

## SELENE-2 搭載を目指したその場元素分析のためのガンマ線分光計の開発状況 Development of gamma-ray spectrometer for in-situ observations of elemental composition for SELENE-2

三谷 烈史<sup>1\*</sup>, 田中 雅士<sup>2</sup>, 小林 進悟<sup>3</sup>, 唐牛 謙<sup>1</sup>, 長谷部 信行<sup>2</sup>

MITANI, Takefumi<sup>1\*</sup>, TANAKA, Masashi<sup>2</sup>, KOBAYASHI, Shingo<sup>3</sup>, KAROUJI, Yuzuru<sup>1</sup>, HASEBE, Nobuyuki<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 宇宙航空研究開発機構, <sup>2</sup> 早稲田大学, <sup>3</sup> 放射線医学総合研究所

<sup>1</sup>Japan Aerospace Exploration Agency, <sup>2</sup>Waseda University, <sup>3</sup>National Institute of Radiological Sciences

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。月周回衛星 *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全球の表層元素分布データを取得した (e.g. Hasebe et al 2008, Kobayashi et al 2010, Yamashita et al 2010)。しかし、周回軌道からの観測では空間分解能に限界があり、様々な解析手法を駆使したとしても 40km 程度の空間分解能でしか元素定量ができない。今後、月深部物質の情報を獲得するためには、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、南極エイトケン盆地、溶岩流上) に着陸し、表面のレゴリスや岩石を調査し、周回軌道からの観測では実現不可能な空間スケールでの元素定量を行なうことが重要である。

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、ガンマ線分光計 (GRS) の開発を進めている。GRS では、月進化過程で特徴的な挙動をする自然放射性元素 K,Th の量を測定し、表側に広がる Th に富む領域 Procellarum KREEP Terrain (PKT) 地域の形成過程や月の火山活動、バルク組成に対して重要な制約を与えることができると考えている。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計測でき、岩石の同定ができる。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。そのため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・判定に有用であり、SELENE-2 GRS はその技術検証という意味も持つ。

GRS 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を数メートルの空間分解能で計測し、元素組成を決める。主検出器として LaBr<sub>3</sub> シンチレータ結晶を用いることを検討している。LaBr<sub>3</sub> 検出器は、*Kaguya*-GRS で使用した Ge 半導体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 LaBr<sub>3</sub> は、Ge 検出器よりも小型軽量・低消費電力で温度・放射線・振動環境に対する強い耐性という点で優れている。

我々は、月面の厳しい温度環境下において目標とする元素定量精度を得られることを実証するために、できる限り衛星搭載に近い状態を模擬し、温度試験を進めている。本発表では、サイエンス目標、目標感度について整理し、こうした検出器の開発状況、技術的な実現性の見通しについて報告する。特に LaBr<sub>3</sub> 結晶と光電子増倍管の組み合わせで -30 から 100 °C で実施した試験結果を中心に報告する。

キーワード: SELENE-2, 月探査, ガンマ線分光計

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