

## 水星ナトリウム大気の長期時間変動

# 安田 竜矢 [1]; 亀田 真吾 [1]; 鍵谷 将人 [2]; 米田 瑞生 [3]; 岡野 章一 [4]

[1] 立教大; [2] 東北大・理・惑星プラズマ大気研究センター; [3] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [4] 東北大・理・PPARC

### Long-term temporal variation of Mercury's sodium exosphere

# Tatsuya Yasuda[1]; Shingo Kameda[1]; Masato Kagitani[2]; Mizuki Yoneda[3]; Shoichi Okano[4]

[1] Rikkyo Univ.; [2] PPARC, Tohoku Univ; [3] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [4] PPARC, Tohoku Univ.

The very thin atmosphere of Mercury contains hydrogen, helium, oxygen, sodium, potassium, and calcium atoms, as observed by space probes Mariner 10 and MESSENGER and ground-based observations. These atoms emit light, with resonance scattering caused by energy from sunlight. Because of its high intensity, the emission of sodium atoms is well suited for studies by ground-based observations. The source processes of Mercury's exosphere are considered to be solar-photon-stimulated desorption, sputtering by impacting solar wind particles crashing into Mercury's surface and releasing atoms, and interplanetary dust vaporization. A combination of these three processes has been considered, although the primary process among them is unknown.

In the present study, daily variation in Mercury's sodium exosphere was observed at the Haleakala Observatory in Hawaii by using a 40 cm Schmidt Cassegrain telescope, a high-dispersion spectrograph, and a charge coupled device (CCD) camera. During observation seasons, elongation between Mercury and the Sun was more than 15 deg, and the observation time varied from 30 min to 1 h before sunrise or after sunset. We estimated the averaged column density of sodium atoms by using the exospheric model and assuming constant exospheric temperature.

The observation of this study confirmed that the column density of sodium atoms over the dawn side differs from that over the dusk side. We originally focused on column density over the dawn side, which had been observed until January 2015. However, our observational data of March 2015 confirmed significant variation over the dusk side. In addition, we examined the ratio between the dawn and dusk sides. Although the ratio is roughly 1 at the true anomaly angle (TAA) of more than 180 deg, the maximum of the ratio is greater than 2 at the TAA of less than 180 deg.

In the observational data of the dawn side, the local maximums of the column density of sodium atoms were at the TAAs of approximately 140 deg and 320 deg, which indicates contribution by interplanetary dust impact. Interplanetary dust is known to be distributed densely in the dust symmetry plane; however, its detailed distribution in the vicinity of Mercury is unknown. By applying the dust distribution model by Kelsall et al. [1998], these TAAs show the points at which Mercury passes through the dust symmetry plane. To verify the contribution of interplanetary dust to exospheric yield over the dawn side, model parameters that maximize the correlation coefficient were derived, revealing a value of 0.822. Therefore, the column density of sodium atoms may correlate highly with the interplanetary dust density.

However, the variation in column density over the dusk side showed a local maximum near the TAA of 180 deg. Therefore, such variation cannot be explained by the consideration applied to the dawn side. Thus, it is necessary to examine factors indicating the differences in variation between the dawn and dusk sides.

水星は極めて希薄な大気を持つ。水星大気に対してこれまでに、水星探査機 Mariner 10 と MESSENGER による観測、および地上観測が行われてきた。これらの観測により、大気中に H、He、O、Na、Mg、K、Ca が存在することが知られている。これらの原子は太陽光のエネルギーを受けて共鳴散乱により発光する。これらの中でもナトリウムは発光強度が高く、地上観測に適しているため多くの観測が行われてきた。水星のナトリウム大気の生成過程は、太陽光による表面原子の脱離、太陽風イオンによるスパッタリング、微小隕石の衝突による水星表面や隕石中の原子の気化などが考えられている。これらの過程は複合して起こると考えられているが、主な生成過程は未だ明らかにされていない。

本研究ではハワイ・ハレアカラ観測所の口径 40cm のシュミット・カセグレン式望遠鏡、高分散エシェル分光器、および CCD カメラを使用して水星ナトリウム大気光の分光観測を行い、水星大気中のナトリウム原子数の日ごとの変動を調べた。水星は太陽に最も近い惑星であるため、観測に適した時間は限られている。私たちは水星と太陽の離角が 15 度以上の時期に、日の出前または日没後の 30 分から 1 時間程度の時間内に観測を行った。地上から観測できる大気光は昼側全体ではなく一部であり、観測できる大気光の割合は位相角によって変化する。そのため一定の大気温度を仮定した大気モデルをもとに、位相角ごとに観測可能な大気光の割合を計算し、平均のナトリウム原子密度を推定した。

本研究の観測により、ナトリウム原子密度は水星の明け方側と夕方側で異なる変動を示すことが確認されている。私たちは 2015 年 1 月までの観測データに対して、より顕著な変動が見られる明け方側の観測データに注目していた。しかし、私たちの 2015 年 3 月の観測により、夕方側のデータにも軽視できない変動が確認された。また、明け方側と夕方側の比を調べると、真近点離角 (TAA) 180 度以降ではおおそ朝夕比が 1 であるのに対し、180 度以前では朝夕比が最大で 2 以上になる。

明け方側のデータに注目すると、TAA 140 度付近と TAA 320 度付近でナトリウム原子密度の極大が見られる。このことから、私たちは微小隕石衝突が寄与すると予想した。惑星間空間の微小隕石はある平面 (ダスト対称面) に集中して対称に分布することが知られているが、水星近傍における詳細な分布は知られていない。Kelsall et al. [1998] による隕石分布モデルを適用すると、これらの TAA は水星がダスト対称面を通過するときの値である。私たちは明け方側のナトリウ

ム大気生成に対する微小隕石衝突の寄与を検証するために、隕石分布モデルを用いて相関が最大になるときのモデルのパラメータを求めた。その結果、相関係数は最大で $r=0.822$  となり、微小隕石の分布と強く相関する可能性が示された。

一方で、夕方側の観測データに注目すると、TAA 140 度付近と TAA 320 度付近には極大が見られず、TAA 180 度付近に極大が見られる。したがって、夕方側におけるナトリウム原子密度の変動については、明け方側と同様の考察では説明することができない。今後、明け方側と夕方側で異なる変動を示す要因について検討が必要である。