draped fields. However, it is certain that flux rope interpretation is more appropriate for the southward fields around the time of maximum development of the storm.



## 磁気嵐急始部 (SC) のモデル計算

長田 真吾<sup>1</sup>, 荒木 徹<sup>1</sup>, 藤谷 攝子<sup>1</sup>, 山田 雄二<sup>2</sup>, 湯元 清文<sup>3</sup>, 塩川 和夫<sup>2</sup>, H. Luhr<sup>4</sup><sup>1</sup>京都大・理 <sup>2</sup>地磁気観測所 <sup>3</sup>名大STE研 <sup>4</sup>Technical Univ. of Braunschweig

地上で観測されるSCの磁場変動は磁気緯度と地方時に依存していくつかの典型的な形状を示す。たとえば高緯度の午前側では、磁場のH成分は preliminary impulse (PI) で急激に増加し、それに続く main impulse (MI) で急激に減少する。逆に高緯度の午後側および赤道の正午付近では、H成分はPIで減少しMIで増加する。また、中低緯度の広い範囲ではH成分の増加のみからなる波形がよくみられる。

Araki (1977) によると、地上で観測されるSCの磁場変動は3つの成分の合成であると考えられる。1つは、磁気圏圧縮に伴って発生する圧縮性磁気流体波面の DUSK-DAWN 電場が磁力線に沿って極域電離層に伝えられ、電離層電流を流すことによって生じる磁場変動 (DPpi)、もう1つはその波面が地球を通過した際に生じる全地球的なH成分の増加 (DLmi)、そして3つめは磁気圏対流の強化による DAWN-DUSK 電場が電離層に伝わって生じる磁場変動 (DPmi) である。

このうち DPpi と DPmi に対応する沿磁力線電流のモデルと電離層電気伝導度のモデルを用いて地上に生じる磁場変動を計算し、これに適当な DLmi を加えることによって上述のようなSCの出現特性が再現できるかを試みた。図1は計算に用いた沿磁力線電流のモデルである。C1、C2はそれぞれ DPpi、DPmi に対応しており、C1は緯度線に沿って時間的にその位置を変えている。この計算の結果、比較的単純なモデルであるにもかかわらず、観測されたSCの波形とその分布についてかなりの部分をうまく再現できることがわかった。

この方法を用いれば個々のイベントについても、それぞれ電流系のモデルを考えることができる。その1例として1991年3月24日に観測されたSCをとりあげ、そのモデル化を行った。このイベントは柿岡で200nTをこえるPIが観測されるなど、観測史上最大級のものである。図2にその観測データの一例を示す。講演では、このイベントにおける各地での観測データと計算結果との比較検討を中心に議論していく予定である。

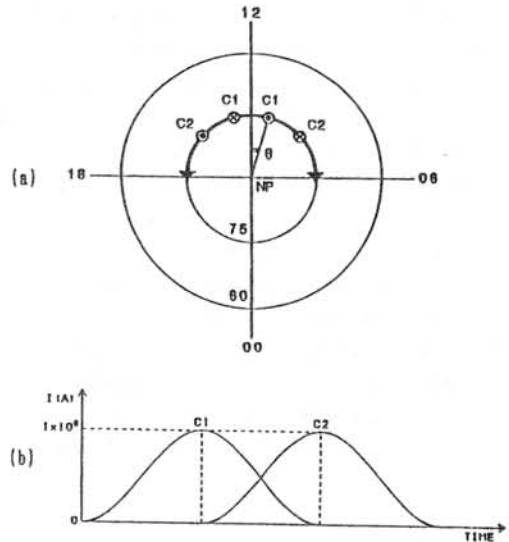


図1 沿磁力線電流のモデル。電離層との結合点の位置(a)と、電流強度の時間変化(b)。

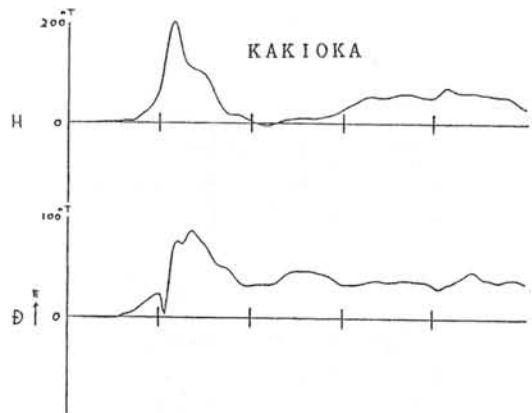


図2 柿岡観測所において観測された1991年3月24日のSC。横軸は1日盛り1分。

# HELIO-MAGNETOSPHERIC CONTROL ON SUBSTORM ACTIVITY

T. Saito<sup>1,2</sup>, Y. Kozuka<sup>1</sup>, T. Takahashi<sup>2</sup>, and S.-I. Akasofu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Geophysical Institute, Tohoku University, Sendai 980, Japan

<sup>2</sup>Onagawa Magnetic Observatory, Tohoku University, Sendai 980, Japan

<sup>3</sup>Geophysical Institute, University of Alaska, Fairbanks 99775, USA

## 1. INTRODUCTION

Relationships between various solar phenomena and substorm activity is regarded to be very complicated owing mainly to complicated deformation of the solar magnetic fields in the coronal region. The purpose of the present paper is to clarify the deformation of the solar coronal field mainly on the basis of various photographs of the corona taken during the solar eclipse on July 11, 1991.

## 2. ANALYSIS

The source-surface neutral line calculated from the observed photospheric magnetic field is displayed from the view longitude for each Carrington rotation number as shown in Figure 1. The position of the pole of the equivalent centered dipole is expressed against heliographic latitude as exhibited in Figure 2. The observed source-surface neutral line is compared with the neutral line calculated from the triple-dipole model (Figure 3). The neutral sheet as viewed from the earth is superposed on the observed solar corona (Figure 4). The photographs of the corona with two different exposure times are superposed in Figure 5.

## 3. CONCLUSION

- (1) The source-surface neutral line forms the warped magnetic neutral sheet, which corresponds to the coronal sheet.
- (2) The coronal sheet, which corresponds to the slow-speed solar wind source, turns over during 11-year cycle.
- (3) When a part of the coronal sheet is parallel to the sun-earth line, the sheet is viewed as a helmet type coronal streamer that stands radially from the photosphere.
- (4) The coronal sheet is sandwiched by the polar plumes which are the sources of the high-speed solar wind.
- (5) Both of the solar plasma from a flare and the coronal streamer from an active region tend to stretch non-radially towards the magnetic field of the equivalent centered dipole.

ACKNOWLEDGEMENTS: The authors wish to thank to Mr. S. Numazawa, Mr. M. Takahashi, and Mr. H. Sugai for providing us valuable photographs.

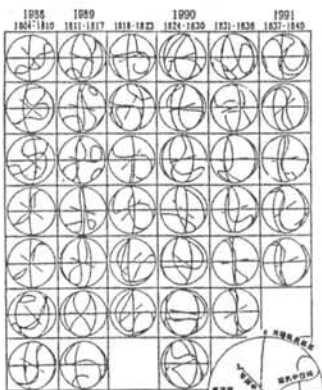


Fig.1

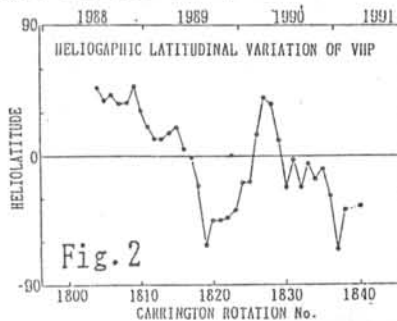


Fig.2

TRIPLE-DIPOLE MODEL

M1=1.0 L1=190 M1=10  
M2=1.0 L2=40 M2=10

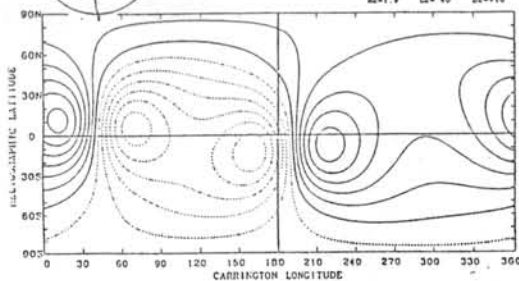


Fig.3

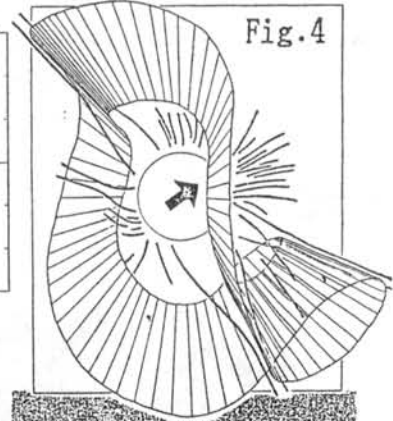


Fig.4

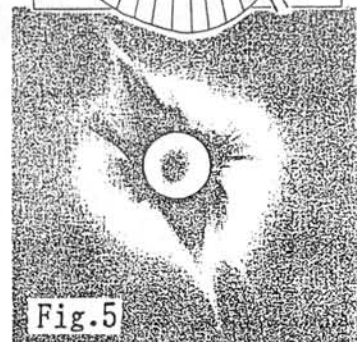


Fig.5

## Comparative Magnetospheric Disturbances between Comets and the Earth

Y. Kozuka<sup>1</sup>, T. Saito<sup>1</sup>, S. Minami<sup>2</sup>, I. Konno<sup>3</sup>, and S.-I. Akasofu<sup>4</sup><sup>1</sup>Geophysical Institute, Tohoku University, Sendai 980, Japan<sup>2</sup>Osaka City University, Sumiyoshi, Osaka 558, Japan<sup>3</sup>Southwest Research Institute, San Antonio, TX 78228-0510, USA<sup>4</sup>Geophysical Institute, University of Alaska, Fairbanks, AK 99775, USA

## 1. INTRODUCTION

We cannot observe various disturbances of our whole magnetosphere visually and continuously. However, we can infer the magnetospheric disturbances from a cometary plasma tail from the viewpoint of comparative magnetospheres. The purpose of the present paper is to study the mechanisms of the magnetospheric disturbances of our earth by analyzing the plasma tails of five comets.

## 2. DATA

Based on our analysis of P/Halley, Japanese astronomers began to apply two new techniques, the mosaic CCD method and the multi-shot photography. Figure 1 shows a part of the post-halley data that were obtained by the two techniques.

The data of the five comets are summarized in Table 1.

## 3. ANALYSIS AND CONCLUSION

(1) We found two cases in which cometary and Earth's magnetospheres were disturbed by single flares.

(2) Three-dimensional propagation of the shock front the flare was obtained from our analysis of the two cases.

(3) An extended windsock model was proposed on the large-scale deformations of the cometary magnetospheres that suggests the similar deformation of our earth's magnetosphere.

(4) Various plasma flows within the cometary magnetosphere were obtained suggesting a new concept on the plasma convection in our earth's magnetosphere.

ACKNOWLEDGMENTS: The authors wish to thank to Prof. S. Okamura of the University of Tokyo, Mr. S. Numazawa, Mr. K. Nishioka, Mr. M. Saito, Mr. S. Ohtomo and Mr. M. Tsumura for providing us valuable photographs.

Table 1. List of Analyzed Data

| Comet                 | Brorsen-Metcalf  | Okazaki-Levy-Rudenko | Aarseth-Brewington                        | Austin           | Austin                             | Levy             |
|-----------------------|------------------|----------------------|-------------------------------------------|------------------|------------------------------------|------------------|
| date                  | Aug.13,1989      | Nov.16,1989          | Dec.10,1989                               | Apr.29,1990      | Apr.29,1990                        | Aug.27,1990      |
| astronomer            | K.Nishioka       | M.Saito              | S.Ohtomo & M.Tsumura                      | S.Numazawa       | Y.Kozuka et al. (Kiso Observatory) | S.Numazawa       |
| telescope             | 16cmSchmidt F2.5 | 31cmReflector F4.7   | 20cmReflector F4.85<br>16cmReflector F3.8 | 20cmSchmidt F1.5 | 105cmSchmidt F3.3<br>+CCD camera   | 20cmSchmidt F1.5 |
| number of photographs | 8                | 6                    | 3                                         | 5                | 14                                 | 6                |

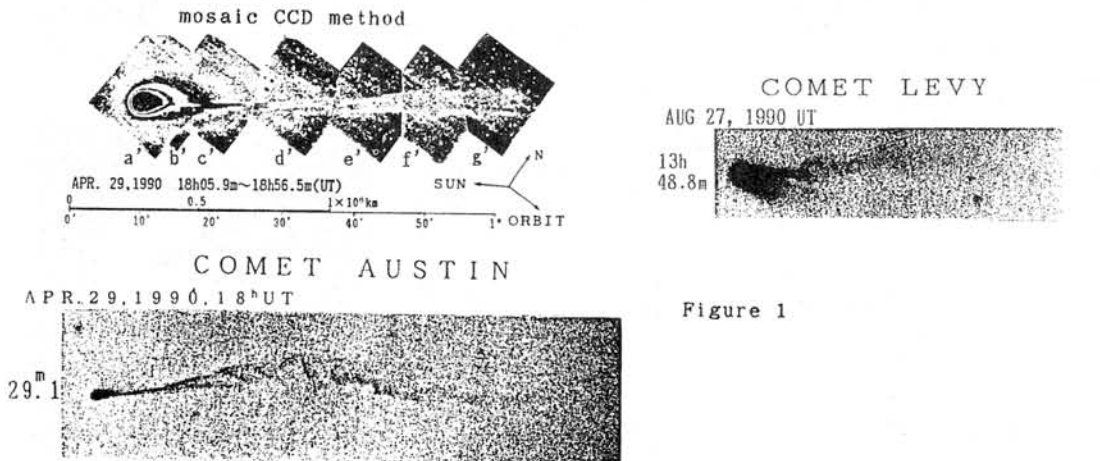


Figure 1

## 磁気圏テイルにおける Earthward 電場の存在とサブストーム

南 繁行 大阪市大工学部

I. M. Podgorny, Space Research Institute, Moscow

## Abstract

磁気圏のシミュレーション実験を通じて、磁気圏テイルにおいて Earthward の準定常電場を検出した。この位置は  $10-20 R_E$  に亘る領域で、その値は理論的に Hall 効果で計算した値になることがわかった。この結果は磁気圏テイルのカレントシートにおいて Earthward のイオンフローが存在することを意味する。実際の磁気圏におけるカレントシートで予測される電場は約  $1 \text{ mV/m}$  である。発生する電位差は距離を  $10 R_E$  とすると、約  $50 \text{ kV}$  になり、オーロラ粒子の加速を行う電源となる。サブストームに於けるカレントシート幅の減少はこの電場を増大させオーロラ粒子の drastic な加速を説明することを示す。

## 1 緒言

オーロラの物理に於てオーロラ粒子がエネルギーを持ち極域に降り注ぐためのジェネレータを見つけることが重要である。ここで述べる電場はテイルのカレントシートにおける Earthward の電場であり、それはシート電流 ( $J_y$ ) とテイル磁場 ( $B_x, B_z$ ) によって決定される。ここでテイルシート電流のキャリアが電子であるならば Hall 効果により、電子が Earthward に偏向され、イオンを加速することにより、電場は Earthward になる。この Earthward プラズマ加速はもし  $J \times B / c$  がカレントシートの沿ったプラズマの圧力勾配とバランスしないならば発生する [Fairfield et al., 1981]。このような電場の存在は、衛星による直接測定や数値シミュレーションによって報告されたことがない。本研究の目的は室内実験によってこの電場を検出することにある。

## 2 室内実験

本実験は大阪市大にある直径  $60 \text{ cm}$ 、長さ  $1.7 \text{ m}$  の真空チャンバを用いて行った。実験に用いたパラメータ [Minami and Takeya, 1985] のうちプラズマ

流の速度は  $7 \times 10^8 \text{ cm/s}$ 、密度  $10^{13} \text{ cm}^{-3}$  であり導電性塗料を塗った直径  $3.5 \text{ cm}$  の磁気ダイポールは最大値  $10 \text{ kG}$  を赤道において発生する。電場は2つの微小タングステン浮動電極 (直径  $1.5 \text{ mm}$ ) を  $15 \text{ mm}$  離してその間の電位差測定により測定した。第1図はプラズマトレーシング法 [Minami and Takeya, 1985] によって得られた磁力線の形状である。IMF はゼロの場合である。プローブによるテイルカレントシートにおける電場  $E_x$  の測定値を第2図に示す。

## 3 検討

$E_x$  は次式であらわされる。

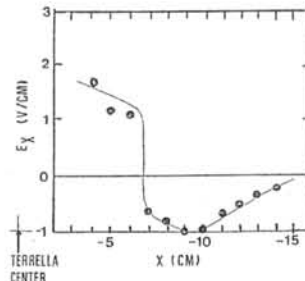
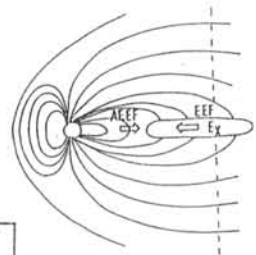
$$E_x = (2 B_z B_y) / 4\pi n e a$$

測定された電場は約  $2 \text{ V/cm}$  であり計算値とよく合う。実際の磁気圏の場合、 $E_x$  は  $1 \text{ mV/m}$  となる。この電場による  $10 R_E$  にわたる電位差 ( $50 \text{ kV}$ ) は沿磁力線電流によって極域に伝わる。リコネクションからオーロラアーク発展にいたるサブストーム過程における  $E_x$  電場の役割についてのべる。

## REFERENCES:

- Fairfield, D. H. et al., J. Geophys. Res., 86, 1396, 1981.  
Minami, S., and Y. Takeya, J. Geophys. Res., 90, 9503, 1985.

第1図



第2図

鶴飼正行 愛媛大工

顕著な宇宙プラズマ現象として磁気圏サブストームや太陽フレア等の爆発的現象が良く知られている。これらの現象は広い範囲で蓄えられた磁気エネルギーが突然プラズマのエネルギー（加速加熱）に変換されるプロセスであると理解されている。従って、この問題の基本的な点は、磁気レイノルズ数が非常に大きい（通常 $10^{10}$ 程度）高温宇宙プラズマにおいて効率よい巨視的（電磁流体的）磁気エネルギー解放機構を解明することにある。

磁気エネルギー解放機構という点で最も基本的な素過程はジュール加熱と電磁流体的衝撃波の一種であるスロー（スイッチオフ）ショックである。一方、磁場エネルギーが広範囲で蓄えられる最も単純な形状として電流シートシステムが基本的であり、実際磁気圏テイル等で観測される。そこで、電流シートシステムにおいて急激なエネルギー変換を生じる物理機構を調べるのが基本的になってくる。電気伝導度が非常に大きい高温プラズマではジュール加熱の効果は通常小さく、衝撃波が重要な役割を果たすことが予想される。一方、スイッチオフショックが定在的にシステムに存在するためには（波面に）垂直な磁場成分が必要であり、そのためには反平行磁場は絶え間なく再結合（リコネクト）されなければならない。このようにスローショックを伴う磁気リコネクション過程を高速（fast or rapid）リコネクションと呼び、フレアを説明する有力なメカニズムとして調べられてきた。問題はどのような物理量、物理条件が高速リコネクション機構の発生を左右するかという点である。これは高速リコネクションをどのような物理機構としてとらえるかということに関連しており基本的に重要な問題である。

歴史的には高速リコネクションの定常的形状を仮定して理論的に解析され、議論されてきた。その結果、系を取り巻く境界条件が重要であり、系内部の物理条件（電気抵抗等）は高速リコネクションの全体的形状に影響を与えないとする考えが支配的となった。即ち、電気抵抗は有限でありさえすれば良く、高速リコネクション機構は基本的に外部条件によって駆動されるものである。一方、我々は系内部の物理条件が高速リコネクションを駆動するのに基本的であり、特に磁気中性点近傍で局所的に増大する（異常）電気抵抗の存在が基本的であるとする考えを提案してきた。そこでここでは多くの電気抵抗モデルを用いて二次元電磁流体シミュレーションを実行することにより、高速磁気リコネクションの発展を詳しく調べている。シミュレーション領域を十分大きく取ることにより、定常的高速磁気リコネクション形状とは系全体のどの部分に位置づけられその境界条件はどのような物理的意味を持つのか、等の基本的問題を考察し、高速磁気リコネクション機構がセルフコンシステントに発展しうるための物理条件について議論する。



## Comparison Between the Polar Cap Index and the Polar Cap AE Index

°Sarmoko SAROSO<sup>1</sup>, Masahisa SUGIURA<sup>2</sup>, Toshihiko IYEMORI<sup>3</sup>,  
Tohru ARAKI<sup>1</sup>, and Toyohisa KAMEI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Geophysics, Faculty of Science, Kyoto University, Kyoto 606

<sup>2</sup> Institute of Research and Development, Tokai University, Tokyo 151

<sup>3</sup> Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Kyoto University, Kyoto 606

We have derived on a test basis magnetic activity indices in the southern polar cap almost in the same way as the Auroral Electrojet (AE) indices are derived and we called them the Polar Cap AE (PCAЕ) indices. The PCAЕ indices differ from the PC index derived by Troschichev et al. The important difference is that the PCAЕ indices are derived by using data from four stations in the southern polar cap (Mirny, Scott Base, Dumont Durville and Vostok), while the PC index is derived for two stations, one in the northern hemisphere (Thule) and one in the southern hemisphere (Vostok). Another important difference is that we have derived the present indices for the H and D components and T, the Total.

One of the aims of the derivation of the PCAЕ indices is to monitor the ionospheric currents over the polar cap during northward IMF. When the interplanetary magnetic field turns northward, the auroral oval contracts poleward to such an extent that the AE index stations cannot measure the less intense electrojet current system flowing at higher latitudes. From event studies we find that during northward IMF, a significant increase is observed in PCAЕ for the H component ( $PCAЕ_H$ ) while  $PCVOS$  and AE stay close to zero as is shown in Figure 1. Also we find that both DP 1 and DP 2 influence all indices significantly as is seen in Figure 2. It is clear from this that the PC index is not suited to monitor the currents associated with the NBZ currents. The PC index is constructed to monitor DP 2 disturbances and not reversed convection events.

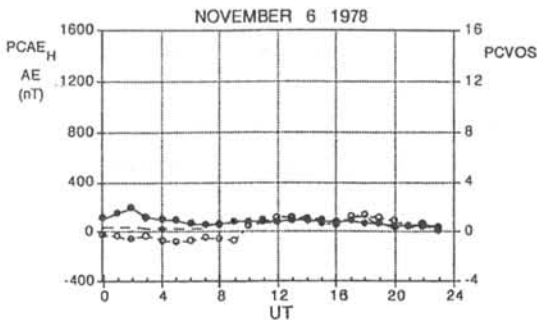


Fig.1  $PCVOS$ ,  $PCAЕ_H$ , and AE variations on a very quiet day. Significant increase is observed in  $PCAЕ_H$  during northward IMF (00-03 UT) while  $PCVOS$  and AE stay close to zero.

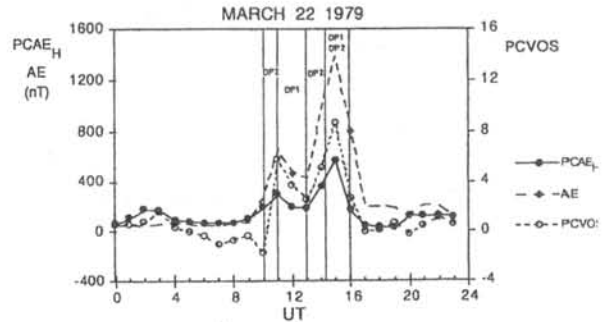


Fig.2  $PCVOS$ ,  $PCAЕ_H$ , and AE variations on this day with indications of the periods of time in which increases in DP1 and DP2 current system were identified by Clauer and Kamide.

AURORAL ELECTROJET ACTIVITY DURING ISOLATED SUBSTORMS AT DIFFERENT LOCAL TIMES:  
A STATISTICAL STUDY

Y. Kamide (Nagoya University, STE Laboratory), and H. W. Kroehl (NOAA-NGDC)

Numerous papers have established a statistical relation between the bulk velocity of the solar wind and the IMF with auroral geomagnetic activity. However, the indices do reflect, in general, the integrated effect of different current systems and do not necessarily reflect specific physical processes occurring in the coupling of the magnetosphere and the ionosphere. Ionospheric signatures for plasma convection and the substorm expansion or intensification have been defined only from theoretical and empirical modeling but not used extensively in previous studies. As one of the few examples, Kamide (1982) showed that the AL value during the expansion of substorms comes from electrojet activity in the pre-midnight and midnight sectors whereas it reflects most of the time, electrojet activity in the late morning hours during the recovery phase. Thus simply using index values without separating them into these components tends to give us a result representing a mixture of different physical processes.

In the present paper we look at these signatures as indicators of the convection current systems in comparison with, and in contrast to, the substorm expansion current system. We will compare the variability of each current system to the variability of the solar wind electric field, i.e.,  $E = -V \times B$ , using both linear cross correlation and superposed epoch analyses. We simplify the problem of solar wind-magnetosphere-ionosphere coupling by limiting our intervals of interest to isolated substorms.

Our primary questions are:

1. What is the relationship between convection current systems and the substorm expansion current system?
2. What is their statistical relation to the solar wind electric field?
3. Do the solar wind parameters control the onset, expansion, or recovery of these current systems?

