水星ナトリウムテールの起源：数値計算による考察

Numerical simulation of Mercury's sodium tail

園部 彩[1]; 三澤 浩昭[1]; 森岡 昭[2]; 岡野 章一[1]
Aya Sonobe[1]; Hiroaki Misawa[1]; Akira Morioka[2]; Shoichi Okano[1]

[1] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [2] 東北大・理・惑星プラズマ大気
[1] PPARC, Tohoku Univ.; [2] Planet. Plasma and Atmos. Res. Cent.,Tohoku Univ.

[序]水星は地球型惑星の中で最も小さく、太陽に最も近い惑星である。直接探査が行なわれたのは 1970 年代に 3 度のみ(米国の Mariner10 によるフライバイ観測：水星に磁場があること等を発見)であり、地上望遠鏡による観測も、地球大気のゆらぎなどの影響により困難である。故に、現在も水星に関してはあまり多くのことが知られていない。

水星に関する限られた知見の中で、大気については、その発光により地上観測が可能であることから比較的研究が進んでいる。水星大気は地表面が「外圏底」となる非常に希薄な状態にあるが(surface bounded exosphere)、大気は地表面・磁気圏との相互作用により保持されていると考えられている。従って、水星大気は地表面・磁気圏の状態を探る重要なトレーサーとも言える。現在、水星大気の成分として H、He、O、Na、K、Ca などが確認されているが、特にナトリウムは太陽共鳴散乱による発光強度が大きく(数 MR)、最も地上観測に適する(Potter and Morgan(1985)他)。ナトリウム大気については、観測により空間分布やその時間変動についていくつかの特徴が示唆されている。しかし、水星表面からの放出メカニズムについては、いくつかの提案があるものの、放出率、放出域などの完全な理解はまだ得られていない。本研究は、特に水星ナトリウム大気のテール構造を手掛かりに、大気原子の放出メカニズムの解明を行おうとするものである。

ナトリウム大気は太陽放射圧の影響を受け、反太陽方向に吹き流されて彗星の尾のような構造：ナトリウムテールを形成することが期待されるが、Potter et al.(2002)の観測でその存在が初めて確認された。 本研究では、水星ナトリウムテール形成についての数値計算を行ない、特にテール断面の形状を Potter et al.(2002)で得られた観測値と比較することで、テールを構成する原子の起源について量的に考察する。

[数値計算]ナトリウム大気分布を得るために、東北大で 2000 年に開発された数値コードを用いて計算している。計算では、大気原子の運動は太陽・水星・原子の制限三体問題として解き、ナトリウム原子の放出速度は速度分布関数として与え、放出方向はモンテカルロ法を用いて決定する方式となっている。原子の放出メカニズムとしては、光脱離、微小隕石衝突による気化、太陽風イオンスパッタリングの３種を考慮している。

[初期結果]太陽風イオンスパッタリングで放出した原子によって作られるテール断面発光強度分布の形状が、観測値と最も良く一致した。このことは、テールを構成する原子の起源として、太陽風イオンスパッタリングが有力であることを示唆する。次に、３種の放出メカニズムについて Killen et al.(2004)で示された放出量を用いてテール断面の分布を求めたが、観測されたようなテール断面形状を再現することはできなかった。これは、太陽風イオンスパッタリングの寄与分が他のメカニズムに対して小さいことが原因と考えられ、Killen et al.(2004)で示された太陽風イオンスパッタリングの放出量が、実際よりも小さく見積もられている可能性を示唆する。一方、発光強度の絶対量は観測値よりも計算値の方が 1.5 倍弱大きくなる結果となった。以上より、Killen et al.(2004)で示された放出量に対して、太陽風イオンスパッタリングによる量を増加させ、光脱離・微小隕石衝突による気化による量を減少させるような大気放出のシナリオを検討する必要が示唆される。