

## LIBSによるその場K-Ar年代測定法の基礎実験 Verification of in-situ K-Ar dating using LIBS

芝崎 和夫<sup>1\*</sup>; 奥村 裕<sup>1</sup>; 長 勇一郎<sup>1</sup>; 亀田 真吾<sup>1</sup>; 三部 賢治<sup>2</sup>; 三浦 弥生<sup>2</sup>; 杉田 精司<sup>2</sup>  
SHIBASAKI, Kazuo<sup>1\*</sup>; OKUMURA, Yu<sup>1</sup>; CHO, Yuichiro<sup>1</sup>; KAMEDA, Shingo<sup>1</sup>; MIBE, Kenji<sup>2</sup>;  
MIURA, Yayoi N.<sup>2</sup>; SUGITA, Seiji<sup>2</sup>

<sup>1</sup>立教大学, <sup>2</sup>東京大学

<sup>1</sup>Rikkyo University, <sup>2</sup>The University of Tokyo

**背景:** 惑星表面の形成年代を知ることは重要である。近年ではサンプルリターンを行わずにその場で年代測定をする方法が模索されている。しかし、これまでに地球外で行われたその場年代測定は、NASAのローバCuriosityが火星で行った1例のみである。CuriosityはKを $\alpha$ 粒子X線分光計(APXS)、Arを四重極質量分析計(QMS)で測定し、K-Ar年代測定を行った。これらの装置は大型であり、運用には大型のローバが不可欠である。そこで、本研究ではLIBS(Laser Induced Breakdown Spectroscopy:レーザー誘起絶縁破壊分光装置)でKとAr両方を検出するその場K-Ar年代測定を検討している。本手法はNASAの手法と比較し検出機器が1つで済むため、大幅な小型軽量化が期待できる上、LIBSの特性上遠隔性があり、迅速な測定が可能になる。しかし、これまでLIBSを用いた岩石中のArの検出例はなかった。

**目的:** そこで本研究では、LIBSによる岩石中のAr検出の可能性を検証するための実験を行った。

**Ar検出実験:** 大気圧下で生成されるレーザー生成プラズマの典型的な温度と電子密度はそれぞれ1 eV (11600 K)、 $10^{17}$  cm<sup>-3</sup>である。これらの値を使いSahaの式を用いて輝線強度を計算すると、104.8 nmと106.7 nmの中性原子が発する輝線強度が卓越する。そこで本研究では真空紫外領域で分光測定を行った。試料にはAISTの玄武岩標準試料JB-1aと、この標準試料にArを加えた試料(Ar含有量0.1 cc/g)を使用した。レーザーにはNd:YAGレーザー(波長1064 nm, パルス幅5-7 ns, パルスエネルギー50 mJ)を用いた。レーザー照射によって生成されたプラズマは凹面回折格子で分光される。検出器には蛍光面付MCPを使用し、蛍光面に映ったスペクトル像をCCDカメラで撮像してスペクトルを得た。

**結果と議論:** 純粋なSiを試料として予備実験を行ったところ、106.7 nmに当初想定していなかったSi<sup>(3+)</sup>輝線を検出した。高い励起エネルギーを必要とする輝線を検出したことから、プラズマの温度が予想よりも高温であると考えられる。高温を考慮すると、Arは電離していると考えられるので、中性原子の輝線より検出可能性が高いと考えられる83.5 nmにあるAr<sup>4+</sup>の輝線検出実験も行ったが、O<sup>(2+)</sup>輝線(83.4 nm)の存在によりAr輝線を検出することはできなかった。本研究では、真空紫外領域でOやSiの多価イオンの輝線を多数検出し、106.7 nmのSi<sup>(3+)</sup>輝線と83.4 nmのO<sup>(2+)</sup>がAr輝線と重なることが明らかになった。プラズマの温度は時間とともに急速に減少していくので、岩石のLIBS分析には高速時間ゲートをかけて多価イオン輝線を取り除くことが有効だと考えられる。

キーワード: LIBS, その場年代計測, K-Ar法

Keywords: LIBS, in-situ dating, K-Ar method