ストロンチウム同位体イオンのレーザー冷却による分光分析法の開発（２）

Development of laser cooling and analysis on Sr isotope ions(2)

*長谷川 秀一[1]，鄭 京勲[1]，山本 和弘[1]，若井田 育夫[2]，宮部 昌文[2]
[1]東京大学，[2]日本原子力研究開発機構

^{90}Sr をはじめとするストロンチウム同位体の迅速分析法の開発が求められている。本研究ではイオントラップ・レーザー冷却法を用いた新たな分光分析手法の開発を進めている。本発表では、新たに開発中の装置を中心に、ストロンチウム同位体イオンのレーザー冷却について最近の成果を報告する。

キーワード： レーザー分光・分析，ストロンチウム

1. 緒言

福島第 1 原子力発電所事故における放射性核種のうち、^{90}Sr は摂取に伴う長期内部被ばくが問題となりうるにも係わらずβ崩壊核種であるため、その計測が困難であることが知られている。放射化学的手法や質量分析的手法が行われているが、それぞれ長所短所があり、新たな手法の開発が望まれている。そこで、我々は近年進展の著しいレーザー技術を利用した、元素および同位体の原子構造の違いに起因した同位体選択的な分析手法である多段階レーザー共鳴イオン化法とイオントラップ・レーザー冷却技術に着目して、単一同位体レベルでの分離・計測技術の確立を目指した研究および開発を進めている。前回の発表で、複数のストロンチウム安定同位体のレーザー冷却によるイオン可視化について報告した[1]。本発表では、現在製作している新たなイオントラップ装置について報告する。

２．実験

前回の報告[1]の通り、422 nm（基底状態 5s $^2S_{1/2}$と励起状態 5p $^2P_{1/2}$の遷移）および 1092 nm（5p $^2P_{1/2}$から準安定状態 4d $^2D_{3/2}$の遷移）を用いたレーザー冷却法により、四重極電場に捕獲されたストロンチウム同位体イオンの個別観測を実現している。実際に ^{90}Sr の観測を行う際には、高い同位体選択性が必要となる。そこで、我々は多段階レーザー共鳴イオン化法と四重極質量分析器の併用を検討している。その概念図を図１に示す。共鳴イオン化法により生成されるイオンは四重極質量分析器に導かれる。このプロセスで高い同位体選択性を得ることができる。しかしながら、四重極質量分析器は質量分離のためイオンに余分な運動エネルギーを与えることになる。新たな装置ではその対策として、バッファーガス冷却を検討している。これは、セル内に希ガスなどを封入することで、それらとイオンの衝突によりイオンの運動エネルギーを減衰させる冷却法である。多重極交流電場によるイオンガイドを設置し、その中でイオンを輸送することで、イオンが衝突により散逸しないようにトラップへと導く。低エネルギーで導かれたイオンはトラップ内でレーザー冷却されることで、高い効率でイオンからの蛍光観測が可能となる。現在このような概念に基づく装置を開発中であり、その結果について報告する。

本研究は、文部科学省原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブにより実施した「レーザーを用いた海産物中 ^{90}Sr の迅速分析法技術開発」の成果である。

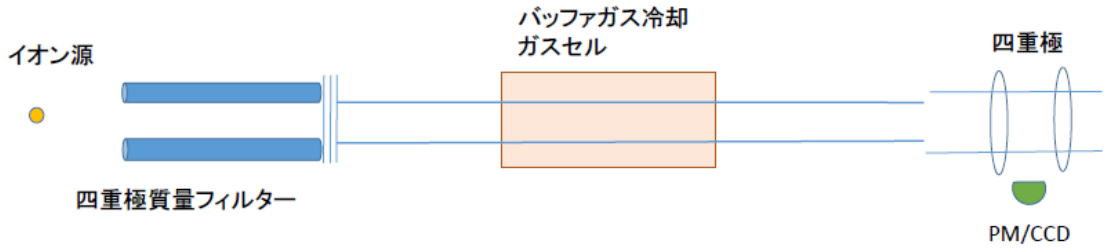

図１　イオンガイド・トラップ装置概念図

参考文献

[1] 長谷川秀一、鄭京勲、山本和弘、若井田育夫、宮部昌文「ストロンチウム同位体イオンのレーザー冷却による分光分析法の開発」P24　日本原子力学会「2015 年秋の大会」静岡大学

*Shuichi Hasegawa[1], Kyonghum Jung[1], Kazuhiro Yamamoto[1], Ikuo Wakaida[2] and Masabumi Miyabe[2]
[1]The University of Tokyo, [2]Japan Atomic Energy Agency