

R010-10

C会場：11/4 PM2 (15:45-18:15)

16:50~17:05

IGRF モデルおよび準 3 次元ポテンシャルソルバーを用いた M-I 結合系における EEJ 変動の構造解析

#伊集院 拓也¹⁾, 吉川 顕正²⁾, 三好 勉信²⁾, 品川 裕之³⁾, 藤原 均⁴⁾, 陣 英克³⁾, 中溝 葵³⁾, 埜 千尋³⁾, 塩川 和夫⁵⁾

⁽¹⁾ 九大地球惑星科学専攻,⁽²⁾ 九大地球惑星科学部門,⁽³⁾ 情報通信研究機構,⁽⁴⁾ 成蹊大・理工,⁽⁵⁾ 名大宇地研

Analysis of EEJ structure in M-I coupling system using IGRF model and quasi-three-dimensional potential solver

#Takuya Ijuin¹⁾, Akimasa Yoshikawa²⁾, Yasunobu Miyoshi²⁾, Hiroyuki Shinagawa³⁾, Hitoshi Fujiwara⁴⁾, Hidekatsu Jin³⁾, Aoi Nakamizo³⁾, Chihiro Tao³⁾, Kazuo Shiokawa⁵⁾

⁽¹⁾Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University,⁽²⁾Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University,⁽³⁾NICT,⁽⁴⁾Faculty of Science and Technology, Seikei University,⁽⁵⁾ISEE, Nagoya Univ.

What is happen at the magnetic equator in the Magnetosphere-Ionosphere coupling system? For example, Kikuchi [2000] suggested that penetration electric field extends from high latitude to equatorial region and Pedersen current connects polar regional current system and equatorial electrojet (EEJ). On the other hand, by two-dimensional potential solver, Yoshikawa et al. [2012] proposed Cowling channel model, in which auroral electrojet and EEJ are coupled as a result of occurrence of strong Hall polarization effect at the conductivity gradient region in sunlit / shadow region and magnetic equator, and associated of it, predicted the significant deformation of ionospheric potential. However, it does not achieve the reproduction of EEJ system in most previous studies about polar-equatorial coupling current system because they used two-dimensional current closure and simplified magnetic field model.

Therefore, we develop a quasi-three-dimensional electrostatic potential solver, and we are now reproducing three-dimensional current system at equatorial region in M-I coupling situation and analyzing to understand its excitation mechanism. We use IGRF model [e.g., Alken et al., 2021] as geomagnetic field and successfully reconstruct more realistic configuration of magnetic equator than earlier M-I coupling simulations. In addition, we adopt the modified apex coordinates [Richmond, 1995] so that we can obtain three-dimensional distribution of any quantity in the ionosphere assuming the equipotentiality of magnetic field line although we calculate only two-dimensional second-ordered elliptic partial differential equation for electrostatic potential. This method is used in ionosphere-atmosphere coupling model [e.g., Takeda and Maeda, 1980; Kawano-Sasaki and Miyahara, 2008] and called quasi-three-dimensional model.

We report the analysis results of global ionospheric current. The results are reproduced with region-1 FAC based on Nakamizo et al. [2012] under the realistic three-dimensional conductivity from NRLMSIS-00 [Picone et al., 2002] and IRI-2016 [Biliza et al., 2017] for density and temperature of neutral and plasma species, respectively, and from Ieda [2020] for collision frequency. We analyze the calculation results of electrostatic potential and current density with the theory of polarization [Yoshikawa et al., 2013]. Finally, we find that EEJ in the M-I coupling system is made by primary Hall current from north-south component of penetration electric field. These results are quite different from the common theory that eastward penetration electric field is important for EEJ in M-I coupling. In this meeting, we will show the potential and current distributions from directly penetrate component.

磁気圏-電離圏 (M-I) 結合系において、磁気赤道ではどのような電流が流れるのだろうか。例えば、Kikuchi [2000] では、侵入電場が高緯度から赤道に幾何学的に広がり、極域電流系と赤道ジェット電流 (EEJ) がペダーセン電流によって連結するモデルを提案している。一方、Yoshikawa et al. [2012] は、2次元静電ポテンシャルソルバーにより、日照・日陰領域や磁気赤道領域での電気伝導度勾配領域で強いホール分極効果が発動した、オーロラジェット電流と EEJ が連結するカウリングチャンネルモデルを提唱し、それに伴う電離圏ポテンシャルの著しい変形を予想している。しかしながら、これらのモデルを含む過去の極域-磁気赤道域結合電流系の研究の大半では、2次元的な電流系のクロージャーと簡略的な磁場モデルの採用により、特に高度方向の3次元電流形成が本質となる EEJ 系の再現は未だ実現していない。

本研究では、準3次元の静電ポテンシャルソルバーを開発し、M-I 結合系における磁気赤道の3次元電流系の再現と、その形成過程の理解に向けた解析調査を行っている。本ソルバーは、地球固有磁場として IGRF モデル [e.g., Alken et al., 2020] を実装し、従来の M-I 結合系の数値計算と比べて現実に近い磁気赤道の形状の再現に成功している。また、modified apex coordinates [Richmond, 1995] を適用し、磁力線の等電位性を仮定することにより、静電ポテンシャルの2次元2階楕円型偏微分方程式から、電離圏のあらゆる物理量の3次元分布を復元できる。この手法は電離圏-大気圏結合系のモデルで用いられており [e.g., Takeda and Maeda, 1980; Kawano-Sasaki and Miyahara, 2008]、準3次元モデルと呼ばれている。

今回は、全球電離圏結合電流系の解析結果について報告する。この結果は NRLMSIS-00 [Picone et al., 2002] と IRI-2016 [Biliza et al., 2017] から中性大気粒子と荷電粒子の密度と温度を計算し、Ieda [2020] の衝突周波数を組み合わせることにより求めた現実的な3次元電気伝導度の下、Nakamizo et al. [2012] をもとにした region-1 FAC の分布を入

力値として再現された。数値計算結果として得られた静電ポテンシャルと電流密度に対し、分極理論 [Yoshikawa et al., 2013] を用いた詳細解析を行った結果、極域から侵入する電場により励起される EEJ は南北方向の電場に対する 1 次のホール電流が主体であることがわかった。これは、東西方向の電場が侵入した結果 EEJ が生じるとされてきた、従来論とは大きく異なる描像である。本講演では、侵入電場の構造から順を追って各静電ポテンシャル成分や電流分布を紐解いていく。