

あけぼの衛星長期観測データによる小規模沿磁力線電流の統計的研究

Statistical Investigation of Small-scale Field-aligned Currents Using Long-term Akebono Satellite Data

蓮沼 智幸[1]; 福西 浩[1]; 長妻 努[2]; 片岡 龍峰[2]; 高橋 幸弘[1]; 松岡 彩子[3]; 熊本 篤志[4]

Tomoyuki Hasunuma[1]; Hiroshi Fukunishi[1]; Tsutomu Nagatsuma[2]; Ryuhō Kataoka[2]; Yukihiro Takahashi[1]; Ayako Matsuoka[3]; Atsushi Kumamoto[4]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] NICT; [3] 宇宙研; [4] 東北大・理

[1] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ.; [2] NICT; [3] JAXA/ISAS; [4] Tohoku Univ.

磁気圏を介して電離圏では太陽風エネルギーの散逸が生じる。このような太陽風・磁気圏・電離圏結合過程を考える上で、沿磁力線電流 (FAC) は極めて重要な役割を果たしている。FACに関連するオーロラの大規模な構造に加え、オーロラアークのようなオーロラ微細構造の存在が明らかにされてきた。また、衛星磁場観測においても、R1電流、R2電流のような大規模FAC (電離圏高度において、緯度方向のスケール100 km以上) と共に、小規模FAC (電離圏高度において、緯度方向のスケール100 km以下) も捉えられている。このような様々なスケールや構造を持ったオーロラがどのように形成されているのか、またその際のエネルギー消費過程については、特に小規模構造に関しては十分に理解されていない。本研究の目的は、あけぼの衛星の長期観測データ (1989年から1996年までの約8年間) を用いて、小規模FACの特徴を統計的に明らかにし、その発生機構及び小規模FACを介した磁気圏・電離圏結合過程を理解することである。全ての地磁気活動度について、小規模沿磁力線電流の空間分布を調べたところ、主に昼側の磁気地方時6時から15時、磁気緯度75度から82度の領域において、電流密度が高く、朝夕非対称な分布を持つことが分かった。電離圏が日照の時、小規模FAC密度は、日陰の時のそれよりも大きく、日照時 (夏半球) の小規模FAC領域における平均電流密度は日陰時 (冬半球) の約1.5 - 2倍程度であると見積もられた。これは、小規模FACが電離圏電気伝導度に大きく依存することを意味し、小規模FAC領域は季節依存性を持つと考えることができる。また、小規模沿磁力線電流は太陽風の条件や観測される高度にも依存することが明らかになった。惑星間空間磁場 (IMF) のY成分の正負で昼側の電流領域は経度方向に移動し、一方、Z成分が負のときにはオーロラオーバル全体に電流領域が広がること。Z成分が正のときは、昼側に振り込む電流密度の強度が最も強くなる。一方、大規模FACについても季節依存性について統計的に調べた結果、はっきりとした季節依存性を持つことが示されたが、双方の季節依存性は夜側において全く逆の変化を示すことがわかった。また、大規模FACと小規模FACを比較すると、統計的に大規模下向き電流領域で小規模FACが発達することが分かった。小規模FACの生成機構を明らかにするために、あけぼの衛星磁場・電場データを用いた解析を行ったところ、小規模FACに対応する周波数における電場・磁場の強度比は、電離圏の日照・日陰に関わらず、観測された領域における伝播する分散性アルアルペン波 (DAW) の位相速度にほぼ一致することが示された。この結果は、小規模沿磁力線電流が大規模沿磁力線電流のような直流的な電流構造ではなく、DAWに伴う電流構造と理解できることを示唆するものである。さらに、電場・磁場の位相・周波数関係は、電離圏アルペン共鳴 (IAR) モデルで推定された位相・周波数関係とほぼ同様の関係を持つことも確認された。小規模FAC構造は電離圏アルペン共鳴によって発生した波の構造を捉えていると解釈することができる。このような共鳴現象は日照下で起こりやすいことも示されたことから、IAR現象の発生条件が小規模FAC構造の発生に影響すると考えられる。電気伝導度の低い領域では大規模な加速電場がかかることによって電流を運び、一方電気伝導度の高い領域では、電流を担うキャリアが多く存在するので大規模な電場なしで電流を運ぶことができる。この違いが電流のスケールに反映され、大規模FACと小規模FACの季節変化の違いは、背景のキャリアの状況に依ると考えられる。