

AMSにおけるレーザーを用いた同重体分離システムの開発 Development of isobar suppression system using Laser in Accelerator mass spectrometry

三宅 泰斗^{1*}; 松崎 浩之¹; 長谷川 秀一²
MIYAKE, Yasuto^{1*}; MATSUZAKI, Hiroyuki¹; HASEGAWA, Shuichi²

¹ 東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻, ² 東京大学大学院工学系研究科原子力専攻
¹Department of Nuclear Engineering and Management, School of Engineering, The University of Tokyo, ²Nuclear Professional School, The University of Tokyo

加速器質量分析 (Accelerator mass spectrometry, AMS) において目的核種と同重体核種を分離することは、測定精度やシステムのバックグラウンドを決める上で非常に重要な意味を持つ。AMS では従来、同重体の分離にガス充填型電磁石やガスカウンターなど、イオンと物質の相互作用を利用した装置が用いられてきた [1-2]。

1980 年代には加速器入射前にレーザーとイオンビームを相互作用させることにより同重体を分離する方法が試みられた [3]。この手法では、目的核種と同重体核種の電子親和力 (Electron Affinity, EA) の差を利用する。目的核種の方が同重体核種よりも EA が大きい場合、その中間のエネルギーをレーザー光によりイオンに与えれば、光脱離反応により同重体核種のみを選択的に中性原子化し、加速器に目的核種のみを入射させることができる。しかし、当時はパルスレーザーにより光反応を実現していたため、レーザー光がイオンビームと相互作用する時間が非常に短く、同重体の抑制が十分ではなかった。それ以降、この技術はまだ実用化に至っていない。

近年、レーザーの性能の発展や、イオンビームとの実質的な相互作用時間を延長する手法が考案され、AMS においてレーザーを用いた同重体イオンの分離システムの開発が進められている。例えば、ガスとの衝突によりイオンビームを減速させる反応チャンバーによりレーザー光とイオンビームとの相互作用時間を効果的に延長する方法が検討されている [4]。このシステムが実用化されれば、Cl-36 (EA=3.62eV) と S-36 (EA=2.08eV)、Ni-59 (EA=1.156eV) と Co-59 (EA=0.661eV) のような同重体核種より大きな電子親和力をもつ目的核種の測定において同重体干渉を軽減できる [4]。あるいは、目的核種と同重体核種の EA の関係が逆になっている核種でも、目的核種を分子イオンにすることで、EA が逆転し、光脱離により分離できるようにできる可能性も期待される。

レーザー光とイオンビームを効果的に相互作用させるには、反応チャンバーを含めたイオンビームのイオン光学系の最適化を行う必要がある。反応チャンバー設置位置としては加速器入射前の静電偏向器の後、入射電磁石の後などが考えられる。本研究では、レーザーによる同重体分離システムの導入に先立ち、実際のビームラインでレーザー光と相互作用させるためのイオン光学系や反応チャンバーの設置位置について検討を行った。

[1] H. Matsuzaki, Journal of the Vacuum Society of Japan, Volume 50, Issue 7, 467-474 (2008).

[2] T. Aze, H. Matsuzaki, H. Matsumura, H. Nagai, M. Fujimura, M. Noguchi, Y. Hongo. and Y. Yokoyama, Nucl. Instr. Meth. **B259**, 144-148 (2007).

[3] D. Berkovits, E.Boaretto, G. Hollos, W. Kutschera, R. Naaman, M. Paul, and Z. Vager, Nucl. Instr. Meth. **A281**, 663 (1989).

[4] Y. Liu, P. Andersson, J.R. Beene, O.Forstner, A. Galindo-Uribarri et al., Rev. Sci. Instr. **83**, 02A711 (2012).

キーワード: AMS, 同重体, レーザー, 光脱離
Keywords: AMS, isobar, laser, photodetachment