

放射線計測に基づく月科学

○内藤 雅之^{1*}, 長谷部 信行²¹量子科学技術研究開発機構, ²早稲田大学

Lunar science based on radiation spectroscopy

○Masayuki Naito^{1*} and Nobuyuki Hasebe²¹National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology, ²Waseda University

宇宙空間は水素核・ヘリウム核を主成分とした銀河宇宙線や太陽粒子線が飛び交う放射線環境である。これらの粒子が月や火星などの大気の薄い天体に入射すると、核破砕反応によって中性子を生成する。中性子と原子核の相互作用によって放出されるガンマ線は天体の元素情報を反映する。従って、ガンマ線スペクトルを計測することで天体表面約1 km以内の元素濃度を取得できる。また、中性子を熱・熱外・高速エネルギー領域に弁別して計測することで、地中の水素濃度が測定可能である。これらの放射線計測は米国月探査 Lunar Prospector や日本月探査「かぐや」でも行われ、元素組成の観点から月地殻進化が議論されてきた。^{1,2)}

例えば、鉄は溶岩の結晶化過程で存在量を大きく変化させ、終期に結晶化する深成岩ほど存在量が多い。カリウム、トリウムは天然放射性元素であり、熱源として溶岩の最終残留液に残る。最終残留液中に濃集する元素は KREEP と呼ばれ、カリウム(K)、希土類元素(REE)、リン(P)に富んだ岩石として表出する。これらの月表層での濃集は隕石衝突による地殻の掘削や火成活動による深層物質の噴出の痕跡と考えられる。局所的な元素濃度と地形・鉱物分布の比較から、月表面での火成活動は南極エイトケン盆地(SPA)を形成した隕石衝突を一因とすることが示唆されている(Fig. 1)。²⁾

近年では、月は惑星科学としての側面だけでなく宇宙資源として再び注目を集めている。特に重要視されているのは水素である。水素は月周辺での有人活動に必要な水源としてだけでなく、深宇宙探査用の燃料としての利用も期待される元素である。月面水素は極域での濃集が計測によって示唆されている³⁾。これは主に太陽粒子起源の水素核が月表層のレゴリス中に捉えられ、月面上で熱的な輸送を繰り返すことで低温環境な永久影領域に集積したためと考えられている。月面水素を資源として利用するためには、その存在量と形

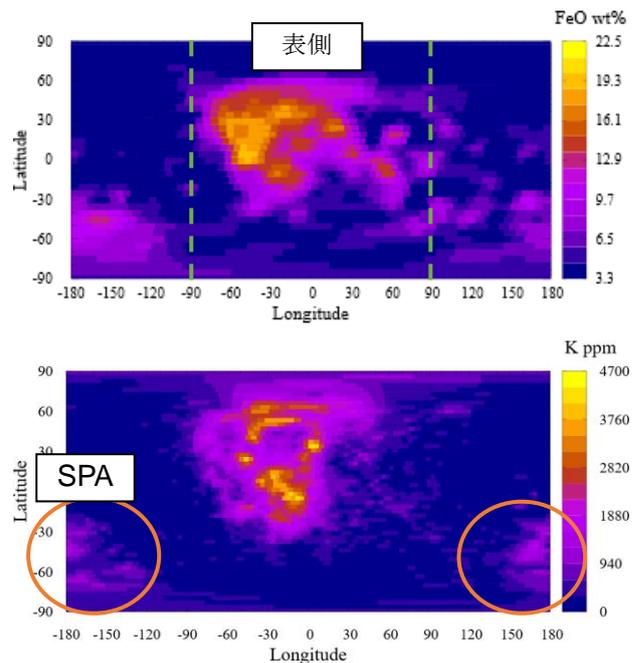


Fig. 1. かぐやによって計測された FeO(上, 空間分解能 150 km)と K(下, 100 km)の濃度分布。

態(-OH, H₂O など)を知ることが不可欠である。日本でも月極域の水素探査を目的とした国際共同計画が進められている。また、欧州では深成岩中の REE やイルメナイト(FeTiO₃)中に保持されるヘリウム-3を月資源として期待する動きも見られる。

本講演では、これまでの月面放射線計測によって明らかになった月科学と、将来の月・惑星探査向けの開発について発表する。

文 献

- 1) T.H. Prettyman et al.: J. Geophys. Res. **111**, E12007 (2006).
- 2) M. Naito et al.: J. Geophys. Res. **124**, 2347 (2019).
- 3) W.C. Feldman et al.: J. Geophys. Res. **106**, 23231 (2001).

*E-mail: naito.masayuki@qst.go.jp