

THEMIS 衛星によるサブストーム時の大振幅電場の多点観測

小笠原 一基 [1]; 笠羽 康正 [1]; 西村 幸敏 [2]; 堀 智昭 [3]; 高田 拓 [4]; 宮下 幸長 [5]; Angelopoulos Vassilis[6]; Bonnell John W.[7]; McFadden James P.[8]

[1] 東北大・理; [2] 名大 STEL; [3] STE 研; [4] 宇宙研; [5] 名大 STE 研; [6] SSL, UC Berkeley; [7] SSL, UC Berkeley (USA); [8] UC バークレー・SSL

Properties of large-amplitude electric fields during substorms obtained by THEMIS

Kazuki Ogasawara[1]; Yasumasa Kasaba[1]; Yukitoshi Nishimura[2]; Tomoaki Hori[3]; Taku Takada[4]; Yukinaga Miyashita[5]; Vassilis Angelopoulos[6]; John W. Bonnell[7]; James P. McFadden[8]

[1] Tohoku Univ.; [2] STEL, Nagoya University; [3] Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya Univ.; [4] ISAS/JAXA; [5] STEL, Nagoya Univ.; [6] SSL, UC Berkeley; [7] SSL, UC Berkeley (USA); [8] SSL, UC Berkeley

Large-amplitude electric fields exceeding 100 mV/m have been observed around the near-Earth plasma sheet. These electric fields may play important roles in energy transport and particle acceleration in the magnetosphere [Wygant et al., 2000, 2002]. Because these electric fields seem to be related to fast plasma flows with a size of a few Re [Nakamura et al., 2001], it is important to observe both electromagnetic fields and particles simultaneously with a high time resolution which is comparable to the duration of such events (~0.1 sec, at multiple locations within several Re). The THEMIS consist of five probes and have the ability for such observations. We show the several event studies of large-amplitude electric fields associated with spatial structures during substorms obtained by THEMIS.

One of these events was observed at 1:30 UT on 7 February 2008 by three spacecraft within the distance of 2 Re, TH-E [(Xsm, Ysm)=(-7.5, +3.8)Re], TH-A [(Xsm, Ysm)=(-7.2, +3.5)Re], and TH-D [(Xsm, Ysm)=(-9.2, +3.2)Re]. At those spacecraft, electric field spikes were observed in turn with the amplitudes greater than 100 mV/m. These electric field spikes were associated with magnetic dipolarizations and earthward high-speed plasma flows. The calculated Poynting flux directed toward the ionosphere along the magnetic fields was 0.2-0.5 mW/m², which might be sufficient to illuminate auroral emissions.

In order to estimate the shape of this spatial structure, we performed a minimum variance analysis, which determined the normal direction of the structure from magnetic fields. This analysis will reveal the shape of the structure that depends on MLT and magnetic field lines. In addition, by comparing the intensity of the electric fields and electron density derived from the spacecraft potential for all probes, it revealed that the electric fields were related to the depletion of the electron density. However, this relationship was quite different at each probe. This property was microscopic structure, not the large-scale structure. We will further discuss these results and summarize the characteristics of the large-amplitude electric fields with the large-scale and microscopic structures.

近地球プラズマシート近傍では、サブストーム時に 100 mV/m を超える大振幅電場が観測されている。こうした電場は磁気圏におけるエネルギー輸送や粒子加速を担っていると考えられており [Wygant et al., 2000, 2002]、数 Re 程度の大きさをもつプラズマ高速流との関係も示唆されている [Nakamura et al., 2001]。その時空間発展を調べるには、大振幅電場の継続時間程度 (~0.1 sec) を時間分解する電磁場・粒子の同時観測が、現象規模である数 Re 内の複数点で同時になされる必要がある。THEMIS 衛星は、こうした要求を満たした 5 機編隊衛星である。本講演では、THEMIS 衛星によるイベント解析によって、サブストーム時の大振幅電場と得られた空間構造の一例について議論する。

用いたイベントの一例は、2008 年 2 月 7 日 1:30 UT 付近のものであり、距離 8.1-9.9 Re, MLT 22.2-22.7 h にいた 3 衛星 TH-E[(Xsm, Ysm)=(-7.5, +3.8)Re], TH-A[(Xsm, Ysm)=(-7.2, +3.5)Re], TH-D[(Xsm, Ysm)=(-9.2, +3.2)Re] は、100 mV/m を超える大振幅電場をこの順に観測した。こうした電場は、磁場の dipolarization 及びイオン高速流に伴う大規模構造変動と同時に観測された。この電場に伴う Poynting flux の沿磁力線地球方向成分は 0.2-0.5 mW/m² となり、短時間とはいえ、電離圏極域におけるオーロラの発光に十分な値を示している。

大規模空間構造の形状を求めるために、我々は磁場構造の法線ベクトルを求めるミニマムバリエーション解析を行った。この解析により、空間構造の形状の MLT 依存性や磁力線の形状による依存性が求まりつつある。また、大規模構造とは別に、電場強度と電子密度 (衛星電位から推定) の関係を調べると、各衛星で電場強度が大きいつき電子密度は減少していることが分かった。しかし、電場と電子密度減少の相関は各衛星で異なり、こうした特徴は微細構造を示していると考えられている。本講演では、以上の結果をまとめ、大振幅電場発生時の大規模構造・微細構造について考察する予定である。