

サブオーロラ帯における 対流電場の過遮蔽

橋本久美子（吉備国際大）

石川裕子（茨城大）

菊池崇（名古屋大STE研）

大高一弘，国武学（情通研）

遮蔽電場に関する研究

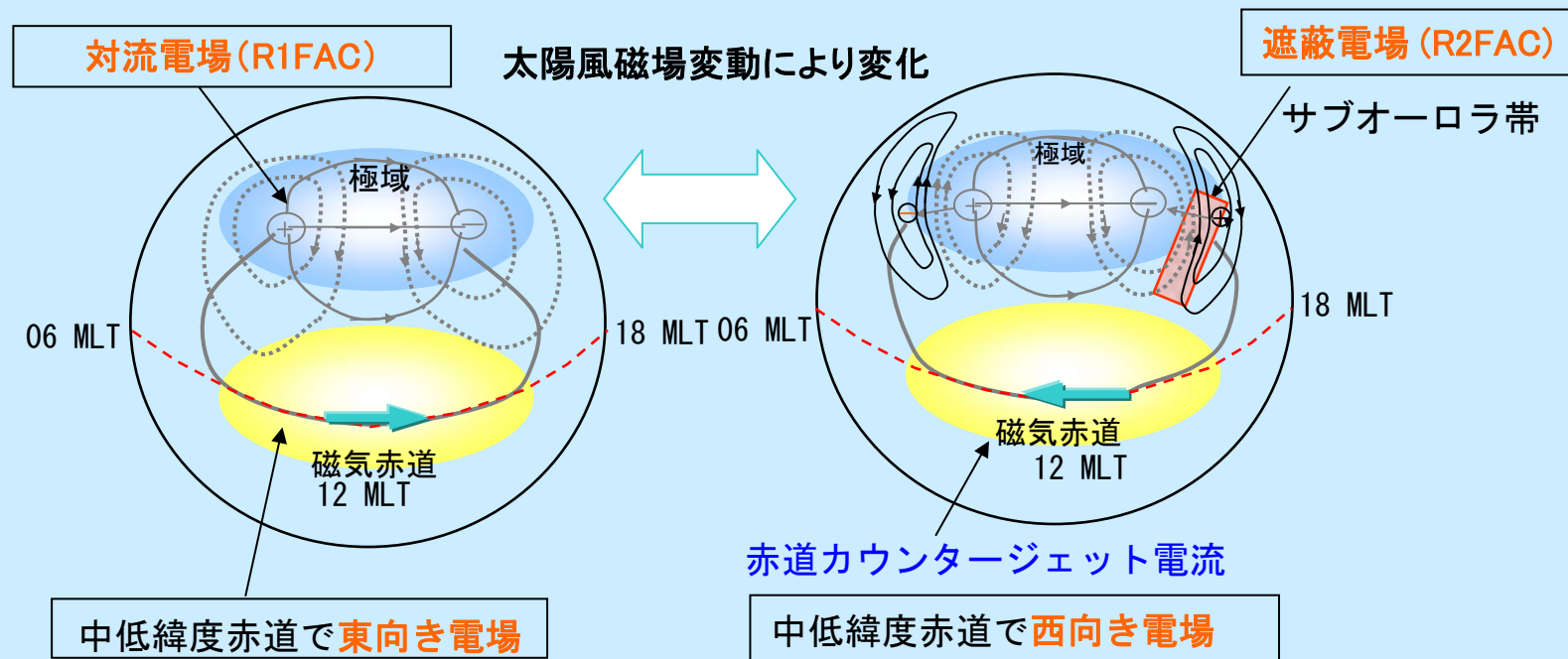
1. サブストームや磁気嵐時に極域電離圏対流が発達した後に、急激に対流が弱まると昼側磁気赤道で対流電場の過遮蔽が生じる。
(Kelley et al. 1979, Gonzales et al. 1979, Fejer et al. 1979, Kikuchi et al. 2000, Koba et al. 2000)
2. 極域対流電場の遮蔽は、午後側の磁気緯度62.5度付近より低緯度側で観測された(Kikuchi et al. 2000)。
3. 対流(DP2)電場の発達から20～30分遅れて、遮蔽が生じた。
(Somajajulu et al. 1987, Kikuchi et al. 2000, Peymirat et al. 2000)
4. AMIEやMTIEGCMなどのモデル計算から、電離圏における領域1沿磁力線電流(R1-FACs)とR2-FACsの電場ポテンシャルの競合によって、中低緯度への対流電場の侵入や遮蔽が生じることを示した
(Nopper and Carovillano 1978, Senior and Blanc 1984, Koba et al. 2000, Peymirat et al. 2000)。

中低緯度の電離圏電場

Kikuchi他,[2000]を基にしたグローバル電離圏の電場分布モデル

領域1沿磁力線電流の電場によるグローバルDP2型電流系

領域2沿磁力線電流の電場による低緯度電場の過遮蔽



➤ 中低緯度電離圏は内部磁気圏と結合しているため、その電場変動は赤道環電流の発達や、放射線帯粒子の生成に重要な役割を果たしている可能性がある。

本研究では

目的

1. 電離圏における対流電場を遮蔽する電場の緯度分布や地磁気地方時分布など、基本的な特性を明らかにする。
2. 遮蔽電場と対流電場の発達や減衰と過遮蔽の関係を明らかにする。

極冠からオーロラ帯・サブオーロラ帯・中緯度に広がる地上の磁力計観測網と、極域短波レーダー網のデータ解析を行った。

2000年(1年間)の対流電場の遮蔽効果がみられるイベントを31イベント抽出し、事例解析と統計解析を行った。

使用データ

1. IMAGE磁力計観測網

極冠、オーロラ帯、サブオーロラ帯

2. INTERMAGNET

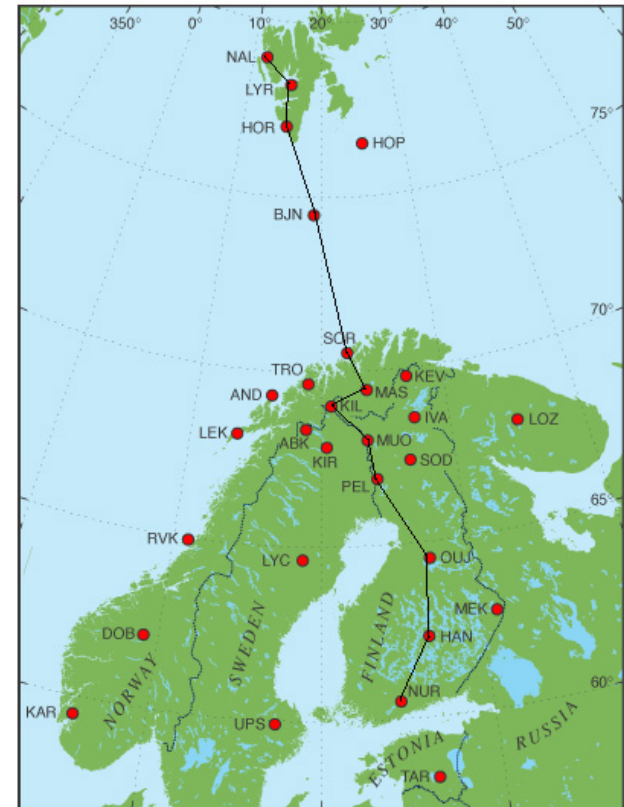
昼側磁気赤道、低緯度

3. Super DARN HFレーダー



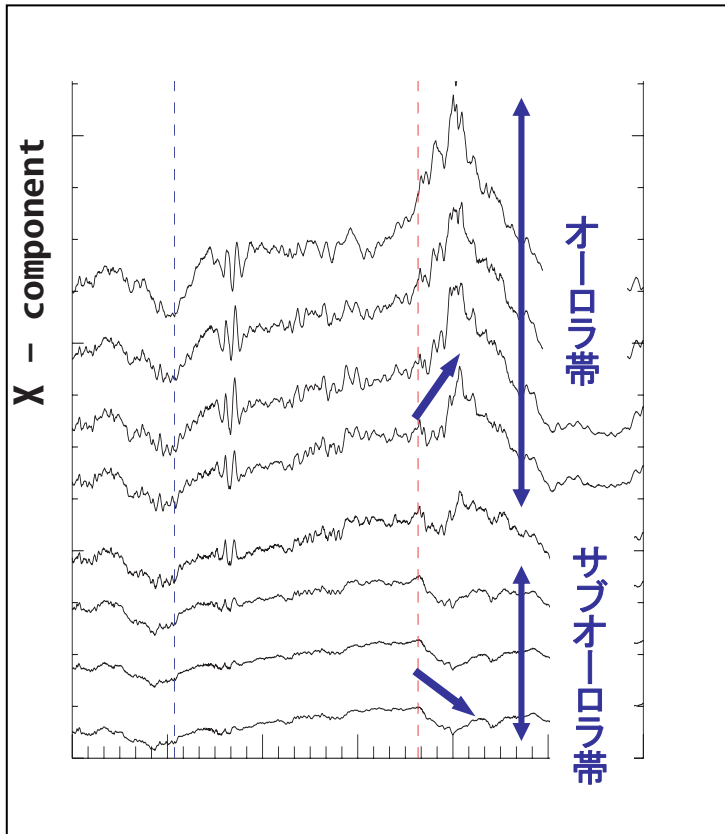
観測所名	磁気緯度	磁気経度
NAL	75.25	112.08
LYR	75.12	113
HOR	74.13	109.59
BJN	71.45	108.07
SOR	67.34	106.17
MAS	66.18	106.42
KIL	65.88	103.79
MUO	64.72	105.22
PEL	63.55	104.92
OUJ	60.99	106.14
HAN	58.71	104.61
NUR	56.89	102.18

