

R009-P17

ポスター 2 : 11/5 AM1/AM2 (9:00-12:30)

3次元グローバルMHDコードによるタイタン大気散逸の太陽風応答の数値シミュレーション

#徳重 みなみ¹⁾, 木村 智樹²⁾, 堺 正太郎³⁾, 寺田 直樹⁴⁾

(¹⁾東京理科大学, (²⁾東京理科大学, (³⁾東北大・理・地球物理, (⁴⁾東北大・理・地物

Solar wind response of Titan's atmospheric escape simulated with the 3D global MHD code

#Minami Tokushige¹⁾, Tomoki Kimura²⁾, Shotaro Sakai³⁾, Naoki Terada⁴⁾

(¹⁾Tokyo University of Science, (²⁾Tokyo University of Science, (³⁾Dept. Geophys., Science, Tohoku Univ., (⁴⁾Dept. Geophys., Grad. Sch. Sci., Tohoku Univ.,

Titan is a unique satellite with an environment close to the early Earth: liquid on the surface (methane and ethane), nitrogen-dominated atmosphere, and tick atmospheric pressure around 1 atm on the surface. In order to unveil the atmospheric evolution of the early Earth, it is very important to understand that of Titan, especially the escape of atmosphere to the space. Titan's atmosphere comprises 97% nitrogen, 2% methane and 1% hydrogen which have been observed by the in-situ measurements with the Voyager and Cassini spacecraft (Sagan and Thompson, 1984). Titan is blown in the solar wind for a long period in its orbital motion around Saturn. The temporal variation in the solar wind may change Titan's atmospheric escape. However, the global spatiotemporal variations in Titan's atmospheric escape have not been investigated quantitatively. Here we investigate the global response of atmospheric escape to the solar wind by numerically modeling the global non-thermal escape process of Titan's atmosphere using a 3D multi species MHD simulation code. We applied the MHD code for the atmospheric escape for Venus and Mars (Terada et al., 2009a, 2009b) to Titan. In a simplified case, we calculated the escape rate from a nitrogen atmosphere in the altitude range of 1000~1400 km and estimated the escape rate to be 5.97×10^{23} - 3.76×10^{24} /s when the dynamic pressure of the solar wind ranges from 1.2 to 6.8 nPa which is comparable with the present value at Earth's orbit. This result is comparable to the non-thermal escape rate of $2\text{-}3 \times 10^{24}$ /s estimated by 1D Monte Carlo simulations and other methods in the previous studies (Michael et al., 2005). For more realistic estimations, we are currently evaluating the escape rates for the nitrogen and hydrogen atmospheres in the altitude range of 700-3000 km, which includes the ionospheric electron density peak. The solar wind response of nitrogen and hydrogen escape rates will be presented in this poster. We also plan to investigate the nitrogen and hydrogen escape rates when Titan is located in Saturn's magnetosphere.

タイタンは、窒素主体の大気を持ち、地表面付近での大気圧は1気圧に及ぶ。また、表層に液体(メタン・エタン)の海洋を持っている。これらは、初期地球に近い表層環境である。地球の大気進化を明らかにする上で、その比較対象としてタイタンの大気進化、特に大気散逸を解明することは非常に重要である。タイタン大気は窒素97%、メタン2%、水素1%で構成されていることがVoyager探査機やCassini探査機による観測からわかっている(Sagan and Thompson, 1984)。また、土星の周りを公転している時間のうち、太陽風中に置かれている時間が長い。地球に類似した大気が太陽風に直接吹き付けられ、宇宙空間へ散逸していると予想されるが、大気散逸の全球的な時空間変動は明らかになっていない。そこで本研究は、3次元多成分MHDシミュレーションを用いてタイタン大気の全球的な非熱的散逸過程を模擬することで、散逸の太陽風応答を調べた。Terada et al. (2009a, 2009b)の金星・火星用シミュレーションコードをタイタンに応用した。単純化したケースとして、高度範囲1000~1400kmに窒素大気を配置した条件で散逸率を計算したところ、太陽風の動圧が地球軌道において現在と同程度の1.2-6.8nPaの時、窒素大気の散逸率は 5.97×10^{23} - 3.76×10^{24} /sとなった。この結果は、過去研究の1次元モンテカルロシミュレーションなどによる非熱的散逸の見積もり $2\text{-}3 \times 10^{24}$ /sと同等の散逸率となった(Michael et al., 2005)。現在は、よりリアルな大気分布を考慮するために、電離圏電子密度ピークを含めた高度範囲(高度700~30000km)に窒素と水素を配置し、散逸率を評価中である。窒素と水素の散逸率について、太陽風の各種パラメータに対する応答を調査中である。本発表では、その調査結果と解釈を発表する。また、今後は、タイタンが土星磁気圏中に位置しているときの、窒素・水素大気の散逸率を調査していく予定である。