

加速器質量分析のためのレーザー光脱離システムによる同重体分離技術の研究

Study on isobar selection technology by Laser Photo Detachment for Accelerator Mass Spectrometry

(東大院工¹・理研仁科センター²・東大博物館³)

○谷井智樹¹・三宅泰斗²・山形武靖³・松崎浩之^{1,3}

(The Univ. of Tokyo 1, RIKEN Nishina Center 2, Univ. Museum, The Univ. of Tokyo 3,)

○Tomoki Tanii¹, Yasuto Miyake², Takeyasu Yamagata³, and Hiroyuki Matsuzaki^{1,3}

Short Abstract: We are studying Laser Photo-Detachment(LPD), which is the novel isobaric separation method that utilizes the difference in electron affinity (EA), in order to separate the target nuclide from the isobaric nuclide. Unlike conventional isobaric separation method, it does not depend on the difference in the number of protons, so it is possible to separate nuclides with a large mass number. In LPD, a laser can neutralize the negative ion by photo-detachment reaction if photon energy is larger than its EA.

In our research, an experiment of LPD using chlorine (3.61 eV) and sulfur (2.08 eV) was conducted. The negative ions were generated by a Cs sputter ion source and accelerating voltage was 22 kV. Nd: YAG laser was used and the wavelength is 532 nm (2.33 eV) at variable power up to 20W to suppress only negative sulfur ions. The photo-detachment reaction was observed only in the case of sulfur. The suppression rate of sulfur was calculated to be at most 36%. In this paper, we report the changes in the suppression rate of ion beam energy and the laser output.

Keywords: Laser Photo-Detachment(LPD), Electron affinity (EA) , Mass Spectrometry

AMSにおける従来法である物質との相互作用を利用した同重体の分離は、原子核の電荷に依存する相互作用を利用していることから、質量数が大きくなると目的核種と同重体の原子核の電荷の差が相対的に小さくなり、抑制能力が落ちる。我々の研究では、目的核種と同重体の分離を行うために、それらの電子配置の違い、すなわち電子親和力(EA: Electron Affinity)の違いを利用した最新の同重体分離手法であるレーザー光脱離法(LPD: Laser Photo-Detachment)の研究・開発を行っている。従来の同重体分離手法と異なり陽子数の差に依存しないので質量数の大きい核種の分離も可能となる。LPD では、レーザーにより、負イオンに原子の EA 以上のエネルギーを与えることによって光脱離反応を起こし負イオンを中性化する。

本研究では、塩素 (3.61eV) と硫黄 (2.08eV) による LPD の実験を行った。MALT の実験装置の構成 (Fig.1) は、初めに負イオンは、Cs スパッターイオン源により生成され、22kV の加速電圧を与えられる。その後電磁石で質量分析され、目的核種と同じ質量電荷比を持った負イオンのみが電磁石を通過する。レーザーとイオンの相互作用時間を延ばすために、22keV から数十 eV 程度まで減速し、四重極内で集束されつつ、レーザーとの相互作用を生じ、同重体のみ光脱離反応を起こす。四重極を通過後元のエネルギーに再加速され、対象核種のみが再度静電偏向器で分析され検出される。レーザーは Nd: YAG レーザーを使用し、出力は最大 20W、波長は 532nm(2.33eV)で負の硫黄イオンのみを抑制する。光脱離反応は硫黄の場合にのみ観察され(Fig.2.)、硫黄の抑制率は最大 36%と計算された。本発表では、レーザーの出力やイオンビームのエネルギーに対する抑制率の変化について報告する。

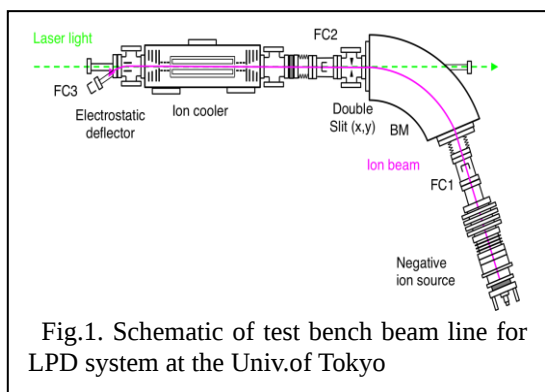


Fig.1. Schematic of test bench beam line for LPD system at the Univ.of Tokyo

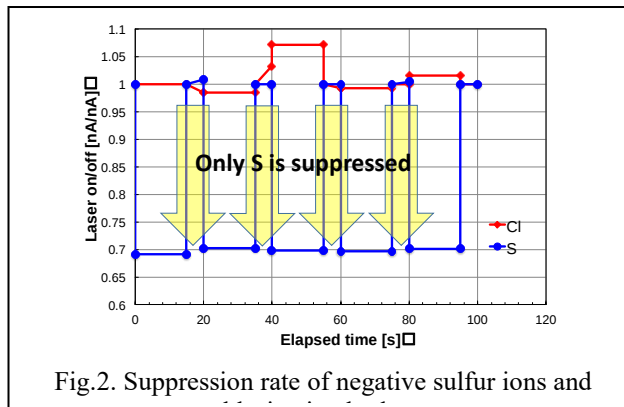


Fig.2. Suppression rate of negative sulfur ions and

- 1) Martin Martschinia *et al.*, The ILIAMS project – An RFQ ion beam cooler for selective laser photodetachment at VERA., **456**, 213-217 (2019).
- 2) 三宅泰斗 (2017) 加速器質量分析における新しい同重体分離技術に関する研究.博士論文.東京大学