IMAGE Magnetometer Network



October 2004

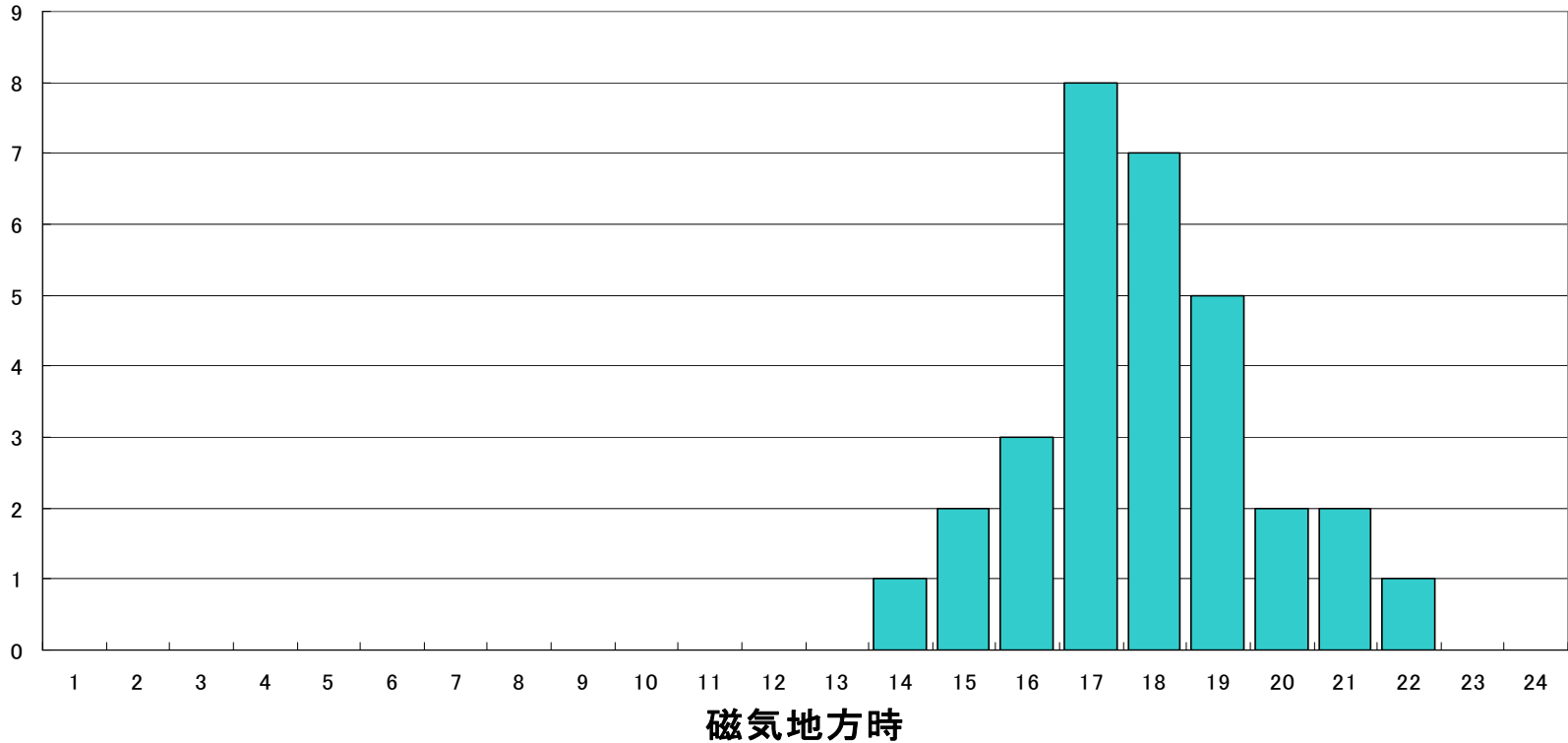
イベント抽出方法



1. IMAGE磁力計観測網のX成分1日プロットから、電離圏対流電場発達後にオーロラ帯とサブオーロラ帯で異なる磁場変化が起きているイベントを抽出。
2. オーロラ帯の磁場増加が電場の増加によることを HFレーダーにより確認。
- (3. 昼側磁気赤道の過遮蔽発生を確認。)

2000年(1年分)の対流電場の遮蔽効果がみられるイベントを31イベント抽出し、事例解析と統計解析を行った。

遮蔽電場の時間的発生頻度



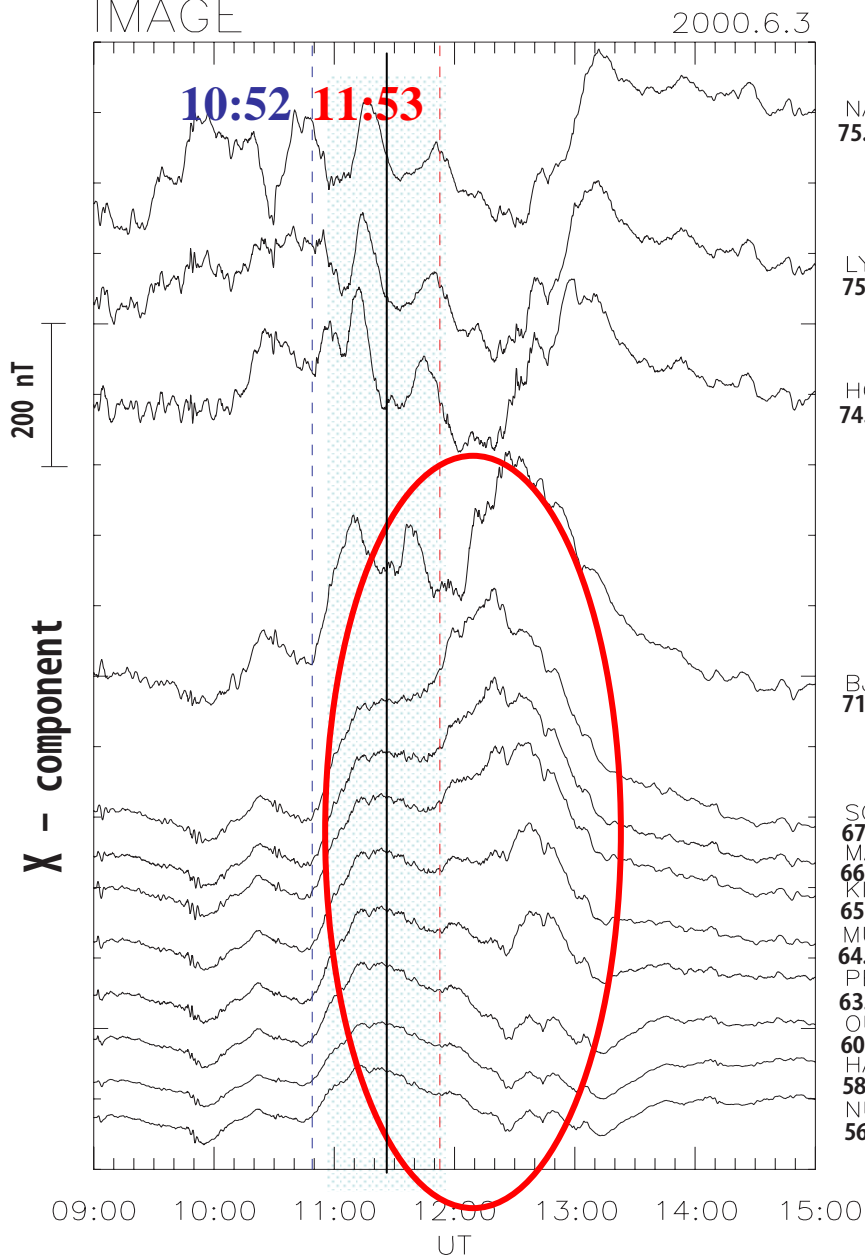
IMAGE磁力計観測網の磁場データによると、遮蔽電場は磁気地方時17時付近を中心に発生する傾向がある。

過遮蔽の要因

31事例を詳細に解析した結果、過遮蔽は発生要因により大きく2つに分類できることがわかった。

1. 対流電場の発達ที่止まるか、または減衰する場合に、サブオーロラ帯より低緯度で遮蔽電場が顕在化することにより生じる過遮蔽。
2. 遮蔽電場の急速な発達により発生する過遮蔽。

