

## 磁気嵐時における内部磁気圏電場について

### Large-scale electric field in the inner magnetosphere during geomagnetic storms

# 新堀 淳樹 [1]; 西村 幸敏 [2]; 小野 高幸 [3]; 熊本 篤志 [4]; 菊池 崇 [5]

# Atsuki Shinbori[1]; Yukitoshi Nishimura[2]; Takayuki Ono[3]; Atsushi Kumamoto[4]; Takashi Kikuchi[5]

[1] 名大・太陽地球環境研究所; [2] 東北大・理・地球物理; [3] 東北大・理; [4] 東北大・理; [5] STE 研究所

[1] Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya Univ.; [2] Dept. Geophys, Tohoku Univ.

; [3] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [4] Tohoku Univ.; [5] STELab

#### 1. はじめに

太陽風中に含まれる数時間以上も継続する強い南向きの磁場と地球磁場との会合によって発生する磁気嵐の主相において磁気圏対流電場が内部磁気圏全体にわたって強められ、それによって夜側のプラズマシート粒子が内部磁気圏へ輸送されて、その領域で環電流が形成されることが一般に観測・シミュレーションから知られている。近年の CRRES 衛星 [Wygant et al., 1998] やあけぼの衛星 [Shinbori et al., 2005; Nishimura et al., 2006] による電場の直接観測から磁気嵐主相時において内部磁気圏の中でかなり地球に近い領域 ( $L=2-4$ ) に空間的に不均質な構造を持った強い電場が形成されることがわかってきた。しかしながら、その電場の出現領域に対応するサブオーロラ帯や中緯度電離圏における電場観測例は、Millstone Hill レーダなどの観測を除くと数少ない。そのため、磁気嵐の発達・衰退過程に伴う極域から中緯度電離圏にまでの広範な領域に及ぶ電場分布の変化の詳細は、明らかになっておらず、内部磁気圏内で観測される局所電場とサブオーロラ帯の電離圏で観測される SAID/SAPS との関連性も未解決問題として残されている。本研究では、磁気嵐の発達過程における極域電離圏並びにサブオーロラ帯の電場分布や構造の時空間変動を明らかにするために、1989年3月から1996年1月までの長期にわたるあけぼの衛星の電場観測データの統計解析を行った。

#### 2. 解析手法

本研究では、まず、SYM-H 指数データにおいてその最小値が  $-40\text{nT}$  以下を示す変動現象を磁気嵐としてみなして、上記の期間内で 1725 例の磁気嵐イベントを抽出した。ここで、その各変動現象に対して  $d\text{SYM-H}/dt$  が負の期間を磁気嵐主相、並びに  $d\text{SYM-H}/dt$  が正の期間を磁気嵐の回復相と定義した。さらに、磁気嵐の回復相を SYM-H が  $-40\text{nT}$  以下と  $-40\text{nT}$  以上の 2 つの期間に分けて、それぞれの期間を回復相初期と後期と定義した。また、地磁気静穏時の条件として SYM-H が  $-10\text{nT}$  以上かつ  $K_p$  が 2 以下とした。一方、電場データの解析には Mozer [1970] によって提案されている磁力線垂直方向の電場の電離圏への投影法を用いている。その際、磁力線平行方向の電場は磁力線垂直方向の電場に比べてかなり小さいと仮定し、観測データから共回転電場を差し引いている。そして、これらの手法で得られたそれぞれの期間に対応する電場分布からポアソン方程式を解くことによって電離圏高度における電場ポテンシャル分布を導出した。

#### 3. 解析結果

地磁気静穏時における極域電離圏の電場分布は、極冠域ではほぼ Dawn-to-dusk 方向の電場が分布し、それよりも低緯度側では動径方向の電場が分布するといった磁気緯度  $60$  度以上の高緯度電離圏で見受けられる典型的な電場構造を呈していた。この電場分布から導き出される極冠域の電場ポテンシャルは、従来から知られている典型的な極域の 2 セル型の電離圏対流構造を呈し、その電位差は約  $26\text{kV}$  と見積もられた。

磁気嵐主相時における極域電離圏電場の分布は、地磁気静穏時の分布と比べると、平均的な電場強度が約 2-3 倍程度の増加を示すとともに極冠域の低緯度側への拡大とオーロラ帯の低緯度側への移動を示した。この場合の極冠域とオーロラ帯の境界は、磁気緯度  $70$  度付近に位置しており、この結果から極冠域の電位差は、約  $62\text{kV}$  と見積もられた。さらに、18-02 時の夕方側から真夜中側にかけての緯度  $50-60$  度のサブオーロラ帯において新たな局所電場構造が出現していることが明らかとなった。この電場構造の特徴は、方位角方向の電場成分をほとんど持たず、極方向成分から構成されていることである。そして、この領域の電圧降下が、約  $20-30\text{kV}$  にまで達していることがわかった。一方、朝側 (03-06h) の低緯度領域に遮蔽電場に伴う負の電場ポテンシャル構造が出現し、その電圧降下の大きさは、約  $4-6\text{kV}$  程度であった。

磁気嵐回復相になると、その初期段階において極冠域の縮小と Dawn-to-dusk 電場強度の減少が見受けられ、磁気地方時 18-24h の夕方側のサブオーロラ帯からオーロラ帯における極方向の電場成分に顕著な 2 重構造が見受けられた。このときの極冠域の電圧降下は  $42\text{kV}$  であった。このサブオーロラ帯の電場は、従来から指摘されている SAID/SAPS に対応するものと考えられる。さらに、この局所電場の出現位置よりも低緯度側に赤道方向を向く動径方向の電場が見受けられ、この成分は、おそらく遮蔽電場であると考えられる。さらに、同様の電場が、02-04h 付近の中緯度領域に出現していることも明らかになった。