

真空紫外 LIBS によるその場 K-Ar 年代測定法 In-situ K-Ar dating using Vacuum Ultraviolet LIBS

亀田 真吾^{1*}, 奥村 裕¹, 長 勇一郎², 三浦 弥生², 杉田 精司²
Shingo Kameda^{1*}, Yu Okumura¹, Yuichiro Cho², Yayoi N. Miura², Seiji Sugita²

¹ 立教大学, ² 東京大学

¹Rikkyo University, ²The University of Tokyo

アポロ計画後の極軌道周回衛星観測によりアポロの着陸点は鉱物分布の観点から特殊な場所に集中していることが分かった。そのため年代推定においてアポロ岩石試料から得られる情報が月全体を代表しているとは言い難くなってきており、アポロ着陸点から遠方の場所での年代測定が急務となっている。しかし現時点では月試料を地球に持ち帰る他に年代を測定する手段がない。近年ではクレータ数密度計測に基づいて形成年代が推定されているが、この手法で得られるのは各地域の相対的な年代関係のみであり、絶対値較正には現在でもアポロのデータが使われている。アポロ 16 号で得られた岩石試料は、39 億年前に多くの衝突メルトが形成された事を示している。この結果は、この時代に小天体の衝突が集中的に起きたとする Cataclysm 説の根拠であり、最近の惑星形成理論であるニース・モデルの基盤となっている。一方、その他のアポロ計画で得られた試料や隕石試料の測定結果からは、39 億年前に集中的な小天体衝突があったことは必ずしも明白ではなく、新たに年代測定が必要となっている。

我々はこの状況を打開するために、月惑星着陸機にレーザー誘起絶縁破壊分光装置 (Laser Induced Breakdown Spectroscopy, 以下 LIBS) を搭載し、着陸点付近の形成年代を測定するための観測装置を検討している。LIBS は高出力のパルスレーザーを岩石に照射し、岩石表面の蒸発・プラズマ化に伴う発光を分光分析することで元素組成を測定する手法である。2012 年 8 月に火星に着陸した Mars Curiosity に LIBS が搭載されており、カリウムを含む複数の主要元素輝線の検出に成功している。一方、地上実験においても岩石中に含まれるアルゴンが LIBS で測定されたことはない。これは LIBS による岩石の元素組成測定実験が主に空気の透過率が高い紫外-近赤外を中心に進められており、真空紫外領域にあるアルゴン輝線 (106.7nm) の強度測定自体がなされていないためである。本研究では LIBS に真空紫外分光装置を組み合わせる事で岩石に含まれるアルゴンの定量を目指し、測定装置を開発している。月面上の岩石に含まれる程度のアルゴンの検出は理論上可能であり、実験検証が必要な段階である。仮に月面試料に含まれる量と同程度のアルゴンが検出できない場合は、アルゴン雰囲気中で形成されたアルゴンに富む合成試料を使って実験を行うことで検出限界を決定する。月面のアルゴンを定量できることを確認した後に、輝線強度に応じた定量精度の評価を行ない、現在日本で検討段階の月着陸計画 SELENE シリーズや SLIM, あるいは海外の月惑星着陸探査機への搭載を見据え観測器の設計を行う。月惑星着陸機用の「その場年代測定法」は既に複数の案が検討されているが、いずれも未だ実現には至っていない。これまでに検討されてきた手法では試料を着陸機内に収めるロボットアームが必要であるが、本研究で開発する装置は光を使って遠方から測定でき、ロボットアームのない小型探査機への搭載が可能となる。

キーワード: LIBS, 年代測定, 惑星探査

Keywords: LIBS, Chronology, Planetary Exploration