2000年6月3日



NAL
75.25

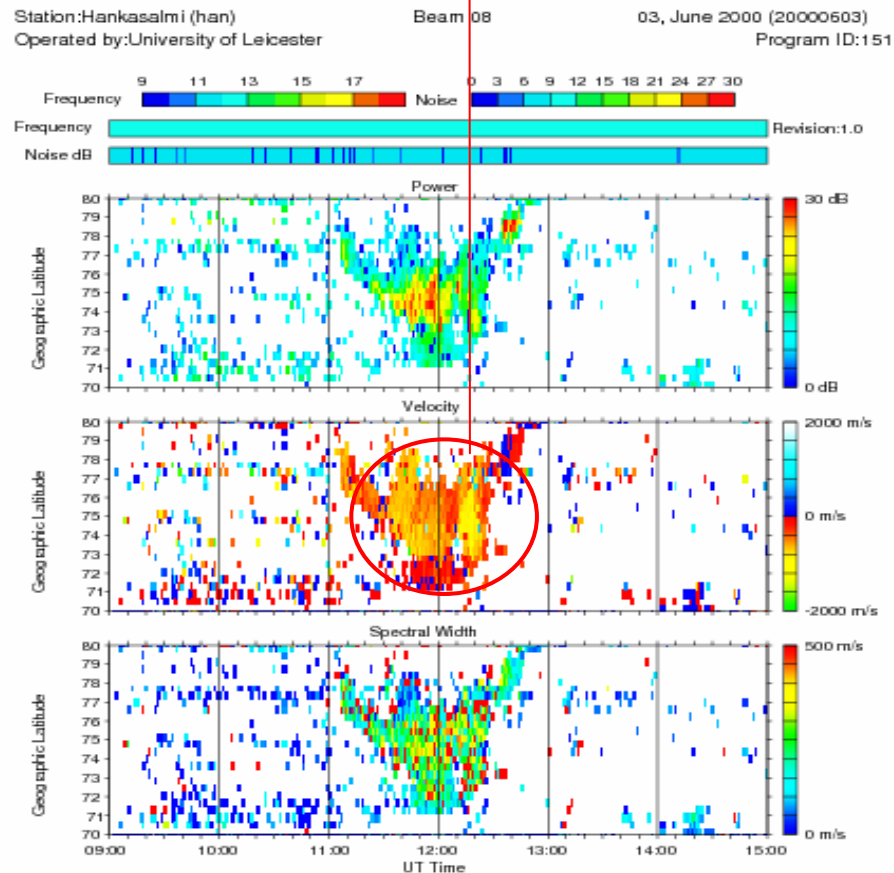
LYR
75.12

HOF
74.1

BJN
71.4

SOF 67.3
 MAS 66.1
 KIL 65.8
 MUC 64.7
 PEL 63.5
 OUJ 60.9
 HAN 58.7
 NUF 56.8

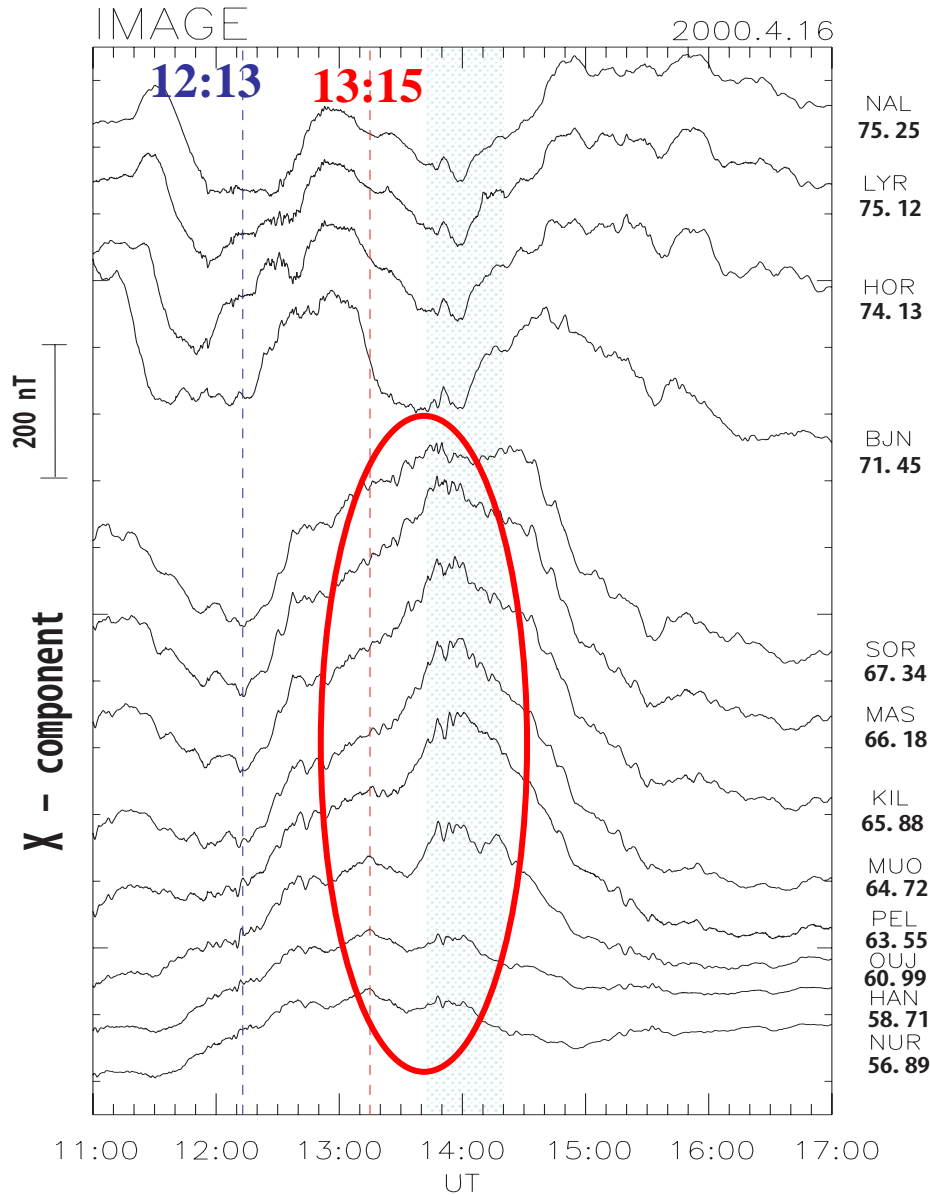
磁気緯度幅; 73 ~ 76°
 時間; 11:30 ~ 12:30UT