## 磁気圏電離圏結合シミュレーションのスキーム

田中高史(通総研)

極域電離圏での現象と磁気圏内のプロセスを対応づけることは、オーロラ物理の大きなテーマである。極域電離圏にとっては磁気圏はエネルギーのソースであり、様々な現象の原因であるが、一方磁気圏からみると、電離圏は内部境界条件となり、そこでの沿磁力線電流(磁場)と電場(運動)の関係を与える。したがって、これらのプロセスは磁気圏電離圏結合として研究される必要があるが、一番大きな疑問は、オーロラブレイクアップにとって電離圏はパッシブなスクリーンに過ぎないのか、それともフィードバックループの一部としてアクティブな働きをするかという点である。以上のような問題を研究するため磁気圏電離圏結合をシミュレーションによって解こうとすると、磁気圏と電離圏とではその性質が大きく異なるので、これらを数値的に一緒にして扱うことの困難さに直面する。この困難に対処するため、これまでの磁気圏電離圏結合シミュレーションでは、磁気圏もしくは電離圏になんらかのモデル化が導入されている。今回の報告では、これらの制限を緩和し、プリミティブ方程式から直接磁気圏電離圏結合のシミュレーションを行う方法に関して考察を行なった結果を述べる。

基礎となる方程式はMHD方程式であるが、これは双曲型であり、

$$\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \frac{\partial \mathbf{F}}{\partial x} + \frac{\partial \mathbf{G}}{\partial y} + \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial z} = 0, \quad \mathbf{u} = (\rho, m_x, m_y, m_z, B_x, B_y, B_z, U),$$

のように保存形に書ける。以下にこの方程式に基づき磁気圏電離圏結合を計算する時の問題点と対処法を述べる。

## (1) 空間スケールの違い

磁気圏と電離圏の空間スケールは大きく異なっており、電離圏での現象が分解可能なサイズの直交格子を磁気圏まで配置したのでは、事実上計算は不可能となる。そこでXYZ格子をやめ、もっと柔軟性のある格子構造を用いる。一つの見方は一般化座標を用いることであるが、球の回りに一般化座標を作るのは余り簡単でないので、空間構造に対してもっと柔軟性に富んだ非構造格子を用いる。非構造格子はトポロジカルにもXYZ格子と同一でなくなる。

## (2) ソルバの選択

非構造格子上では微分を差分で置き換えることはできないので、有限差分法が適用できない。そこでフラックス保存則に基づいた有限体積法を採用する。MHD方程式を積分形に書くと

$$\frac{\partial}{\partial t} \int u dv + \int \mathbf{T}^{-1} \mathbf{F}(u_n) ds = 0$$

となり、これが有限体積法の基礎式となる。ここで $u_n$ は有限体積の表面に垂直な方向へ $u$ を回転したベクトル、 $\mathbf{T}$ はベクトル回転のマトリクスであり、MHD方程式が空間回転に対称性を持っていることからこの式が得られる。

## (3) TVD化

差分法における場合と同様に、有限体積法においても双曲型方程式を安定に積分するには付加粘性項が必要である。そのためにTVD化を行なうが、TVD化にも多くの定式化がある。ここでは上流法に基づいたMUSCL型Roeスキームと呼ばれる方法を用い、有限体積 $i$ と $j$ の境界でのフラックスは

$$F_{i,j} = R_{i,j} \left\{ \frac{1 + \text{sgn}(\lambda_{i,j})}{2} R^{-1}_{i,j} F(u_{n_i}) + \frac{1 - \text{sgn}(\lambda_{i,j})}{2} R^{-1}_{i,j} F(u_{n_j}) \right\} S_{i,j}$$

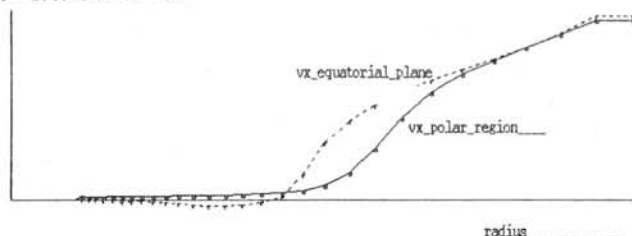
となる。上流化のためヤコビ行列の固有値 $\lambda$ と固有ベクトル行列 $R$ が必要となるが、これらは解析的に求まる。また $S_{i,j}$ は境界の面積、 $n_i$ 、 $n_j$ は下流と上流にたいするMUSCL補間を表わす。

## (4) 0次磁場

双極子磁場の大きさは電離圏と磁気圏で大きく異なり、磁気圏では磁場の変化分は双極子成分と同程度であるが、電離圏では双極子成分が圧倒的に大きい。このため運動方程式とエネルギー方程式に巨大な0次項が発生し、計算を妨げる。そこで $\mathbf{J}_0 = \text{rot} \mathbf{B}_0 = 0$ 、 $\mathbf{E} \times \mathbf{B} \cdot \text{rot} \mathbf{B}_0 = 0$ を考慮して元の方程式を1次成分に対して書き換える。これでも依然保存形の方程式が得られるが、方程式は0次磁場を含み項の構成が変わり、ヤコビ行列も変わる。しかし、詳しい計算は省略するが、これでもなお $\lambda$ と $R$ の解析解が得られる。

## (5) 計算例

以上述べたスキーム(有限体積TVDスキームとも呼べる)により計算した磁気圏対流を図に示す。対流は1Reから太陽風中まで連続的に計算されている。



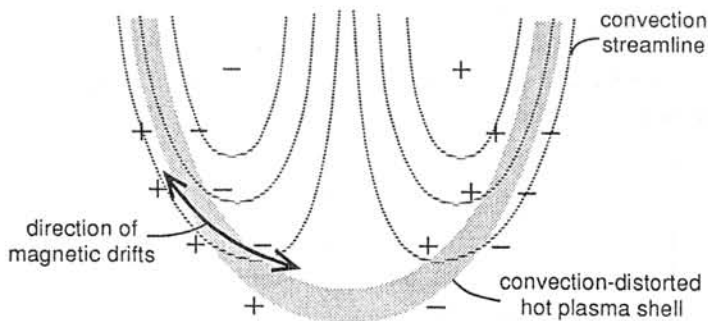
## A Theory of Current Generator in the Magnetosphere-Ionosphere Coupling

Takashi Yamamoto (University of Tokyo)  
and C.-I. Meng (APL, Johns Hopkins University)

It is shown that magnetic drifts and cross-field diffusion (Bohm diffusion) of plasma particles are responsible for active current generator in the magnetosphere. Particular attention is paid to ionospheric coupling of the current generator. Basically, magnetic drifts and/or cross-field diffusion of particles induce charge separation in a magnetospheric plasma. Negative space charges are carried away from the generator region by precipitation of electrons, i.e., upward field-aligned currents, while positive space charges are primarily neutralized by electrons upflowing from the ionosphere, i.e., downward field-aligned currents. These field-aligned currents are closed via the ionosphere. Due to finite conductivities in the ionosphere, space charges in the magnetosphere are not completely neutralized: the density of remaining space charges is found to be controlled by the ionospheric conductivities. Thus, the electric fields in the magnetosphere and the ionosphere are generated as a result of coupling between the current generator and the ionosphere. It is shown that a number of observational facts on auroral phenomena can be understood based on the proposed coupling theory of current generator.

As an example, Figure 1 schematically shows a possible generation mechanism for nightside region 1 and region 2 current system in the growth phase of a substorm. Recent data analysis on this current system by Watanabe and Iijima [1991] has shown that the currents are closed primarily in a meridional plane and that they are closely associated with the presence of plasmashet particle population. In this figure, the hot plasma shell (HPS), being responsible for diffuse auroras, is distributed over an azimuthally extended zone. The HPS is distorted by enhanced plasma convection with a dawn-to-dusk electric field, and it is then polarized due to opposite directions of magnetic drifts of electrons and protons. Such polarization can be responsible for generation of the region 1 and region 2 field-aligned currents in the growth phase.

GENERATION of REGION 1,2 FAC SYSTEM  
in GROWTH PHASE



# 極域電離層磁場・電場擾乱の scale 依存性

<sup>1</sup>石井 守・<sup>1</sup>家森俊彦・<sup>1</sup>竹田雅彦・<sup>1</sup>阿 亜伊子・<sup>2</sup>杉浦正久・<sup>3</sup>J.A.Slavin  
<sup>1</sup>京都大理・<sup>2</sup>東海大開発技術研・<sup>3</sup>NASA/GSFC

極軌道衛星の観測により、極域電離層における磁場・電場擾乱の間には高い相関関係がある事が確かめられている。この現象の解釈には現在のところ2通りある。1) static structure: 沿磁力線電流系中を衛星が移動するために電場・磁場擾乱が観測され、両者の比  $\Delta B/\Delta E$  は電離層の height-integrated Pedersen conductivity  $\Sigma_p$  に対応する。1) Alfvén wave: 磁力線に沿って伝搬してきた Alfvén 波を観測している。両者の比  $\Delta E/\Delta B$  は Alfvén 波速度  $V_A$  に対応する。実際の現象ではこれらの構造と波動が混合された状態になっていると考えられるが、定量的には現在にいたるまで明らかにされていない。

また、この磁場・電場擾乱の比  $\Delta B/\Delta E$  には scale 依存性がある事が知られている。この現象について Forget et al. [1991] は、static structure の scale 変化によって effective conductivity の値が変わる事が主な原因であるが、波動の影響もある程度存在する可能性があると考えている。

そこで今回の解析は、観測における比の値  $\Delta B/\Delta E$  の scale 依存性と、Forget et al. の手法により求めた effective conductivity  $\Sigma_{p,eff}$  の scale 依存性を比較する事で、波動がどの程度磁場・電場擾乱を作り出しているかを定量的に調べた。

Fig.1 は、極軌道衛星 DE-2 の観測結果より求めた磁場・電場擾乱の比  $\Delta B_z/\mu E_x$  の scale 依存性を表す。これらのデータを観測した各軌道上の parameter を用いて、IRI-86 model から電離層 conductivity の垂直分布を計算する。電流についての連続の式  $\nabla \cdot j = 0$  を各成分について展開した式

$$\sigma_p \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \sigma_D \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} + \frac{d\sigma_D}{dz} \frac{\partial \Phi}{\partial z} = 0$$

にこのデータを用いて差分法でポテンシャル  $\Phi$  及び電場の垂直分布を求め、次式に代入する事で各 scale での effective conductivity  $\Sigma_{p,eff}$  が求められる。

$$\Sigma_{p,eff} = \frac{1}{E_x(k, z_0)} \int_0^{z_0} \sigma_p(z) E_x(k, z) dz$$

この一例を Fig.2 に示す。

講演では、この両者の比較について、定量的な解析結果の発表を行う予定である。

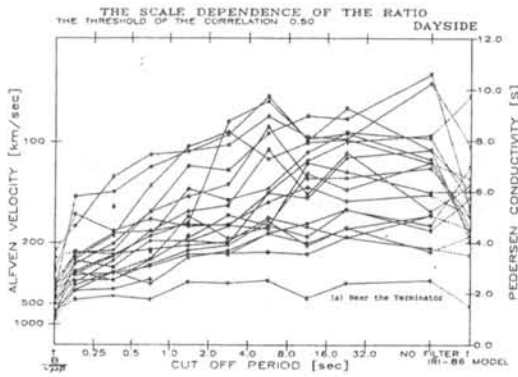


Fig.1 DE-2 の観測から求めた電場磁場擾乱の比  $\Delta B_z/\mu E_x$  の scale 依存性

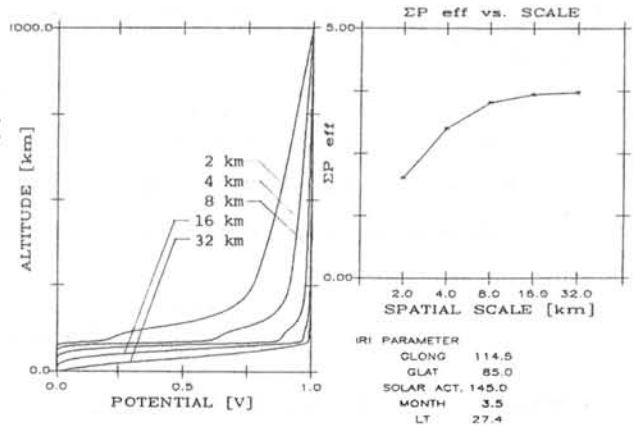


Fig.2 IRI-86 model から計算したポテンシャルの垂直分布と、effective conductivity  $\Sigma_{p,eff}$  の scale 依存性

## Coupled Hydromagnetic Oscillations in the Magnetosphere-Ionosphere Coupled System

S. Fujita

Meteorological College

Kashiwa, Chiba 277

Currents in the anisotropic conducting ionosphere produce Joule dissipation and mode conversion of the magnetospheric hydromagnetic oscillations. There have been no theoretical or numerical works which treated both ionosphere effects self-consistently. Only Itonaga (1991, Proceeding of SGEPS Meeting) started to study the coupled oscillation as a time-dependent initial value problem. The author is tackling this research as an eigenmode problem of the oscillations in the magnetosphere-ionosphere coupled system.

The magnetosphere model is a so-called box model [Kivelson and Southwood, 1985]. Background magnetic field stretches along  $z$  direction. The ionosphere is located at  $z = |1|$ . Electric field perturbations tangential to the ionosphere is continuous on the ionosphere. Magnetic field perturbations have jump on the ionosphere due to the ionospheric currents. The vacuum region with finite thickness of  $d$  is bounded between the ionosphere and perfect conducting earth. The electric field perturbations are vanished on the solid earth.  $z = 0$  is the equator. Boundaries of the model located at  $x = 0$  and  $x = 1$  are respectively inner and outer edge of the magnetosphere. On these boundaries,  $\delta E_y$  is null. The plasma and magnetic field intensity are uniform in  $y$ -direction, non-uniform in  $x$ - and  $z$ -directions. Therefore, we solve 2-dimensional eigenmode problems by assuming  $\exp(imy)$  of the wave field.

By now we performed calculating global distribution of the wave electric field. When  $m = 0$ , the Hall current brings about coupling between the Alfvén wave and the fast magnetosonic wave. But the Alfvén wave thus produced is confined near the ionosphere. This behavior is different from mode coupling due to the inhomogeneity ( $m \neq 0$ ).

When magnetic mirror ratio between the equator and the ionosphere is a realistic one ( $\sim 10^2$ ) and  $d \sim 10^{-2}$ , the mode conversion due to the ionospheric Hall current is depressed. This is because electric field amplitude at the ionospheric altitudes becomes smaller than that in the case where the ratio is an order of 1.

## References

Itonaga, Proceedings of SGEPS Fall Meeting, 1991

Kivelson and Southwood, *Resonant ULF Waves: A New Interpretation*, *Geophys. Res. Lett.*, 12, 49, 1985

## SIGNATURES OF DAYSIDE SOLAR WIND/MAGNETOSPHERE/IONOSPHERE COUPLING AS REVEALED BY THE PACE HF RADARS AND ASSOCIATED EXPERIMENTS

J R Dudeney

Natural Environment Research Council, British Antarctic Survey, Madingley Road,  
Cambridge CB3 0ET, England

The nature of the coupling between the solar wind and magnetosphere on the dayside of the Earth, and the response of the ionosphere to this coupling are currently topics of considerable interest and debate. In this paper, the unique combination of the two PACE HF radars (at conjugate locations in the Arctic and Antarctic), the IMP-8 and DMSP-F9 spacecraft, and ground-based experiments at South Pole, Vostok and in Greenland are used to examine ionospheric signatures of such coupling processes for a range of spatial and temporal scales.

It will be demonstrated that the ionospheric projections of the cusp and low latitude boundary layer (LLBL) produce distinct signatures in the backscatter returns of the PACE radars. The cusp appears to be invariably a region of high velocity turbulence, whilst the projection of the LLBL (the cleft) normally does not.

The extent to which "patchy merging" at the magnetopause acts as the engine for both polar cap convection, and the particle precipitation responsible for the ionospheric signature of the cusp, remains controversial. Transient vortices observed in the ionospheric convection flows in the vicinity of the cusp have been linked previously both to merging and the effects of solar wind pressure pulses. PACE radar data indicate that the cusp often contains spatially and temporally confined "channels" of very high speed flow (in excess of 3 km/s) which are not accompanied by pressure pulses, and which therefore lend weight to the hypothesis that the cusp convection is driven by patchy merging.

The radars have also allowed the behaviour of polar patches to be studied in a way hitherto impossible. Case studies are presented involving simultaneous optical, riometer and ionosonde observations which demonstrate that the patches are long-lived plasma enhancements which are entrained in the background convection flow. It appears that they are formed in the vicinity of the cusp as a consequence of transient disruptions of the vector flow. Such disruptions arise from, *inter alia*, IMF variability and the occurrence of flow channels.

The Halley PACE radar is a single site system. It is therefore not possible to uniquely evaluate the horizontal vector convection flow, though it can be estimated by employing sophisticated beam-swinging techniques. Such techniques have been successfully used to study the broad features of dayside convection, but are not appropriate for delineating spatially and temporally confined transient phenomena. There is hence an urgent need to establish a second radar in Antarctica whose field of view overlaps that of Halley.

HIGH RESOLUTION OBSERVATIONS OF SIMULTANEOUS RADIO AND  
OPTICAL AURORAS OVER MIZUHO STATIONKiyoshi IGARASHI<sup>1</sup> and Tadahiko OGAWA<sup>2</sup>

1:Communications Research Laboratory, Koganei-shi, Tokyo 184

2:Hiraiso Solar Terrestrial Research Center, Nakaminato, Ibaraki 311-12

In order to study a physical relationship between radio and optical auroras, simultaneous observations of them were carried out by Igarashi and Tsuzurahara [1981], Ogawa and Igarashi [1982], and Ogawa et al., [1989]. They observed the same spatial region over Mizuho Station with a 50-MHz auroral radar at Syowa Station and a photometer at Mizuho Station. From high spatial resolution (=15km) observations, Ogawa et al. [1989] have found the followings: (1) suppression of the radio echo intensity within a bright auroral arc, (2) strong radar echoes between arcs due to the gradient-drift plasma instability, and (3) radar echoes within a faint, diffuse-like aurora due to the two-stream instability driven by an electric field exceeding 25 mV/m.

In this study, to further the analyses made by Ogawa et al. [1989] we examine the appearances of radio aurora and 4278 Å optical aurora. Fig. 1 shows the time variations of Syowa Station 50-MHz radar echoes (upper) and Mizuho Station 4278 Å intensity together with geomagnetic H-component (lower). Before midnight, the stable radio aurora concurrent with the faint optical aurora was observed from 1750 to 1830 UT (LT=UT+3h) in the eastward electrojet (see the Mizuho H-component). After 1830 UT when the Doppler velocity of the radar echoes changed the sign from minus to plus, the radio auroral intensity perhaps in the westward electrojet decreased contrary to the increase of the optical auroral intensity. The echo slant ranges in the westward electrojet were shorter than those in the eastward electrojet. The small amplitude echoes with no concurrent optical aurora intensity appeared between 2200 and 2220 UT. After 2220 UT the radio auroral intensities were very weak (except intermittent, spiky increase) irrespective of the bright aurora.

Thus the relationship between the radio aurora and optical auroral intensities is not so simple. The reason for this stems from that the radio auroral intensity is a function of electron drift velocity (electric field), electron density, electron flow angle, magnetic aspect angle, and so on.

References

- Igarashi and Tsuzurahara, Spatial correlations between radio aurora and 4278 Å aurora intensity, Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue, 18, 204-211, 1981.  
Ogawa and Igarashi, VHF radar observation of auroral E-region irregularities associated with moving-arcs, Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue, 22, 125-139, 1982.  
Ogawa, Yamagishi, Ayukawa, Tanaka, and Igarashi, Simultaneous observations of radar aurora and visible aurora over Mizuho Station, Proc. NIPR Symp. Upper Atmosp. Phys., 2, 103-109, 1989.

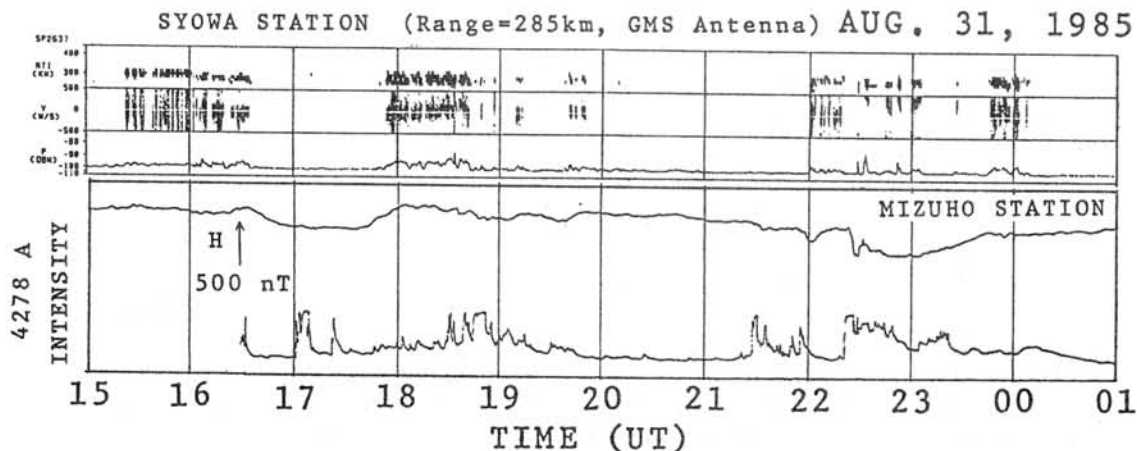


Figure 1. (Upper panel) a range time intensity (RTI), half power width of Doppler spectrum, and radio auroral intensity at slant range of 285 km corresponding to the 110 km altitude over Mizuho Station (GMS antenna direction) observed by Syowa Station 50 MHz auroral radar. (Lower panel) geomagnetic H-component and 4278 Å photometer intensity at Mizuho Station. The photometer looks the zenith with a view angle of about 7 degrees.



# 昭和基地 V H F オーロラレーダによる ドップラースペクトルの特性

國武 学、 田中 高史、 五十嵐 喜良、 山本 伸一  
前野 英生、 小川 忠彦 (通信総合研究所)

昭和基地オーロラレーダは、周波数50MHz, 112MHzの電波を発射し、電離圏E領域の種々のプラズマ波動によるコヒーレント散乱波エコーを受信する。受信エコーから、ドップラースペクトル及びエコー強度が、各レンジ毎に求められる。

一般に高緯度E領域においては、そのスペクトルの形状はいくつかの特徴あるタイプに分類される (Haldoupis 1989)。Type1は、narrow スペクトルで、その平均ドップラーシフトが、Ion acoustic speed 付近である。Type2は、broad スペクトルで、その平均ドップラーシフトが、Ion acoustic speed より小さい。これら2つのTypeは赤道でも観測され、その性質について非常に詳しく研究されている。それ以外にType3, Type4等が、極域では観測されている。Type3は、narrow スペクトルで、その周波数が ion cyclotron 周波数に近い。Type4は、narrow スペクトルと broad スペクトルとで構成され、出現時間 (lifetime) が非常に短い。

昭和基地オーロラレーダでは、これ以外に、Type3より低い周波数に narrow スペクトルを持つTypeが観測されている (Tanaka et al. 1990)。図1の例では上段12 Hz付近に見えている。(ちなみに、昭和基地上空E領域の分子イオンの cyclotron 周波数は22 Hz程度である。) 今回は、このTypeに重点を置き、さらに詳しく解析した結果を報告する。長年の観測による豊富なデータの蓄積により、統計的な解析が可能となってきた。まずその出現頻度の local time 依存性、及び地磁気活動度依存性について述べる。スペクトル幅、skewness (非対象性) についても詳しい解析を行なう予定である。平均ドップラーシフトの時間変化や、lifetime等も調べるべき課題である。

さらには、異なるtypeの共存の有無など、昭和基地オーロラレーダのスペクトルを総合的視野で解析することも興味ある課題である。

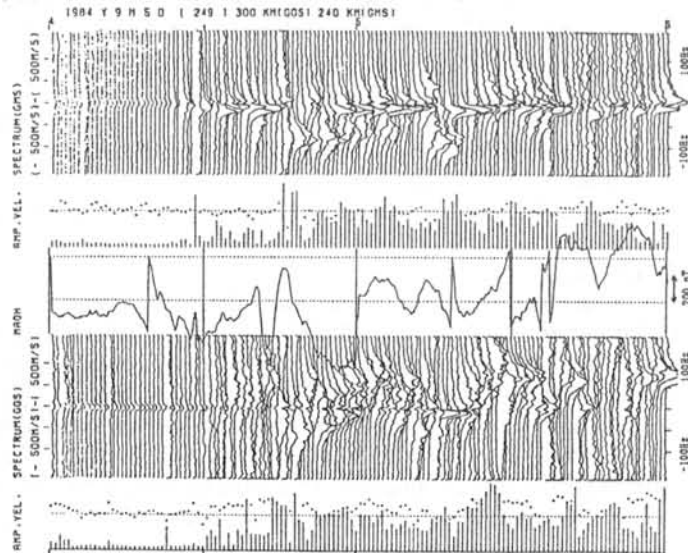


Fig. 1. An example of type 5 echoes observed on September 5, 1984 associated with severe magnetic disturbances. The vertical scale for Doppler frequency ranges from  $-166$  Hz to  $166$  Hz, which corresponds to Doppler velocity from  $-500$  m/s to  $500$  m/s. (Tanaka et al. 1990)

## REFERENCES

- Haldoupis, C., Ann. Geophysicae, vol.7, 239-258, 1989  
Tanaka, T. et al., Proc. NIPR Symp. Upper Atmos. Phys., vol.3, 86-90, 1990

## イメージングリオメータにより観測されるPc4-5脈動時の 降下電子の高緯度伝播特性について

山岸久雄(極地研), 坂 翁介(九大・理), 加藤賢一(東海大・工)

On the High Latitude Propagating Feature of Energetic Electron Precipitation  
at the time of Pc-5 Pulsation as Observed by an Imaging Riometer

H. Yamagishi(NIPR) O. Saka(Kyusyu Univ.) K. Kato(Tokai Univ.)

Pc-4,5 magnetic pulsations in the morning to noon hours are often associated with energetic electron precipitation modulated with the same pulsation period, and they are observed by the riometers as Cosmic Noise Absorption (CNA) pulsations (Olson, 1980; Sato et al., 1985). In this paper, we report two dimensional feature of this CNA pulsation observed by an imaging riometer installed at Tjornes, Iceland (L=6.4).

Imaging riometer is equipped with 64 narrow antenna beams which gives a square view field of 170 km x 170 km with a spatial resolution of 20 km at the ionospheric absorption layer altitude of 90 km. The 8x8 piccel absorption image is obtained at every 4 s. Thus, this system has enough capability of observing time evolution of the spatial feature of energetic electron precipitation.

A Pc-4 pulsation event observed at 07-08 UT (07-08 MLT) on August 17, 1990 is analyzed in detail. It is found that the precipitation regions are elongated in magnetic east-west direction and they showed repetitive poleward drift motion synchronized with magnetic pulsation. This feature is very similar to the drift pattern of the ionospheric electric field observed by STARE radar (Walker, 1979; Poulter and Nielsen, 1982). In more detail, occurrence of spatially uniform and intense precipitation is followed by a group of less intense poleward drifting precipitations in which the drift speed decreases in successive pulsations. This feature is caused by the fact that the pulsation period increases with magnetic latitude from 255 s for the zenith beam (latitude 66.7°) to 290 s for the northernmost beam (latitude 67.5°). It will be, therefore, interpreted that this pulsation is caused by an impulsive drive of toroidal mode field line oscillation followed by a ringing of individual L shell, oscillating with its eigen period as proposed by Poulter and Nielsen (1982).

The maximum of CNA pulsation takes place when the ground magnetic H-component becomes maximum. This phase relationship corresponds in the magnetosphere to the maximum tailward displacement of the longitudinally oscillating field line. If we assume longitudinal number density gradient of the energetic electrons in the magnetosphere which are injected in midnight hours and decreasing their population in the course of sunward drift (Saka et al., this issue), the above phase relationship implies that strong precipitation takes place when the oscillating field line enters a region of dense energetic electrons.

## Ny-Alesund (L~16)におけるイメージングリオメータ観測

西野正徳<sup>1</sup> 田中義人<sup>1</sup> 小口高<sup>1</sup> 野澤悟徳<sup>1</sup> 山岸久雄<sup>2</sup> J. Holtet<sup>3</sup>

1: 名大STE研 2: 極地研 3: オスロ大学

Imaging Riometer Observation at Ny-Alesund, Svalbard

M. Nishino<sup>1</sup> Y. Tanaka<sup>1</sup> T. Oguti<sup>1</sup> S. Nozawa<sup>1</sup> H. Yamagishi<sup>2</sup> J. Holtet<sup>3</sup>  
(1: STEL, Nagoya Univ., 2: Natl. Inst. Polar Res., 3: Oslo Univ.)

Imaging Riometer composed of 8x8 beams was installed at Ny-Alesund(L~16), Svalbard in September 1991. The Riometer has a capability of quick-look for cosmic noise absorption imaging by the use of personal computer.

我々は、極冠域及びカスプ域でのオーロラ粒子降下の検出のため、ノルウェー北極基地ニールスン(地磁気緯度75.4°)で1989年9月以来、2次元マルチビームリオメータの観測を実施してきた。2年間の観測結果、CNA発生の季節変化、日変化の統計的特性が得られた。また、オーロラオールのスカイTVとの同時観測から、昼間側、夜側側のオーロラ粒子の2次元降下領域の同定を行った。しかしながら、2次元マルチビーム型は電離層平面における空間分解能が一様でないため、粒子降下領域の形状及び構造の決定に不確実性が残った。その後、極地研との共同開発を進め、8行8列の2次元ダイポールアレーを用いたイメージングリオメータを1990年7月にアイスランド・チョルネスに設置した。チョルネスにおけるオーロラ光学イメージとCNAイメージの比較は、アーク構造の類似性を証明した。

このような開発の成果を基礎に、1991年9月既存の2次元マルチビーム型をイメージ型に更新した。全システムの構成はチョルネスと同一性能であるが、64方向のペンシルビームのスキャンと同期したデータの収集は全てパーソナルコンピュータ(PC9801RX)で制御される様に簡略化した。また、観測現場でオーロラ全天画像と実時間比較観測が可能のように、CNAイメージクイックルック機能をデータ処理ソフトウェアプログラムに付加した。クイックルック機能は、10日間程度の銀河電波強度(30MHz)の日変化をIPM (Inflection Point Method)法により統計処理して、静穏日の日変化曲線(QDC)を導出し、このQDCからの相対変動量(CNA)の画像化処理を実時間で行えるものである。図1は64方向のビームのQDCを示す。図2は1991年9月15日21時の64方向のペンシルビームで検出された吸収(21:55~22:00)を示す。天頂の西側に強い(~2.3 dB)吸収現象が観測された。

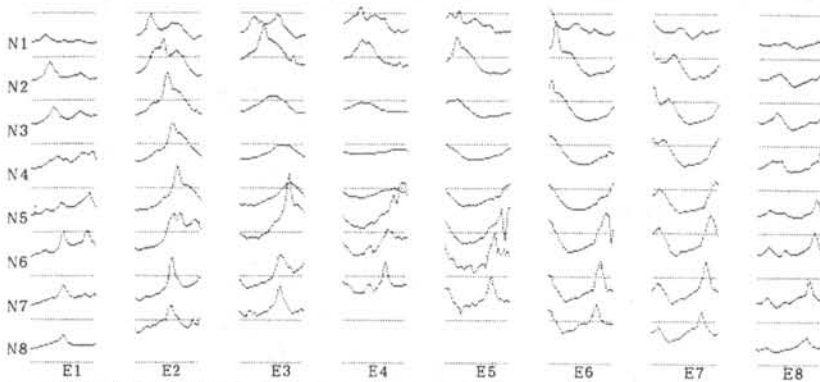


図1  
銀河電波強度の  
日変化曲線(QDC)

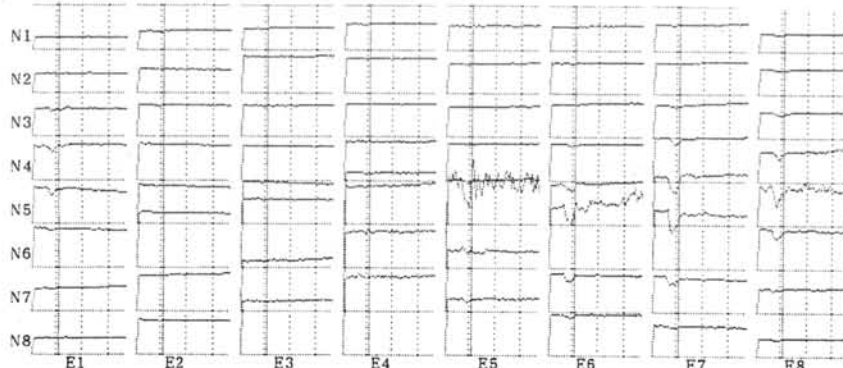


図2  
1991年9月15日  
21:50~22:25の間の  
銀河電波強度変化。

## カスプで侵入した太陽風イオンと太陽風磁場

渡辺成昭、佐川永一、巖本巖 (通信総合研究所)

B. A. Whalen, A. W. Yau (カナダ国立研究院ヘルツベルグ天体物理研究所)

Relation between Penetrating Ions from Solar Wind at Cusp Region and Interplanetary Magnetic Field

Shigeaki Watanabe, Eiichi Sagawa and Iwao Iwamoto (Communication Research Laboratory)

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

Low energy He<sup>++</sup> can be used as a tracer of the solar wind penetration into the magnetosphere at the cusp region using the SMS onboard the EXOS-D satellite, since He<sup>++</sup> is the major component of the solar wind plasma although a minor component of the magnetospheric plasma. At high latitude region traversed by the EXOS-D, the flux of supra-thermal M/Q=2 ions is not large in usual condition. However, large flux of mass 2 ion with the density ratio to H<sup>+</sup> of  $\sim 10^{-1}$  were sometimes observed near the cusp region. Comparison with IMP-8 data suggests that the IMF controls the He<sup>++</sup> penetration into the magnetosphere from the solar wind. The large flux of the cold He<sup>++</sup> near polar cusp region seems to be associated with the east-ward B<sub>y</sub> and south-ward B<sub>z</sub> of IMF.

