

R010-02

Zoom meeting B : 11/3 AM1 (9:00-10:30)

9:15~9:30

3次元全球電離圏静電ポテンシャルソルバーの開発

#伊集院 拓也¹⁾, 吉川 顕正²⁾

¹⁾九州大学地球惑星科学専攻,²⁾九州大学地球惑星科学部門

Development of a three-dimensional global ionospheric electrostatic potential solver

#Takuya Ijuin¹⁾, Akimasa Yoshikawa²⁾

¹⁾Kyushu Univ., ²⁾ICSWSE/Kyushu Univ.

We are developing a global ionospheric electrostatic potential solver to investigate a magnetosphere-ionosphere-atmosphere coupling system. There are mainly two problems in previous studies. First, some potential solvers focus on the coupling of magnetosphere and ionosphere, and others focus on the coupling of atmosphere and ionosphere. However, only a few solvers that consider both couplings at the same time. Second, some solvers adopt the dipole magnetic field model and the thin shell model. The thin shell model regards the ionosphere as an infinitely thin layer assuming that the radial component has extremely low current density. These assumptions are valid at a high latitudinal ionosphere, but they are not suitable at a low and middle one.

To solve these problems, we implemented the International Geomagnetic Reference Field (IGRF) model and assumed the equipotentiality of the magnetic field line. The latter comes from the fact that parallel conductivity is much larger than Pedersen and Hall conductivity. Moreover, as the most important point of this solver, we can reconstruct the three-dimensional distribution of any quantities, such as electrostatic potential and current density, from the equipotentiality, even though the equation for electrostatic potential is a two-dimensional elliptic partial differential equation. The input parameters are distribution of conductivity, neutral wind, current density from magnetosphere (Region-1 FAC and Region-2 FAC), and date. We used the modified magnetic apex coordinate system for implement the equation. At the present stage, we calculate a distribution of conductivities by using NRLMSISE-00 and IRI-2016 for number densities and temperatures, and Ieda [2020] for collision frequencies. In this talk, we will introduce the development process of this solver and report the initial results of numerical simulations.

磁気圏-電離圏-大気圏結合系を再現し様々な問題を解き明かすため、電離圏全球ポテンシャルソルバーを開発している。従来のソルバーには大きく2つの問題点があると考えられる。第一に、磁気圏-電離圏結合のソルバーと大気圏-電離圏結合のソルバーは別個に開発されており、両方の結合を同時に考慮したソルバーはないということである。第二に、双極子磁場や薄層近似を用いることである。薄層近似とは、鉛直方向の電流密度が非常に小さいために、電離圏を無限に薄い層であるとみなすものである。これらの近似は高緯度電離圏では良い近似となる。しかし、双極子磁場からのずれが大きく、磁場の水平成分が大きな中低緯度では、現実とは離れた結果となる。

これらの問題を取り除くために、国際標準地球磁場 (IGRF) モデルを用い、磁力線の等電位性を仮定したソルバーを実装した。後者の仮定は、平行電気伝導度がペダーセン伝導度やホール伝導度よりも非常に大きいということから導かれている。さらに、今回開発しているソルバーの最も重要なこととして、静電ポテンシャルについての2次元楕円型偏微分方程式を解いた後に、磁力線が等電位であることを用いて3次元分布を復元することができ、そのほかの物理量も3次元分布を得ることができる。インプットは電気伝導度、中性大気の流れ、磁気圏由来の沿磁力線電流 (Region-1 FAC および Region-2 FAC)、時刻である。また、方程式を実装するにあたり modified apex coordinates を用いた。現時点では、伝導度分布を計算するために、NRLMSIS-00 と IRI-2016 から得られる各粒子の数密度と温度を、Ieda [2020] の衝突周波数を用いている。今回の学会では、ソルバーの開発状況と初期結果について報告する。