

太陽風-非磁化惑星相互作用の多流体 MHD シミュレーションコードの開発

小山 響平 [1]; 関 華奈子 [2]; 寺田 直樹 [3]; 寺田 香織 [4]
[1] 名大・STE 研; [2] 名大 STE 研; [3] 東北大・理・地物; [4] 東北大・理・地物

Development of multi-fluid MHD simulation code of interaction between the solar wind and unmagnetized planets

Kyohei Koyama[1]; Kanako Seki[2]; Naoki Terada[3]; Kaori Terada[4]
[1] STEL, Nagoya Univ; [2] STEL, Nagoya Univ.; [3] Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.; [4] Geophys., Tohoku Univ.

Draping of the solar wind magnetic field can form the induced magnetosphere around a planet, when the planet does not possess any intrinsic magnetic field. It has been pointed out that the solar wind induced escape processes such as the ion acceleration in the draped magnetic field and the ionospheric ion scavenging by penetration of the solar wind magnetic field into the ionosphere play important roles in the atmospheric escape from such an unmagnetized planet. The escape of the planetary atmosphere is an important phenomenon related to evolution of the atmosphere, and numerical simulations are an effective method to understand the global atmospheric escape processes. While there have been many previous studies of the interaction between the solar wind and the upper atmosphere of unmagnetized planets based on hybrid or MHD simulations, these models have not yet succeeded to well reproduce the actual observations, such as a large amount of heavy molecule ion escape observed by Mars Express [Carlsson et al., Icarus, 2006] and difference of velocity between O⁺ and H⁺ [Lundin and Dubinin, ASR, 1992]. In order to reproduce the dynamics of multi-species plasmas around the unmagnetized planet, multi-fluid MHD approximation, in which each ion species is treated as an individual fluid, is effective. Particularly, inclusion of ion-ion collisions is an advantage of the multi-fluid MHD code, since it enables us to assess their effects on the ionospheric convection. Combining the virtue of existing multi-species [Terada et al., JGR, 2009] and multi-fluid [Najib et al., JGR, 2011] simulations, we have formulated a new multi-fluid code to simulate the solar wind-unmagnetized planet interaction. In this presentation, we report on the formulation and initial results of the multi-fluid MHD simulation code under development.

固有の磁場を持たない非磁化惑星においても、太陽風磁場のドレーピングにより誘導磁気圏が生じる。この磁場によるイオンの加速、太陽風磁場の電離圏中への染み込みと電離圏イオンの剥ぎ取りに代表される太陽風誘導による散逸過程が、非磁化惑星の大気散逸において重要な役割を果たしていると考えられている。惑星大気の散逸は、大気の進化と維持に関係する重要な現象であり、グローバルな散逸過程を理解するには数値シミュレーションによる研究が有効な手段である。先行研究の太陽風と非磁化惑星の上層大気との相互作用のシミュレーションではハイブリッドや MHD コードが広く用いられているが、Mars Express で観測された分子イオンの散逸 [Carlsson et al., Icarus, 2006] や、O⁺と H⁺の速度差 [Lundin and Dubinin, ASR, 1992] など、実際の観測結果を良く説明できるモデルは未だ開発されていない。非磁化惑星周辺における多種イオンのダイナミクスを数値的に再現するには、複数のイオン種をそれぞれの流体としてとらえる多流体 MHD(Multi-Fluid MHD) 近似が有効である。とくに Multi-Fluid MHD は ion-ion collision を方程式に含むので、イオン同士の衝突が電離圏の対流に与える影響を数値的に解くことが期待できる。本発表では既存の multi-species MHD モデル [Terada et al., JGR, 2009] と multi-fluid MHD モデル [Najib et al., JGR, 2011] を参考に開発中の multi-fluid MHD モデルについて、定式化と初期結果を報告する。