太陽風はおおよそ400 km/secであるが、これはH<sup>+</sup>, He<sup>++</sup>で約数千eVとなる。これまでは陽子のkeV粒子、あるいは磁場計測を用いてカスプの形状、位置が探査され研究されてきた。

太陽風粒子は衝撃波を経てカスプの上部で渦状運動し、磁気圏に突入する。数千eV粒子はビーム不安定やサイクロトロン不安定等でその運動エネルギーを波動等に移し替え減速し100eV以下の冷イオンとなる部分もある。本報告の目的はこれら太陽風起源の冷プラズマ(0-100eV)の前部磁気圏内での状況を把握する事にある。

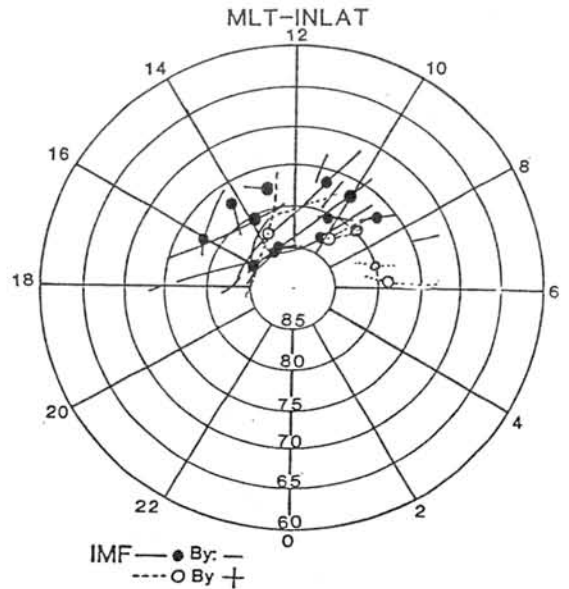
He<sup>++</sup>は太陽風中では主要な成分であるが、地球大気では微量成分であるので、太陽風から侵入するイオンのトレーサーとなる。微量の冷He<sup>++</sup>も測定できるSMSを用いて太陽風起源のイオンの特性を調べる。

右図は、高緯度でHe<sup>++</sup>が多く観測されたパスの部分を示してある。実線、点線は各々IMFが東向き、西向きの場合であり●○は100カウント/秒を超えたパスの最大地点を示した。IMFのB<sub>y</sub>が東向きの時、朝方にHe<sup>++</sup>が観測される傾向がある。

これは磁気圏対流の効果と考えられる。又、東向きの場合が西向きの時より多く観測される。

B<sub>z</sub>の場合は南向きの時、He<sup>++</sup>は多く観測される。

謝辞) IMP-8によるIMFデータを提供して戴いたNASA・GSFCのR. P. Lepping博士に感謝いたします。

He<sup>++</sup>が観測された位置のB<sub>y</sub>依存性

秋山弘光<sup>1-1</sup>、藤井良一<sup>2-1</sup>、小野高幸<sup>2-1</sup>、江尻全機<sup>2</sup>、太田茂雄<sup>1</sup>、山上隆正<sup>1</sup> 矢島信之<sup>1</sup>  
 1 = 宇宙科学研究所 2 = 国立極地研究所 1-1 or 2 = J A R E 隊員

はじめに

南極周回気球 (P P B) の計画が立案され、南極大陸を気球が一周して昭和基地上空に再び戻って来るためのテスト飛揚実験が第28次、30次南極観測隊によって計3回行われ南極周回気球の可能性を確実なものにした。

この結果に基づいて第32次南極観測隊は夏期間に31次隊と共同して2機の科学観測機器を搭載した南極周回気球を昭和基地から打ち上げて周回させることに成功した。この実験経過及び結果について現地のオペレーションを中心に報告する。

#### 1) 昭和基地の気球放球システム

南極の気球放球方式は28次までは頭部気球保持方式を採用していたが、P P B 気球の大型化や大重量化に伴い気球の放球方式も三陸大気球観測所で採用している立て揚げ放球法に変更をする必要が生じた。気球放球に必要な場所として、以前は海氷上や陸上の平坦な所を、季節やその時の状況に応じて選んでいた。その場合ランチャーは地上に置くだけであったが、大重量観測器を確実に放球するためにはランチャーを大地に固定する必要がある。このために30次の気球実験から気球を立て揚げ放球法を採用し固定式のランチャーを新しく製作した。

この放球法は気球全長を展開する必要から場所として以前より平坦で広い放球場が必要である。このような条件が満足出来る放球場所としては現状では新しく整備された新ヘリポート以外にはない。この新ヘリポートは長さ110m、幅30mあり、最大5万立方メートルの気球まで放球が出来る。

気球立て揚げ放球法を採用した事によりローラー車が必要となる。将来のP P B 大重量化にも対応出来るよう1トンまでの浮力に耐えられるローラー車を製作した。

#### 2) ガス注入法

立て揚げ放球法は浮力計測の面でも従来の方式を変更をしなければならない。すなわち気球に与える浮力はガスの容積、圧力と温度を計測しこれで決定する。このため気球を立て揚げた後に行うランチャーでの浮力計測は従となる。

三陸のように大きなガス容量のポンペを用いる場合は正確な計算に基づく注入が必要になる。これに対して南極では小さなポンペの集合体であるので、あらかじめ必要なポンペ本

数を算出しておき、そのポンペから出来るだけ低圧になるまでガスを注入することにした。

現場でガス圧力、温度から注入量を容易に決定出来るようなチャートを用意した。

こうすると、ガスの断熱膨張の影響をさげ簡単に正確な浮力を気球に付けることが出来る。P P B 1号機では初期圧力134気圧、温度5度で76本のポンペを用い、最終圧力15、2気圧、温度-7度まで注入した。ランチャーでの浮力計測値とガス圧力計算値との差は地上風の為に2%の誤差があったが、上昇速度は正常でありほぼ正しい浮力が与えられたと考えられる。

#### 3) 気球の放球

P P B 1号機は12月25日、11時25分に放球された。気球の体積は25、000立方メートル、全重量373kg (内パラスト152kg)、自由浮力を入れると気球に与えた総浮力は415kgである。

気球は順調に上昇し115分に高度29、5kmでレベルフライトに入り、東風に乗って西進し、翌日の11時電波が消感に至るまで受信出来た。

それ以降の気球の飛行位置は、アルゴシステムを使って仏のC N E S を通してファックスにてデータを得た。

気球は放球してから2週間後の1月8日に昭和基地の付近に周回してきた。ここで地上からコマンドを送り、搭載レコダーに記録されたデータの再生を試みたがテレメトリーの電波は受信出来ず再生は出来なかった。

この時点で、1号機に搭載された気球のパラストはまだ余裕があり、高度維持のオートパラストコントロールは1月12日のパラストがつきるまで完全に作動した。その結果気球は、スレシヨルドレベルである28kmと最高高度との間を太陽の影響を受けながら飛行し続けた。

#### 4) おわりに

32次観測隊が昭和基地に入ってから1週間目でP P B 1号機の放球が出来たことは、天候に恵まれて屋外設営作業と観測機器の調整がうまく準備されたからである。

ご協力いただいた31時次越冬隊、32次隊の皆様並びに関係各位に深く御礼申し上げます。

Akira Kadokura  
National Institute of Polar Research

A numerical model to follow the vertical motion of a Polar Patrol Balloon (PPB) is being constructed in order to analyze the balloon technological result of the PPB experiment executed in JARE30. Basic equations are equation of motion (eq.1), heat equilibrium equations of the balloon surface film (eq.2) and of the inside gas (eq.3). Each equation is expressed as follows;

$$Wdv/dt = F - Wg - R \quad (\text{eq.1})$$

$$IR_{out} = VS_{direct} + VS_{albedo} + IR_{in} + CV_{inside} + CV_{outside} \quad (\text{eq.2})$$

$$CV_{inside} = Q_{adia} \quad (\text{eq.3})$$

where  $W$ ,  $v$ ,  $F$ ,  $R$  are total weight, vertical velocity of the balloon, lifting force, and resistive force by the air, respectively.  $IR_{out}$ ,  $VS_{direct}$ ,  $VS_{albedo}$ ,  $IR_{in}$ ,  $CV_{inside}$ ,  $CV_{outside}$  are infrared radiation loss, visible direct solar radiation, visible albedo, infrared radiation input from stratosphere, and convection inside and outside of the balloon, respectively.  $Q_{adia}$  is adiabatic change caused by the balloon's motion. These equations are solved numerically, considering with the change of the solar zenith angle. As conditions of zero-pressure PPB, the auto-ballast process and out-gas process are also considered. Calculation procedure is such that I calculate first a temperature of the surface film from eq.2, second a time derivative of pressure from eq.3, and finally a temperature of the inside gas from eq.1. This procedure is based on such an idea that the change of the balloon's motion is caused by the change of the film's temperature. The latter change causes the inside convection, and then an adiabatic change enough to compensate the effect of the convection, namely the change of the balloon's height, is required, and as a result the temperature of the inside gas changes.

Figure 1 shows the observation result of JARE30's PPB. Each panel from the bottom in Fig.1 shows the time development of the calculated solar zenith angle at the balloon's height, balloon's height, dropped amount of the ballast (spike-like feature) and remained total amount of the ballast (step-like one), and the vertical velocity of the balloon, respectively. The continuous drop of the ballast began on the 5th day after the launch, and on the 15th day all the ballast have been finished.

Figure 2 shows a calculation result. The lower four panels are same as in Fig.1. The fifth panel from the bottom shows the change of the air temperature at the balloon's height (thick line) and the inside gas temperature (thin line). The top panel is the calculated volume (%) of the balloon. The continuous drop of the ballast starts on the 1st day and all the ballast have been finished on the 10th day. After the 11th day this calculation becomes numerically unstable. My first aim is to construct a stable model which can bring out a result similar to the observation result.

Fig.1 Observation result

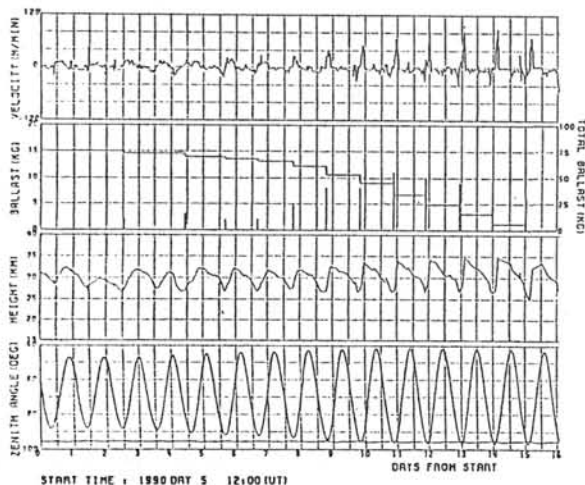
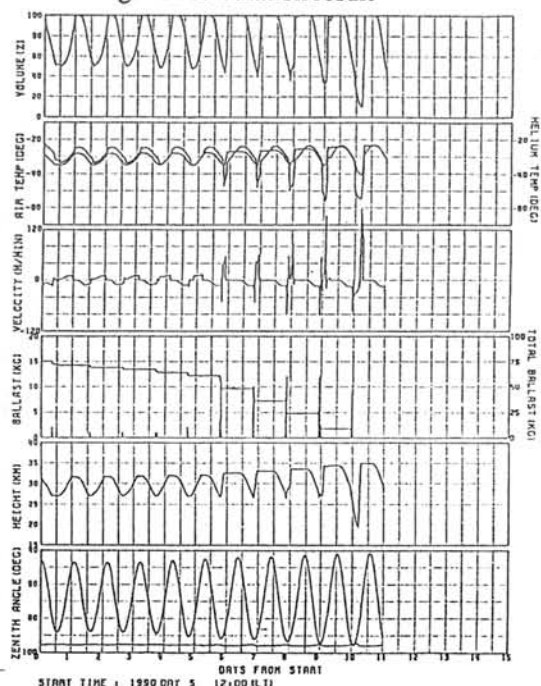


Fig.2 A calculation result



## 南極周回気球 (PPB) による磁場の全磁力測定

遠山 文雄・藤井 良一・江尻 全機・小野 高幸・国分 征・利根川 豊・矢島 信之・PPBワーキング  
(東海大工) (極地研) (極地研) (極地研) (東大理) (東海大工) (宇宙研) グループ

## 1. はじめに

第32次南極観測隊は第31次越冬隊との合同実験で昨年12月25日と今年1月5日に南極周回気球(PPB)を昭和基地から放球した。1号機は1月8日に完全周回を果たし、さらに周回して1ヶ月以上の長期にわたって飛び、2号機は周回しなかったが20日以上飛行をした。この2つの気球には新しく開発したプロトン磁力計を搭載し、1, 2号機とも磁力計電池がなくなる22日間、全磁力の大きさを測定した。ここでは搭載磁力計の概要とこれまでに得られた解析結果について述べる。

## 2. 気球実験概要

観測機器としては1号機にプロトン磁力計、2号機には電場計測器、オーロラX線測定器、プロトン磁力計が搭載され、データはアルゴシステムによって衛星を介して取得された。図1はPPBの航跡を示す。1号機は1月3~4日にかけて磁南の真中を横切り、貴重なデータが得られた。10日~11日にかけて磁力計の測定レンジをはずれて一部データが得られなかったが17日までの22日間1nTの精度で全磁力が測定出来た。2号機は1月26日までデータが得られた。

## 3. プロトン磁力計

搭載磁力計はセンサーの揺れがあっても1nTの絶対精度で全磁力が測定出来るプロトン磁力計である。センサーはゴンドラからの磁気的影響を避けるため、ゴンドラ下方15mに吊るした。電源はリチウム電池を使用し、3週間の観測量(90AH)を搭載した。

プロトン磁力計は磁界を周波数計測するため、磁場に換算して1500nT程度の測定範囲が限度である。しかし、PPBは広い磁場範囲を飛行すると予想されるので、20チャンネルの測定レンジを持ち、自動レンジ追従方式を採用したプロトン磁力計を開発した。入力周波数をバンドパスフィルターで自動選択し、S/Nレベルを判定してチャンネル切り換えを行い、選択時は励磁繰返し周期を自動的に短くして短時間でチャンネル設定を行った。測定周期は30秒、磁場量は16ビットで出力した。高度は精密気圧計データから、気球位置はアルゴシステムからの情報を内挿して理論磁場計算に使用した。

## 4. データ解析

解析はまず、アルゴシステムの重複も含めた20チャンネル毎のデータをフレーム番号順に時系列でそろえ、位置、高度をつけたデータベースを作成した。図2にPPB1号機が磁南を通過した3日~5日の全磁力と高度を示す。磁場の理論計算はIGRF-90の他、USGS, GSFC, IZM, US/UKなどの係数を用いて比較した。また、磁気異常が検出され今後地下モデルの解析を行う。さらに、この期間での磁気活動度は比較的静穏( $K_p \leq 3$ )にもかかわらず長周期の磁場変動も検出された。

## 5. 謝辞

PPBによる磁場観測実験に際し、極地研究所、宇宙科学研究所をはじめ第32・31次南極観測隊のご協力に深謝いたします。また、プロトン磁力計の開発、製作ではテラ・テクニカ㈱の協力を得ましたので感謝いたします。

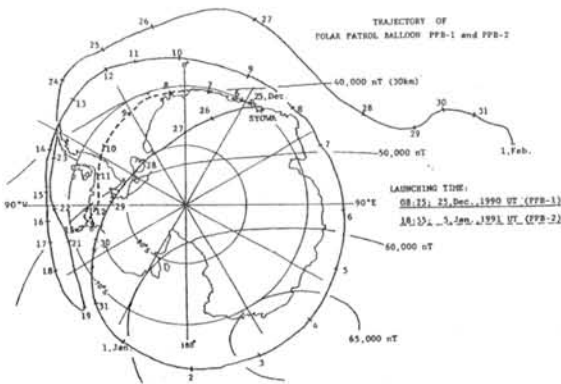


図1 PPB1号機、2号機の航跡。  
全磁力の等強度線は高度30kmでの理論値。

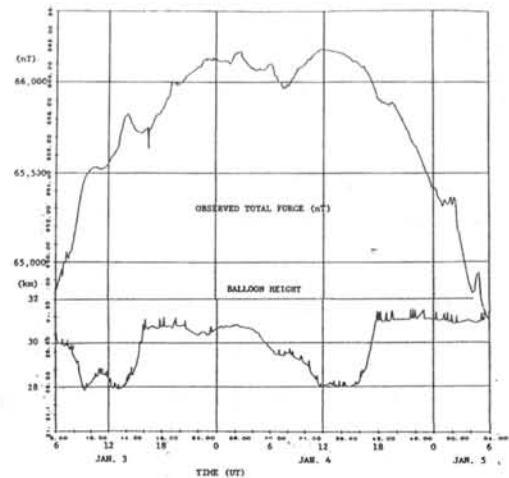


図2 1月3日6時から48時間の全磁力と気球高度。  
小さな磁場変動が見える。(PPB1号機)

## DIRECTION FINDING OF MAGNETOSPHERIC VLF/ELF EMISSIONS

M. Hayakawa

The University of electro-Communications, Chofu, Tokyo 182, Japan

Direction finding (DF) of magnetospheric VLF/ELF emissions is of great importance in studying their generation and propagation mechanisms. We have been working on the direction finding for different kinds of VLF/ELF emissions on the basis of the data observed on board spacecrafts and on the ground. We will review, in this paper, the important findings for various types of emissions.

## (1) Plasmaspheric ELF hiss:

DF on GEOS just inside the plasmapause has shown that some of the plasmaspheric elf hiss seems to be generated with  $\theta \approx 0^\circ$  in terms of the electron Cyclotron instability as suggested by Thorne et al. (1973) but that majority of them are generated with oblique angles. Further extensive study is required.

## (2) Detached plasma (DP) ELF hiss:

DF on GEOS has shown that DP hiss taking place in the detached plasma region of the outer magnetosphere is satisfactorily interpreted in terms of the quasi-linear electron Cyclotron instability with  $\theta \approx 0^\circ$ , which is in good agreement with the previous theory.

## (3) Half-gyrofrequency VLF emissions :

It is found that VLF emissions at a frequency above one half the equatorial electron gyrofrequency are generated with  $\theta$  very close to the oblique resonance angle in terms of the electrostatic Harris-type instability. Theory is also proposed : Harris-type instability in terms of the temperature anisotropy of the suprathermal electrons.

## (4) Chorus:

The generation of chorus near the equator seems to be established such that it is generated with  $\theta \approx 0^\circ$ . The DF in the off-equator enables us to study the subsequent propagation of chorus from the equator. Further DF is required for impulsive chorus.

## (5) HISS-TRIGGERED CHORUS:

The conclusion based on the DF and detailed spectral analysis is that the wavelets near the upper edge of the hiss band are responsible for triggering a chorus through coherent cyclotron instability just as in the case of active experiments.



アイスランドにおけるVLF/ELF波動の電磁場3成分観測

島倉 信<sup>1</sup> 佐藤 夏雄<sup>2</sup> 利根川 豊<sup>3</sup>

1 千葉大学工学部, 2 国立極地研究所, 3 東海大学工学部

今年(1991年), 8月下旬より9月上旬にかけて, アイスランドの Husafell において, VLF 波動の電磁場3成分(垂直電場および水平電場2成分)の観測を実施した。電磁場3成分観測の目的は波動の到来方位を求め, VLF/ELF 波動の電離層透過域の空間的・時間的変動を探ろうとするものである。

方位測定方式には, 単一平面波の仮定の下に到来方位を求めるもの, および波動エネルギーの波数空間分布を推定する方法がある。計算機シミュレーション結果によれば, 前者の結果は, 電離層透過域が比較的狭い場合には, ほぼ波数空間における最大エネルギーの方位と一致することが確かめられている。しかしながら, 前者の方法では波動エネルギーの分布の様子を知ることは出来ない。また後者の方法には逆変換モデル(偏波)依存性があるが, 波動エネルギーの波数空間分布を求めることが出来る。

今回の観測にあたっては, power line noise の軽減と長時間観測を実現するため, 直流電源とD-Aインバータを使用した。図1に示した観測例より明らかなように, 前回の観測に比べてS/N比が大幅に改善されている。現在解析を進めつつあるが, スペクトル・マトリクスを作成するためのプログラムの完成半ばであり, 結果を示すまでには至っていない。

先にも述べたように, 波動エネルギー分布を求めようとする場合, 逆変換モデルをどの様に設定するかが問題であるが, それはまた極域VLF波動の性質に依存する問題でもある。極域では電離層透過域が数百kmにおよぶと考えられ, 単純な逆変換モデルでエネルギー分布を求めることはできないが, 右廻りモードと左廻りモードの波に分解することによってよりモデル依存性を小さくすることが出来る。図2(a)は楕円偏波モデルに

よる推定結果を, (b)は左右偏波分離による推定結果を示している。

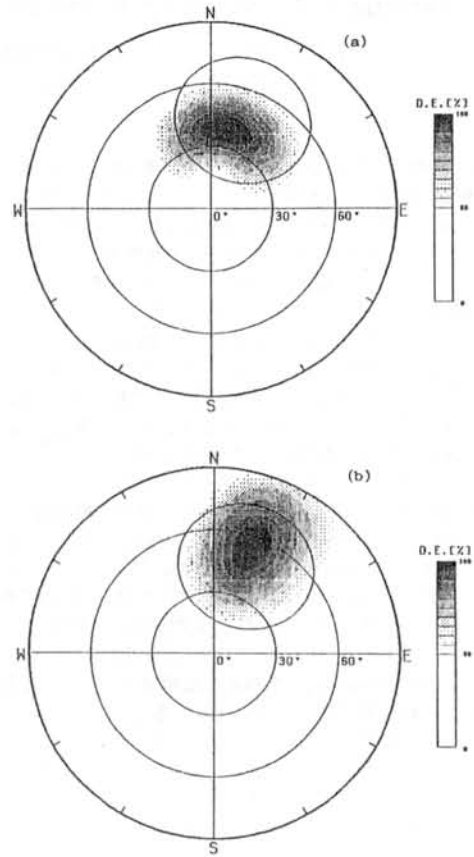


図2 計算機シミュレーション結果  
(a) 楕円偏波モデルによる推定  
(b) 左右偏波分離による推定

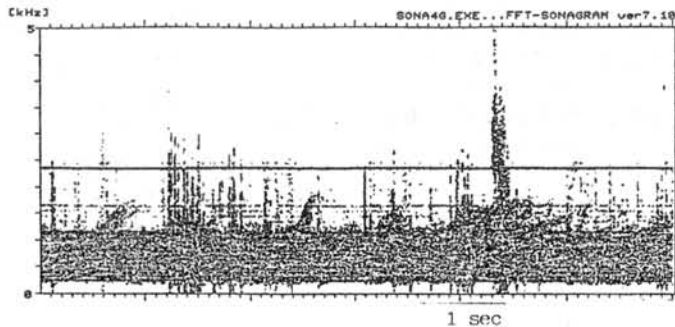


図1 アイスランドで観測されたVLFエミッションの例

## あけぼの衛星で観測された VLF 波動と粒子の関連について

太口努<sup>1</sup> 木村磐根<sup>1</sup> 澤田晃<sup>1</sup> 向井利典<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>京都大学工学部 <sup>2</sup>文部省宇宙科学研究所

## INTERRELATION BETWEEN PARTICLES AND VLF WAVES OBSERVED BY AKEBONO

T. TAGUCHI<sup>1</sup> I. KIMURA<sup>1</sup> A. SAWADA<sup>1</sup> T. MUKAI<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Kyoto Univ. <sup>2</sup>Inst. of Space and Astronautical Science

あけぼの VLF 班ではこれまでに、科学衛星あけぼの (EXOS-D) によって観測された、地球磁気圏を伝搬する VLF-ELF 波動についての様々な解析を行ってきたが、今回あらたに LEP 班の協力を得て、同時観測された電子、イオンなどのエネルギー粒子のデータとの関連について調べてみたので、それについて報告する。

太陽風などからの粒子が比較的活発に降り込んでくる高緯度領域 (極域) は、オーロラなどの発生する舞台であり、同時に数 kHz 以下の VLF-ELF 波動も発生、伝搬していると考えられる。そこでまず、極域を通過するあけぼの衛星で同時に観測された波動スペクトルとエネルギー粒子の  $E-t$  ダイアグラムの対応関係をみてみたが、その結果次のようなことがわかった。まず、数 keV 以下の電子の強いエネルギーフラックスが観測されているときに、断続的に数 100Hz 以下の低周波ノイズが観測されている。特に数 10eV/Q 以下のイオンフラックスが同時に観測されているときにはその強度が強い。またこのとき数 kHz 以上にはオーロラヒスが同時に観測されている (Fig.1. 0508-0517UT)。このような例があけぼの衛星の極域でみられる典型的な対応関係であるが、他にもいくつか興味深い観測例がみられる。その中の 1 例として、磁力線に沿って上昇していく高エネルギーのイオンフラックスと、数 keV にピークがあり、それ以下のエネルギーでは逆に小さくなって、 $E-t$  ダイアグラムの上ではホール (穴) のようにみえる電子フラックスが時々観測されるが、そのとき、観測点における水素のサイクロトロン周波数近辺をピークとする波動がしばしば観測されている (Fig.2. 1914-1919UT)。

このような現象を定量的に解析するために、伝搬可能なモードの波動の減衰率 (増幅率) を推定する必要がある。これはマクスウェル方程式や線形ヴラソフ方程式から導き出せる波動の線形分散関係式を、観測された粒子の速度分布関数を用いて解くことによって得られる。現在はまだ結果が出るまでにはいたっていないが、推定された減衰率をもとに、観測された波動と粒子との相互作用やその発生、伝搬メカニズムなどの考察ができるものと期待される。

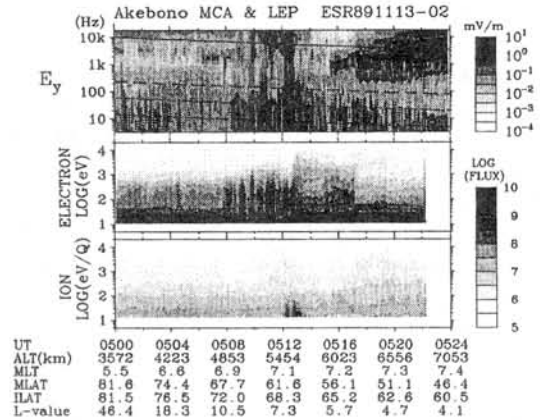


Fig.1. あけぼの衛星で観測された波動スペクトル (電界成分) とエネルギー粒子の  $E-t$  ダイアグラム (それぞれピッチ角  $60^\circ \sim 120^\circ$  の電子、イオンのフラックスの平均). トラッキングはノルウェーのエスレンジで行われたものである。

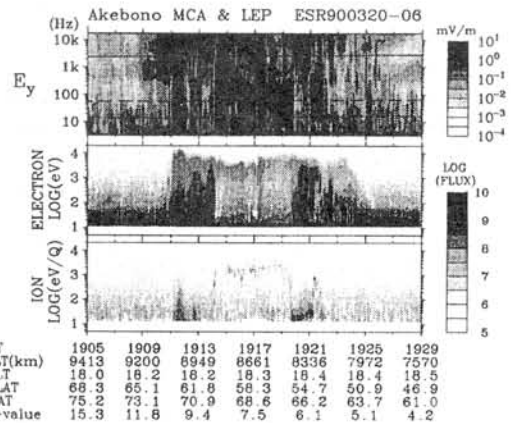


Fig.2. Fig.1 と同様 ( $E-t$  ダイアグラムのピッチ角はそれぞれ  $120^\circ \sim 180^\circ$  (upward)). 波動スペクトル内の上から 2 つめの線 (破線) が衛星の位置での  $H^+$  のサイクロトロン周波数を表す。

## 極域電磁放射 (AKR) とプラズマ圏波動 (UHR) の同時発生現象

森岡 昭 大家 寛 (東北大・理)

Simultaneous Enhancements of AKR and Plasmaspheric UHR waves  
Observed by EXOS-D satelliteAkira Morioka and Hiroshi Oya  
Geophysical Institute, Tohoku University

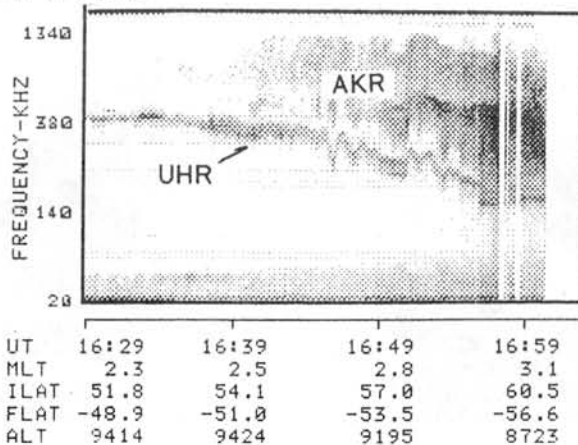
Simultaneous enhancements of AKR generated in the auroral region and the in-situ UHR emission near the plasmopause are found when the EXOS-D satellite is in the night side inner magnetosphere. These phenomena suggest the dynamical process of the injection into inner magnetosphere as well as the auroral latitude at the time of the auroral particle acceleration.