上図: 2000年6月3日 9:00 - 15:00 UTのHankasalmiにおける短波レーダーのデータ。

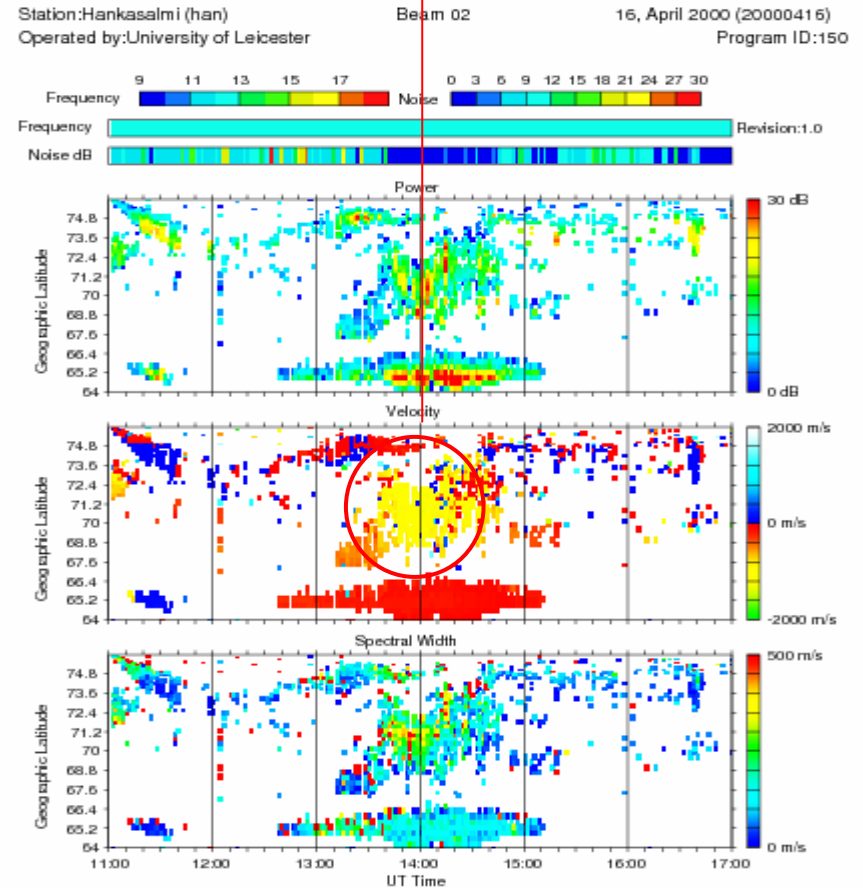
上図: 2000年6月3日 9:00 - 15:00 UTのIMAGE磁力計観測網(75.25 - 56.89度)における地磁気H成分。

2000年4月16日



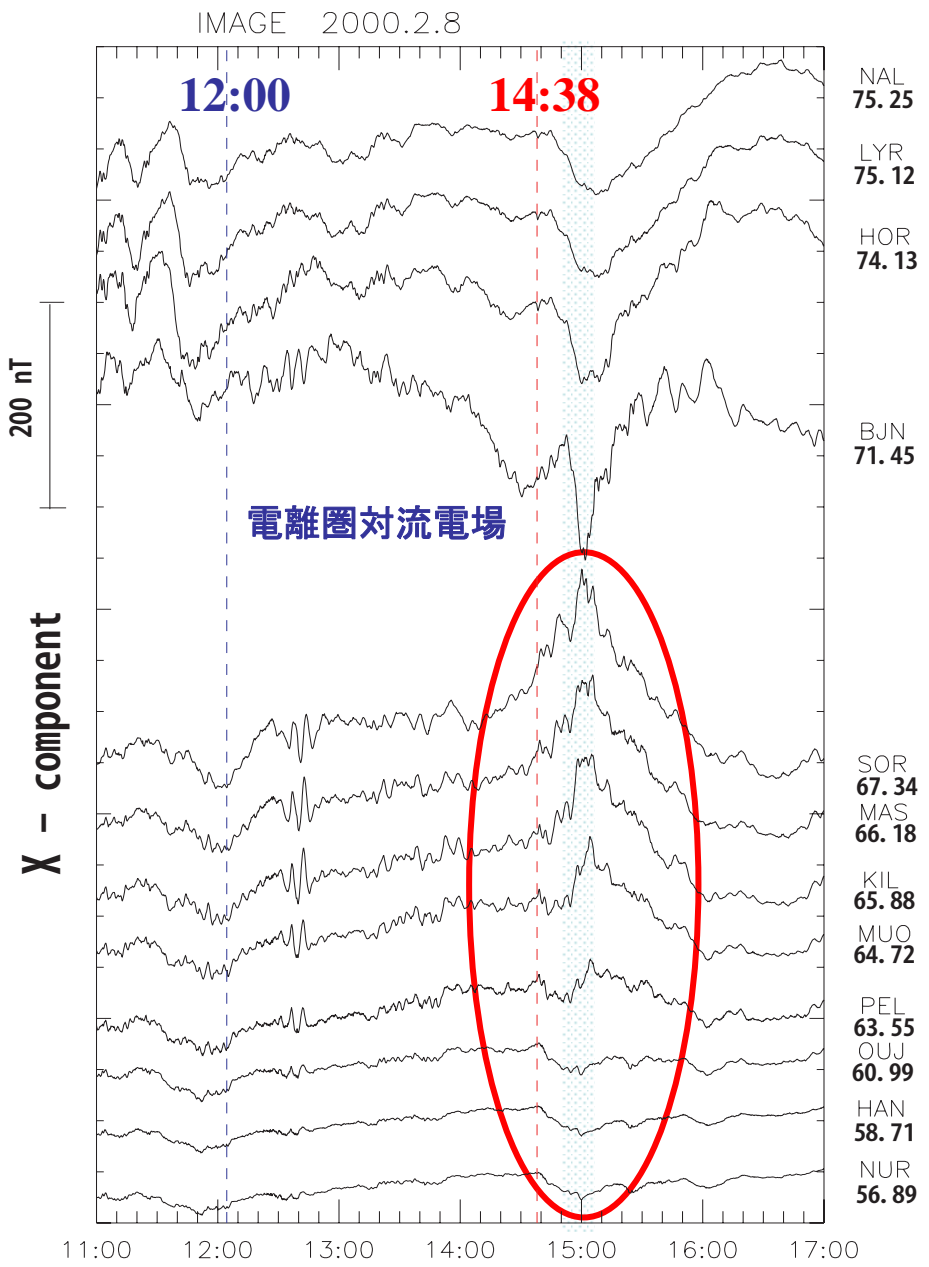
上図：2000年4月16日 11:00 - 17:00 UTのIMAGE磁力計観測網(75.25 - 56.89度)における地磁気H成分。

磁気緯度幅; 68 ~ 72°
時間; 13:40 ~ 14:20

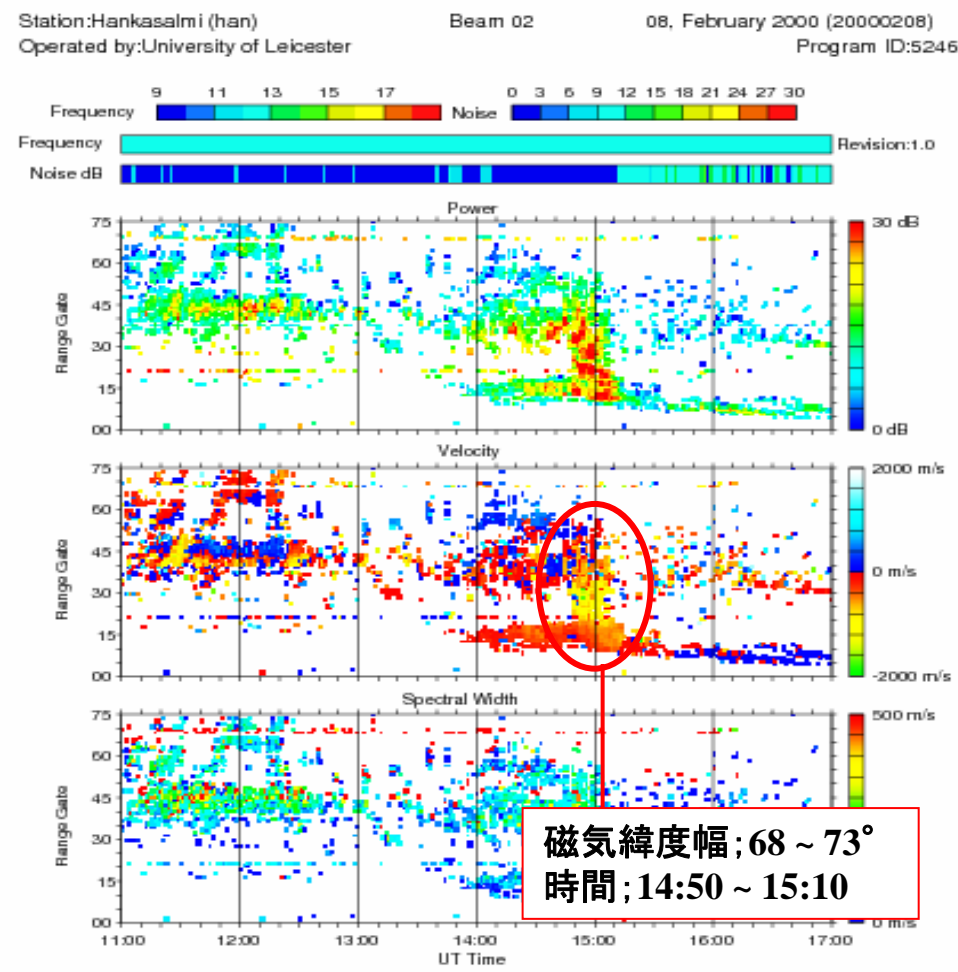


上図：2000年4月16日 11:00 - 17:00 UTのHankasalmiにおける短波レーダーのデータ。

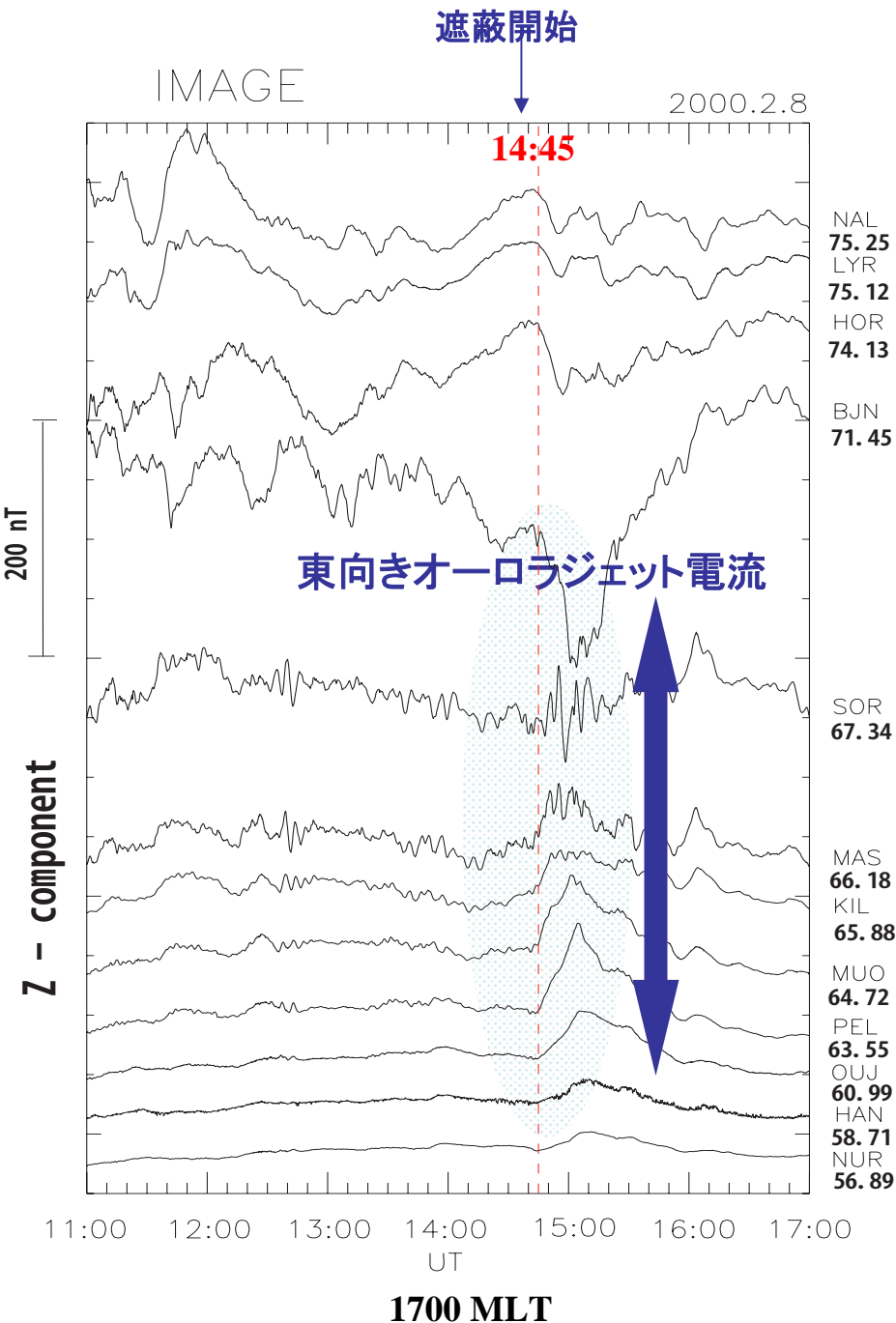
2000年2月8日



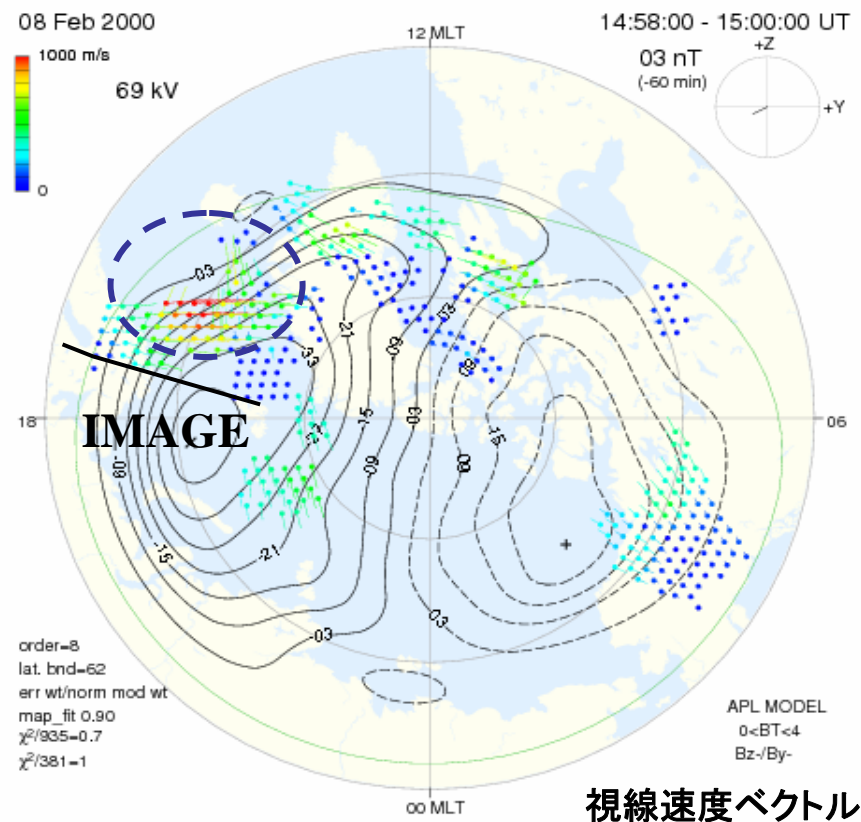
上図：2000年2月8日 11:00 - 17:00 UTのIMAGE磁力計観測網(75.25 - 56.89度)における地磁気H成分。



