

放射性核種の微小領域同位体イメージングのための レーザー共鳴イオン化-二次中性粒子質量分析法の開発(2)

Resonant laser secondary neutral mass spectrometry for micro imaging of radioactive isotopes (2)

*富田 英生¹, 齊藤 洸介¹, 大橋 雅也¹, Volker Sonnenschein¹, 加藤 弘太郎¹, 鈴木 颯¹,
井口 哲夫¹, 森田 真人², 坂本 哲夫², 金成 啓太², 河合 利秀³, 奥村 丈夫³,
若井田 育夫⁴, 佐藤 志彦⁴

¹名古屋大学, ²工学院大学, ³日本中性子光学, ⁴日本原子力研究開発機構

微粒子試料中の同位体分析のために、レーザー共鳴イオン化-二次中性粒子質量分析法の開発を進めている。2色スキームを用いた安定 Zr 同位体イメージングを実証した。また、放射性同位体分析に向けた高繰り返し率 Ti:Sapphire レーザーによる2色共鳴イオン化スキームの検討を行った。

キーワード：放射性核種分析、イメージング、レーザー共鳴イオン化、質量分析、集束イオンビーム

1. 緒言 福島第一原子力発電所事故により一部の放射性物質は微粒子に付着し、環境中に放出された。原発周辺で収集された微粒子の元素・同位体組成やその内部における微小領域分布などが明らかになれば、その発生源や生成過程・環境中での振る舞いの解明につながると期待されている。このためには、多数の微粒子をまとめて分析するバルク分析ではなく、個々の微粒子を区別できる微小領域イメージング性能を有する質量分析を用いる必要がある。しかし、このような単一微粒子中の同位体分析では、同重体干渉を抑制するための元素分離を適用することができないため、レーザー共鳴イオン化による元素選択的イオン化が有用である。そこで、集束イオンビームによる分析試料の微小領域スパッタリングとレーザー共鳴イオン化を組み合わせた、レーザー共鳴イオン化-二次中性粒子質量分析法(Resonant laser SNMS)の開発を進めている。今回は、2台の高繰り返し率共鳴イオン化用 Ti:Sapphire レーザーを用いた安定 Zr 同位体イメージングと放射性同位体分析に向けた2色共鳴イオン化スキームの検討を行った。

2. レーザー共鳴イオン化-二次中性粒子質量分析による安定 Zr 同位体イメージングの実証

Zr/Mo 微粒子の混合試料に集束イオンビームを照射し、生成された二次中性原子を2台の Ti:Sapphire レーザーにより共鳴イオン化した。飛行時間型質量分析計にて質量数ごとに記録されたイオン計数と、イオンビームのスキャン位置を組み合わせ、マイクロイメージ(イオン計数マップ)を取得した。Zr を共鳴イオン化することで、⁹²Mo による同重体干渉が抑制された ⁹²Zr 同位体マイクロイメージ(視野 30 μm) が得られることが示された (Fig.1 参照)。

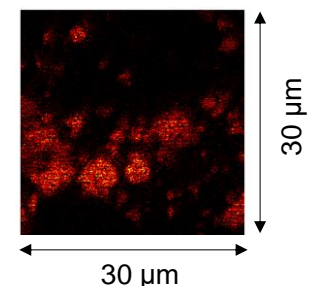


Fig.1 ⁹²Zr 同位体のマイクロイメージ(質量数 92)

3. 放射性同位体分析に向けた2色共鳴イオン化スキームの検討

放射性 Cs (¹³⁵Cs や ¹³⁷Cs) を対象に、2色共鳴イオン化スキームの検討を行った。Fig.2 に示すように波長 852.3 nm と波長 917.5 nm の2台の Ti:Sapphire レーザーを用いて、集束イオンビームにより生成したスパッタ二次中性 Cs 原子の共鳴イオン化を確認した。今後、このスキームを用いて、環境中で採取された放射性 Cs を含む微粒子試料の同位体マイクロイメージングを実施する予定である。

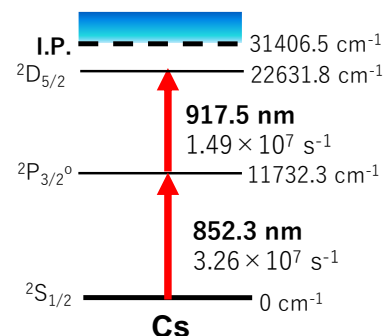


Fig.2 Cs の共鳴イオン化スキーム

謝辞 本研究は、JST 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, Kosuke Saito¹, Masaya Ohashi¹, Volker Sonnenschein¹, Kotaro Kato¹, Sou Suzuki¹, Tetsuo Iguchi¹, Masato Morita², Tetsuo Sakamoto², Keita Kanenari², Toshihide Kawai³, Takeo Okumura³, Ikuo Wakaida⁴, Yukihiko Satou⁴

¹Nagoya Univ., ²Kogakuin Univ., ³Japan Neutron Optics, ⁴JAEA