あけぼの (EXOS-D) 衛星が夜側の plasmopause にさしかかるとき、in-situ の UHR プラズマ波動が激しい周波数変化を示し、その周波数が極小の時に波動強度が enhance される現象がしばしば観測される。この波動の周波数変化は周囲プラズマの密度変動を示し、またその強度変動は、プラズマ密度の減少に伴って UHR 波動を生じせしめるもととなる free energy の増大を意味している。更にこの現象が観測される時、同時に極域電離圏上部で発生し衛星の位置まで伝搬してきている AKR 電磁放射の強度が強くなり、かつそのスペクトルが広帯域化する現象が観測される (第1図参照)。この AKR の強度増大とスペクトル広帯域化は、オーロラ粒子の加速が強められその領域が広い高度領域に広がったことを示している。

このようなプラズマ圏プラズマ密度の変動と極域 AKR の放射との同時発生現象は、データ解析の結果、観測している衛星の位置の変化にともなう空間変動ではなく、磁気圏内の時間変動にともなうものであることが明らかにされた。すなわち、

- 1) AKR のスペクトラムの下限周波数変化は、局所的プラズマ密度の絶対値にはよらず、密度変化の位相と相関する。
- 2) UHR 波動の強度と AKR 波動の強度に相関がある。

これらの事実は、磁気圏サブストーム時にプラズマシート内縁 ( $L \sim 4$ ) からオーロラ領域 ( $L \sim 7$ ) までの広い領域にわたってほぼ同時に激しいプラズマの Injection があることを示している。



金田栄祐・山本達人

東京大学理学部地球惑星物理学科

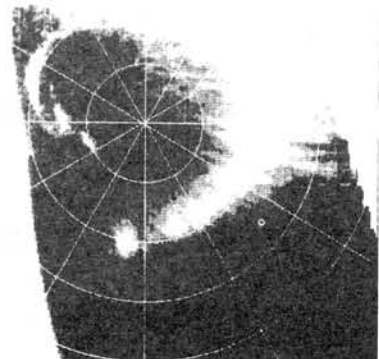
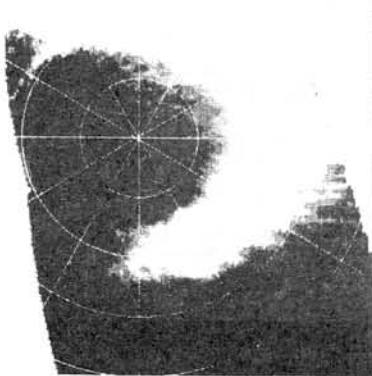
オーロラサブストームの発生期間中には様々なタイプの display が観測され、更にイベント毎にその組合せが異なると言っても過言ではない程である。この様な状況を、サブストームの magnitude が多様性を支配する (Akasofu; Space Sci.Rev., 16, p617, 1974) と見るのは、経験的には一定の合理性を有すると考えられる。唯、全てをこれに帰着させ得ない事も事実である。

‘あけぼの’衛星が遠地点モードでオーロラの撮像観測を行った 1989 年 12 月～90 年 2 月の間は、グローバルな様相の研究に好適なデータに恵まれた。これ等には極大期の太陽活動を反映して数多くのサブストームが様々な様態で観測されている。これ等の様態を汎く概観する目的で、各バス毎に全画像データを極座標系表示に於て重ね合わせ平均した合成画像を作成した。

この合成画像は便宜的手段として導入したものの乍、サブストーム expansion phase に於けるオーロラのグローバルな分布パターンの類別に有効であった。合成画像に基づく類別作業から、前述の magnitude effect に因っては律し得ない側面に本質的問題が存在する事が明かとなったと考えられる。下に示した二つの合成図(座標グリッド: 補正地磁気緯度  $10^\circ$  間隔 - MLT 反時計回り ( $0^h$ : 下向き))はその例である。

左側は 1990 年 1 月 11 日の第 4 バス、右側は 24 時間後の 12 日の第 4 バスの合成図である。これ等は共に expansion phase に観測される典型的パターンの 2 例である。これ等は共に真夜中の極光帯で 1000 nT 近くに達する大規模な地磁気擾乱の最大期に観測された。亦、双方の観測時の Kp-index は 4- と 3+ であり、これも同程度の擾乱状態に在る事を示している。例示した左側の合成図では post midnight 領域に、右側では pre midnight 領域に活発なオーロラの存在が認められる。

著しく様相を異にするこの二つの分布パターンの存在を簡単な scheme に依って理解する事が、サブストーム発生機構の物理から先ず求められる。例えば、左側の図で座標グリッドを 2～3 時間程度反時計方向に回転させて右側の図と比較した場合、双方の分布パターンの類似の度合が可成り高まる事が認められる。従って、この二つのパターンは、オーロラの分布に於ける azimuthal な変動と解釈する事が可能である。この解釈が妥当であるならば、サブストーム時に於けるオーロラ分布の多様性を一定の度合で整理し、サブストーム発生機構の解明に寄与する事となる。今回は例示した 2 パターンの類別の統計的安定性、これ等を分布に於ける azimuthal な変動と解釈する事の妥当性等に関して発表を行う。



## Initial Observations of Aurora by the ATV-VIS Imager aboard the EXOS-D (AKEBONO)

Masaki Ejiri<sup>1</sup>, Akira Kadokura<sup>1</sup>, Takasi Oguti<sup>2</sup> and EXOS-D ATV Team

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

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

EXOS-D (AKEBONO), with a visible and ultraviolet TV imager (ATV-VIS and ATV-UV) was launched on 21 February 1989. Routine observations by ATV-VIS started in October 1990 following functional test in space.

Visible auroral images corresponding to the various phases of the magnetospheric storms and substorms were obtained : total 13148 pictures along 474 satellite passes for one year. This paper introduces the specifications of ATV-VIS operational system, followed by the some characteristic features of the initial results.

A despun mirror system employs a field of view of 31.5 degrees (along the satellite spin axis) by 38.8 degrees and a resolution of  $244 \times 188$  pixels. The center of the field of view is fixed perpendicular to the satellite spin axis which is pointed to the sun. Sunlit regions of the earth are excluded from the ATV-VIS field of view. The emission pars band is tuned with an interference filter to the Oxygen green line (557.7 nm ; FWHM : 8%). The dynamic range in luminous intensity is from 50 R to 100 kR, and a normal exposure time of 400 msec (100 msec, 200 msec, 400 msec, and 600 msec selectable) provides an image every 8 sec (one snapshot every one satellite spin motion). A normal operational shot sequence is every 8, 8, 8 and 40 sec, i.e. 4 images every 64 sec.

13148 images for 58 hours 26 minutes 21 seconds along 474 satellite passes in both hemispheres were taken from 15 October 1990 to 13 September 1991. Followings are some characteristic features of the initial results.

- \* During the substorm expansion phase, the subsequent auroral images of the discrete aurora suggests the existence of a very narrow channel (MLT width less than 0.2 hours), through which auroral particles are injected from the tail region.
- \* During the substorm recovery phase, the brightening of discrete aurora is confined to a small region, followed by the activation of the lower latitude diffuse aurora.
- \* The discrete auroral arc showed a clockwise rotation viewed in the direction of the geomagnetic field.
- \* Interestingly as is shown in Fig.1, a 557.7 nm airglow layer was observed whenever the field of view covered the Earth's limb.

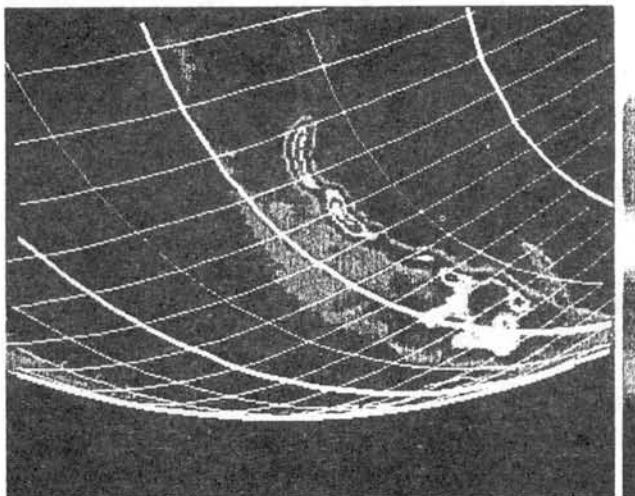


Fig.1. Typical example of the ATV-VIS image (6 June 1991, 12h 23m 02s UT).

## Auroral Stereo Observation Campaign in Iceland, 1991

アイスランドオーロラ立体観測初期結果

江尻全機・宮岡 宏・小野高幸・麻生武彦・佐藤夏雄・山岸久雄

〔極地研究所、京大・工〕

第25次南極観測隊での昭和 - S16・ラングホブデ及び第26次隊での昭和 - レブスネスの VAT (Visible Auroral TV camera) による観測結果を用いて、オーロラ立体像 (単色オーロラ発光強度の高度分布) の算出方法について研究を進めて来た。

これ迄 2 地点間の距離は 20 km ~ 30 km とオーロラ発光高度に較べ小さく、又、観測方法についての umbiguity 等の問題が明らかにされたのを機に、再度システムの検討をし、1991年11月から12月にアイスランドでの観測を行う事が出来た。観測システムとキャンペーン概要及びその初期観測結果について述べる。

Stereoscopic auroral observations have been carried out at Syowa-S16 and Langhovde in JARE 25 and Syowa-Revsness in JARE 26, with the VAT (Visible Auroral TV cameras). The method to deduce stereoscopic auroral emission profiles has been also developed. Since in the above two cases the distance between two observational sites were less than about 30 km which is much less than the auroral emission height, it is desired to have the observation sites whose distance is about 100 km. Auroral stereo observation campaign was planned and carried out in November to December, 1991, in Iceland. This is to describe the campaign including observation systems and to give a preliminary results, too.

オーロラの単色光の 3 次元発光形態の推定を目的とした今回のオーロラ立体観測は、JARE 25 及び JARE 26 の解析結果をふまえ、Iceland に於ける、同じ磁気子午面にある 2 地点間の距離約 100 km の観測点として、Husafell と Efri に決定した。両地点の気候の coincidence も良いと言うこと及びオーロラの出現頻度が Husafell より北側が大であるとのこれ迄の経験より決定した。

2 地点の位置は GPS で求めた結果 ( $\pm 50$  m の公差)

Husafell : 64°40.4' N, 21°01.5' W

Efri : 65°23.4' N, 21°52.5' W

距離 89.3 km である。

観測は前後の観測機器設置、校正、撤収作業を除き、11月27日より12月12日 (cf. 新月は12月6日) の間行われた。今年のアイスランドの気候は異常で、殆ど晴天の日がなかったが、雨・雪の短かい晴れ間をぬって、幾例かの同時観測を行うことが出来た。

観測機器構成は以下の通りである。

**Husafell**

ICCD TV : パンクロ、4278 Å, 5577 Å, 6300 Å  
 Scanning PHO : 4278 Å, 4861 Å, 5577 Å, 6300 Å  
 Night Viewer CCD : パンクロ monitor TV  
 SIT 全天 TV : パンクロ monitor  
 オーロラ分光器 : 380 - 780 nm (ラインセンサー)

**Efri**

ICCD TV : パンクロ、4278 Å, 5577 Å, 6300 Å  
 Scanning PHO : 3914 Å, 4278 Å, 5577 Å, 6300 Å  
 Night Viewer CCD : パンクロ monitor TV  
 SIT 全天 TV : パンクロ monitor

観測データの取得・収録方法及び初期観測データのディスプレイ例は講演で示す。2 地点間で同時に同一オーロラを捉える際の諸問題もいくつかあった。時刻の同一性については、2 台の TCG のスタートを電話連絡で行い、ほぼ 0.2 秒 ~ 0.3 秒位の差で保持出来た。データをパソコンに取り込むタイミングも同じ電話連絡で行った。これらを含め、将来改善すべき多くの問題点を明らかにすることが出来た。

## アイスランド・オーロラステレオ観測画像の解析 (速報)

麻生武彦・橋本岳・藪哲郎・安陪稔 (京大工)

江尻全機・宮岡宏・小野高幸 (極地研)

## ANALYSIS OF AURORA STEREO OBSERVATIONS IN ICELAND

T. Aso, T. Hashimoto, T. Yabu, M. Abe (Kyoto University)

M. Ejiri, H. Miyaoka, T. Ono (National Institute of Polar Research)

Aurora stereoscopic observation for the monochromatic regime has been carried out in Iceland in November and December, 1991. A distance between two observation sites, Husafell and Efri-Brunna, is about 90 km in the magnetic meridian plane. The aim is to get more comprehensive stereo image data with longer baseline for the detailed study of inverse algorithm and to clarify temporal variation of three-dimensional aurora structures at typical wavelengths in the emergence of auroral breakup phenomena. Some provisional results of data analysis will be given.

これまで我々は、南極昭和基地における立体観測データをもとに、非線形最小自乗法を用いた逆問題解析手法により stable なアークあるいはパルセーティングオーロラの空間構造の推定を行ってきた。( [1][2] 他) これらの観測では2点間の距離が20~30kmとオーロラ高度や高さ方向の広がりに対して必ずしも十分でなく、この点から第31次の越冬隊によるあすか基地周辺でのやや長い基線長での観測が計画された。さらに、ステレオ観測が比較的容易と思われる北極オーロラをターゲットとした観測の可能性を模索していたところ、佐藤夏雄教授の計らいでアイスランド共役点観測に組み入れていただき、観測を行えるところとなった。観測点の選定にあたっては、数値シミュレーションによる解析可能性の検討および logistics や気象など実際上の問題等を考慮し、既設の Husafell(64° 40.4' N, 21° 01.5' W) とそこからほぼ磁気子午面に沿って約90km北の Efri-Brunna(65° 23.4' N, 21° 52.5' W) が選ばれた。観測項目は別稿で述べているように多彩な構成となっており、本稿の主題である単色光ステレオ観測にはパングロおよび5577,6300,4278Åの干渉フィルターとImage Intensifier 付きの CCD TV カメラが用いられた。レンズはニッコール魚眼で有効画角は約50°である。観測は11月末より12月中旬に亘って行われ、天候の合間を縫って主に5577Åの強いアークやdiffuseオーロラ中のパルセーティングオーロラのステレオ観測を行なうことが出来た。図1に観測データの一例として12月7日21時5分に観測されたステーブルアークの両地点におけるステレオ画像対を示す。これら一連のデータをもとにオーロラ発光形状の3次元構造とその時間変化を明らかにしてゆく。



図1(a) Husafell における画像

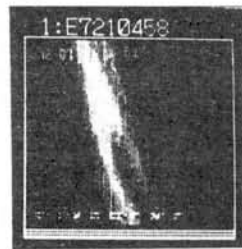


図1(b) Efri-Brunna に於ける画像

## 参考文献

- [1] Aso, T. et al. (1990), J. Geomag. Geoelectr., 42, 579, 1990.
- [2] 麻生他, 第14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, 1991. 他

小野高幸 (国立極地研究所)

An average energy and a total energy of precipitating electrons  
derived by using a photometric measurement at multiple wavelengths.

Takayuki Ono (National Institute of Polar Research)

**Abstract :** Multi-channel photometric observation was carried out in 1990 at Syowa Station, Antarctica, in order to evaluate the characteristic energy and total energy flux of precipitating electrons into the auroral ionosphere. The observation wavelengths were selected as 630.0nm(OI), 557.7nm(OI), 844.6nm(OI), 427.8nm(N<sub>2</sub><sup>+</sup> 1NG), 670.5 and 646.9nm(N<sub>2</sub> 1PG). A narrow field of view (1 deg.) and high sampling frequency (Max. 20Hz) made it possible to obtain a high quality photometric data at the magnetic zenith of Syowa. The observation results showed that: i) An intense precipitation of very low energy (about 100eV) electrons were associated with the storm time red aurora. ii) A clear switching feature of average energy was found in the pulsating auroras. iii) Average energies of precipitating electrons were significantly changed for individual discrete arcs in auroral break up.

## 序

オーロラ輝線強度あるいは強度比からオーロラ電子のエネルギーフラックスや特性エネルギーを推定することは古くからの課題であるが、未だ観測結果と理論とを定量的に比較・吟味し、これをオーロラ物理解明に応用するまでには至っていない。この問題に取り組むため、1990年昭和基地にて単色光TVカメラ並びに多波長フォトメータによるオーロラ観測を実施した。ここでは多波長フォトメータ観測より得られる降下電子特性エネルギーを種々のオーロラ形態について比較し、オーロラ電子生成メカニズム解明への一助としたい。

## 観測器

多波長フォトメータは一本の光導入部からの光を7チャンネルに同時に分光する方法が採られており、高い空間(視野角1度)・時間分解能(最大20Hzサンプル/7チャンネル)でオーロラ輝線強度を観測することができる。観測波長は427.8nm(N<sub>2</sub><sup>+</sup>:1NG), 557.7nm(OI), 630.0nm(OI)の他に844.6nm(OI), 670.5・646.9nm(N<sub>2</sub>:1PG)が同時に選択された。尚感度更正是フォトメータ及び標準光源について、東北大並びに新潟大の協力を得て行われた。

## 観測

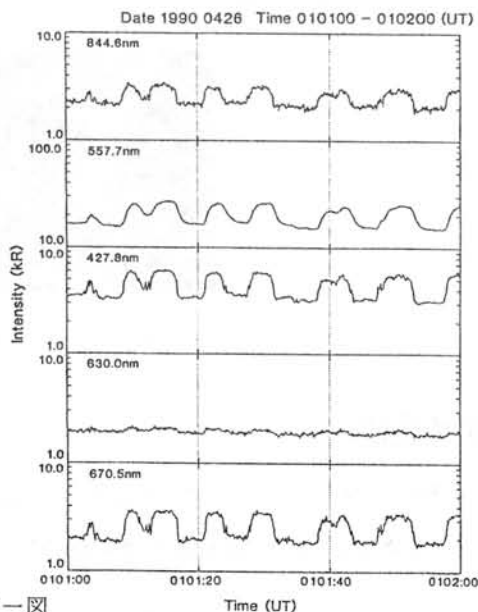
昭和基地において多波長フォトメータの光軸は磁気天頂(方位角-47.3° 仰角 64.3°)に向けられ、3月より10月まで75日間の観測が実施された。観測に当たっては全天カメラ、単色光TV, SIT-TV, 掃天フォトメータ、地磁気・ULF・VLF・CNA観測等が同時に行われた他EXOS-D衛星との同時観測データも取得されている。

## データ解析例

第1図に4月26日におけるパルセーティングオーロラの観測例を1分間にわたって示す。557.7nm, 630.0nm輝線におけるパルセーティングオーロラは遷移時間が長い脈動成分が平滑化されている様子

がわかる。一方844.6nm、427.8nm、及び670.5nm輝線は許容線であるためこの効果を受けず、降下電子のふるまいが直接示されている。844.6nm輝線と427.8nm輝線との強度比より降下電子の平均エネルギーを求めることができるが、結果はパルセーティングオーロラの点滅と呼応して約4.5keVと5.9keVとの間をスイッチングしていることを示している。一方エネルギーフラックスの変化は1.7倍を示しているが平均エネルギーの変化を考慮すると数フラックスの変化は1.3倍と平均エネルギーの変化とはほぼ同じ変化率であることが示される。このことはロケット観測で得られているパルセーティングオーロラ中の降下電子のふるまいと定性的に良く一致する。

謝辞: 1990年のオーロラ観測は第31次南極地域観測隊のもとに行われた。観測に対し多大な支援を頂いた31次隊員はじめ関係機関の各位に感謝したい。



第一図





POLAR CUSP CHARACTERISTICS OF  
ULF WAVES AND MAGNETIC FIELD VARIATIONST. SAKURAI, Y. TONEGAWA, K. KATOH(TOKAI UNIV.),  
N. SATOH, H. YAMAGISHI(NIPR), K. MAKITA(TAKUSHOKU UNIV.)

Abstract: Magnetic field variations have been studied on the basis of the data obtained at a high latitude ground station, Godhavn (Corrected I-lat.=76.1', M-long.=41.0') in Greenland. The data showed polar characteristics of the magnetic field variations and ULF waves, i.e. sudden appearance of negative variation of H-component magnetic field, indicating sudden equatorward movement of westward convection current in the polar cusp ionosphere, and its associated activity enhancement of ULF waves. These characteristics exhibited near midday with a maximum power in prenoon hours. The appearance of such magnetic field variations and associated activity enhancement of ULF waves depend on the magnetic activity, i.e., such a polar cusp signature can be well recognized in the active magnetic period, while in the weak magnetic period this signature can not be well recognized at Godhavn. This means that Godhavn is the equatorward station of the polar cusp. Spectrum of ULF waves exhibited a broad band enhancement in the two frequency bands, i.e., higher and lower frequency bands ranged from 20 to 60 mHz and 2 to 10 mHz, respectively. These two frequency bands are generally categorized into Pc 3 and Pc 4/5 bands, respectively, which have been well understood in the lower latitudes on the ground and also in the inner magnetosphere. The spectra of these ULF waves show different characteristic between in the auroral zone and the polar cusp. The similarity and dissimilarity of these ULF waves observed in the two regions have been examined by comparing with those data obtained at the auroral zone conjugate stations, Syowa and Husafell. Although substorm and its associated ULF waves are well observed at the auroral zone stations, the activity of such substorm related ULF waves happened to occur in the polar cusp region, but with some time lag. However, during the daytime the activity is very different. In the auroral latitudes lower frequency ULF waves, Pc 4/5 enhance in the two different local time sectors, i.e., in the morning and in the evening hours. While, Pc 3 frequency range ULF waves show daytime enhancement. The spectra of these ULF waves have sharper spectral band rather than those observed in the polar region and also the frequency of these spectral frequencies generally show a clear local time change, i.e., higher in the morning and lower in the evening. This local time change of the frequency can not be well recognized in those of the polar cusp region. The daytime enhancement in the activity of ULF waves in the polar cusp region is the most significant difference between in the auroral zone stations and the polar cusp stations. This indicates that ULF wave energy in the polar cusp region might be carried into the polar cusp in connection with the appearance of convection field in the cusp ionosphere, which could be directly driven by solar wind.

A Global Signature of Pi2 Excitation  
in the Magnetosphere

坂 翁介、魚住禎司 (九大・理)、佐藤夏雄 (極地研)、D.N.Baker (GSFC)

1986年5月21日、0820UTに磁気圏内にPi2脈動が励起された。この脈動はGOES5 (L=6.6)、GOES6 (L=6.6) 衛星に搭載された磁力計、地上低緯度 (KUJ; L=1.2)、赤道域 (HUANCAYO; Dip)、高緯度 (SYOW, L=6.2)、(YEK, L=7.8)、(PDB, L=6.1) の各磁力計によって記録された。同時にS/C1984-129 (L=6.6)、S/C1982-019 (L=6.6) 衛星によってPi2を伴う粒子加速の様子が記録された。(衛星、地上基地の配置は図を参照)。

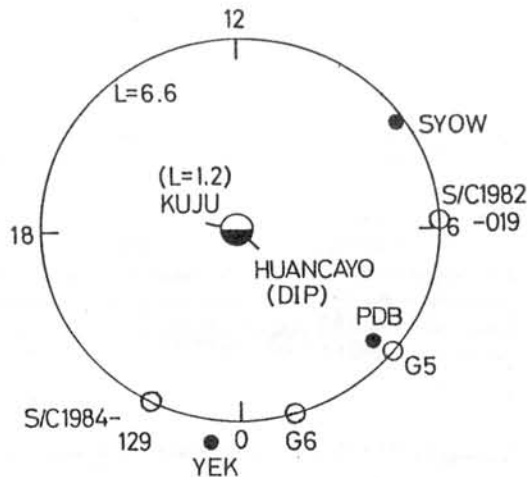
夜側磁気圏の静止軌道に非常に近い位置で且つ、比較的狭いLocal Time幅でプラズマシート粒子が加速され磁気圏内にインジェクトされた。ここを粒子インジェクションのゲートウェイと定義する。以下のシナリオに沿ってPi2脈動が励起されたことが想像出来る。

粒子のゲートウェイ通過は沿磁力線電流 (FAC) とその振動を伴った。この振動はゲートウェイでのプラズマの強い非一様性を通し圧縮性振動を作った。ゲートウェイで励起された圧縮性振動はグローバルモードPi2と呼ばれ、磁気圏全域に伝播している。圧縮性成分の卓越する低緯度Pi2のオンセットは加速粒子のゲートウェイ通過の目印となっている。

一方磁気圏内にトラップされた電子フラックスは東へ移動しながら、オーロラ帯で次々と局所的な共鳴を伴うトロイダル振動を励起していった。ゲートウェイに近い夜側磁気圏ではトロイダル振動は高調波成分をより多く含んだPi2として、朝側磁気圏ではそれが基本波成分のPc5として地上で観測された。これは磁気圏の南北非対称が夜側では強く、朝側ではそれが減少する結果であると考えられる。

ここでは、Pi2脈動の一例を調べたにすぎない。しかしこの例が示唆するシナリオがサブストームに伴う磁力線振動の普遍的な物理を語っているのか、あるいは単なる特殊な例であるかはまた分からない。

0820UT MAY 21, 1986 (Pi 2)



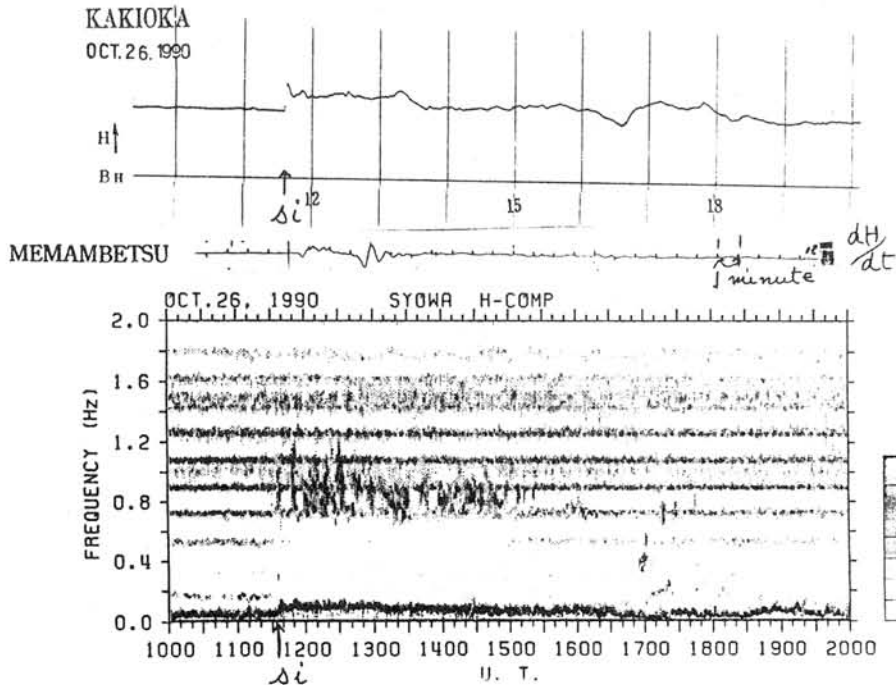
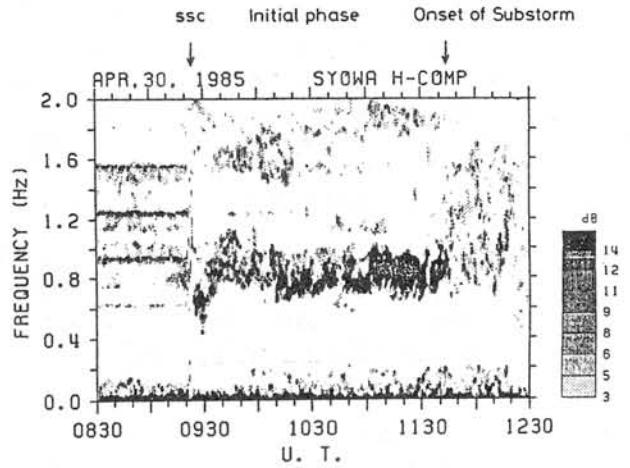
ION CYCLOTRON WAVE GENERATED WITH ssc and si

(ssc 及び si に伴う ion cyclotron wave について)

加藤 愛雄 (東北大・理) 利根川 豊 (東海大・航空宇宙)

ssc に伴って ion cyclotron wave が磁気圏の boundary layer で excite されることは、既に度々報告した通りで、又同時に boundary layer で発生した Compressional wave によって plasma sphere の standing oscillation が起こり 100s 前後の周期の pc4 が観測されること、又 nighth side reconnection に伴って substorm も発生することも知られている。

付図の上部のものはこの ssc に伴った ion cyclotron wave を示す一例である。この場合、proton cyclotron wave である。又 substorm の onset に伴って同様に ion cyclotron wave が発生している。下図に示したものは si (sudden impulse) に伴って同様に ion cyclotron wave が発生している事を示している。勿論 si の場合は substorm、即ち nighth side reconnection が起こらないので、これに相当する ion cyclotron wave は認められない。



## 電離層への日照が共役性現象に及ぼす影響

佐藤夏雄 (極地研究所)

SUNLIGHT EFFECTS ON THE CONJUGACY OF AURORAL PHENOMENA

Natsuo Sato (National Institute of Polar Research)

Syowa Station in Antarctica and Iceland are located at geomagnetic conjugate point in the auroral zone. Sunlight affects electron density in the ionosphere. We will review the sunlight effects on the conjugacy of auroral phenomena, especially, ULF, ELF-VLF wave phenomena and magnetic variations.

