

# 磁気嵐中に観測される内部磁気圏・プラズマ圏内の電場変動について

## Response of convection electric field in the inner magnetosphere-plasmasphere region during a major magnetic storm

# 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 Comm. Fukui Univ. Tech.

### 1. 序

磁気急始(SC)、その後のサブストーム・磁気嵐の発達過程に伴う磁気圏内の大規模な電場の構造や強度の変化を明らかにすることは、内部磁気圏・プラズマ圏におけるプラズマの輸送や変性、並びにダイナミクスを理解する上で不可欠である。これまでの衛星観測から、SC時におけるプラズマ波動・電場・磁場の応答現象[e.g., Shinbori et al., 2003, 2004]や磁気嵐中に観測される磁気圏対流電場が空間的に非一様であること[Wygant et al., 1998]が明らかにされつつあるが、磁気嵐の発達過程における内部磁気圏・プラズマ圏への対流電場の侵入過程や詳細な空間構造などは、依然不明な事項として後に残されて来た。本研究では、あけぼの衛星の観測データを用いて1989年3月13日と1989年11月17日に発生した2つのSC型磁気嵐を例にあげてイベント解析を行い、磁気嵐の各相(SC、初相、主相、回復相)期間において内部磁気圏・プラズマ圏で観測される電場の配位やその構造の変化、並びにプラズマ波動データから算出される電子密度からプラズマ圏界面を同定し、観測された電場の空間構造との対応関係について明らかにすることを目的としている。

### 2. 解析方法

本研究において用いられている観測データは、それぞれあけぼの衛星に搭載されているPWS、並びにEFDから得られたプラズマ波動、電場、SYM-H指数並びに柿岡の水平成分磁場である。プラズマ波動、電場観測データの時間分解能は、それぞれ2秒、8秒、である。本解析において、共回転電場を差し引いた電場データに対してMozer [1970]によって提案されている磁力線のジオメトリを考慮したダイポール磁場中の電場の磁気赤道面へのマッピングの方法を用いている。また、今回の解析に用いている2つの磁気嵐が発生した期間ではあけぼの衛星はほぼ朝-夕面内の軌道を取っているため、磁気圏対流電場の大きさに対するEx成分の効果は小さいとしてEyとEzの電場2成分を採用した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 磁気嵐前の期間

この期間に観測された内部磁気圏・プラズマ圏内の電場の強度は、朝側と夕方側の両方において0.1-0.6 mV/mと非常に弱く、そのL値に対する強度分布もL=2.3-10.0の間の領域においてほぼ一様であった。また、このときのプラズマ圏界面は、L=3.7-4.4の間に位置しており、その外側のトラフ領域における電場強度がやや増加していた。

#### 3.2 磁気急始(SC)の期間

柿岡の水平成分の急峻な立ち上がりに同期して振幅が約4.0-10.0 mV/mにまで及ぶシャープな電場変動が、朝側と夕方側の両方のイベントにおいて観測された。この電場変動の時間スケールはおおよそ1分程度であり、その方向は電場のExとEy成分から時計回りの方向を向いていることがわかった。その後、内部磁気圏・プラズマ圏内において対流電場の強度増大が見受けられ、その強度は、0.8-3.0 mV/mであった。この磁気圏対流電場は、太陽風磁場との磁気リコネクション過程を通じてではなく、磁気圏の急激な圧縮によって発生したものと考えられる。

#### 3.3 磁気嵐主相の期間

この期間において非常に大きな強度をもった対流電場が朝側と夕方側の両方の内部磁気圏・プラズマ圏内に出現し、その強度分布は、従来L値の大きい領域(L=6-10)で観測されたものと比べてL値の小さい領域(L=2-6)においてその強度が局所的に大きいという非常に複雑なものとなっている。その強い部分の平均的な強度は、約3.0-4.2 mV/mであり、そのピーク強度は、約8.0-9.0 mV/mにまで及んでいる。そして、極大値を呈する領域のL値に対する広がり、夕方側よりも朝側の方が大きいという朝-夕の非対称性の存在を示唆している。さらに、あけぼの衛星の軌道の特徴からその電場の構造が内部磁気圏内に少なくとも6時間以上も維持されていることも判明した。一方、波動観測から高度2000-9000kmのトラフ領域、オーロラ帯、並びに極冠域のプラズマ密度が通常レベルよりも10-100倍にも増大していることが判明した。これは、磁気嵐主相において電離圏プラズマが内部磁気圏に向かって多量に流失していることを意味しており、磁気嵐主相におけるAKR活動の抑制原因の一つとして考えられる。また、このプラズマ流失は、強い磁気圏電場が電離圏に印加した結果、電離圏における摩擦加熱に伴うイオン温度の増加が原因として挙げられる。

#### 3.4 磁気嵐回復相

柿岡における磁場変動、並びに SYM-H 指数が通常のレベルに回復してゆくにつれて磁気嵐主相の期間に観測されていた非常に強い強度と空間的に不均一な分布を呈した対流電場も 2-4 日以内で地磁氣的に静穏な状態にまで回復していく様相を捉えている。一方、磁気嵐主相の期間に増加していたトラフ領域、オーロラ帯、並びに極冠域のプラズマ密度も減少してゆき、これも通常のプラズマ密度へと回復している。