

火星酸素・水素コロナのモデリング

寺田 香織 [1]; 藤原 均 [2]; 陣 英克 [3]; 寺田 直樹 [4]

[1] 東北大・理・地物; [2] 東北大・理・地物; [3] 情報通信研究機構; [4] 東北大・理・地物

Modeling of the Martian oxygen and hydrogen coronas

Kaori Terada[1]; Hitoshi Fujiwara[2]; Hidekatsu Jin[3]; Naoki Terada[4]

[1] Geophys., Tohoku Univ.; [2] Department of Geophysics, Tohoku University; [3] NICT; [4] Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.

Although the Martian coronas are traditionally modeled by Chamberlain approach based on the Liouville theory, recently they are sometimes calculated by using the direct simulation Monte Carlo (DSMC) method, which is a standard numerical method for solving rarefied gas flows. Chamberlain theory calculates the exospheric densities and velocity distributions using exobase conditions as boundary conditions on the assumption that no collisions occur above the exobase, exobase parameters are uniform over a spherical exobase, and the exosphere is spherically symmetric. Above the exobase, however, there exists a transitional domain (between collision and collisionless domains) where the collision frequency is not high enough to maintain equilibrium in the flow but the momentum exchange within the flow is still important. Moreover the exosphere is not spherical symmetric due to non-uniform exobase parameters. We are developing DSMC model based on the Boltzmann equation to account for the above effects. In this paper, we will discuss the escape rates of oxygen and hydrogen from Mars calculated by DSMC model considering the transitional domain, and compare them with those calculated by a collisionless Chamberlain approach.

従来の火星コロナのモデリングでは Liouville の定理に基づいた Chamberlain モデルが用いられてきたが、近年の計算機能力の増加に伴い、希薄気体の数値シミュレーションに適したモンテカルロ直接法が用いられることが多くなった。Chamberlain モデルは、クヌッセン数 (λ/H) ~ 1 となる exobase (高度約 200km) における速度分布関数を境界条件にしてコロナの密度を求めることができるが、exobase 上空では無衝突、exobase でのパラメータは一様、外圏は球対象である等の仮定を用いている。しかしながら、exobase の上空数百 km は遷移領域であり、連続体として扱える程衝突頻度が高くないが、気体粒子間の衝突を無視するのは適切ではない。また、exobase における大気密度・温度は非一様であり、気体粒子間の衝突が少ないコロナ中では exobase での直接の影響が遠方にまで伝搬するため、後の 2 つの仮定も正しくない。我々は上述の効果を解くことができる、ボルツマン方程式を解くモンテカルロ直接法を用いたモデルの開発を行っている。本発表では、遷移領域を解くことにより、酸素・水素の流出率に生じる差を議論する。