昭和基地とアイスランドとは地磁気共役点の関係になっていることから、両観測点の地磁気緯度・経度は同じである。しかし、地理的緯度・経度は昭和基地が  $69^{\circ} \text{S}$ 、 $40^{\circ} \text{E}$  であり、フサフェルは  $65^{\circ} \text{N}$ 、 $20^{\circ} \text{E}$  である。この違いにより、季節が逆転するのは勿論であるが、緯度の違いにより同じ季節であっても日照時間や太陽高度角にも差が生じる。また、地理的経度差が  $60^{\circ}$  であることから、地理地方時が4時間も異なる。この差を地磁気地方時と比較すると、昭和基地の地理地方時が地磁気地方時よりも3時間進んでいる。逆に、アイスランドは1時間遅れている。この差により、オーロラ現象の基本的な特性である地磁気地方時依存性が共役点で異なることになる。つまり、電離層への日照時刻が異なるため、電離層電子密度の南北差の影響を受けるオーロラ現象には共役点で相違が現れることが期待される。

今回の発表では、いままでの解析で明らかになった日照の差異による共役性の影響に焦点を絞って簡単なレビュー報告を行う。特に日照の影響が顕著に現れた現象は、Pc1-2、Pc3-5、ELF-VLF波動、地磁気変動の季節変化・日変化であった。

## 昭和基地—アイスランド共役点観測の現状と将来計画

佐藤夏雄 (極地研究所)

SYOWA-ICELAND CONJUGATE OBSERVATIONS IN THE PRESENT AND FUTURE

Natsuo Sato (National Institute of Polar Research)

Conjugate point of Syowa Station in Antarctica is located in Iceland. Conjugate observation is very useful in order to study the generation and propagation mechanisms of auroral phenomena. We will show the present condition of the conjugate observation and the future plan during the STEP period.

昭和基地とアイスランドはオーロラ帯に唯一存在する地磁気共役点对である。この利点を利用しての観測はIMS期間の短期的な観測に始まり1983年からはアイスランドの3ヶ所において恒常的な観測へと発展してきた。この間に得られたデータによりULF-VLF波動の共役性、可視オーロラやプロトンオーロラの共役性など興味深い結果が得られて来ている。

共役点観測の目的は1) 磁場モデルによる磁力線トポロジーをオーロラ現象から確認すること、2) オーロラ現象の南北対称性・非対称性から磁気圏全体に起きている現象と局所的な現象とを観測により区別する、3) 日照、固有磁場、磁軸と地軸のずれ、など地域固有の地球物理パラメータがオーロラ現象に及ぼす効果を明らかにする、4) 太陽風磁場の方向がオーロラ現象の南北半球非対象性の及ぼす影響を明らかにする、5) オーロラ降下粒子のエネルギーと熱圏中性大気の南北非対象性を明らかにする、6) 磁気流体波の振動モードや共鳴条件などを観測から明らかにする、などが上げられる。

STEP期間においてはイメージングリオメータ、高感度分光器、多点観測、立体観測、衛星との同時観測、大型レーダとの同時観測、などにより上記の共役点観測の目的をより多いものにした。

## 昭和基地及びアイスランドイメジングリオメーターによるオーロラ吸収画像 の南北半球共役性の研究—将来計画—

山岸久雄(極地研), 山崎一郎(通総研), 西野正徳, 佐藤 貢, 加藤泰男(名大・STE研)  
菊池 崇(通総研), 佐藤夏雄(極地研)

### STUDY ON THE CONJUGACY OF AURORAL ABSORPTION IMAGES USING A GEOMAGNETIC CONJUGATE PAIR OF IMAGING RIOMETERS AT SYOWA STATION AND ICELAND

H. Yamagishi(NIPR), I. Yamazaki(CRL), M. Nishino, M. Sato, Y. Kato(STE Lab,  
Nagoya Univ.) T. Kikuchi(CRL), N. Sato(NIPR)

As a part of the STEP program, we will study conjugacy of auroras observed at geomagnetic conjugate points in both hemispheres with a pair of radiowave imagers, i.e., imaging riometers. One of the imager is already in operational at Tjornes, Iceland (Geographic Latitude 66.2 N, Longitude 17.1 E, L=6.4) since July, 1990, and the other will be installed at Antarctic Syowa Station (Latitude 69.0 S, longitude 39.6 E, L=6.1) in January 1992. The imaging riometers have 64 narrow antenna beams (-3dB beamwidth 12 deg.) which provides field of view of 170 km by 170 km at the ionospheric absorption layer altitude of 90 km, and a spatial resolution of 20 km. An 8x8 piccel image is obtained at every 4 s for Iceland, and 1 s for Syowa Station.

It is found from our Iceland observation that CNA images obtained by the riometer show a large similarity to optical images in the case of active auroras such as poleward expanding arcs and westward travelling surges, and pulsating auroras. Therefore, this pair of imagers will provide a unique means to study conjugacy of northern and southern hemisphere auroras all through the year. Previous studies of conjugate auroras with optical imagers are strongly limited in observation period due to the fact that either hemisphere is usually under sunlit condition.

It is interesting to know seasonal dependence of the conjugacy of the both hemisphere auroras, because quite different condition in summer and winter hemisphere ionosphere will produce assymmetric field-aligned partice acceleration regions between both hemispheres, and this may disturb the symmetricity of conjugate auroral form. This kind of study is only possible with a conjugate pair observation of radiowave imagers.

IGRF model calculation shows that the geomagnetic conjugate point of Syowa Station falls within 100 km of Tjornes. This means that nearly 50% of the view field of the imagers will overlap each other when the distortion of the field line is minimum. Therefore, this imaging riometer pair will be also useful to determine geomagnetic conjugate point experimentally. This will provide an opportunity to check the validity of field line mapping calculation based on the magnetosphere models.

## 南極周回気球 (PPB) による地磁気のベクトル計測計画

利根川 豊・遠山 文雄 門倉 昭・佐藤 夏雄・江尻 全機  
(東海大工) (極地研)

第34次南極地域観測隊では、第33次越冬隊と共同で1992年12月から翌年の1月の間に3機の南極周回気球 (PPB) 実験を予定している。我々は、その内の2機に全磁力を絶対測定するプロトン磁力計とベクトル測定の出来るフラックスゲート型磁力計を搭載して、磁場3成分の絶対測定を行なう計画である。

これまでのPPBによる磁場測定としては、第31、32次隊によるPPB実験でPPB1号機、2号機にプロトン磁力計が搭載され、南極上空での磁場絶対値測定が行なわれた。特に1号機は磁南極上を含む完全周回に成功し、2号機は周回には失敗したが、いずれもプロトン磁力計は正常に動作し貴重なデータが得られている。その解析が現在進められており、磁気異常の検出はもとより、長周期の磁場変動などの興味ある現象も見出されている (遠山他、本予稿集参照)。

これらの結果を踏まえ、我々は次期PPB実験において、フラックスゲート磁力計によるベクトル磁場計測を加え、磁場の偏角、伏角を含めた磁

気異常検出、および電場計測等他のデータと合わせて極域電磁現象の観測を目指す。

## 観測機概要

## 1) プロトン磁力計

前回の実験と同様にセンサーは気球ゴンドラの下方15~20mに釣り下げ、測定磁場範囲を30,000~68,000nTに広げる。測定感度は1nT、測定周期は30秒、4週間分の電池を搭載する。

## 2) フラックスゲート磁力計

センサーはゴンドラから突き出された2mのブームに搭載する。最も重要なセンサーの方向検出は太陽センサー4台及び2成分傾斜角センサーを搭載し、ゴンドラのスピン (約1rpm) を利用して太陽が子午面に来た瞬間の3成分を検出する。同時にセンサー搭載面の傾斜角を0.1度以上の精度で計測し、センサーの方向を決定する方式をとる。太陽センサーを90度ごとに4台搭載し、15秒ごとのベクトル磁場を計測する (スピン周期1分の場合)。主な仕様を表1に示す。

表1. 磁力計の主な仕様

| 仕様項目   | プロトン磁力計                                   | フラックスゲート磁力計                             |
|--------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 測定磁場範囲 | 全磁力 30,000 ~ 67,000 nT                    | X, Y 軸 ± 32,700 nT<br>Z 軸 0 ~ 65,500 nT |
| 測定感度   | 1 nT                                      | 各軸 1 nT                                 |
| 測定周期   | 30 秒                                      | 15秒/各軸                                  |
| 供給電源   | 28 V × 90 AH (22日間観測)                     | 12 V × 90 AH (22日間観測)                   |
| 出力形式   | 8 bits × 2 Wd                             | 8 bits × 7 Wd                           |
| 寸法・重量  | (重量計 18 kg)                               | (重量計 9 kg)                              |
| 電気部    | 180 × 300 × 150 · 6 kg                    | 150 × 120 × 100 · 2 kg                  |
| センサ部   | 140 φ × 150 · 4.5kg                       | 120 × 120 × 200 · 3 kg                  |
| 電源部    | 170 × 310 × 150 · 7.5kg                   | 170 × 150 × 150 · 4 kg                  |
| 姿勢計    | (重量計 2 kg)                                |                                         |
| 太陽センサ  | 太陽面検出 90度 に 4台 · (100 × 30 × 40 · 1.5 kg) |                                         |
| 傾斜計センサ | 水平 2成分 · (30 φ × 60 · 0.5 kg)             |                                         |
| 姿勢出力形式 | 8 bits × 3 (3 Wd)                         |                                         |



New Doors  
Opened by The Antarctic Ballooning

齊藤 威 (東大・宇宙線研究所)

ここ数年、南極での気球観測(でしかできない)による研究を実現すべく、測定器の開発など準備を進めてきた。日本では、これまで、計画を提案する機会にめぐまれなかった。1989年、米国 Delawareで開催されたAstrophysics in Antarcticaでの議論に参加したが、NASAの計画の遅れのためか、多くの研究者がここにも待機しており、彼らをジャンピングして早期に実現する可能性は困難と判断した。1991年6月、トリノ大学、ローマ大学、イタリア宇宙研、極地研を行脚。イタリア極地研(これまで気球観測はなかった)は次期4ヶ年計画を検討している段階で、ここで気球観測事業が始まることを期待している。順調に進めば、1994年1月に第一回目の気球飛行が行われる。

観測器からのデータ量は、 $\geq 16$  kbits/secとなる。このため、気球軌道周辺の各国基地に、規格化した受信機とレコーダーを設置する。気球との交信可能領域になれば、搭載レコーダーに収録しているデータを基地に転送する計画である。ソ連、アルゼンチンのグループとは既に議論を始めている。米国、オーストラリア、その他とは、近々議論に入る予定である。昭和基地での受信もお願いしたい。計画が進展すれば、イタリア側から正式に申し入れたいと思っている。また、観測が昭和基地でも実行できることを願っている。

(1) 宇宙反物質(反原子核)の観測。

反陽子の観測は既に世界中で行われており(これまでのUpper Limit:  $\bar{p}/p < 10^{-5}$ )、また多くの計画がある。しかし、反陽子は宇宙線が宇宙空間の物質と衝突して生成される確率が大きい。従って、宇宙(Primordial)反物質の研究としては、反ヘリウムを $10^{-7}$ レベルで観測する計画が不可欠である。反原子核を検出すればノーベル賞といわれているが、今世紀中に $10^{-7}$ レベルを達成できる可能性があるのは南極気球実験しかない。日本-イタリア共同研究として正式に発足。観測器重量350 Kg、20日の観測で $10^{-7}$ が可能である。詳細は、Fukada et al., AIP Proc. No.198 180 (1989); Proc. 21 st. ICRC Vol.4, 450(1991); Saito et al., Nucl.Instr. & Meth. A310, 568(1991); Aglietta et al., Japan-Italy Collab., Proc. 22 nd. ICRC, DG-7 (1991)。

(2) 点源からの宇宙クォーク物質、中性微粒子などの観測。

宇宙からのクォーク物質が存在する可能性がある。これらのうち、荷電クォーク物質塊の観測は、1993年夏からシシリースペイン気球コースで開始される。もし宇宙クォーク物質が存在するとしたら、点源を観測することが重要となる。点源を24時間、常時パトロールできるのは、南極気球しかない。荷電クォーク物質については、Saito et al. Phys. Rev. Lett. 65, 2094 (1990); Saito, Nucl. Phys. B (1991); Aglietta et al. Nuovo Cimento, 14C (1991); 点源の観測としてFukada et al. AIP Conf. Proc. No.198 176 (1989)。学習研究社、激変天体論(1991年12月刊)に解説記事がある。

(3) 「宇宙放射線のもとでの化学進化と生命の起源」モデルの検証。

現在、宇宙線を模した加速器ビームを用いて予備実験を行っている。原始地球大気組成ガスに放射線を照射すれば、容易にアミノ酸や核酸塩基が生成されることが分かっている。宇宙ステーションに搭載する計画を提案しているが、この予備実験として気球観測を実現したい。 $\sim 2$  m  $\phi$   $\times$  2 mのステンレス製気球に1気圧のガス(原始地球大気組成)を封入(重量: 250 kg)。回収してガスを化学分析する。Kobayayashi et al., Proc. 7th Inter. Symp. on Space Tech. & Science, 2071 (1990)。

第15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 Fifteenth Symposium  
on Coordinated Observations of the Ionosphere  
and the Magnetosphere in the Polar Regions

Abstracts  
(Poster Presentation)

1992年1月28日(火) - 1月29日(水)

January 28-29, 1992

国立極地研究所

National Institute of Polar Research  
Tokyo, Japan

## 昭和基地におけるオーロラレーダ観測

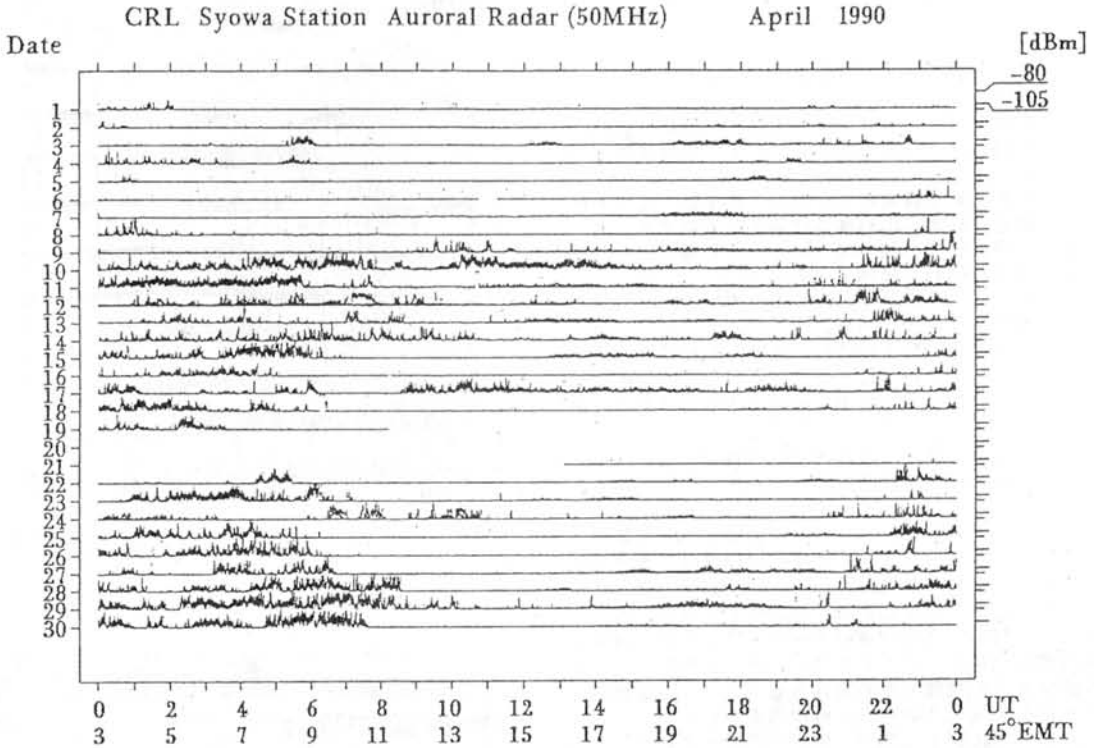
大高一弘 前野英生 五十嵐喜良  
通信総合研究所

SYOWA STATION AURORA RADAR OBSERVATION FROM FEBRUARY 1990 TO JANUARY 1991  
KAZUHIRO OHTAKA HIDEO MAENO KIVOSHI IGARASHI  
COMMUNICATIONS RESEARCH LABORATORY

南極昭和基地におけるオーロラレーダによるオーロラ観測は1966年にP P I (Plan Position Indication)方式でスタートした。1982年から観測装置が現在使用のシステムにかわり、使用周波数が50MHzと112MHzの2波、コリニアアンテナによる固定の3ビーム(1989年にGMS, GGSに加えてGGEビーム増設)を使用して観測している。また、レーダ制御とエコーのドップラ解析をミニコンでおこない散乱体のドリフトを求められるV H Fドップラレーダとしての観測にも使用してきている。

オーロラレーダはその特徴として、光学観測のできない日中や夏期間でも観測することができる。そのため1年を通じての連続観測ができる。1989年からはV L F電波位相変動、短波電界強度、リオメータなどの観測と共にオーロラレーダ観測のデータロガー記録を開始した。それによりオーロラエコー強度のデジタル表示が可能となった。この記録を使いワークステーションでデータベース化も行なっている。

1990年は、太陽活動の最大期にあり、数多くのオーロラ現象を観測することができた。下図にその一例を示す。50MHzレーダによる電波オーロラエコー強度1990年4月の1ヶ月間の様子である。10日から月末にかけて夜中から午前中にエコーが観測されている。また、10日、17日には昼間に強いエコーが観測されている。今回このデータを使い1年間の電波オーロラの発生状況、時間分布などの解析をしたので報告する。



### 30MHz RIOMETERの 混信の曜日依存性

行松 彰<sup>1</sup>, 江尻 全機<sup>2</sup>, 門倉 昭<sup>2</sup>, 荒木 徹<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>京大理 <sup>2</sup>極地研究所

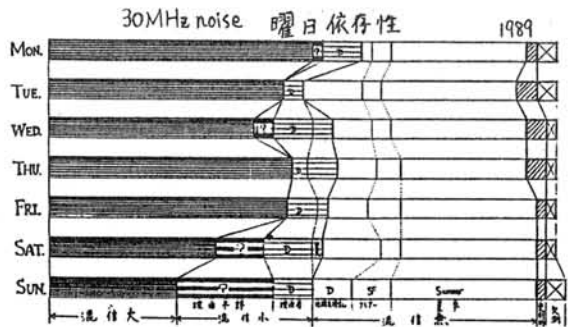
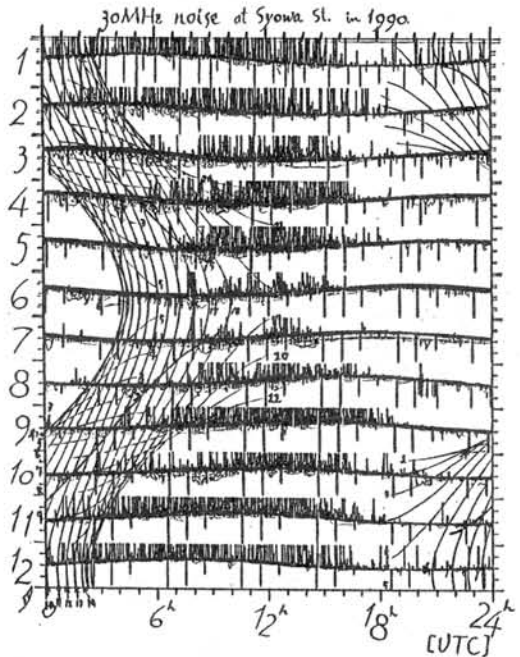
Day of the week dependence of 30MHz interference signals  
 observed by riometer in Antarctica

<sup>1</sup>YUKIMATU Akira, <sup>2</sup>EJIRI Masaki, <sup>2</sup>KADOKURA Akira, <sup>1</sup>ARAKI Tohru  
<sup>1</sup>Faculty of Science, Kyoto Univ., <sup>2</sup>National Insititute of Polar Research

簡易型リオメタ(30MHz帯)や電界強度計の観測データに含まれる混信について、これまでの(極域及び中緯度での電波及び電離層の観測データを用いた)研究で、その出現の仕方に関し次のような性質がわかっている。

0. 殆どが遠方から電離層を介して伝搬するものに因る。
1. LT依存性があり、基本的にfoF<sub>2</sub>の高い昼間に出現し、foF<sub>2</sub>の消長に対応して午前午後で非対称となる。
2. F層の夏季異常に対応して、夏季に、極域では殆ど現れず、中緯度では強度が減少する。
3. 地磁気擾乱の数日間、Subauroral帯でのfoF<sub>2</sub>の低下に伴い、極域で消失する。
4. scの直後、D層への粒子降下に伴い、極域で消失することがある。
5. PCAlikeな吸収時に、太陽からのX線又は高エネルギー粒子による主にD層の異常電離によって、極域で消失する。(太陽活動度が低い年には逆にこの時に出現する。)
6. 太陽黒点数と電離層電子密度の関係によって、太陽活動度に顕著に依存した経年変化を示す。

これらの性質から、この混信がF層伝搬(とD層やEs層での吸収)によってほぼconsistentに理解できることが明らかにされたが、そのsourceについてははっきりとしたことがわからないままであった。しかし、1989年の南極での観測データでは、土曜、日曜に出現頻度が減少することが見いだされており、これから地球上の都市部等から出される人工ノイズが混信の主要部を形成している可能性が考えられたが、これについてさらに詳しく調べ、他の年のデータについても曜日依存性があるのか、又その場合、その経年変化が追えるかについて考察し、混信の、F領域電離層モニターとして、あるいは電波環境モニターとしての可能性を探る。



A Possible Mechanism to cause CNA Modulation  
by Toroidal Pc5 Pulsations

O.Saka<sup>1</sup>, H.Yamagishi<sup>2</sup>, N.Sato<sup>2</sup>, D.N.Baker<sup>3</sup>

- (1) Department of Physics, Kyushu University, Fukuoka, 812, Japan
- (2) National Institute of Polar Research, Tokyo, 173, Japan
- (3) Laboratory for Extraterrestrial Physics, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, 20771, U.S.A

Abstract

A modulation of cosmic noise absorption (CNA) by Pc5 magnetic pulsations in the morning sector is studied by use of the ground magnetometer and riometer data at L=5.9-6.8 in conjunction with the low energy (30 keV - 200 keV) electron data from three satellites at geosynchronous orbit (L=6.6). The following observational results have been obtained:

- (1) CNA pulsation shows a particular phase relation with the H component of a ground Pc5 pulsation.
- (2) During a CNA event, trapped plasma sheet electron (30keV - 200keV) showing an eastward decrease of the flux is observed at the conjugate geosynchronous altitudes.

We present a model of the electron flux modulation in the magnetosphere wherein the  $E \times B$  drift by the wave electric fields makes an azimuthal displacement of the trapped electrons. We infer that the azimuthal displacement as well as a strong wave diffusion by a diamagnetic effect of the trapped electrons leads to a modulation of the precipitations onto the ionosphere.

Satoru TSUNOMURA

Kakioka Magnetic Observatory, Kakioka, Ibaraki, 315-01 Japan

When a low latitude aurora was observed in Hokkaido at the main phase of geomagnetic storm of Oct.20, 1989, a Pi2 pulsation was observed in Japanese stations simultaneously. The dominant period of the Pi2 was shorter than that of Pi2 observed about 30 minutes before (Kuwashima et al., 1990). Similar type Pi2 was also observed at the auroral appearance in the Nov.17, 1989 storm. Figure 1 shows the pulsation data for the November event. There can be seen two Pi2's at about 25 and 40 minute. The aurora was observed in the interval  $\sim 43$  to  $\sim 59$  minute, that is, just after the latter Pi2. The apparent period seems shorter in the latter event. Spectrum data for the two events are shown in Figure 2. The dominant period of the former is about 90 seconds and the latter 80 seconds. The latter shows distinctive, secondary peak  $\sim 20$  seconds, while the former does not. It is inferred, therefore, that the short period component of the latter event may have relationship with low latitude aurora. Investigation of this short period pulsation may be useful not only for clarifying the mechanism of low latitude aurora but also for the better understanding of the storm time magnetospheric feature. In this paper, the author will discuss the characteristics of the Pi2's associated with low latitude aurora or short period Psc's based on geomagnetic data in low latitude.

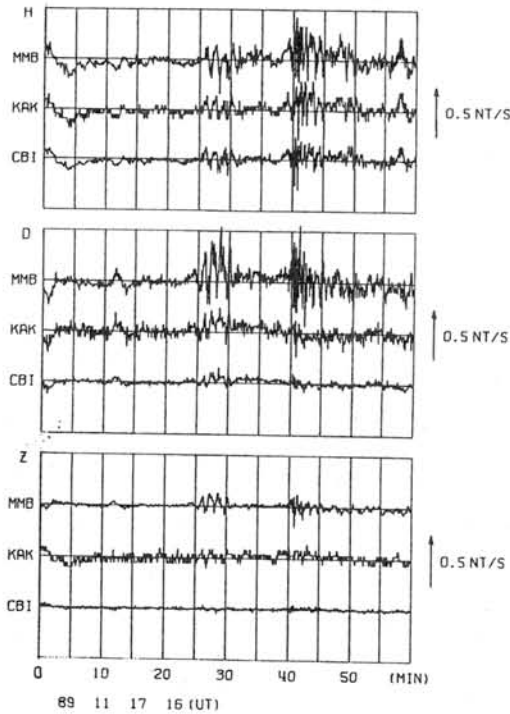


Figure 1 Time derivatives of one second values at Japanese observatories on 1600-1659 UT, November 17, 1989.

