

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(3)

Resonant laser secondary neutral mass spectrometry for micro imaging of radioactive isotopes (3)

*富田 英生¹, 齊藤 洸介¹, Volker Sonnenschein¹, 大橋 雅也¹, 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,
佐藤 志彦⁴, 宮部 昌文⁴, 若井田 育夫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。福島第一原子力発電所周辺で採取された Cs 含有微粒子に本手法を適用し、同重体干渉を抑制しつつ、放射性 Cs 同位体の微小領域イメージを得ることに成功した。

キーワード: Cs 含有微粒子、放射性セシウム、福島原子力発電所、共鳴イオン化質量分析、イメージング

1. はじめに 近年、福島第一原子力発電所周辺で放射性セシウムを含む不溶性微粒子が確認され、その生成過程や環境中での動態の解明が求められている。このためには、多量な試料や化学的な前処理を必要とするバルク分析ではなく、単一の微粒子の分析が可能な、放射光などを用いた元素イメージングや2次イオン質量分析などによる微小領域のイメージングが有用である。しかし、単一微粒子内の放射性 Cs 同位体の分布を取得する場合、従来の質量分析法では質量スペクトルにおける同重体の影響により、同位体比を精度良く測定することが難しい。そこで、本研究では、元素選択的なレーザー共鳴イオン化により同重体干渉を抑制できる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、福島第一原子力発電所周辺で採取された Cs 含有微粒子に本手法を適用し、微粒子中の放射性 Cs 同位体の微小領域イメージングを行った。

2. レーザー共鳴イオン化-二次中性粒子質量分析法の概要 レーザー共鳴イオン化は、単原子のエネルギー準位が元素毎に異なることを利用し、対象元素の単原子のエネルギー準位の間に相当する波長を有するレーザー光を単原子に照射することで、元素選択的なイオン化を行う手法である。これを利用した Resonant laser SNMS では、まず真空チャンバー内に試料を設置し、その表面に集束イオンビーム (FIB) を照射して2次中性原子を放出させる。そこに波長可変パルスレーザー光を照射し、対象元素の単原子を共鳴イオン化させる。生成されたイオンの質量スペクトルを飛行時間型質量分析計にて取得し、FIB のスキャンによる試料表面の位置情報と組み合わせることで、高面分解能 (最高 40 nm) の同位体マイクロイメージングが実現される。

3. 環境微粒子中の放射性 Cs 同位体イメージング 福島県双葉町で採取された不溶性 Cs 微粒子を Resonant laser SNMS システムにより分析した^[1]。二台の波長可変 Ti:Sapphire パルスレーザーを繰り返し率 10 kHz で動作させ、空間的・時間的に同期させて2次中性 Cs 原子に照射し、Fig.1 のような微粒子中の放射性 Cs 同位体分布を取得することに成功した。

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。

参考文献 [1] T. Sakamoto *et al.*, Analytical Sciences, (accepted).

*Hideki Tomita¹, Kosuke Saito¹, Volker Sonnenschein¹, Masaya Ohashi¹, