

レーザー共鳴イオン化に基づく難分析放射性核種分析法の性能評価

Analytical method for determination of hard-to-measure radionuclides

by resonance ionization mass spectrometry

*富田英生¹, 中村 敦¹, 松井 大樹¹, 大嶽 遼平¹, 齊藤 洸介¹,

大橋 雅也¹, Volker Sonnenschein¹, 井口 哲夫¹

¹名古屋大学大学院工学研究科

難分析放射性核種分析に向け、レーザー共鳴イオン化質量分析法(Resonance Ionization Mass Spectrometry: RIMS)の開発を進めている。長半減期放射性核種 ^{232}Th についてチタンサファイアレーザーを用いた共鳴イオン化を確認した。

キーワード: 難分析放射性核種, 同位体分析, 質量分析, 共鳴イオン化

1. 緒言

放射性物質の定量分析において、長半減期放射性核種や純 β 線放出核種などの従来の放射線計測では分析が困難な核種(難分析放射性核種)に対しては、質量分析やレーザー分光に基づく手法が有用である。しかし、質量分析により微量な放射性核種を分析する場合には、質量スペクトル上での同重体干渉を防ぐために元素分離などの複雑な化学的前処理が必要とされるため、迅速な分析が制限される。そこで、元素選択的イオン化により複雑な化学的前処理が不要となる、レーザー共鳴イオン化に基づく微量放射性核種分析法の開発を進めている。

2. 長半減期放射性核種 ^{232}Th の共鳴イオン化

レーザー共鳴イオン化とは、単原子のエネルギー準位において、2つの準位間の差に相当する波長(共鳴波長)を持ったレーザーを照射することにより、共鳴的に対象原子を励起させ、元素選択的なイオン化を行う方法である。このため、抵抗加熱やイオンビームなどで試料を単原子化し、レーザー共鳴イオン化を行うことで、測定試料中の特定の元素のイオンを取り出すことができ、さらに質量分析計で質量数ごとに計数することにより同位体分析を行うことができる。

放射性核種への適用を検討するために、長半減期放射性核種 ^{232}Th の共鳴イオン化実験を行った。実験体系を図1に示す。Taフィラメント上にTh含有の硝酸溶液(標準溶液)を滴下し、蒸発させた。真空チャンバーに設置したTaフィラメントを、抵抗加熱することによりThを原子化させ、2本のレーザー(a)共鳴励起用: 372.0493 nm と(b)自動イオン化準位を経由したイオン化用: 401.031 nm を照射して、共鳴励起・共鳴イオン化を行った。なお、レーザー光源には、チタンサファイアレーザーの第二高調波(出力 180 mW および 70 mW、繰り返し率 9 kHz)を用いた。図2に得られた共鳴スペクトル(a)1段階目、(b)2段階目を示す。この際のThサンプル量は 3×10^{14} atoms (0.4 mBq)であったが、明瞭な共鳴ピークが確認できた。今後、分析の全効率を測定し、共鳴イオン化に基づく微量放射性核種分析の性能評価を行う予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 基盤(C)26420868、中部電力原子力安全技術研究所 公募研究(一般)、科学技術振興機構 研究成果展開事業(先端計測分析技術・機器開発プログラム)の助成を受けて実施されました。

*Hideki Tomita¹, Atsushi Nakamura¹, Daiki Matsui¹, Ryohei Ohtake¹, Kosuke Saito¹, Masaya Ohashi¹, Volker Sonnenschein¹, Tetsuo Iguchi¹, ¹Nagoya Univ.

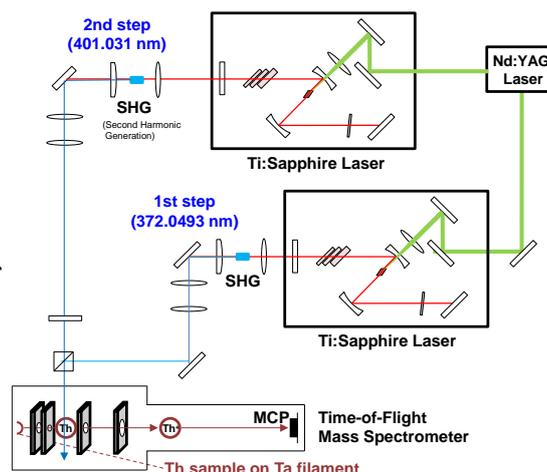


図1 ^{232}Th 共鳴イオン化実験体系

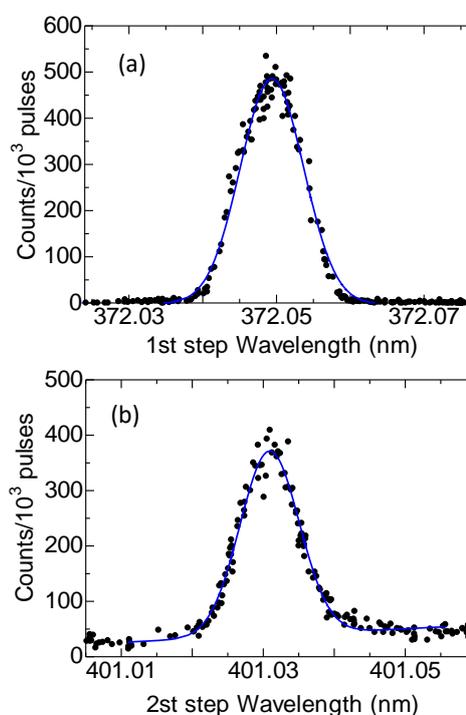


図2 Th 共鳴スペクトル