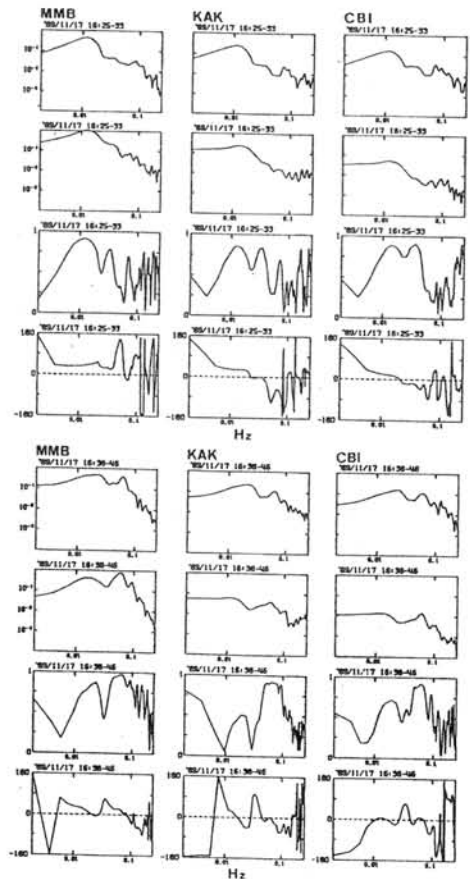


Figure 2 Power spectra of time derivatives of H and D components, coherence and phase between H and D components at Japanese stations; (a) 1625-1633 UT and (b) 1638-1646 UT.

高緯度 Pc 3-4 脈動の特性 IMF cone angleの大きい場合

林 希一郎、林 幹治

東京大学理学部

Kiichirou Hayashi, Kanji Hayashi

Univ. of Tokyo

低緯度で観測される Pc 3-4 帯の現象は、IMF の cone angle が小さいときよく観測されている。これは、Pc 3-4 帯の脈動のソース領域が IMF に影響を受けていること、つまりソース領域は地球磁気圏の外に存在していることを暗示している。Upstream wave が地球磁気圏の前面つまり、太陽方向にできそこで発生した波がマグネトポーズを通過して磁気圏内部に伝わってきたものの一部が磁力線の固有振動と等しいところで共振を起し磁力線に沿って伝わる波を地上で観測している。

そこで、今回の解析では高緯度側つまりソース領域に近いと思われる観測点 near cusp の観測点、と aurora 帯、プラズマポーズ帯の多数の観測点を用いて高緯度側での Pc 3-4 の特性について調べてみました。

観測点は、near cusp station が GMLAT 73-74° に 3 地点オーロラ帯からプラズマポーズ帯まで約 20 地点のデータを用いています。観測期間は 1990 年 1 月と 2 月のほぼ 1 ヶ月半の期間の解析を行いました。はじめに、IMF cone angle の大きさによって分類を行い、cone angle が  $> 30^\circ$ 、 $30 < < 60^\circ$ 、 $60^\circ <$  のときの 3 つに分類を行いそれぞれの場合について調べました。さらに、IMF の他のパラメータ特に  $B_x$ 、 $B_y$  に着目すると興味深い特徴が見られました。IMF cone angle の大きい場合、一般的な IMF のアルキメデス スパイラルの方向とその逆の方向で高緯度 Pc 3-4 帯のスペクトラムに顕著な違いが見られました。

この IMF のパラメータ cone angle 以外の  $B_x$ 、 $B_y$  と高緯度 Pc 3-4 帯の特徴について near cusp からオーロラ帯、プラズマポーズ帯にを中心とした広域多点観測のデータを用いた結果の報告を行いたいと思います。

# 衛星同時観測に基づく磁気圏Pc3-4波動の相関解析

松岡 均・湯元 清文

名古屋大学太陽地球環境研究所

CORRELATION STUDY ON COMPRESSIONAL Pc3-4 WAVES  
OBSERVED BY AMPTE/CCE AND GOES-5

H. Matsuoka and K. Yumoto  
STE Lab., Nagoya Univ.

ULF waves in the magnetosphere give serious clues to clarify a propagation process of the solar wind energy. Compressional Pc3-4 waves are believed to be able to propagate into the deep magnetosphere and to excite field-line resonance oscillation. However, the details of characteristics of the compressional waves are not well known. We study spatial characteristics of compressional Pc3-4 waves using magnetic field data from AMPTE/CCE and GOES-5. The dependence of cross correlations of the waves observed simultaneously on the longitudinal and radial distance is presented in this paper.

[はじめに] 太陽風エネルギーが磁気圏深部まで伝わる過程で、compressional Pc3-4波動は、重要な役割を果たしていると考えられる。しかし、compressional Pc3-4波動の伝播特性については、まだよくわかっていない。太陽風起源の波であるのか、地上で観測される Pc3-4波動とどのような関係にあるのか、興味深い問題が数多くある。そこで、磁気圏中の2つの衛星の磁場データを比較することにより、磁気圏中で観測されるcompressional Pc3-4波動の空間的な広がりについて調べた。

[観測例と方法] AMPTE/CCEはL~2-7、GOES-5はL~6.7の軌道で、昼側にいる時間帯を選んだ。スペクトル解析を行い、周波数が同じ波動が観測されているかどうか調べた。図1は、local timeが1時間、動径方向距離が2.1

Re離れているときに観測されたスペクトルの例である。IMFデータが存在する期間については、周波数とIMF強度の比較も行った。compressional成分には、図2で示したようなwave packetが数多く観測されており、2衛星で同時に観測されたwave packetの相関係数を距離の関数として表した。

[解析結果] 磁気圏中で観測されるcompressional Pc3-4波動について、次のような特性が明らかになった。

- (1) 3-5分のwave packetが断続的に発生する。
- (2) 周波数がIMF強度に比例するものに対して、
  - (2-1) local timeの差が小さいと非常に相関がよい。
  - (2-2) local timeの差が同じ場合、動径方向の差が大きくなると相関が悪くなる。
  - (2-3) 磁気赤道からの離れると、相関が急に悪くなる。

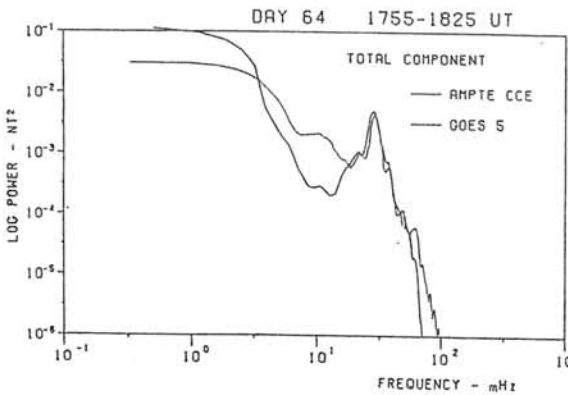


Fig. 1 Power spectrum of compressional Pc3-4 waves observed simultaneously by AMPTE/CCE and GOES-5.

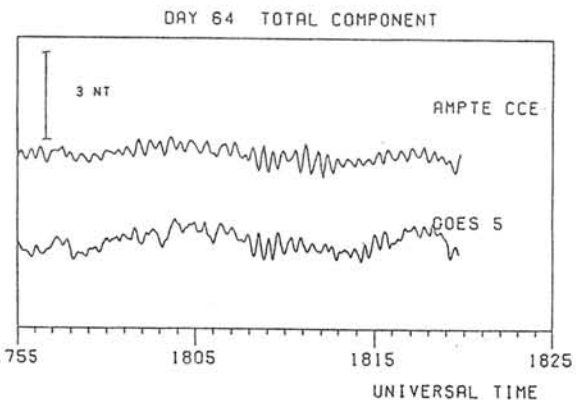


Fig. 2 Wave packet events in compressional components.



# 惑星間衝撃波後で発生した アルヴェンモードとキャビティーモードのPc3型ULF波動

磯野 青児, 湯元 清文, 田中 義人, 塩川 和夫, B. J. Fraser, F. W. Menk,  
(名古屋大学 太陽地球環境研究所) (ニューキャッスル大学 物理学科)  
ULF波動解析グループ

EVIDENCE OF GLOBAL CAVITY MODE AND ALFVEN MODE Pc3'S  
OBSERVED ALONG 210° MAGNETIC MERIDIAN AFTER SUDDEN COMMENCEMENT

Isono A., K. Yumoto, Y. Tanaka, K. Shiokawa, B. J. Fraser, F. W. Menk,  
(STE Lab. Nagoya Univ.) (Phys. Dept., Univ. of Newcastle)  
and ULF Analysis Group

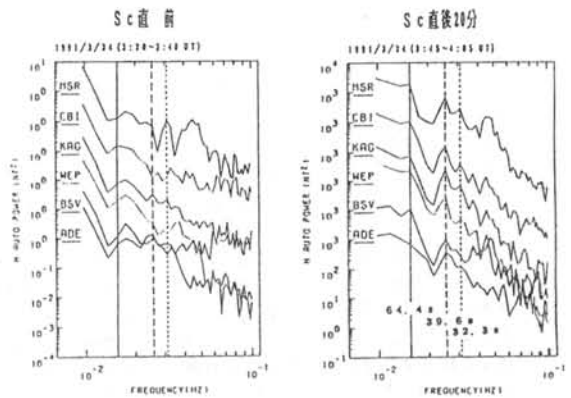
In order to study excitation and propagation mechanisms of low-latitude Pc3 magnetic pulsations, we analyze multi-national project data from globally coordinated stations at L = 1.1-2.1 along 210° magnetic meridian. From the preliminary data analysis, we found evidence of global cavity mode of Pc3 magnetic pulsations. Wave analysis shows that typical signatures of MHD cavity oscillations which happened after the onset of sc magnetic storms. A sudden impulse in the solar wind must be responsible to the cavity eigenmode oscillations in the inner magnetosphere.

太陽風磁電波動エネルギーの低緯度までの輸送過程を磁気経度:  $\Lambda = 212.25^\circ\text{E}$ , 磁気緯度:  $\Phi = 37.76^\circ\text{N}$ ,  $L = 1.60$  の父島 (CBI;  $212.74^\circ\text{E}$ ,  $20.65^\circ\text{N}$ ,  $1.14$ )、鹿児島 (KAG;  $201.99^\circ\text{E}$ ,  $25.23^\circ\text{N}$ ,  $1.22$ ) とオーストラリアのウェイパ (WEP;  $214.07^\circ\text{E}$ ,  $23.22^\circ\text{S}$ ,  $1.18$ )、母子里の磁気共役点であるバズビル (BSV;  $212.86^\circ\text{E}$ ,  $37.08^\circ\text{S}$ ,  $1.57$ )、そして同子午面上のアドレード (ADE;  $213.34^\circ\text{E}$ ,  $46.72^\circ\text{S}$ ,  $2.13$ ) に測器を配置し、観測データはリアルタイムで JJJY・WWWH 電波校成り、300 nT/14 bits の値を記録している。

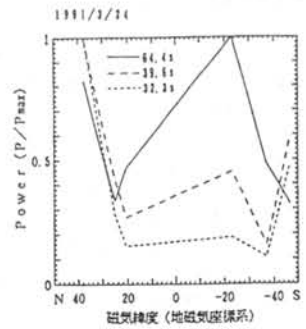
210° 磁気経度、37.8° 磁気緯度の観測データは、1991年3月24日午後12時30分、突然の磁電波動が観測された。これは、太陽風からの衝撃波が地球に到達した結果と推定される。観測された波動は、Pc3型と見られる。この波動は、地球の磁気圏内を伝播する Alfvén モードと、磁気圏の空洞モードと見られる。観測された波動の周波数は、約 0.1 Hz から 1 Hz の範囲にあり、振幅は約 10 nT 程度であった。観測された波動は、太陽風からの衝撃波が地球に到達した直後に発生した。これは、太陽風からの衝撃波が地球の磁気圏内を伝播する Alfvén モードと、磁気圏の空洞モードと見られる。観測された波動の周波数は、約 0.1 Hz から 1 Hz の範囲にあり、振幅は約 10 nT 程度であった。観測された波動は、太陽風からの衝撃波が地球に到達した直後に発生した。

観測された波動は、太陽風からの衝撃波が地球に到達した直後に発生した。これは、太陽風からの衝撃波が地球の磁気圏内を伝播する Alfvén モードと、磁気圏の空洞モードと見られる。観測された波動の周波数は、約 0.1 Hz から 1 Hz の範囲にあり、振幅は約 10 nT 程度であった。観測された波動は、太陽風からの衝撃波が地球に到達した直後に発生した。

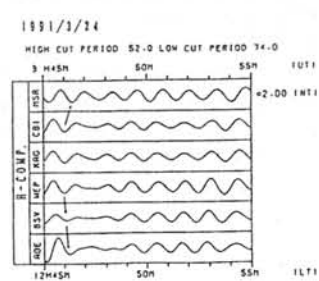
詳細な波動パラメータの解析結果については、学会報告を参照してください。



第1図



第2図



第3図

Local time variation of wave mode of Pi2 pulsations  
observed by synchronous satellites

H. Takeuchi<sup>1</sup>, T. Saito<sup>1,2</sup>, T. Sakurai<sup>3</sup>, and T. Takahashi<sup>2</sup>  
 1. Geophysical Institute, Tohoku University.  
 2. Onagawa Magnetic Observatory, Tohoku University.  
 3. School of Engineering, Tokai University.

Observation and analysis

Direction of principal axis of Pi2 pulsations observed by GOES 5 and 6 during the month of April 1986 is analyzed by using the minimum variance method. The viewpoint of this study is put the relationships among local time, wave mode, and the direction of the initial excursion of Pi2 pulsations. The results of our analysis summarized in Figure 1 are:

- (1) Occurrence of the total Pi2 pulsations shows a maximum at about 23hLT.
- (2) The compressional mode is observed most frequently near 23hLT as well.
- (3) The azimuthally transverse mode shows two occurrence peaks near 22hLT and 01.5hLT, respectively. The ~22hLT peak is mainly due to the initially eastward excursion events, while the 01.5hLT peak corresponds to the initially westward excursion events.
- (4) The radially transverse mode has three occurrence peaks around 20hLT, 23hLT and 01.5hLT, respectively. The peak near 23hLT predominantly contains the initially outward excursion events, but the other two peaks correspond to the occurrence peaks of the initially inward excursion events.

Conclusion

The observed results (1) and (2) indicate that the occurrence peak of the compressional mode Pi2 coincides with that of the total Pi2. Therefore, the compressional mode is considered to be observed directly at the longitude of the Pi2 source region.

On the other hand, the distribution of the transverse mode

Pi2's presented in the results (3) and (4) is explained as the contribution from the pair of substorm-associated field-aligned currents as displayed in Figure 2, which shows the calculated distribution of the initially induced magnetic field due to the currents. In this calculation, the current wedge is assumed to have the width of two hours flowing along the L=8 dipolar.

We conclude that the hydromagnetic oscillations enhanced near the substorm-associated field-aligned currents are observed as following two modes: (1) The azimuthally transverse mode Pi2's on the earthward side of the currents. (2) The radially transverse mode pi2's longitudinally sandwiching each of the field-aligned currents.

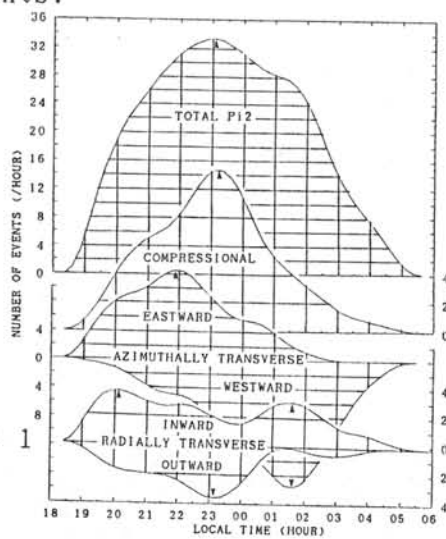


Figure 1

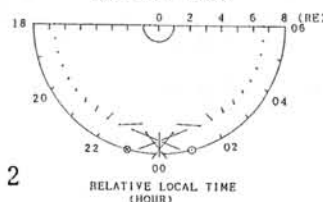


Figure 2

# 昭和基地近傍で観測される誘導電流の影響を受けた Pc5地磁気脈動の特性

加藤賢一<sup>1)</sup> 青山巖<sup>1)</sup> 利根川豊<sup>1)</sup> 佐藤夏雄<sup>2)</sup> 坂翁介<sup>3)</sup>

1)東海大学工学部 2)国立極地研究所 3)九州大学理学部

## Pc5 pulsations features modified by induced currents around Syowa Station

KATO, Ken-ichi<sup>1)</sup> AOYAMA, Iwao<sup>1)</sup> TONEGAWA, Yutaka<sup>1)</sup>

SATO, Natsuo<sup>2)</sup> SAKA, Osuke<sup>3)</sup>

1)Tokai univ. 2)NIPR 3)Kyushu univ.

地上で観測される地磁気脈動などには、しばしば地下の誘導電流によって生じた位相変化や振幅の大きさの変化が加わる。この様な場合、その観測データからはその脈動の基本的な特性を正確に得ることが困難となる。この困難を解決するために、誘導電流から生じた位相変化や振幅の大きさの変化を各観測点毎に知ることができれば、地磁気脈動の特性の推測が可能となるであろう。

本研究では、昭和基地近傍の誘導電流からの影響を受けたPc5地磁気脈動の特性を知るために、昭和基地とその近傍の無人観測点(1988年8月にはTOTU, 1988年10月にはSKRV, H100の2地点)で同時観測された地磁気3成分のデータを用いて、解析を行った。

図は周波数(1~6mHz域)とTOTU/SYOW間の振幅比の関係を、上からH,D,Z成分に行ったものを表している。振幅比はdB値で表し、+側はTOTU、-側はSYOWの振幅が大きいことを表している。プロットはスペクトルピークにおける周波数とその時の振幅比であり、数字はイベント毎につけた番号である。

この図から、次の様な特徴が現れている。

(1) HとD成分は、TOTUの振幅が大きい。

- (2) HとD成分は、周波数が大きくなるとその振幅比は大きくなる。
- (3) その周波数と振幅比はほぼ線形の関係にある。
- (4) 両観測点のD成分の振幅はほぼ同じである。

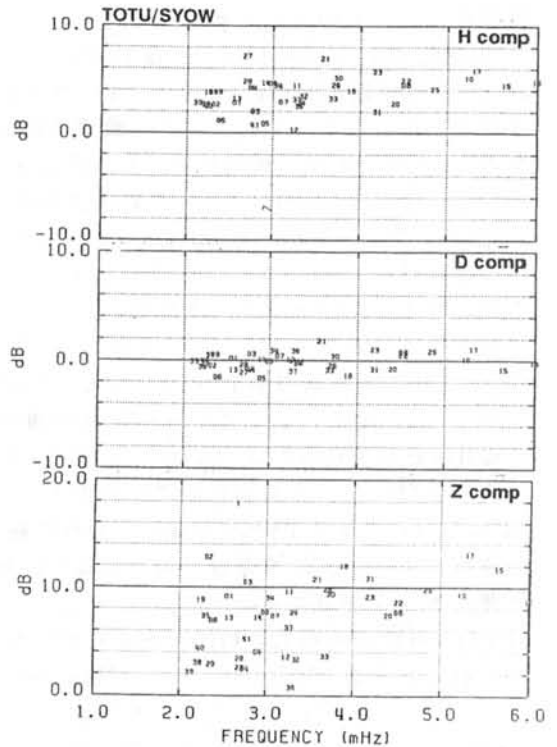


図 TOTUとSYOWで観測されたPc5地磁気脈動の振幅比と周波数の関係

QPエミッション発生時に昭和-アイスランド共役点と  
 AMPTE衛星で同時観測された地磁気脈動の特性  
 神崗秀信<sup>1)</sup> 佐藤夏雄<sup>2)</sup> 高橋主衛<sup>3)</sup> 芳野起夫<sup>1)</sup>  
<sup>1)</sup>電気通信大学 <sup>2)</sup>国立極地研究所 <sup>3)</sup>ジョーンズホプキンス大学応用物理研究所

**Relationship between quasi-periodic(QP)VLF emissions  
 and magnetic pulsations observed simultaneously  
 at Syowa-Iceland conjugate pair stations and on board AMPTE/CCE satellite**

Kamizono,H<sup>1)</sup> Sato,N<sup>2)</sup> Takahashi,K<sup>3)</sup> Yoshino,T<sup>1)</sup>  
<sup>1)</sup>University of Electro-Communications <sup>2)</sup>National Institute of Polar Research  
<sup>3)</sup>The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory

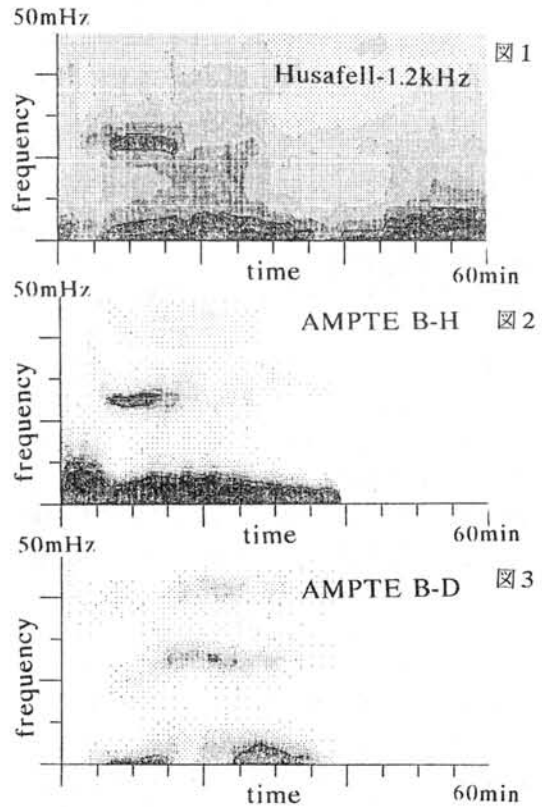
AMPTE/CCE satellite sometimes crosses the geomagnetic field line of conjugate-pair of station, Syowa Station in Antarctica and Husafell in Iceland. We examined the relationship between QP VLF emissions observed at those two ground stations and magnetic pulsations observed simultaneously on board the satellite.

昭和基地とアイスランドのフッサフェルは地磁気の共役点である。人工衛星AMPTEにはこれらの共役点を結ぶ磁力線を横切る軌道もある。地上の2点のデータに人工衛星のデータを加えることで、同一磁力線上での3点同時観測データを得ることが出来た。今回、地上において準周期的(QP)エミッションが観測されている場合についてのみ解析を行った。

準周期性(QP)エミッションにはTYPE1とTYPE2の2種類がある。TYPE1-QPについては従来から言われていたことと一致する結果を得た。図1は地上で観測された1.2kHzにおけるf-t図である。25mHz附近に現れる脈動はTYPE1-QPである。また図2は人工衛星で観測された $B_H$ 成分であり、図3は $B_D$ 成分である。 $B_H$ 成分は地上のVLFとほとんど同時に周期性の現象が観測されるが、 $B_D$ 成分はそうではない。 $B_H$ 成分が $B_D$ 成分よりもTYPE1-QPとの相関が良いことは、地上においてTYPE1-QPが地磁気のH成分との相関に比べて地磁気のD成分との相関が良いという観測事実に一致する。

またこのことからTYPE1-QPは圧縮性の磁気流体波によって変調を受けたものではないかと考えることができる。

TYPE2-QPは地磁気の相関があまりないものとされているが、発生原因はいまだ明らかになっていない。今回の解析データの中にTYPE2-QPが地上で観測されている時にAMPTEでQ値の高い地磁気脈動が観測された例があった。この例についても報告する。



上のデータは1984年9月14日10:50(UT)から1時間のデータをMEM法によりスペクトル解析したものである。縦軸は周波数であり、フルスケール50mHz。横軸は時刻であり左端が10:50(UT)右端が11:50(UT)となっている。D方向は地理的な東方向、H方向は地球の自転軸の北向きである。

共役点における  
地磁気変動の統計的特性

橋本久美子<sup>1</sup>、佐藤夏雄<sup>2</sup>、楠瀬昌彦<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>高知大学理学部、<sup>2</sup>国立極地研究所

Statistical study on the conjugacy of geomagnetic field variations  
Hashimoto, K.<sup>1</sup>, N. Sato<sup>2</sup>, M. Kusunose<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Kochi University, <sup>2</sup>NIPR

Simultaneous observation of geomagnetic variations has been continuously carried out at the Syowa-Iceland conjugate pair of stations. In order to clarify the difference of the ionospheric current system at both hemisphere, we examined seasonal and diurnal dependence of geomagnetic variations at these stations statistically.

南極昭和基地ーアイスランドAeedy 地磁気共役点に於て地磁気の連続観測が行われている。一本の磁力線が結ばれている地球の南北両半球の地磁気共役点では季節が逆であるため、両観測点では日照効果により電離層の電気伝導度が違う。そしてそこに存在する電流系には季節変化だけでなく、ローカルタイム、地理緯度の違いや、地磁気活動度などに依る電離層電流への影響もあると期待される。そこで、南北両半球の磁気共役点で同時に観測された地磁気の変動量の比較をおこなった。

Fig. 1は地磁気のH成分のPositive bayについて、1500-1800UTの3時間の変動量の比の1か月平均したものである。SYOWAのK-indexで分けている。静穏時にはAEDEY(夏半球)がSYOWA(冬半球)の4-5倍の変動量になっているが、比較的荒れているときには変動量の比が小さくなっているのがわかる。

Fig. 2は、0300-0600UTにおけるNegative bayについて、Fig. 1と同様の図である。解析の結果、以下の事がわかった。

1. Positive bay

- ① 静穏時には、夏半球側の方が冬半球側より地磁気変動が大きく、AEDEYが夏季にはSYOWAの平均4.6倍になり、SYOWAが夏季にはAEDEYの平均2倍まで大きくなる。
- ② 地磁気変動量の比が1対1になるのは、2月と10月である。
- ③ 地磁気活動度が大きくなると、両観測点の地磁気変動量の比は小さくなる。

2. Negative bay

- ① 地磁気活動度が大きくなると、両観測点の地磁気変動量の比はSYOWAが大きくなる傾向があり、季節による変化があまりみられない。
- ② 地磁気変動量の比が1対1になるのは、negative bayは4月と11月である。
- ③ negative bayの地磁気変動量の比はpositive bayより小さい。

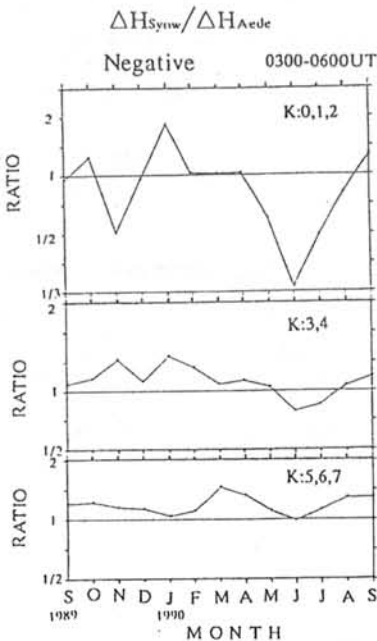


Fig. 1

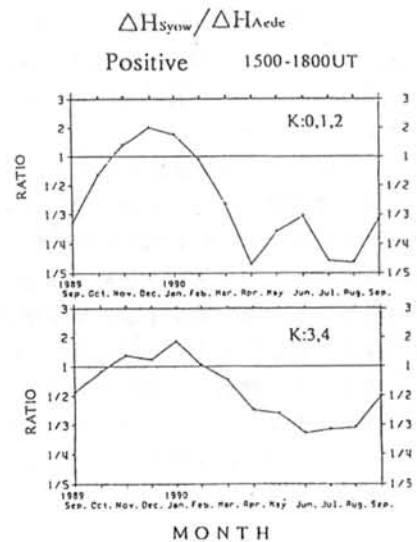


Fig. 2

オメガ電波の位相および周波数偏移解析による下部電離層擾乱動態の考察

川上登<sup>1)</sup>, 島倉信<sup>1)</sup>, 佐藤夏雄<sup>2)</sup>, 山岸久雄<sup>2)</sup>, 早川正士<sup>3)</sup>  
 1) 千葉大・工 2) 国立極地研究所 3) 電通大

A consideration of the lower ionospheric disturbances based on the changes of the phase and frequency of Omega signals.

N. KAWAKAMI<sup>1)</sup>, S. SHIMAKURA<sup>1)</sup>, N. SATO<sup>2)</sup>, H. YAMAGISHI<sup>2)</sup>, M. HAYAKAWA<sup>3)</sup>  
 1) Dept. of Electrical Eng., Chiba Univ. 2) National Inst. of Polar Res. 3) Univ. of Electro Communications

Omega waves transmitted from Norway have been observed at three stations in Iceland since 1986. In this paper, the lower ionospheric disturbances are discussed based on the analyses of phase variations and frequency shift of Omega waves.