上図：2000年2月8日 11:00 - 17:00 UTのHankasalmiにおける短波レーダーによる(a)強度、(b)速度、(c)スペクトル幅のデータ。



遮蔽電場の発達後、**急激に**
67(GMLat)度付近を中心と
する**狭い緯度領域 (約8度)**
に東向きオーロラジェット電
流が集中した



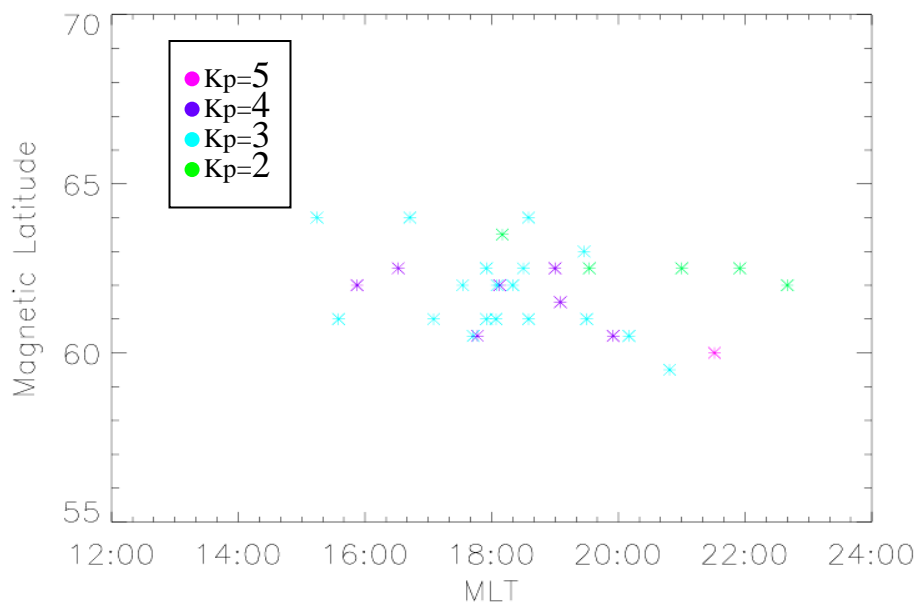
遮蔽電場の発生領域

	X成分	Z成分		HFLレーダー
	遮蔽の高緯度側境界緯度	東向きAEJの低緯度側境界緯度	東向きAEJの中心緯度	高速プラズマ流発生領域
2000.2.8	64 - 61	63	67	68 - 73
2000.4.16	64 - 61	61	63	68 - 72
2000.6.3	65 - 63	64	67	73 - 77

