

水星の中性 Na 大気の生成に対する周辺環境の寄与

鈴木 雄大 [1]; 吉岡 和夫 [2]
[1] 東大・理・地惑; [2] 東大・新領域

Contribution of the environment for the generation of Hermann neutral sodium exosphere

Yudai Suzuki[1]; Kazuo Yoshioka[2]
[1] Earth & Planetary Science, Univ. Tokyo.; [2] The Univ. of Tokyo

Mercury has very tenuous collisionless atmosphere. Except hydrogen and helium, components of this atmosphere is thought to be emitted through four processes: thermal desorption (TD), photo-stimulated desorption (PSD), solar wind sputtering (SWS), and micro-meteorite impact vaporization (MIV). TD mainly causes where the surface temperature is high, such as perihelion and sub-solar point. Initial velocity of atoms emitted by TD follows Maxwell distribution of the surface temperature. PSD also causes around perihelion and sub-solar point, due to large UV flux. Emitted particles follow Maxwell distribution of approximately 1,500K.

SWS is likely to occur in mid- or high-latitude on the dayside, and releases atoms with Sigmund-Thomson distribution. MIV enhances in the leading hemisphere, which is dawn side, and emits particles following about 3,000K Maxwell distribution. Thanks to collisionlessness, atmospheric structure directly reflects spatial distribution and velocity distribution of released atoms. In other words, emission mechanism straightly links to the structure of atmosphere. Since contribution of each emission process is affected by surroundings such as the Sun, circumference environment can be estimated by scanning atmosphere.

From density profile assumed by the data taken by MESSENGER spacecraft, PSD is thought to be a main emission process of sodium, and MIV is thought to be that of calcium and magnesium. However, contribution of each emission process can be estimated only in low-latitude, since spacecraft gains data of line-of-sight integral of radiation, and it can observe limited range. Thus, it is necessary not only to analyze observation data but to construct theoretical model, in order to understand the emission processes of Hermann exosphere at different latitude.

In this research, global simulation of Hermann exosphere was constructed, considering above four emission processes in reference to previous experiments and observations. As a result, TD transported sodium from dayside to nightside, and prevented other processes from emitting sodium, especially around perihelion. This means that the variation of heliocentric distance or micro-meteoroid flux does not directly correlate with the emission rate by each process except TD. Based on this fact, the variation of amount and spatial distribution of Hermann exosphere is evaluated using my own model, and is compared with observation data by MESSENGER.

Sodium, calcium and magnesium was observed by MESSENGER/MASCS. In the future, my model is applied to calcium and magnesium, and compared with observation. This makes it possible to estimate precisely the contribution of MIV, which is thought to be a main emission process of these species. This research will realize the construction of general, versatile model of tenuous atmosphere.

水星は非常に希薄な無衝突大気を持つ。この大気を構成する原子のうち、水素・ヘリウム以外は主に表面から (1) 熱脱離 (2) 光励起脱離 (3) 太陽風イオンスパッタリング (4) 微小隕石衝突の 4 つの機構によって供給されると考えられている。熱脱離は特に近日点や太陽直下点等、表面温度が高い場所で生じ、放出される原子のエネルギー分布はその地点の温度に対応した Maxwell 分布に従う。光励起脱離も近日点や太陽直下点等、太陽からの紫外線フラックスの大きい場所で生じ、放出粒子のエネルギー分布は 1,500K 程度の Maxwell 分布に近似される。太陽風イオンスパッタリングは主に中高緯度で生じ、Sigmund-Thomson 分布に従って粒子が放出される。微小隕石衝突による蒸発は公転の進行方向にあたる朝方領域で生じ、放出粒子のエネルギー分布は約 3,000K の Maxwell 分布で近似できる。無衝突大気のため、大気構造には粒子が表面から放出される際の空間分布および速度分布が直接反映される。すなわち、表面からの放出機構と大気構造が直接結びつく。各放出機構の寄与は太陽等周辺環境に大きく左右されるため、大気構造から周辺環境を推定できる。

これまでに MESSENGER 探査機のデータを用いて各原子の鉛直分布が推定されており、Na は光励起脱離、Ca, Mg は微小隕石衝突が主放出機構であると考えられている。しかし、各原子の発光強度の視線方向積分のデータしか得られないことおよび探査機の軌道による観測範囲の制約から、主放出機構の推定は低緯度域に限られている。従って、他の緯度における水星大気の主生成機構を理解するためには観測データの解析のみならず、部分的な観測結果を説明できる理論モデルの構築が必要である。

本研究では最も発光強度が大きく観測データの多い Na について、これまでに行われてきた室内実験や観測結果をもとに上述の 4 つの放出機構を考慮した水星大気のグローバルシミュレーションを構築した。その結果、特に近日点付近では、熱脱離によって昼面の Na が夜面へ輸送され、他機構による放出量が大きく減少することが分かった。これは公転による水星と太陽との距離の変化や微小隕石フラックスの変動が、熱脱離以外の放出機構による大気生成量と直接関係しないことを意味する。これを踏まえ、太陽光強度や太陽風粒子フラックスおよび微小隕石フラックスの変化による水星大気量および大気分布の変動を自身の構築したモデルを用いて評価し、MESSENGER の観測データと比較した。

MESSENGER/MASCS では Na, Ca, Mg が観測されている。今後の研究では、本研究で構築したモデルを Ca, Mg に適用し、観測データと比較することで、水星の Na 大気への寄与は小さいが Ca, Mg の放出機構としては非常に重要と考えられる微小隕石衝突等の過程の寄与を正しく評価し、より一般的で汎用性の高い理論モデルの構築を目指す。