下部電離層の電子密度の変動に伴ってVLF電波の反射高度が変動するため、VLF電波による下部電離層擾乱観測は古くから行われている。一般に観測されるVLF電波は電離層と大地の間の多重反射波の和で与えられる。しかしながら、観測される振幅および位相変動の様子から擾乱の発生を知る事ができても、下部電離層擾乱の領域やその動態を論ずることは困難である。本研究では、位相変動の考察に加え、強度及び位相の情報から周波数偏移解析を行い、電離層の擾乱を考察する。

解析に用いたVLF電波はノルウェーから送信されたオメガ電波(12.1kHz)で、アイスランドの3地点で観測された。観測されたオメガ電波の擾乱発生時の強度及び位相変動とその時の周波数偏移の例をFig.1とFig.2に示す。Fig.1は孤立した擾乱の例を、Fig.2は連続的に擾乱が発生していると考えられるときの例である。各図の上図が擾乱時の周波数偏移スペクトルを、下図は擾乱時のオメガ電波の位相および強度の変動を示している。

Fig.1の上図に示す周波数偏移をみると、18:00(UT)頃に周波数の変移は正負に別れていることがわかる。これはVLF電波の電離層反射高が同時に上昇および下降をしている事を示している。即ち電子密度の増加する領域と減少する領域が下部電離層に同時に存在することになる。Fig.2の上図においても、周波数偏移は一部正負に別れているが、連続的に正側と負側に振動している。このように周波数偏移解析により、電波の位相変動だけではわからない電離層擾乱の詳細を知ることができる。

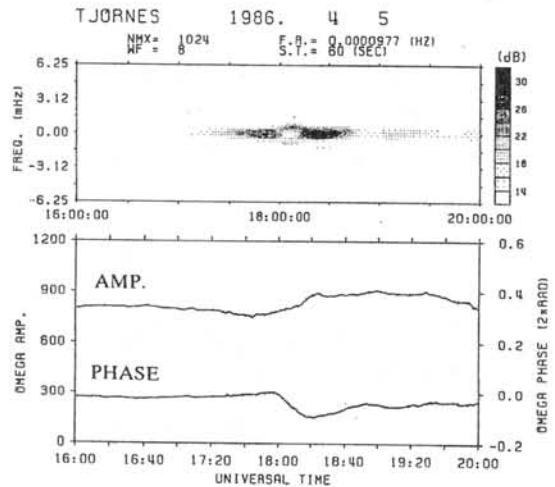


Fig.1 Typical variation of amplitude and phase of Omega signals(lower panel). And its frequency variation due to the ionospheric disturbance(upper panel).

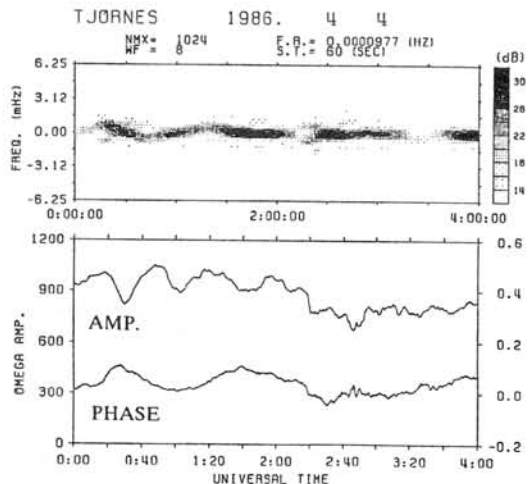


Fig.2 Same as Fig.1. But the ionospheric disturbances were observed continuously.

極域 VLF 波動の電離層透過域推定法について

\*今井雅人<sup>1)</sup>, 島倉信<sup>1)</sup>, 佐藤夏雄<sup>2)</sup>, 早川正士<sup>3)</sup>  
 1) 千葉大工, 2) 極地研, 3) 電通大

ON THE ESTIMATION OF THE IONOSPHERIC EXIT-REGION OF MAGNETOSPHERIC VLF WAVES OBSERVED AT POLAR REGION

M. IMAI<sup>1)</sup>, S. SHIMAKURA<sup>1)</sup>, N. SATO<sup>2)</sup>, and M. HAYAKAWA<sup>3)</sup>

1) Dept. of Electrical Eng., Chiba Univ. 2) Natl. Inst. of Polar Res. 3) Univ. of Electro-Communications

A method to estimate the ionospheric exit-region of magnetospheric VLF waves observed at high latitudes is discussed based on computer simulation. Least square method is very useful for the estimation of the ionospheric exit-region of VLF radio waves observed at high latitudes, which is much wider compared to that of low latitudes.

地上で観測される磁気圏 ELF/VLF 波動に関する電離層透過域の分布や大きさ及びそれらの時間的変動の情報は、ELF/VLF 波動の発生伝搬機構及び磁気圏アラズマ・ダイナミクスと密接に関連しており、極めて重要である。

電離層透過域推定は、スペクトルマトリクス成分と波動分布関数との関係式

$$S_{ij}(\omega) = \frac{\pi}{2} \int_{-1}^1 \int_0^{2\pi} a_{ij}(\omega, \theta, \phi; P_0) F(\omega, \theta, \phi) d(\cos \theta) d\phi \quad (1)$$

から波動分布関数  $F$  を求めることにある。解法の一例としては、偏波  $P_0$  を与え、この積分方程式の  $F$  のエントロピーを最大とする解を求める方法(最大エントロピー法)や、 $F$  の分布をいくつかの仮定を用いてモデル化し、実際の観測データとの誤差を最小とする解を求める方法(最小2乗法)などがある。これらの方法は、電離層透過域が比較的狭い中低緯度帯では、最大エントロピー法による波数空間の波動エネルギー分布推定に基づいた透過域推定法が有効であることが、シミュレーション及びホイッスラの解析結果から明らかにされている。しかしながら、中低緯度帯における電離層透過域は数 10km と比較的狭く、また、観測点に達する透過波の偏波は右廻り円偏波を中心に比較的集中しているのに対し、高緯度帯では透過域は中低緯度帯の場合の数倍の大きさを持つと考えられ、さらに、偏波の分散が大きいと考えられている。このため、(1) 式の偏波  $P_0$  に単一平面波の偏波を代入してしまうと推定がうまく行かなくなる。したがって、極域における電離層透過域推定を行うためには、偏波の分散をも考慮した推定方法を検討する必要がある。

そこで、(1) 式を偏波の分散をも考慮した次式に書き改める。

$$S_{ij}(\omega) = \frac{\pi}{2} \int_{-1}^1 \int_0^{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} a_{ij}(\omega, \theta, \phi, P) F(\omega, \theta, \phi) d(\cos \theta) d\phi dP_{\text{ratio}} dP_{\text{arg}} \quad (2)$$

ここで偏波  $P$  に正規分布を仮定して積分を行い、最小2乗法によって到来方位・波源の広がり・偏波・偏波のばらつき等のパラメータ推定を行う。以下に、この方法を用いてシミュレーションを行った結果の一例 (Fig.1 で与えた波源についての推定) を示す。このシミュレーションは、偏波の分散が大きいつきにどのような影響が出るかを考慮して行っている。Fig.2 は、(1) 式を用いた最小自乗法により透過域推定を行った結果である。この場合与えた波源と推定結果との一致は悪くなっている。これに対し、Fig.2 は同一の波源に対して (2) 式を用いた方法で透過域推定を行った結果である。Fig.3 と比較して、与えた波源との一致が良くなっているのがわかる。

現在、波源が広い場合のシミュレーションおよび 1991 年 8 月に Iceland において観測されたコーラスやヒス等のデータ解析を進めている。

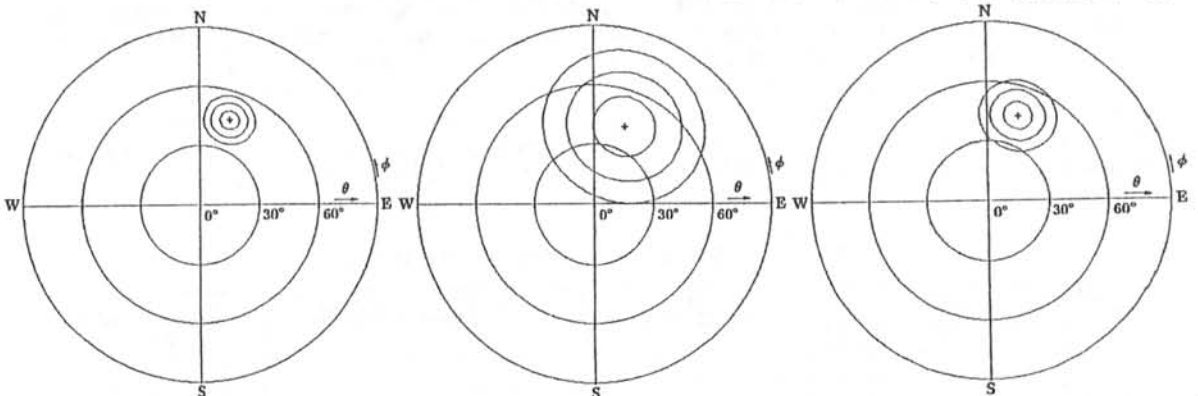


Fig.1 An example of the given data for the computer simulation.

( $\theta_0 = 45^\circ, \phi_0 = 70^\circ,$   
 $P_0 = (1, -90^\circ), \Delta P = (0.5, 50^\circ)$ )

Fig.2 An example of the computer simulation for the estimation of the ionospheric exit-region by least square method using equation (1).

Fig.3 An example of the computer simulation for the estimation of the ionospheric exit-region by least square method using equation (2).

磁気圏コーラスの方位測定結果とその発生・伝搬機構について

服部 克巳<sup>1</sup> 早川 正士<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学太陽地球環境研究所 <sup>2</sup>電気通信大学

ON THE DIRECTION FINDING MEASUREMENTS OF CHORUS EMISSIONS IN THE MAGNETOSPHERE AND THE GENERATION/PROPAGATION MECHANISM OF CHORUS EMISSIONS

Katsumi Hattori<sup>1</sup>, Masashi Hayakawa<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> The University of Electro-Communications

外部磁気圏にて磁気赤道面より離れた領域でGeos2衛星により観測されたコーラスの波動分布関数法による方位測定を電磁界多成分を用いて行った。方位測定とは、波動の到来方向を決定するもので波動の発生機構の解明のために重要な鍵を与える解析である。今回観測されたコーラスには周波数が時間と共に上昇するrising toneとburst状のimpulsive chorusの2種類があるが、今回はrising toneに関する結果のみを報告する。rising toneコーラスの傾き(df/dt)は0.8~1.5kHz/s、規格化周波数 $\Lambda$ は0.3~0.4である。方位測定結果より、地球の磁力線と波動のkベクトルとのなす角 $\theta$ は30-50度の範囲に分布し、その周波数依存性は見受けられなかった。方位角 $\phi$ に関しては、磁気子後面から40-50度の範囲に集中し、ほぼ同じ場所で発生していることがわかる。ここで、rising toneコーラスの発生・伝搬機構を従来行われた方位測定結果と比較しながら検討する。コーラスに関してこれまで行われてきた方位測定は、主に磁気赤道面近くで観測されたものである。方位角 $\phi$ の方位測定結果が一様に分布していることなどから赤道面付近(昼間側では赤道面から数度の広がりをもつ)がコーラスの発生領域であると考えられる。従って、これらの方位測定結果は波動の発生域における情報を強く反映している。つまり、コーラスは磁気赤道面付近にてサイクロトロン不安定性で $\theta \sim 0$ 度で発生していることになる。

しかし、Geos2の観測は磁気緯度約20度で赤道から離れているので、発生領域から観測場所までの伝搬効果が含まれていると考えられる。そこで、方位測定結果を用いて3次元逆レイトレイシングを行った。但し、地球磁場はダイポール磁場、伝搬はノンダクト伝搬と仮定し、コーラスの発生領域は赤道面付近(磁気緯度 $\pm 5$ 度まで)としている。結果を表1に示す。表1より、コーラスの初期放射角 $\theta_0$ はGendrin角 $\theta_0$ よりわずかに大きな角度であることがわかった。これは、Oblique Instabilityを示唆するものである。また、赤道面から離れた場所で解析を行っている0go5の方位測定結果との差異について検討する。我々のGeos2と同じ緯度(20度付近)における0go5の方位測定結果( $\theta$ 値)は、 $\theta$ は30度以下(大きくとも40度)に集中し、Geos2の結果とは大きく異なっている。この差異の理由が発生場所から衛星位置までの伝搬効果にあると考え、3次元レイトレイシングを用いて理論的に得られる衛星位置での $\theta$ 値を求めた。波動発生位置を $L=6.6$ 、赤道面付近(広がり考慮し磁気緯度 $\pm 5$ 度まで発生領域; +側は衛星のある半球側)とし、衛星位置を $L=6.6$ 、磁気緯度18度とした。また周波数、初期放射角 $\theta_0$ は大きく変化させている。その結果+5度で生じたもののうち、規格化周波数 $\Lambda$ が0.3のものがGeos2の方位測定結果とよく一致する。すなわち、磁気緯度+5度で生じたコーラスがノンダクト伝搬で衛星まで到達したと考えられる。一方、0go5の場合は、レイトレイシング結果では説明できず、ダクト伝搬で衛星まで到達したと考えるのが妥当である。以上のように波動の方位測定とレイトレイシング計算を組み合わせることで、発生機構及び伝搬機構を推定できることが明らかとなった。

表1 3次元逆レイトレイシングの計算結果

| $\lambda$ | L value | $\theta$ | $\phi$ | $\Lambda$ | $\theta_0$ | $\lambda$ | L value | $\theta$ | $\phi$ | $\Lambda$ | $\theta_0$ | $\lambda$ | L value | $\theta$ | $\phi$ | $\Lambda$ | $\theta_0$ |
|-----------|---------|----------|--------|-----------|------------|-----------|---------|----------|--------|-----------|------------|-----------|---------|----------|--------|-----------|------------|
| +5°       | 7.60    | 48.2°    | 55.8°  | 0.41      | 34.7°      | 0°        | 7.48    | 56.1°    | 21.3°  | 0.41      | 35.2°      | -5°       | 7.31    | 63.5°    | 15.5°  | 0.37      | 42.9°      |
| +5°       | 7.60    | 41.8°    | 61.0°  | 0.46      | 23.0°      | 0°        | 7.51    | 50.9°    | 39.1°  | 0.46      | 23.9°      | -5°       | 7.32    | 59.9°    | 21.9°  | 0.41      | 35.0°      |
| +5°       | 7.59    | 36.9°    | 48.0°  | 0.36      | 43.2°      | 0°        | 7.59    | 48.5°    | 28.4°  | 0.38      | 41.2°      | -5°       | 7.50    | 59.0°    | 19.3°  | 0.36      | 45.2°      |
| +5°       | 7.60    | 34.4°    | 34.0°  | 0.43      | 29.7°      | 0°        | 7.53    | 47.9°    | 19.0°  | 0.44      | 28.5°      | -5°       | 7.37    | 58.0°    | 12.5°  | 0.40      | 37.3°      |
| +5°       | 7.60    | 36.9°    | 39.5°  | 0.48      | 25.8°      | 0°        | 7.49    | 48.9°    | 23.3°  | 0.48      | 17.9°      | -5°       | 7.28    | 59.5°    | 15.5°  | 0.42      | 32.2°      |
| +5°       | 7.64    | 48.7°    | 64.3°  | 0.42      | 33.2°      | 0°        | 7.56    | 53.9°    | 54.5°  | 0.42      | 33.0°      | -5°       | 7.41    | 61.1°    | 32.1°  | 0.38      | 40.0°      |
| +5°       | 7.59    | 36.7°    | 49.1°  | 0.31      | 51.6°      | 0°        | 7.63    | 48.2°    | 29.5°  | 0.32      | 49.5°      | -5°       | 7.60    | 59.0°    | 20.2°  | 0.31      | 51.7°      |
| +5°       | 7.60    | 35.5°    | 44.5°  | 0.34      | 48.1°      | 0°        | 7.62    | 47.9°    | 26.6°  | 0.35      | 45.9°      | -5°       | 7.57    | 58.9°    | 17.9°  | 0.33      | 48.8°      |

磁気緯度 $\lambda(+5^\circ, 0^\circ, -5^\circ)$ における波動の $\theta, \phi$ 値を示す。 $\theta_0$ はその場所でのジャンドラン角、L値は波動の伝搬路の位置を示す。



第31次南極地域観測隊による、昭和基地における  
熱圏ダイナミックスのドップラーイメージング観測

中島英彰、福西浩、岡野章一（東北大・理）、小野高幸（極地研）

Doppler Imaging Observations of Thermospheric Dynamics  
at Syowa Station, Antarctica by JARE31

H.Nakajima, H.Fukunishi, S.Okano, and T.Ono\*

Upper Atmosphere and Space Research Laboratory, Tohoku University

\* National Institute of Polar Research

Observations of thermospheric temperatures and winds have been made at Syowa station, Antarctica with a Fabry-Perot Doppler Imaging System (FPDIS) for 46 nights covering various auroral conditions in 1990. After removing slight distortion of images arising from the non-linearity of the 2-dimensional photon detector, neutral temperatures and wind speeds have calculated. Results show that F region temperatures derived from OI(630.0nm) fringe data increase rapidly by more than 1000K responding to auroral activity enhancement, while the increase of wind velocity delays 5-10 min.

我々は第31次南極地域観測隊による南極昭和基地越冬観測において、ファブリーペロードップラーイメージングシステム (FPDIS) を用いた熱圏温度及び風速の二次元観測を行なった。観測は1990年4月1日から9月21日までのべ46夜にわたって行なわれ、約900,000枚の画像データを取得、計17枚の光ディスクに収録した。観測はHe-Neレーザー(632.8nm)をキャリブレーションに用い、オーロラ中のOI(557.7nm)およびOI(630.0nm)輝線を交互に観測した。

取得データに認められた、二次元光子検出器であるフォトンイメージングヘッドの出力像の画像歪みを、精密格子画像データを用いて除去した後、幾日かの例について解析を行い、OI(630.0nm)及びOI(557.7nm)による干渉フリンジのドップラー幅とドップラーシフト量から、F層、E層領域の熱圏中性温度と風速の導出を行った。

図1、図2は、1990年9月11日19:45UT~9月12日01:10UTの間に約1秒間隔で取られたOI(630.0nm)全天干渉フリンジ画像を、256枚ずつ二値化して重ね合わせた画像から導出されたF層中性温度と視線風速の値を、それぞれ干渉フリンジ像上の2点(北外、北内側)についてプロットしたものである。この日は昭和基地のK-indexの値で3(18~21h)~6(21~24h)と割とオーロラ活動の活発な日であり、21:35UTごろより北側(低緯度側)からオーロラの増光が始まった。この増光にともない、フリンジの北外側の点で~1000K、内側の点で~1300KのF層温度の急激な上昇が認められる。この変化に5~10分遅れて、風速も約300(m/s)上昇している。この他の日の例でも、風速の変化はF層温度変化より5~10分程度遅れることが多く認められた。

但し、現在のところ波長の絶対値の同定が済んでいないので、風速の値は相対値としてののみ意味を持つ。

発表では、他の日の解析例についても報告する。

図1. FPDIS Data Analysis (6300Å)  
Up Outer Fringe

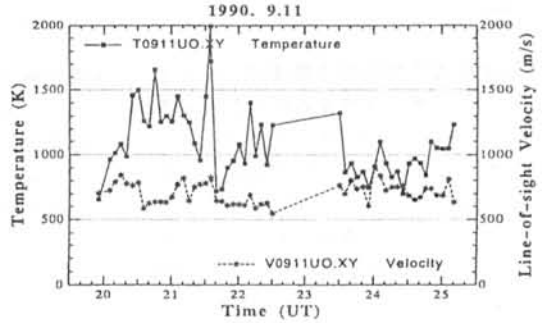
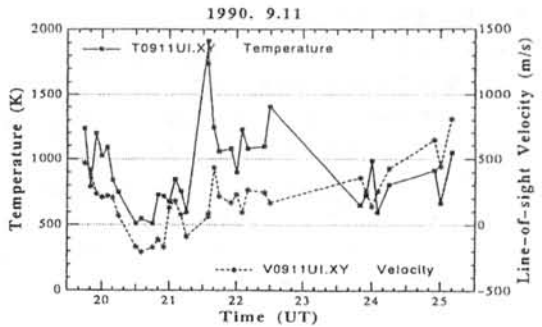


図2. FPDIS Data Analysis (6300Å)  
Up Inner Fringe



# P16

## 高感度単色全天カメラ及び4波長掃天フォトメータ による夜間大気光のテスト観測

塩川 和夫<sup>1</sup>, 湯元清文<sup>1</sup>, 加藤利男<sup>1</sup>, 田中義人<sup>1</sup>, 小口 高<sup>1</sup>, 木山喜隆<sup>2</sup>

<sup>1</sup>名大STE研, <sup>2</sup>新潟大理

Test Observation of Airglow by Using High-Sensitive Monochromatic All-sky TV Camera and 4-Channel Meridian Scanning Photometer

K. Shiokawa<sup>1</sup>, K. Yumoto<sup>1</sup>, T. Kato<sup>1</sup>, Y. Tanaka<sup>1</sup>, T. Oguti<sup>1</sup> and Y. Kiyama<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Niigata University

High-sensitive monochromatic all-sky TV camera (HIMAT) and 4-channel meridian scanning photometer are prepared in STE laboratory, Nagoya University, in order to clarify the dynamics and mechanisms of so-called low-latitude aurora and in order to observe the optical emissions produced by polar rain, which is thought to represent the interaction processes between solar wind and dayside magnetosphere. In the presentation, we will report the first results of the calibration of the inhomogeneity of HIMAT images and the test observations of airglow at Mosiri Observatory, Hokkaido, Japan.

名古屋大学太陽地球環境研究所では、4波長の掃天フォトメータと高感度の単色全天カメラ（略称HIMAT）を作成し、現在これらのシステムを附属母子里観測所においてテスト中である。その目的としては、

- 1) 北海道地域において観測される可能性のある低緯度オーロラの空間分布、波長特性の研究
- 2) 同地域における夜間大気光の空間分布、波長特性の研究
- 3) 昼側極冠域にみられる polar rain 現象にともなったオーロラ発光の研究
- 4) 前項に関連して、太陽風から地球磁気圏へのエネルギー流入過程の研究

これらの研究のためには、多波長の光が同時にとれること、発光の2次元分布がわかること、フォトンカウンティングレベルの暗い光がとれること、極地の場合はなるべく人手のかからないシステムにすること、等が必要である。本講演では、上記システムを紹介し、HIMATのイメージデータの更正実験の結果と、1991年に母子里観測所において行った夜間大気光のテスト観測の結果を報告する。

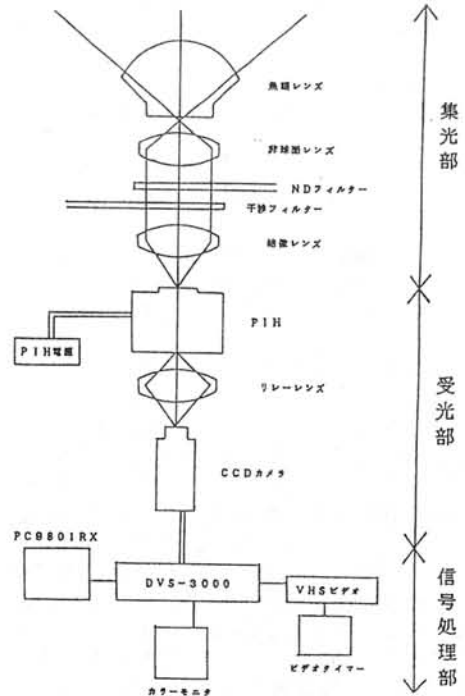


図1 HIMATの構成

# ARSA D システムによる オーロラサージの動態解析

六山 弘一<sup>1</sup>, 平澤 威男<sup>2</sup>, 小野 高幸<sup>2</sup>, 芳野 起夫<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>電通大, <sup>2</sup>極地研

THE DEVELOPMENT OF AURORAL SURGES  
 BY ARSA D SYSTEM  
 K. Rokuyama<sup>1</sup>, T. Hirasawa<sup>2</sup>, T. Ono<sup>2</sup>, T. Yoshino<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>UEC, <sup>2</sup>NIPR

We combined all-sky images at every 30sec. step observed at Syowa and Asuka Stations using ARSA D\* system. These transformed images by the system can produce wide-view of about 1400km×1100km in which we can observe the whole surge with high-spatial resolution. Using these auroral image data, the geomagnetic data and the satellite image, we analysed the dynamics of auroral surges.

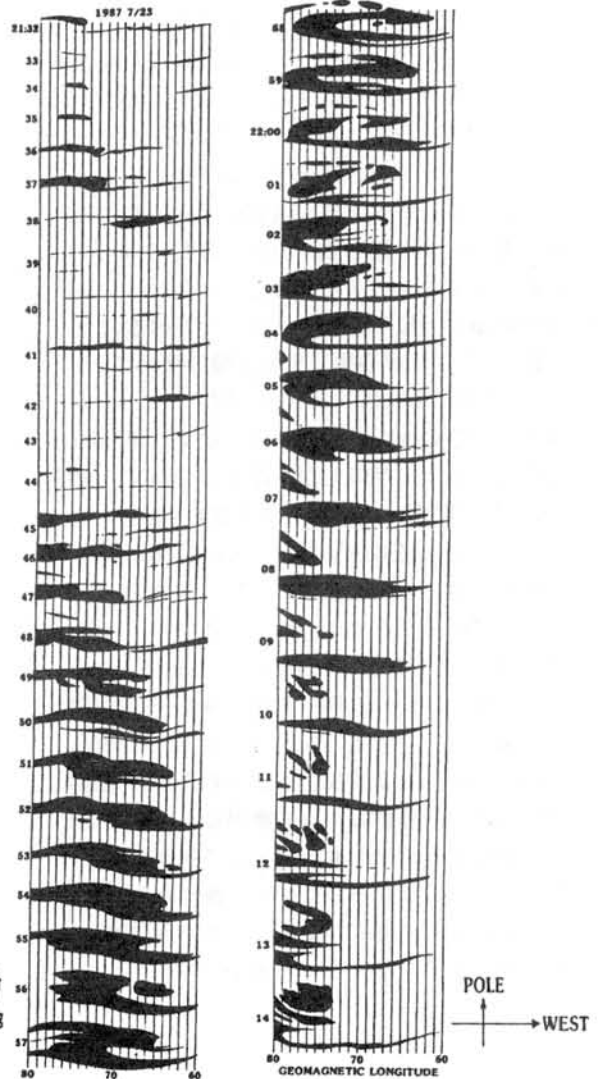
1987年の昭和・あすか両基地における全天写真画像（魚眼レンズ式，35mmモノクローム，30秒ステップ）を，オーロラ画像解析システムARSA D\*によって結合させ，約1400km×1100km視野の連続画像として取得した。これによって，オーロラサージ構造を概観するのに十分な視野，細かい多重アークを識別するのに十分な空間分解能，さらに30秒の時間分解能で数時間以上に及ぶデータの連続性などが，同時に実現された。また，オーロラ撮影と同時に観測された地磁気変動のデータ，およびDMSP衛星によるオーロラ画像との照合も行った。

現在までに39例の解析によって，

- (1) オーロラサージは必ずしも西方伝播性を示さないこと，
- (2) 1つのサージの寿命は20～30分程度であること，
- (3) サージの出現頻度には，顕著なMLT依存性・Kp依存性が見られないこと，
- (4) サージの出現・消滅は，地磁気のZ成分変動と比較的よい一致を示すことなどが明らかになっている。

\* Automatic Retrieval System  
 for Auroral Data  
 → 国立極地研究所の画像処理システム，フィルムやビデオ等で撮影されたオーロラ画像をデジタル化して解析する。

データ画像のスケッチ，これは寿命20分程度の非Westward-Traversing型Surgeである。



オーロラの分光特性の空間-時間変化

岡村 宏<sup>1</sup>、江尻 全機<sup>2</sup>、横田 俊昭<sup>3</sup>、佐々木 進<sup>4</sup>

<sup>1</sup>電気通信大学、<sup>2</sup>極地研究所、<sup>3</sup>愛媛大学、<sup>4</sup>宇宙科学研究所

Time-Spatial Variations of Auroral Spectral Features

Hiroshi Okamura<sup>1</sup>, Masaki Ejiri<sup>2</sup>, Toshiaki Yokota<sup>3</sup>, Susumu Sasaki<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Denki-Tsushin Univ、<sup>2</sup>NIPR、<sup>3</sup>Ehime Univ、<sup>4</sup>ISAS

The 30th JARE measured auroral spectroscopic illuminance with a new two-dimensional auroral spectrometer in 1989 at Syowa satation. To use the observation data, we get the relations between  $N_2^+1Nband(\lambda=427.8nm)$  intensity and other typical auroral emission lines intensity. And, we study morphology of auroral spectral features.