(GMLat)

遮蔽高緯度側境界の磁気緯度・磁気地方時の分布(イベント数 ; 31)

- 磁気緯度**58-66度**、
磁気地方時**14:50-23:00 MLT**で発生する傾向がある。
- Kp指数が大きくなるにつれて、遮蔽電場の中心がやや低緯度に分布する傾向がある。



まとめ1

- 2000年1年間のデータを解析し、過遮蔽が発生した事例を31例抽出した。
- 低緯度側で過遮蔽を引き起こす遮蔽電場(対流電場と逆向きの電場)は、16-19 MLT付近の磁気緯度58-66度で発生する頻度が高く、遮蔽電場の中心は磁気緯度61-63度付近に存在した。
- 地磁気活動度(Kp指数)が大きいほど、遮蔽電場の中心は低緯度に現れる傾向がある。

まとめ2

31事例を詳細に解析した結果、過遮蔽は発生要因により大きく2つに分類できることがわかった。

1. 対流電場の発達ที่止まるか、または減衰する場合に、サブオーロラ帯より低緯度で遮蔽電場が顕在化することにより生じる過遮蔽。

このタイプでは、対流電場の変動がサブオーロラ帯の電場をコントロールし、過遮蔽が生じたり、再び対流電場が侵入したりする。これは Kelley et al. (1979) 以来の過遮蔽モデルと一致する過遮蔽である。

2. 遮蔽電場の急速な発達により発生する過遮蔽。

このタイプの過遮蔽が発生するときには、同時にオーロラ帯で対流電場が強まる。これは対流電場が成長し続けているときに、遮蔽電場自身が急激に発達したことを示唆する。

このタイプは従来の過遮蔽発生モデルでは説明できず、新しい発生メカニズムを議論する必要がある。

過遮蔽発生モデル

従来のモデル

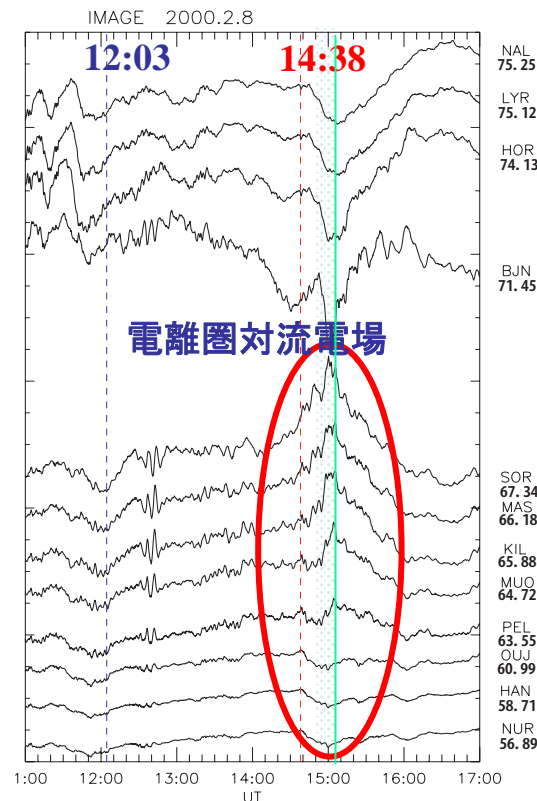
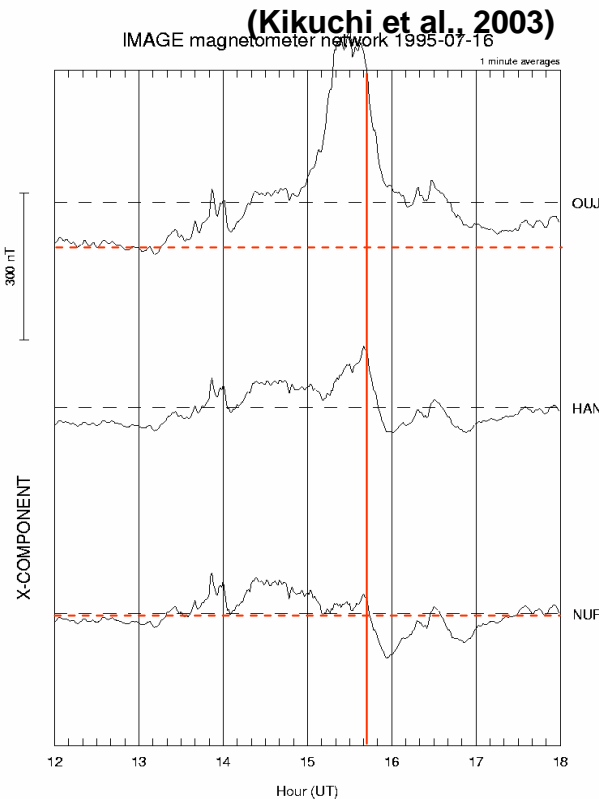
R1-FAC(対流電場)が急速に減少することにより、過遮蔽が発生する

今回の解析結果

対流電場が発達し続けている時に、遮蔽電場が発達し、オーロラ帯で対流電場を強め、サブオーロラ帯では弱めた。



R2-FAC(遮蔽電場)の急速な発達により過遮蔽が発生した。



1700 MLT

今後の課題

- 過遮蔽発生とサブストームの関係
- 過遮蔽発生の朝夕の非対称性
- 磁気嵐時の過遮蔽

中緯度レーダーや広い磁気地方時にわたる観測データを用いた解析に発展させる

