

水星ナトリウムテイル分布と大気生成過程

Mercury's sodium tail distribution and the source processes of the exosphere

布施川 綾花^{1*}, 亀田 真吾¹, 大六 隼人¹, 鍵谷 将人², 岡野 章一²

FUSEGAWA, Ayaka^{1*}, KAMEDA, Shingo¹, DAIROKU, Hayato¹, KAGITANI, Masato², OKANO, Shoichi²

¹ 立教大学, ² 東北大学

¹Rikkyo University, ²Tohoku University

水星は非常に希薄な大気を持つ。過去にはNASAの水星探査機 Mariner 10 と MESSENGER のフライバイによる観測、及び地上観測が行われてきた。また、2011年3月より、MESSENGERによる世界初の水星周回軌道上での観測が行われている。これらの観測により、大気中のH、He、O、Na、Mg、K、Caが検出されている。水星大気の生成過程としては、太陽光による光脱離、太陽風イオンによるスパッタリング、隕石の衝突による気化などが考えられているが、主な生成過程は明らかにされていない。水星表面から放出された原子のうち、ナトリウム原子は太陽光のエネルギーを受けて励起し、すぐに光を放出して基底状態に戻る。この共鳴散乱による発光が、ナトリウム大気光である。ナトリウム原子による発光は、他の原子よりも発光強度が高く、地上観測にも適している。また、水星ナトリウム大気は、太陽放射圧を受けて反太陽方向に散逸し、彗星の尾のような形状を示すことが確認されている。これは、ナトリウムテイルと呼ばれている。過去のナトリウム大気光の観測からは、大気の分布は時間変動することが明らかにされている。本研究では、水星ナトリウム大気光の地上観測を行い、観測結果をもとにナトリウムテイル分布を求め、水星大気の生成過程について考察を行うことを目的とする。

私たちは2011年4月より、ハワイ・ハレアカラ観測所の望遠鏡を使用し、水星ナトリウム大気光の観測を行っている。観測には口径40cmのシュミット・カセグレン式望遠鏡と高分散分光器を用い、CCDカメラで撮像する。なお、観測はインターネットを通じて、日本から遠隔操作で行った。今回の観測では、視直径約5.0~10.4秒角の水星に対し、幅2.5秒角の分光器のスリットを水星の太陽-反太陽方向に平行に当てた。スリットの位置は1枚撮像することに変更し、大気分布を撮像する。なお、1枚につき露出時間50秒で、約30分かけて大気全体を撮像した。

解析には、2011年4月27日~5月30日、及び6月24日~8月5日の観測で得られたデータを用いた。観測時間は、前半の期間では水星出から日の出前まで、後半の期間は日没後から水星没までである。まず、水星の中心から南北にそれぞれ等距離にスリットを当てたときの撮像結果を用い、ナトリウム大気光の強度分布を得た。そのうち、5月18日、6月24日、7月1日の3日分の結果を比較した。この結果、分布に大きく二つの異なる点が見られた。一つ目は、水星中心付近での強度が変動していることである。二つ目は、6月24日の水星の北側における強度分布のみ、中心付近に強度が見られないことである。

水星中心付近において、大気光の強度が南北で異なる理由を考察する。水星大気の生成過程の一つとして考えられている太陽風イオンスパッタリングは、太陽風磁場から水星表面に太陽風粒子が流れ込むことにより起こる現象である。したがって、大気光の強度変化には、太陽風磁場の変動が影響していると考えられる。具体的には、太陽風磁場が北向きと南向きの場合では、それぞれ太陽風磁場と水星磁場との磁気リコネクションの仕方が異なる。これは、太陽風粒子の水星表面への流れ込みやすさに影響を及ぼすと考えられる。この予測を裏付けるために、水星周回軌道上で観測中のMESSENGERによって観測された、太陽風磁場のデータと比較を行い、大気光強度分布と太陽風磁場の変動との関係を調べた。

キーワード: 水星, ナトリウム, 地上観測

Keywords: Mercury, Sodium, Ground-based observation