第30次南極地域観測隊は昭和基地に於いて波長と距離方向の二次元のオーロラ分光器を用いオーロラ分光観測を行った。今までこの分光器により観測された stable arc, active aurora, diffuse aurora, pulsating aurora, red aurora など形態の異なるオーロラについて  $N_2^+1Nband(\lambda=391.4, 427.8, 470.9nm)$ 、 $O^1D(\lambda=557.7nm)$ 、 $O^1S(\lambda=630.0nm)$ 、 $N_2^+1Pband$  エミッションの発光強度がどのように関係しているか。また上記の様な波長の時間-空間の発光強度変化がどのように対応しているかを調べた。本発表ではこの結果として  $N_2^+1Nband$  の代表的な波長 ( $\lambda=427.8nm$ ) の発光強度と他の波長の発光強度の相対的な関係とその発光強度の比の時間-空間分布を調べる事により明らかにし、またそこから推測されるオーロラ粒子の動きについて述べる。

図1にはSCが発生して約4時間後の1989年6月7日03時56分(UT)~04時13分(UT)に出現したストーム時のred auroraの例を示す。図1は上からオーロラの代表的な輝線4波長の発光強度の空間-時間変化、それらの波長の視野中心に於ける発光強度の時間変化、 $\lambda=427.8nm$  の発光強度に対する他の波長の発光強度比、 $\lambda=427.8nm$  の発光強度に対する他の3波長の発光強度比の時間-空間分布をそれぞれ示している。図中の白い部分はデータ欠損を示す。分光器の視野は磁気天頂を中心に東西を向いている。この図の上の4つからは各波長とも西から東に発光強度の強い部分が移動している事が解る、また下の2つからは前半red auroraを作る様な低エネルギーのオーロラ粒子がゆっくり西から東に移動していき、その後前半よりエネルギーの高い粒子が西から東に移動している事が推測される。

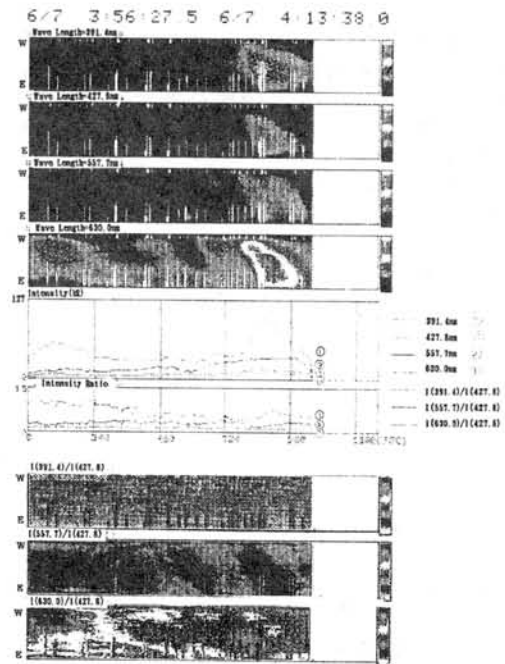


Fig.1 Time-spatial variation of auroral spectrum.

## Time and Spatial developments of Visible Aurora activities Observed by Akebono ATV-VIS

Akira Kadokura<sup>1</sup>, Masaki Ejiri<sup>1</sup>, Takashi Oguchi<sup>2</sup> and EXOS-D ATV team

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

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

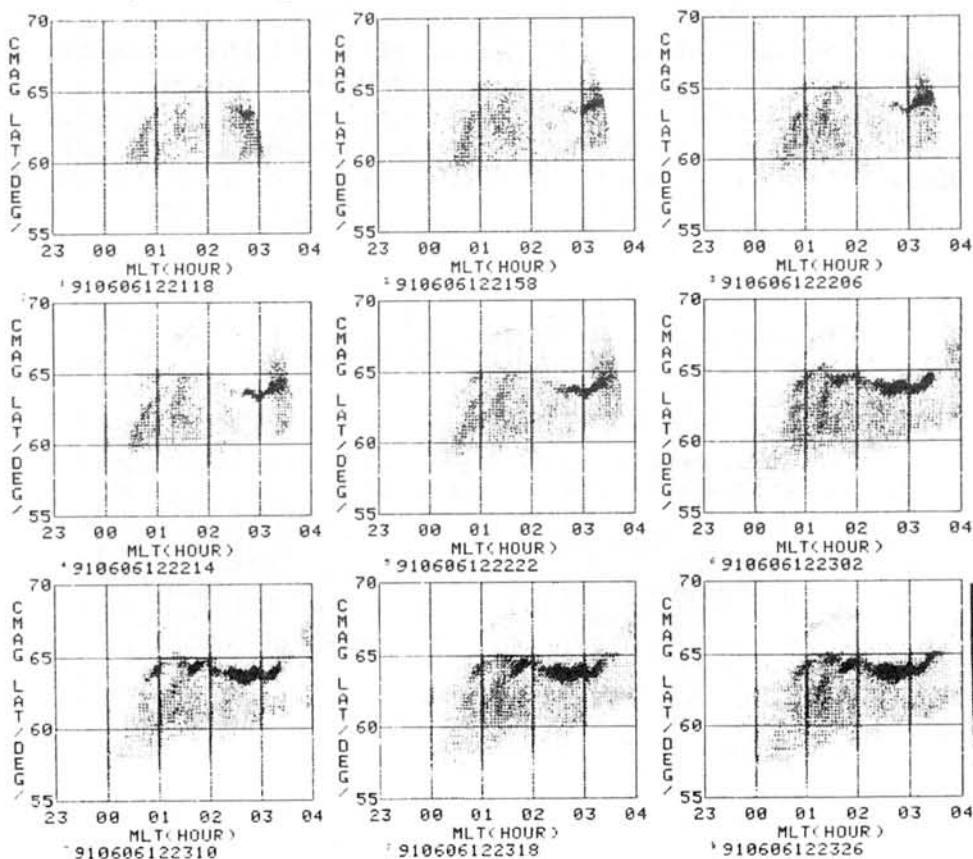
We will present some examples of the auroral image obtained by ATV-VIS boarded on Akebono satellite. The specifications and abilities of the ATV-VIS sensor is introduced in the previous presentation.

Figure 1 shows one of those examples. In each panel in Fig.1 the abscissa is magnetic local time in hour and the ordinate is corrected geomagnetic latitude in degree, and auroral luminosity is shown with a white-black code where white and black correspond to 0 and 50K rayleighs, respectively. Time proceeds from the upper left panel to the lower right one. As stated in the introductory talk, the highest time resolution of the observation mode in this period is 8 seconds. We can see a discrete structure around 64 degrees latitude and a diffused feature below it. In the discrete one, having a wavy form, an auroral brightening seems to propagate from the morning side toward the midnight side.

In the first half period of June, 1991, including the time in Fig.1, solar activity was very high and various interesting interplanetary, magnetospheric, and ionospheric phenomena happened. ATV-VIS could take auroral images from Jun.1 until Jun.13. During this period total observation time is 2 hours and 33 minutes, total number of the satellite's revolution is 25 revolutions, and total number of the obtained image is about 574 frames. In every case Akebono stayed in the southern hemisphere and its altitude was in the range of 1000-5000 km, and the observed data were received at Syowa Station in Antarctica or recorded and play-backed at Kagoshima Space Center. We can show only the play-backed data now, because the data at Syowa Station will be back in April, 1992.

In our talk a more quantitative and detailed study will be done.

Fig. 1. An example of the auroral image obtained by ATV-VIS



パルセーティングオーロラのロケット・地上同時観測  
 -北欧ロケットS-520-14号機実験結果-

宮岡 宏 (極地研)、森岡 昭、大家 寛 (東北大・理)、江尻全機 (極地研)、鶴田浩一郎 (宇宙研)  
 Simultaneous rocket/ground observations of pulsating auroras  
 with the S-520-14 sounding rocket at Andoya, Norway

H. Miyaoka (NIPR), A. Morioka, H. Oya (Tohoku Univ.), M. Ejiri (NIPR) and K. Turuda (ISAS)

In-situ observations of ELF-HF plasma waves and electron density in active pulsating auroras were successfully carried out with the S-520-14 sounding rocket at Andoya, Norway. Intense UHR emissions were observed continuously above 100km altitude, while broadband whistler mode emissions enhanced when the rocket traversed active pulsating patches. It is also found that the irregularities of electron density and ELF emissions were accompanied by these pulsating patches. We discuss the generation mechanisms for the plasma waves and irregularities in pulsating auroras based on these observation results.

パルセーティングオーロラ中の物理過程の解明を目的とした宇宙科学研究所のS-520-14号機によるロケット観測が1991年2月12日、ノルウェーのアンドーヤ実験場にて実施された。このロケットには、オーロラ粒子・X線・光観測器を始め、ELF/HFプラズマ波動、電子密度・温度ならびに磁場観測器等が搭載され、午前側の活発なパルセーティングパッチならびにその周辺での直接観測に成功した。ここでは、電子密度およびELF/HFプラズマ波動の観測データを中心に地上全天TVデータを併せて、パルセーティングオーロラ中の電子密度構造ならびにプラズマ波動について報告する。

図1に観測されたHF波動のダイナミックスペクトルを示す。高度約100km以上の領域で3~4MHz付近にほぼ連続して現れているのはUHR

エミッションで、これまでも南極ロケット実験でディスクリートオーロラ中に確認されたものであるが、今回パルセーティングオーロラ中でもその存在が明らかとなった。さらに上昇時(60~180秒)と下降時(360~480秒)にUHR周波数以下で広帯域に受信されている波動はホイッスラーモード波であるが、ロケットスピンの周波数掃引の位相ずれのため右上がりのスペクトルパターンとなって現れている。特に60~120秒の時間帯はロケットが活発なパルセーティングパッチの中におり、これらのエミッションはそれに伴う降下粒子により励起されたものと考えられる。電子密度およびELFデータにもこのオーロラパッチに対応した現象が観測されており、講演でこれらの生成機構について議論する。

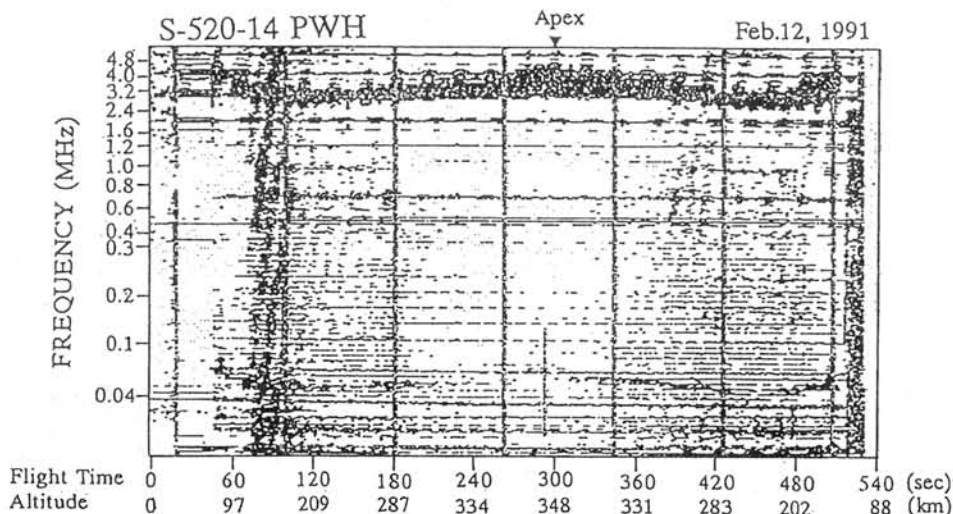


図1. S-520-14号機で観測されたHF帯プラズマ波動スペクトラム

MODE CONVERSION PROCESS FROM UHR WAVES TO ELECTROMAGNETIC WAVES -- NUMERICAL CALCULATION USING MULTI-LAYER MODEL

Masahide Iizima and Hiroshi Oya  
Tohoku University

Since the initial studies on the connection of electrostatic plasma waves and electromagnetic waves through the channel of upper hybrid mode waves ( UHR waves ) (Oya, 1971), the mode conversion process has been considered as one of the significant processes to produce non-thermal electromagnetic waves in the space plasma originated from the electrostatic mode waves. A plenty of direct observational evidences on the mode conversion processes from UHR mode waves to electromagnetic waves have been disclosed by PWS ( plasma wave sounder ) experiments onboard the Akebono ( EXOS-D ) satellite in the equatorial region of inner plasmasphere, in the plasmopause regions as well as in the topside polar ionosphere where enhanced UHR mode waves are generated being associated with existing highly irregular distributions of plasma density ( Oya et al., 1990 ). Initial attempt for quantitative studies based on the data of PWS observations have been made using simple sharp boundary models to represent density irregularities at the generation region of electromagnetic waves. However, more realistic models are needed for further understanding of mode conversion processes which take place in actual space plasma. For this purpose, multi-layer models of plasma density distribution which consists of finite thickness slabs has been developed for numerical calculations of existing modes of electromagnetic waves being related to the conversion of electrostatic plasma waves into electromagnetic waves ( see Figure 1 ).

For gradual distribution of plasma density near the region where the wave frequency coincides with local plasma frequency, which commonly exists in the generation region of electromagnetic waves, larger energy conversion rates compared with the case of sharp boundary models in a range from 10% to 25% have been obtained in a form of reflected component of L-O mode waves ( see Figure 2 ). Effects of finite slab model have also been identified in the present numerical calculations; the energy conversion rates of escaping components of electromagnetic waves periodically become large when the waves are satisfied with the condition of standing waves in a given slab ( see Figure 3 ).

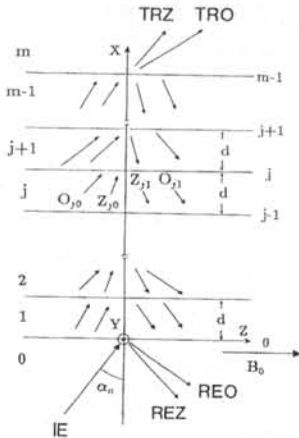


Figure 1

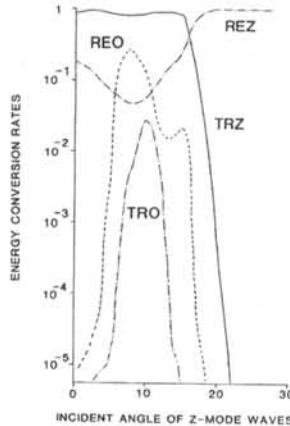


Figure 2

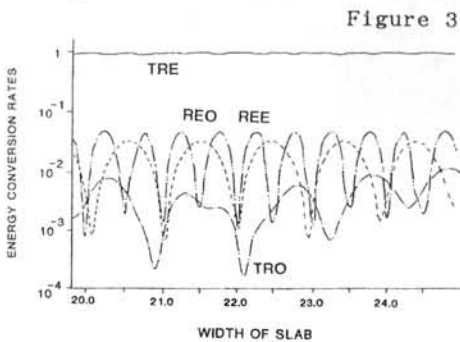


Figure 3

References

Oya, H., Radio Sci., 6, 1131, 1971.  
Oya, H., A. Morioka, K. Kobayashi, M. Iizima, T. Ono, H. Miyaoka, T. Okada, and T. Obara, J. Geomag. Geoelectr., 42, 411, 1990.

# EXOS-D衛星によって観測される BRIFLE現象

-その発生原因及びプラズマ圏構造の解明-

菊池雅行・大家 寛・森岡 昭・飯島雅英・小林 香  
東北大・理

BRIFLE phenomena observed by the EXOS-D satellite  
-Generation mechanism and structure of plasmasphere

M. Kikuchi, H. Oya, A. Morioka, M. Iizima and K. Kobayashi  
Tohoku Univ

A BRIFLE phenomena observed by the EXOS-D are clarified as the result of the plasmaspheric LF propagation; the origin of BRIFLE is identified as the results of anomalous cyclotron instability caused by the precipitations of the radiation belt particles around L=1.4~1.6 altitude range of 1000Km~2000Km. Studies on the generation mechanism of BRIFLE provide us the informations of the precipitations of radiation belt particles; we can study of the inflation and loss of the radiation belt processes from BRIFLE. Propagation of the BRIFLE sensitively controlled by the plasma distribution in the plasmasphere. Detailed analysis of the BRIFLE provide the accurate feature of the plasmasphere structure.

EXOS-Dで観測されたBRIFLE (Banded Rising and Falling Lf Emission)は現在そのスペクトルの型からA, B, C, Dの4タイプに分類されている。これまでの研究でAタイプのBRIFLEの発生場所はL=1.4~1.6、高度1000km付近で発生し、伝播特性によりその特異なスペクトルが観測されると考えられている。またその発生原因は発生域のプラズマパラメータから推定して異常サイクロトロン共鳴であり、かつ共鳴粒子のエネルギーは数100~数MeVであると考えられている。この場所はEXOS-C等過去の衛星観測により高エネルギー粒子の存在が指摘されている。このBRIFLEのうち特に強い強度を持つCタイプは高エネルギー粒子のフラックスがAタイプとかなり違った様相を呈している。この様子を典型的なスペクトラムのタイプとともにタイプAについて図1に、Cについて図2に示す。またこの現象の生じている前後の $K_p$ 指数及び $D_{st}$ インデックスを図3、図4に示す。この図をみると明らかなように強度の強いCタイプのBRIFLEが観測されている場所での高エネルギー粒子の擾乱はこれらの指数により示される磁気的な擾乱とは直接の相関は認められない。このことよりBRIFLEが励起される原因の高エネルギー粒子の増減は直接磁気的な擾乱を受けておこるのではなく、放射線帯の生成、消失のメカニズムに関わっている。以上のようにBRIFLEの研究を行う上ではその発生場所、伝播特性、波動と高エネルギー粒子との相互作用などについて研究要素をその範囲に含んできていることが次第に明らかに成りつつある。BRIFLEの研究はプラズマ圏構造を理解する上での様々な研究課題を提示している。

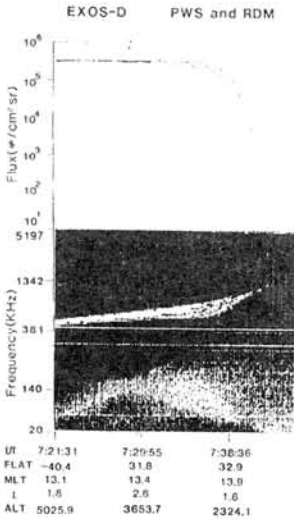


図1 典型的なタイプAのBRIFLEのスペクトルと高エネルギー粒子フラックス

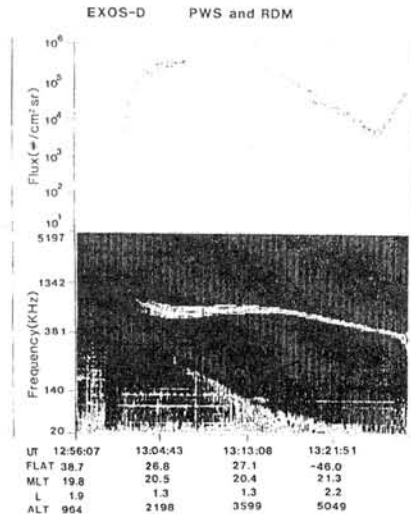


図2 典型的なタイプCのBRIFLEのスペクトルと高エネルギー粒子フラックス



図3  $K_p$ インデックスとA, C両タイプの発生時刻



図4  $D_{st}$ インデックスとA, C両タイプの発生時刻



あけぼの衛星による Tromsø 電離層加熱実験の共同観測

石田薫<sup>1</sup> 木村磐根<sup>1</sup> 笠原禎也<sup>1</sup> 長野勇<sup>2</sup> P. Stubbe<sup>3</sup> M. Rietveld<sup>4</sup> R. Barr<sup>5</sup>

<sup>1</sup>京都大学工学部 <sup>2</sup>金沢大学工学部

<sup>3</sup>Max-Planck Inst., Germany <sup>4</sup>EISCAT Assoc., Norway <sup>5</sup>DSIR phys.Sci., NZ

THE COLLABORATIVE OBSERVATIONS OF TROMSØ IONOSPHERIC HEATING EXPERIMENTS BY AKEBONO SATELLITE

K. ISHIDA<sup>1</sup> I. KIMURA<sup>1</sup> Y. KASAHARA<sup>1</sup> I. NAGANO<sup>2</sup> P. STUBBE<sup>3</sup> M. RIETVELD<sup>4</sup> R. BARR<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Kyoto Univ. <sup>2</sup>Kanazawa Univ. <sup>3</sup>Max-Planck Inst., Germany <sup>4</sup>EISCAT Assoc., Norway <sup>5</sup>DSIR phys.Sci., NZ

1990年11月以来NorwayのTromsøにある電離層加熱設備とあけぼの衛星による共同実験が行なわれた。この実験においてはHF帯の搬送波に2.5kHzと4.0kHzのVLF帯の周波数で1秒ずつ交互に振幅変調した高電力(~250MW *irp*)の電磁波を実験設備上空の電離層に照射し、それによって加熱変調を受けた下部電離層領域中の電流から2次的に放射されたVLF信号をあけぼの衛星のVLF受信機<sup>2)</sup>により観測した。

信号は全7パス中、5パスにおいてあけぼの衛星で受信観測された。(Fig.1)このときのあけぼの衛星の高度はおよそ1000kmであり、電磁界受信強度は電界は最大5μV/m、磁界は1pTであった。また、実験時のあけぼの軌道と加熱設備上空を通る磁力線との距離を計算したところ最短で53km最長で218kmとなった。この距離が短いほど所望信号は受信できる可能性が高くなるがそれ以外にも観測装置のバックグラウンドノイズの強さにも依存することが判明した。

また、このVLF信号の伝搬ベクトル方向を衛星上で測定した結果、1990年11月18日のパスでは地球磁場の内側へ約45°、磁気子午面から0°から45°ほど離れた方向であり、ポインティングベクトルは地球磁場に極めて近い方向を向いていたのに対し、1991年2月14日のパスでは伝搬ベクトルは最大受信点から離れるにつれて地球磁場の内側へ0°から30°付近まで向きを変え、ポインティングベクトルはほぼ磁場に沿った向きを持っていた。

さらに、TromsøのEISCATレーダーで観測された上空電離層の電子密度プロファイルとあけぼの衛星PWS班による電子密度データより、従来我々の研究室で行なわれてきた3次元レイトレイシングの手法を用いて信号の波源からの伝搬通路を求めたが、前述の2パスについては伝搬遅延時間や伝搬ベクトルの方向の観測値と良い一致が見られた。しかし、1991年2月9日のパスにおいては従来の電子密度のモデルでは理論値と合わないような極側の位置に伝搬通路が分布していた。

謝辞 あけぼのテレメータ受信をして頂いている宇宙研あけぼの追跡班、および、エスレンジ局の方々に謝意を表す。

参考文献

- 1) 木村 他 *J. Geomag. Geoelectr.*, 42, 459, 1990.
- 2) 木村 他 *Geophys. Res. Lett.*, 18, 309, 1991.

RAY PATH MAP from Tromsø at altitude 1000km

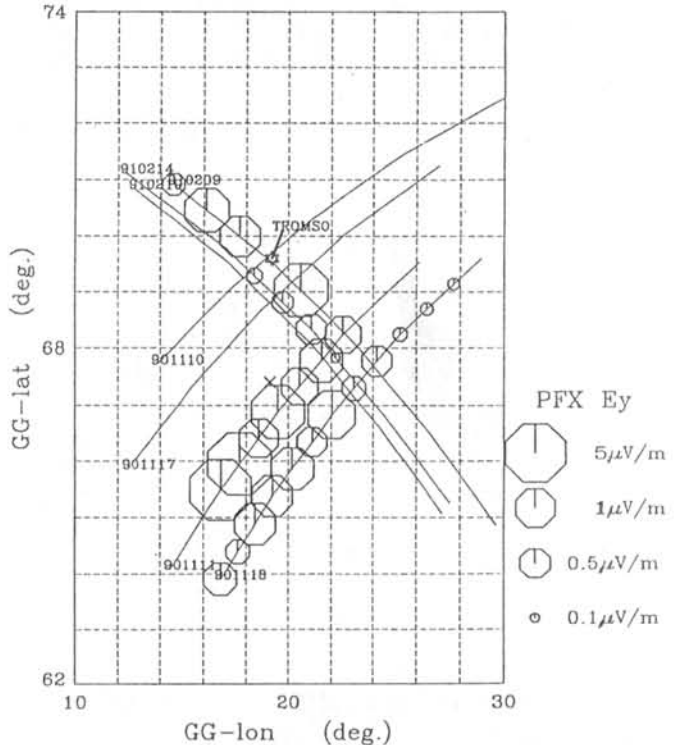


Fig.1 Tromsø 電離層加熱実験のあけぼの衛星の軌道と受信電界強度(\*は電離層加熱設備の位置、×は設備上空を通る磁力線の高度1000kmにおける位置)

地上観測、衛星観測の様々なデータとの総合的解析を指向した、おおぞら衛星NEI観測データの系統的データ処理を進めてきた。本報告ではこれらの解析の一環として、おおぞら衛星により極域の電離圏を集中的に観測した期間(1984.11/1985.1-2)について、極地研究所DMSPデータベースをサーベイしDMSP粒子観測との同時観測データの比較を行った結果を報告する。

図1、図2は夫々、オーロラ活動の静穏時と擾乱時のおおぞら衛星による極域電離圏の観測結果とDMSP衛星の粒子観測による粒子降下域を示している。図3には図1、図2に対応するAE-Indexを示した。図1は非常に静かな時の結果であり、おおぞらによる電子密度の観測結果からは高緯度でのTroughの形成

とその推移が認められる。一方DMSP衛星による粒子観測からはこの期間のAuroral Ovalの位置が求められ、よく発達したtroughの位置はOvalの位置とほぼ一致している。また、図2の擾乱時の例では粒子降下域は図1の静穏時のそれに比べかなり低緯度まで広がっているが、トラフの形成は降下域から更に低緯度に見られる。図4に上記観測期間のデータについてOval(粒子降下域)及びTrough地磁気緯度のKp依存度を示した。両者の関係は地磁気活動度による系統的推移を見せている。特に、非常に静かなときには、TroughはOvalと重畳するように形成されており、またその形状についても系統的な変化が認められ、高緯度でのTrough形成のメカニズムを探る上で興味深い。

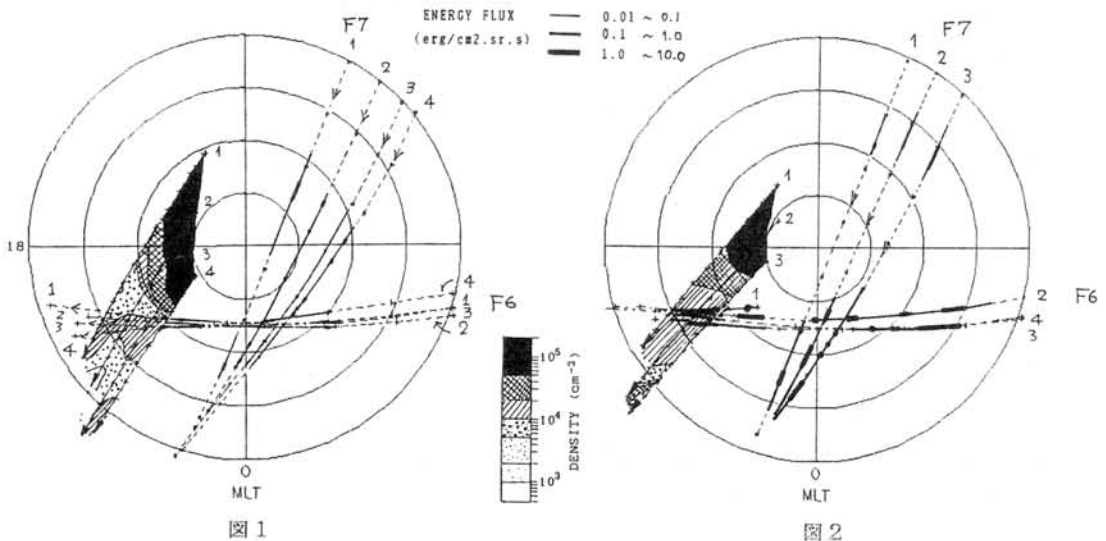


図1

図2

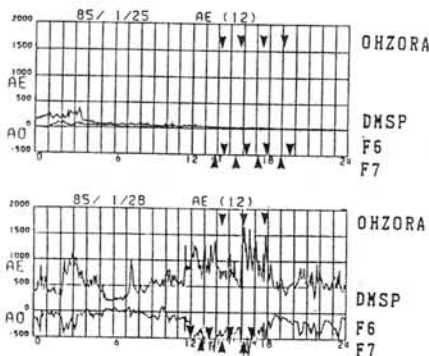


図3

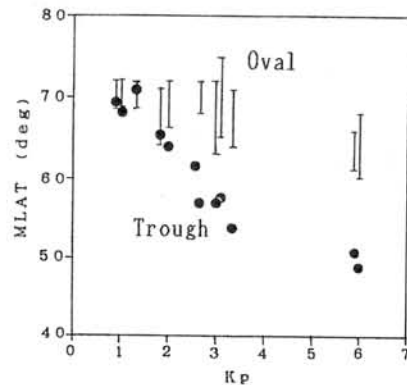


図4

