

# シータオーロラ形成時における磁気圏構造とプラズマ対流： 次世代磁気圏 - 電離圏結合系シミュレーションコードによる MHD モデリング

小中原祐介<sup>1</sup>、渡辺正和<sup>1</sup>、田中高史<sup>2</sup>、藤田茂<sup>3</sup>、久保田康文<sup>4</sup>、品川裕之<sup>4</sup>、村田健史<sup>4</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院

<sup>2</sup>九州大学国際宇宙天気科学・教育センター

<sup>3</sup>気象大学校

<sup>4</sup>情報通信研究機構

## **Magnetospheric structure and plasma convection associated with theta auroras : An MHD modeling using a next-generation M-I system simulation code**

**Yusuke Konakahara<sup>1</sup>, Masakazu Watanabe<sup>1</sup>, Takashi Tanaka<sup>2</sup>, Shigeru Fujita<sup>3</sup>,**

**Yasubumi Kubota<sup>4</sup>, Hiroyuki Shinagawa<sup>4</sup>, Ken T. Murata<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>*Kyushu University*

<sup>2</sup>*International Center for Space Weather Science and Education, Kyushu University*

<sup>3</sup>*Meteorological College*

<sup>4</sup>*National Institute of Information and Communications Technology*

A theta aurora is an optical phenomenon that consists of an “auroral oval” (a luminous ring) and a “transpolar arc (TPA)” that extends across the polar cap. Previous studies show that a theta aurora is formed when the IMF  $B_y$  sign changes during a prolonged IMF  $B_z > 0$  period. In response to the IMF  $B_y$  change, a TPA starts from the dawnside or duskside aurora oval and moves toward the opposite side across the polar cap. Also, the characteristic of precipitating particles associated with the TPA is similar to that of the plasma sheet, indicating that the TPA is located on closed field lines. In spite of the vast efforts in the past, however, it is not yet understood how such an anomalous configuration is formed, how the magnetospheric structure reconfigures, and how field-aligned currents (FACs) and plasma convection evolve in the ionosphere and in the magnetosphere. The purpose of our study is to clarify such magnetosphere-ionosphere coupling processes during theta aurora formation using MHD simulation.

Previously, we calculated the simplest case in which IMF  $B_y$  exhibited a stepwise change during a northward IMF period, using the MHD simulation code developed by one of the authors (T. Tanaka). The results showed a plasma sheet protrusion (a closed field line region) that connected to the dayside auroral oval across the entire polar cap. It was the first simulation that reproduced a perfect theta aurora configuration. In this presentation, we show the analysis results of the simulation, in particular, the reconfiguration of the magnetospheric null-separator structure during the theta aurora formation.

Acknowledgements.

The computation was carried out using the computer facilities at National Institute of Polar Research.

Data processing and other research work in the present study was performed with the NICT Science Cloud at National Institute of Information and Communications Technology (NICT) as a collaborative research project.

シータオーロラとは、環状に現れる通常の発光領域“オーロラオーバル”と、極域を横断する発光領域“トランスポーラーアーク (TPA)”からなる発光現象のことである。過去の研究から、シータオーロラは IMF が北向きの間に IMF  $B_y$  の符号が変化すると形成される、ということがよく知られている。TPA は朝側・夕方側どちらかのオーロラオーバルからはがれるようにして発生し、極域を横断するように反対側へ動くということが観測により確認されている。また、TPA 領域の降下粒子の特徴がプラズマシートのもに似ているということなども観測から明らかになっている。しかし、どのようにしてこのような特異な形になるのかという物理的なメカニズムや、このときの磁気圏構造、沿磁力線電流のパターンなど総合的な様相はいまだに解明されていない。本研究の目的は、MHD シミュレーションでシータオーロラを再現し、そのときの磁気圏構造や電離圏プラズマ対流などを調べて、シータオーロラ形成時の磁気圏-電離圏結合系を解明することである。

著者の一人（田中高史）が新しく開発した MHD シミュレーションコードを用いて、IMF 北向きのまま IMF  $B_y$  が

矩形的に変化する最も簡単な場合の計算を行ったところ、昼側オーロラオーバルにつながるプラズマシート（閉磁力線領域）を再現できた。このような完全に極冠を横断する TPA を再現したのは我々が初めてである。本講演では、このシートオーロラのシミュレーションとその解析結果を紹介する。特に、磁気圏の null-separator 構造がどのように変化するかに注目して論じる。

#### 謝辞

本論文の研究は、国立極地研究所の計算機システムおよび情報通信研究機構の NICT サイエンスクラウドを用いて行われました。