

数値計算による水星ナトリウムテールの成因の探査: テール形状に基づく考察

Investigations on the origin of Mercury's sodium tail by a numerical calculation: A suggestion from a newly observed tail shape

園部 彩 [1]; 三澤 浩昭 [1]; 岡野 章一 [2]; 亀田 真吾 [3]; 森岡 昭 [4]

Aya Sonobe[1]; Hiroaki Misawa[1]; Shoichi Okano[2]; Shingo Kameda[3]; Akira Morioka[4]

[1] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [2] 東北大・理; [3] 東大・理・地球惑星; [4] 東北大・理・惑星プラズマ大気

[1] PPARC, Tohoku Univ.; [2] PPARC, Tohoku Univ.; [3] Earth and Planetary Sci., U-tokyo; [4] Planet. Plasma and Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.

<http://pparc.geophys.tohoku.ac.jp/>

水星大気は惑星表面を外圏底とする非常に希薄な状態にあり、外圏大気と呼ばれている。その大気成分の1つであるナトリウムは太陽光共鳴散乱による発光強度が特に大きいことから (~ 数 MR)、地上観測が可能である。このため、ナトリウム大気に関しては観測・モデル計算等の研究が比較的進んでいる。しかし、複数の過程により水星表面から大気が放出されると推測されているが、その生成率などの定量的な考察は十分ではない。

水星ナトリウム外圏大気は水星付近のみに分布するのではなく太陽放射圧の影響を受けて反太陽方向に吹き流されて広域に分布すると考えられていたが、Potter らの観測により反太陽方向に広がる彗星の尾のような構造: ナトリウムテールの存在が初めて確認された (Potter et al. [2002])。本研究グループでは 2000 年 6 月に Potter らにより観測された水星大気のテール構造に着目し、観測結果と計算結果を比較してテールを構成する大気原子の起源について定量的な究明を行ってきた (園部他.[2005], 園部 [2007])。数値計算を行う際には、熱脱離、光脱離、微小隕石衝突、太陽風イオンスパッタリングの4種の大気生成過程を考慮した。比較の結果、テールの起源として太陽風イオンスパッタリングが卓越して寄与することが示されたが、その生成量は従来の推測値 (Killen et al.[2004]) の 10 倍以上であることも同時に示された。このことは、水星大気生成における太陽風イオンスパッタリングの効率が従来の推測よりもはるかに大きい可能性や、テールが観測された時には突発的な太陽現象 (CME、フレア等) 等に伴う高動圧の太陽風に水星が曝され、結果として多量の大気粒子が水星表面で生成された可能性を示唆する。しかし、この結果は僅か一例の観測結果に基づくものであるため、水星大気生成におけるイオンスパッタリングの寄与の全貌解明は、将来の観測に託されていた。

2006 年 6 月に東京大・東北大の研究グループによってハワイ・ハレアカラ観測所で Fabry-Perot 干渉計を用いた水星ナトリウムテール観測が新たに実施され、テールの全体の形状を一度のイメージング観測で捉えることに初めて成功した。この新たに取得されたナトリウムテールの発光形状については、水星の近傍ではテール南北幅がいったん 6 水星半径 (R_m) 程度に狭くなり、それよりも遠方では $10R_m$ 程度に南北幅が広くなるという特徴が見られた。Potter et al. [2002] の観測ではテールの任意位置での南北断面の詳細な情報は得られていなかったため、テール発光の南北幅変化の特徴が示されたのは、この結果が初めてであった。本研究では、このテールの南北幅変化の観測結果に着目し、数値計算結果との比較を行った。その結果、テール領域における大気の生成では太陽風イオンスパッタリングが重要となることが再確認され、また、その生成量は Killen らによる従来の推測値の 3 倍以上であることが分かった。しかし、一定の生成量が定常的に継続する場合には観測されたテールの南北幅変化は説明できないことも同時に明らかになり、1 時間程度の時間スケールで生成量が 4 倍程度変動していた可能性が示された。これは、太陽風変動にตอบสนองしてテールが短時間 (1 時間弱程度) で変動した可能性を強く示唆する。太陽風動圧が相対的に小さく、太陽風イオンスパッタリングによる大気生成量も小さいと考えられる太陽活動静穏期に観測が行われたこと、観測時付近で顕著な太陽活動現象は発生していなかったことも考え合わせると、以上の結果は、水星大気生成における太陽風イオンスパッタリングの効率が従来の推測よりも大きい可能性を支持すると考えられる。また、これらのことは、水星ナトリウムテールの形状が太陽風による水星・水星磁気圏への影響をモニターする良い指標となり得ることも示唆している。