

R009-02

Zoom meeting D : 11/1 AM1 (9:00-10:30)

09:15-09:30

水星の表面組成異常と外気圏組成分布の関係性

#鈴木 雄大¹⁾, 吉岡 和夫¹⁾, 村上 豪²⁾, 吉川 一朗¹⁾

¹⁾東京大学, ²⁾ISAS/JAXA

Relation between the surface composition anomaly and the distribution of the exosphere of Mercury

#Yudai Suzuki¹⁾, Kazuo Yoshioka¹⁾, Go Murakami²⁾, Ichiro Yoshikawa¹⁾

¹⁾The Univ. of Tokyo, ²⁾ISAS/JAXA

In celestial bodies with thin atmosphere, such as Mercury and Moon, atoms in the exosphere are mainly supplied by the desorption from the surface. Since these atmosphere is regarded as collision-less, the surface composition distribution could be directly reflected in the distribution of the exosphere. In the previous study, Merkel et al. (2018), the amount of Mg exosphere on Mercury is turned out to be enhanced above Mg-rich terrain, using the observational data by MASCS and XRS, both of which were onboard MESSENGER spacecraft. If this exosphere-surface composition correlation exists universally in other atoms and other celestial bodies, we would be able to estimate the surface composition distribution from remote observations of the exosphere.

Na, Ca, and Mg in the Mercury's exosphere were observed by MASCS onboard MESSENGER. The surface distribution of Na has been estimated by a model of thermal desorption using observational data in limited regions. Highly volatile Na is thought to repeat the ejection from the surface and the re-impact on the surface, and accumulates on low temperature regions. Therefore, it has been expected that the surface composition distribution does not correlate to topography and the exosphere distribution reflects the temperature distribution. The surface Ca distribution, on the other hand, does not drastically vary due to the low volatility, as well as Mg, we have expected that the enhancement of the exosphere would be seen above certain topographies.

Our study aims to understanding the conditions of atomic species and celestial bodies that show the exosphere-surface correlation. We applied the analysis method by Merkel et al. (2018) to Ca and Na, and analyzed MESSENGER data to verify the correlation of the surface density distribution and the production rate of the exosphere. As a result, we unexpectedly found that there is no correlation between the distribution of the exosphere and the surface density for Ca. One of the causes of the difference in the results of Mg and Ca is thought to be the difference in the magnitude of solar radiation acceleration. Because the resonance scattering efficiency (g-factor) of Ca is higher than that of Mg, it is likely to be accelerated in the anti-sunward by solar radiation. Therefore, the information on the surface density distribution, which is retained in the near-surface exosphere, may be easily diffused. We also constructed 3-D model of Ca and Mg exosphere of Mercury to evaluate the contribution of solar radiation to the exosphere's structure. On the other hand, it was found that there was a difference in the Na production rate even in the regions with the same temperature environment. This result implies that surface density anomaly due to the large meteorite impact and so on should be kept, even if the surface Na density distribution varies due to the temperature gradient.

In future study, we will perform the same analysis for Moon and verify the exosphere-surface correlation on other celestial bodies with thin atmosphere.

水星や月などの希薄大気保持天体では、主に天体表面からの脱離によって大気中に原子が供給される。これらの天体の大気は非常に希薄であり、無衝突と見做せるため、表面密度分布が大気構成原子の分布に直接反映されている可能性がある。Merkel et al., 2018 では、MESSENGER 探査機搭載の分光観測装置 MASCS による大気分布の観測データおよび X 線分光器 XRS による表面組成分布の観測データの解析から、水星において大気中の Mg 量が表面の Mg に富んだ平地の上空で増加していることが分かった。この大気・表面組成相関が他原子や他天体においても普遍的に存在するならば、希薄大気保持天体の大気の遠隔観測から表面組成分布を推定可能になると期待できる。

MESSENGER/MASCS により水星外気圏中の Na, Ca, Mg の分布が観測された。Na の表面分布は限られた領域の観測データを利用した熱脱離のモデルにより推定されてきたが、揮発性の高い Na は、熱脱離による表面からの低エネルギー粒子の放出と表面への再衝突を繰り返して低温領域に濃集すると考えられている。従って、地形情報は表面組成分布には反映されず、大気分布は水星表面の温度分布を反映していると考えられてきた。一方で、Ca は Mg 同様揮発性が低く表面分布が変動しにくいと、特定の地形の上空で大気量の増大が見られると期待されていた。

本研究では、大気・表面組成相関が見られる原子種および天体の条件の理解を目指し、Merkel et al., 2018 の手法を水星の Ca, Na に対しても適用し、表面組成分布と大気生成量の間的相关関係を調べた。その結果、Ca については予想に反して大気・表面組成分布の間に相関が見られないことが分かった。Mg と Ca の大気・表面組成相関の有無の違いの原因の 1 つとして、太陽放射圧による加速度の大きさの差異が挙げられる。Ca は Mg に比べて共鳴散乱効率 (g-factor) が大きいと、太陽放射により反太陽方向に加速されやすく、表面付近の大気では保持されていた表面組成分布の情報が拡散しやすい可能性が考えられる。水星大気中の Ca, Mg の 3 次元力学モデルを用いて、これらの原子の大気中での挙動に対する太陽放射の寄与も評価した。一方で、Na については同じ温度環境にある領域の間で

も大気放出量に差があることが分かった。この結果からは、温度勾配による Na の表面組成分布の変化が生じてもおお、巨大隕石衝突等に由来する地形に対応した表面組成異常が見られる可能性が窺える。今後の研究では月に対しても同様の解析を行い、他天体における大気・表面組成分布の相関の有無を検証する。