

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.

Mercury has a very thin atmosphere. It has been observed by space probes Mariner 10 and MESSENGER, and by ground-based observations, to have hydrogen (H), helium (He), oxygen (O), sodium (Na), potassium (K), and calcium (Ca) atoms in its atmosphere. 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. Combination of these three processes is considered to arise, but the primary process among them is unknown as yet.

At the Haleakala Observatory in Hawaii we have observed daily variation of Mercury's sodium exosphere. The observations were performed 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 sun is more than 15 degrees, and observation time varies from 30 min to 1 h before sunrise or after sunset. The exospheric emission observed from the ground is part rather than entire dayside. The ratio of the observed emission varies by phase angle. Thus, we estimated the number of sodium atoms above entire dayside, using the exospheric model and assuming constant exospheric temperature.

Interplanetary dust is roughly concentrated on the ecliptic plane. Mercury's inclination is 7 degrees, and the distance from the ecliptic plane varies from day to day. Analysis of observational results shows that the number of sodium atoms correlates highly with distance from the ecliptic plane. The correlation coefficient is -0.871. This result indicates that interplanetary dust vaporization may contribute significantly to the exospheric yield. The impact of interplanetary dust mixes grains at the surface and replaces depleted grains with fresh grains. This is known as gardening. In addition, interplanetary dust contains sodium and therefore supplies sodium atoms. Because of these supply processes, interplanetary dust is important not only as sodium vaporization, but also as a means of increasing the exospheric yield by other processes.

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 のフライバイによる観測、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の H、He、O、Na、Mg、K、Ca の存在が明らかにされた。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 の望遠鏡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、昼面全体のナトリウム原子数を推定した。

惑星間空間の微小隕石はおおよそ黄道面に集中して対称に分布している。水星の公転面は黄道面に対して 7 度傾いており、黄道面からの距離は日ごとに変化する。観測データを解析した結果、ナトリウム原子数が黄道面からの距離に対して相関係数 $r = -0.871$ の強い反相関を示す結果が得られた。この結果は微小隕石の衝突が大気生成に大きく寄与している可能性を示唆している。微小隕石の衝突は惑星表面下から物質を拡散し新しい表面を露出させる効果（ガーデニング効果）を持ち、また隕石自体にナトリウム原子を含むため、水星にナトリウム原子が供給されると考えられている。これらの効果により、微小隕石衝突は表面原子を気化して放出させるだけでなく、他の過程による大気生成を増加させる過程としても重要であると考えられる。