

# SC・磁気嵐中にプラズマ圏内で観測される電場変動について

## Electric field variation observed inside the plasmasphere during SC and magnetic storms

# 新堀 淳樹[1]; 小野 高幸[2]; 飯島 雅英[3]; 熊本 篤志[4]; 大家 寛[5]

# Atsuki Shinbori[1]; Takayuki Ono[2]; Masahide Iizima[3]; Atsushi Kumamoto[4]; Hiroshi Oya[5]

[1] 東北大・理・地球物理学; [2] 東北大・理; [3] 東北大・理・地物; [4] 東北大・理; [5] 福井工大・宇宙通信

[1] Geophys. Inst., Tohoku Univ.; [2] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [3] Geophysical Inst., Tohoku Univ.; [4] Tohoku Univ.; [5] Space Commu. Fukui Univ.

### 1. はじめに

磁気圏、プラズマ圏、及び電離圏において、地磁気擾乱 (SC・磁気嵐) に伴って発生する電流や電場、磁場変動に関する研究には、長い歴史がある。しかしながら、これまでの研究は、地上観測やプラズマ圏界面の外側領域での観測に基づいており、特にプラズマ圏内における観測例は、主に CRRES 衛星 [1,2] によるものに限られているために、この領域における十分な衛星観測の報告はなされていない。本研究では、プラズマ圏内における SC・磁気嵐に伴う擾乱の様相を詳細に調べるため、高時間分解能をもち、長期間継続的に広範な領域を観測しているあけぼの衛星の観測データと柿岡の 1 秒値とを合わせた詳細な解析が行われた。

### 2. 観測データ

電場、磁場観測データは、あけぼの衛星における EFD と MGF が用いられている。1989 年 3 月から 2002 年 12 月までの期間に SYM-H データにおいて 10 分以内で起こる 5nT 以上の急な立ち上がりから 2803 例の SC が同定され、これらの中から 276 例については、あけぼの衛星によるプラズマ圏内で観測された事例として見出された。さらに、その事象の中で 1996 年 1 月までの期間内に電場の観測に対応しているものとして 134 例が同定され、柿岡の SC の開始時刻に対応した電場変動を示すものが 126 例見出された。

### 3. 解析結果

あけぼの衛星が磁気地方時 5 時の磁気赤道面付近に位置していた 1989 年 12 月 1 日の例では、SC の立ち上がりに同期して衛星観測では磁場の Bz 成分の急峻な増加並びに電場の Ex 成分と Ey 成分において周期が約 120 秒、振幅が 10 [mV/m] を超えるような大きな変動が見受けられる。この例では、初動の電場の向きが Ex 成分、Ey 成分ともに負の方向を向いており、その電場変動の大きさは、約 19 [mV/m] であった。過去の静止軌道上での SC 時の電場変動の結果は、Laakso and Schmidt [1989] によって報告されているが、このように振幅が 10 [mV/m] を超えるような大きな電場変動は、静止軌道上では今まで観測されてこなかった点が注目される。さらに、これらの変動に続いて電場の Ey 成分に約 1.2 [mV/m] のオフセットが見受けられ、少なくとも 6 分以上の継続時間を示した。

この例以外の 126 例について柿岡の SC の振幅、あけぼの衛星の位置 (高度、磁気地方時、磁気緯度、L 値) に対する SC に伴う電場の初動の振る舞い (大きさ、向き) に着目した解析を行った。その結果、電場の初動の大きさについては高度、磁気地方時、磁気緯度に対する依存性は見受けられなかった。一方、電場の向きについては強い磁気地方時の依存性が見出され、全球的に西向き (時計周り) の方向を向いていることが認められた。

### 4. 考察と結論

本研究では、各 SC の開始時刻に呼応してプラズマ圏内において振幅が 0.2-30 [mV/m] である電場の変動が引き起こされていることが判明した。また、この電場の変動は、特にあけぼの衛星で観測された Bz 成分の磁場変動に対応していることから、プラズマ圏内を伝播する磁気圧縮波の波面によるものであると推察される。また、この電場によるプラズマ圏内における粒子の電場ドリフト速度を求めた結果、最大で 16 [km/sec] となり、あけぼの衛星の観測点 (L=2-3) 付近におけるプラズマの共回転速度 (1.2 km/sec) と比べるとかなり大きい。したがって、この事実は、SC に伴う電場擾乱によってプラズマ圏内のプラズマが共回転から外れて運動していることを意味している。さらに、その電場の方向からは、プラズマは地球方向へ約 500-1000 [km] 移動しており、その移動による粒子のエネルギーの増分は、第 1 不変量が保存されると仮定した場合、もとのエネルギーの 1.1-1.2 倍に増加していることが判明した。一方、SC に伴う電場の初期変動後に、約 0.5-2.0 [mV/m] の磁気圏対流電場に相当する直流電場がプラズマ圏内で観測されており、プラズマ圏のダイナミクスに関わる重要な結果を示すこととなった。また、このような対流電場は、SC に限らず、磁気嵐中においてもプラズマ圏内全体で 2.0-10.0 [mV/m] の大きさを持って観測されており、今後、プラズマ圏内で観測されるこの対流電場の空間分布について詳細に解析してゆくことが必要とされる。

### 参考文献

[1] Wygant, J., F. Mozer, M. Temerin, J. Blake, N. Maynard, H. Singer, M. Smiddy, Large amplitude electric and magnetic field signatures in the inner magnetosphere during injection of 15 MeV electron drift echoes, Geophys. Res. Lett., 21, 1739-1742, 1994

[2] Wygant, J., D. Rowland, H. J. Singer, M. Temerin, F. Mozer, and M. K. Hudson, Experimental evidence on the role of the large spatial scale electric field in creating the ring current, J. Geophys. Res., 103,

29527-29544, 1998.