

水星ナトリウムテイル分布と大気生成過程との関係

布施川 綾花 [1]; 大六 隼人 [2]; 亀田 真吾 [3]; 鍵谷 将人 [4]; 岡野 章一 [5]

[1] 立教大・理; [2] 立教大 理 物理; [3] 立教大; [4] 東北大・理・地球物理; [5] 東北大・理・PPARC

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

Ayaka Fusegawa[1]; hayato dairoku[2]; Shingo Kameda[3]; Masato Kagitani[4]; Shoichi Okano[5]

[1] Science, Rikkyo Univ.; [2] Physics, Rikkyo Univ.; [3] Rikkyo Univ.; [4] Dep. of Geophys., Tohoku Univ.; [5] PPARC, Tohoku Univ.

Mercury has a thin atmosphere. In the past, Mercury has been observed by Mariner 10 and MESSENGER, and ground-based observations have also been carried out. H, He, O, Na, Mg, K, and Ca were detected in its atmosphere. Solar-photon-stimulated desorption, sputtering by impacting solar particles, and meteoroid vaporization are considered to be the source processes of Mercury's exosphere. However, the primary process among these three processes is unknown as yet. Atoms in Mercury's exosphere are emitted by the energy from sunlight. The resonance scattering constitutes exospheric emission. The emission of sodium atoms well suited for study by ground-based observations because of its high intensity. The sodium atoms are accelerated in the anti-sunward direction due to their isotropic scattering. This is called sodium tail. Past observations have shown that the temporal variation and north-south asymmetry of intensity of sodium emission.

We have observed Mercury's sodium exosphere at the Haleakala Observatory in Hawaii since April 2011. The observations were performed using a 40 cm Schmidt-Cassegrain telescope, a high-dispersion spectrograph, and a CCD camera. We determined the intensity distribution of exospheric sodium emission by using the observational data. Consequently, we confirmed that there were north-south asymmetries of intensity at the equator of Mercury, and that the north-south intensity reversed in a day. In addition, we detected different distribution of the emission at the northern part of Mercury on June 24, 2011.

It is possible that the temporal variation of the sodium emission at the equator of Mercury is caused by variation of solar wind magnetic field if solar wind ion sputtering is the primary source process of Mercury's exosphere. To verify this assumption, we checked the temporal variation of solar wind magnetic field and solar wind flux, and then we compared these variations with our observational result. In fact, we used the data of solar wind magnetic field observed by MESSENGER, and the data of solar wind ion observed by ACE and STEREO because there are no published data of solar wind ion observed by MESSENGER.

CMEs which occurred on the same side of the Sun as Mercury probably cause the variation of the sodium emission intensity. It was observed by MESSENGER that the variation of solar wind magnetic field indicated CMEs arrived at Mercury during our observation. Thus, we prioritize data reduction of the day when CMEs arrived at Mercury. This result was different from Potter et al (1999), which the total amount of sodium on Mercury increased during several days of observation after CMEs occurred on the same side of the Sun as Mercury. We compared with the data of solar wind magnetic field. From these results, we discuss the source processes of Mercury's exosphere.

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。このうち、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、ナトリウム原子は太陽放射圧を受けて、反太陽方向に散逸する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る。過去のナトリウム大気光の観測からは、大気分布の時間変動、発光強度の南北非対称性が明らかにされている。

私たちは 2011 年 4 月より、ハワイ・ハレアカラ観測所の口径 40cm の望遠鏡を使用し、水星ナトリウム大気光の分光観測を行っている。観測結果より、ナトリウム大気光の強度分布を得た。これより、水星中心付近における大気光強度に南北非対称な日があること、南北の強弱が 1 日で逆転することもあることが確認できた。また、2011 年 6 月 24 日の水星の北側における強度分布には、テイル領域に他の分布とは異なる形状が見られた。

水星中心付近における大気光強度の時間変動には、太陽風磁場の変動が影響している可能性がある。太陽風磁場が変動すると、水星表面へ流れ込む太陽風粒子量が変動する。もし、水星大気の主な生成過程が太陽風イオンスパッタリングである場合、太陽風流量の変動によりナトリウム大気は変動すると考えられる。この予測を裏付けるために、太陽風磁場と太陽風粒子の時間変動をそれぞれ調べ、大気光の強度分布と比較を行った。なお、太陽風磁場は水星周回軌道上で観測中の MESSENGER による観測結果を用い、MESSENGER により観測ができていない太陽風粒子は、ACE や STEREO による観測結果を用いた。

また、大気光強度を大きく変動させる要因として、太陽で発生した CME の水星への到達が考えられる。実際に私たちが観測を行っていた期間にも、MESSENGER により CME の到達を示唆する磁場変動が観測された。このため、水星に CME が到達したと考えられる日付近の観測結果について、優先的に解析を行った。この結果、水星に CME が到達してから数日間、ナトリウム量が増加し続けたとされる Potter et al. (1999) とは、異なる結果が得られた。この結果についても太陽風粒子の時間変動と比較を行い、大気光の時間変動との関係を調べた。また、これらの結果を踏まえ、ナトリウム大気生成過程について考察する。