

SELENE-2搭載を目指したその場元素分析のためのガンマ線・中性子分光計の開発

Development of gamma-ray and neutron spectrometer for in-situ observations of elemental composition for SELENE-2

長谷部 信行², 小林 進悟¹, 三谷 烈史^{1*}, 武田 侑子², 森田 幹雄¹, 荒井 朋子³, 唐牛 謙², 小林 正規³, 晴山 慎¹, 飯島 祐一¹, 高島 健¹

Nobuyuki Hasebe², Shingo Kobayashi¹, Takefumi Mitani^{1*}, Yuko Takeda², Mikio Morita¹, Tomoko Arai³, Yuzuru Karouji², Masanori Kobayashi³, Makoto Hareyama¹, Yuichi Iijima¹, Takeshi Takashima¹

¹宇宙航空研究開発機構, ²早稲田大学, ³千葉工業大学

¹JAXA, ²Waseda University, ³PERC/Chitech

月の起源と進化を理解するためには月表層の物質組成は有用な情報であり、さらに月深部物質の情報が得られると、月の三次元的な物質分布を推定することにつながり、月起源に関わる月バルク組成や月初期進化を解明する上で重要なマグマオーシャンとその後の月火山活動のメカニズムに対して制約を与えることができる。Kaguya搭載のガンマ線分光計による遠隔探査では月探査史上最高の精度で月表層の元素分布データを取得している (Hasebe et al 2008)。今後、月深部物質の情報を獲得するため、月深部が露出していると考えられている特徴的な地点 (クレータ中央丘、SPA、溶岩流上)、あるいはこれまで着陸探査の行なわれておらず、月の形成・進化を考える上で重要と思われる新しい地域 (Apennine Bench Formationやコーン・ドーム、コペルニクスクレータの内部など) に着陸し、ガンマ線・中性子分光計 (GNS) を用いて表面のレゴリスや岩石を調査し、元素分析を行なうことが重要であると考えている。

そこで我々は、月着陸実証を中心とした次期月探査計画SELENE-2に搭載するために、GNSの開発を進めている。GNSには自然放射性元素の量を測定できるという特徴があり、PKT地域、月の火山活動や月のバルク組成に対して重要な制約を加えることができると考えている。また、将来のサンプルリターン時のその場における岩石サンプルの分析・判定において、KREEP物質の量は重要なパラメータの1つであり、GNSはその技術検証という意味も持つ。

月科学を進展させる上で鍵となる自然放射性元素K,Th,Uの調査においては、ガンマ線検出器の独壇場である。月を構成する主要元素についても、銀河宇宙線を励起源として利用することにより、能動的な励起源を使用しなくても、ある程度の精度で計測でき、岩石の同定ができる。一方、月面から放射される中性子強度は月の鉄やチタン量に大きく依存することが知られている。中性子では、ガンマ線のように個々の元素を同定することはできないが、ガンマ線に比べて検出感度が高いため中性子線束の変化を計測しやすく、バルクレゴリスで深さ約1 m程度を構成するものが玄武岩質の岩石か斜長岩質な岩石なのかが同定できる。さらに、ガンマ線強度は、中性子強度と深く関連することからガンマ線計測の精度を向上できる。また、GNSの特徴の1つとしてサンプルの切断・研磨の必要が無い点は、計測そのものが容易でリスクが低い点で特徴的である。

GNSは表面移動探査機(ローバ)に搭載し、常に測定モードを保つことを想定している。ローバ

で移動しながら着陸点周辺のレゴリスの元素組成分布の測定をガンマ線分光計と中性子分光計を用いて行う。検出器には、低エネルギーガンマ線センサとしてCdTe半導体、高エネルギーガンマ線センサとしてLaBr₃結晶、熱・熱外中性子検出器として中性子コンバータとSi半導体、を用いることを検討している。CdTe検出器やLaBr₃検出器は、Kaguya-GRSで使用したGe検出器には及ばないものの、Apollo、Lunar Prospector、Chang' E-1に搭載されたガンマ線分光計よりも優れたエネルギー分解能を有し、元素弁別能力や最小検出感度が高い。さらにCdTe、LaBr₃は、Ge検出器よりも小型・低消費電力・温度環境という点で優れている。

2009年度には主要な開発課題の洗い出しと、実際の搭載形態を考慮した検討を進めており、本発表では、その結果を報告する。予想される感度、サイエンス成果についても検討状況を報告する。

キーワード:月探査,ガンマ線, SELENE-2

Keywords: Lunar exploration, gamma-ray, SELENE-2