

サブストームに伴う内部磁気圏大振幅波動電場

西村 幸敏 [1]; John Wygant[2]; 小野 高幸 [3]; 飯島 雅英 [4]; 熊本 篤志 [5]; Donald Brautigam[6]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] University of Minnesota; [3] 東北大・理; [4] 東北大・理・地物; [5] 東北大・理; [6] Air Force Research Laboratory

Intense electric field in the inner magnetosphere during substorms

Yukitoshi Nishimura[1]; Wygant John[2]; Takayuki Ono[3]; Masahide Iizima[4]; Atsushi Kumamoto[5]; Brautigam Donald[6]

[1] Department of Geophysics, Tohoku University; [2] University of Minnesota; [3] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [4] Geophysical Inst., Tohoku Univ.; [5] Tohoku Univ.; [6] Air Force Research Laboratory

<http://stpp1.geophys.tohoku.ac.jp/>

The CRRES electric field data have been analyzed in order to investigate intense electric field events in the inner magnetosphere during substorms. The substorm injection front observed during 13:20-14:50 UT on March 7, 1991 (6.2 RE and 22 MLT) contains a number of electric field spikes ($E \sim 100$ mV/m) associated with magnetic field fluctuations. 40 sec-averaged MHD scale structure includes 40 mV/m electric fields. This electric field is explained by the inductive electric field calculated from the magnetic field measurement propagating with the speed of 450 km/s and the Poynting flux of 1.75 mW/m^2 .

1 sec high-pass filtered data include intense electric field spikes with the amplitude of 100 mV/m. These are associated with magnetic field variations and thus electromagnetic structures. From the analysis of the wave dispersion relation, it is identified as a right-handed ion whistler wave with the frequency just below the ion cyclotron frequency. The scale size is 800 km and the group velocity is 1600 km/sec. It corresponds to the scale size and velocity of 27 km and 53 km/sec at the ionosphere.

Nearly simultaneous measurement by the DMSP-F9 satellite shows intense plasma flow with the duration of 1 sec. This suggests that the intense electric field propagates toward the ionosphere and cause fast plasma drift.

1. Introduction

サブストーム時にはプラズマシート境界層で 100 mV/m を超えるスパイク状の強い電場が観測される。この電場はオーロラの発光に十分な Poynting flux をもち、その磁力線の footprint はオーロラの発光領域に対応する事から、この強い電場は加速域の形成、オーロラ粒子加速に重要な役割を果たすと考えられている。

これまでの研究では磁気圏尾部や高緯度での電場観測が主であった。これに対し本研究では CRRES 衛星の電場データを用い、サブストーム時に内部磁気圏で観測される電場の解析を行った。その結果、主磁場の強い領域でも 100 mV/m を超える電場が見出された。本研究ではこの電場の性質を調べ、DMSP との比較からオーロラ帯へのエネルギー流入量について評価する。

2. CRRES measurements

1991 年 3 月 7 日 13:20-14:50 UT に CRRES 衛星が 6.2 RE, 22 MLT で磁場の dipolarization を観測した。同時に衛星はプラズマシート境界層を通過し、最大 150 mV/m の電場を含み計 6 回の電場増大が観測された。

40 秒平均を用いて MHD スケールの変動を調べたところ、継続時間 1-2 分で 40 mV/m 程度の強度を持つ電場構造が観測された。これは磁場の dipolarization に対応しており、minimum variance 解析の結果、Poynting flux 1.75 mW/m^2 の強いエネルギーを持ち地球側へ 450 km/s で伝搬する構造であることが分かった。これは磁気圏尾部からのプラズマフローが減速し、磁気 flux が pile up する段階に対応するものと考えられる。

40 秒以下の短時間変動を調べたところ、継続時間 1-2 秒で 100 mV/m に達する強い電場が見られた。この電場は同周期の磁場変動を伴っていた。プラズマの分散関係を解いた結果、この電場はイオンサイクロトロン周波数の $1/3$ の周波数を持つ ion whistler 波であり、群速度 1,000 km/s、波長 800 km 程度で地球側へ伝搬する波動であることが分かった。これは電離圏に投影すると幅 27 km、速度 53 km/s の構造に対応しており、このスケールサイズは discrete aurora のアークの幅と同程度である。また観測された電場の Poynting flux は 0.1 mW/m^2 で電離圏高度に投影すると 12 mW/m^2 となり、discrete aurora の発光に必要なエネルギーと同程度である。このことから、衛星で観測された強い電場は地上で見られるオーロラのアークに対応した赤道域のソースであることが示唆される。

3. DMSP measurements

上で解析したイベントでは CRRES 衛星の footpoint に DMSP 衛星が位置していた。CRRES 衛星が周期 1 秒程度の強い電場を観測した時刻では DMSP はまだ極冠域にいたが、90 秒後にはオーロラ帯において継続時間 1 秒程度で 1 km/s のプラズマドリフトを観測した。このことは、赤道域で観測された強い電場エネルギーの一部は電離圏高度まで伝搬し、電離圏のプラズマ運動に影響を与えていると考えられる。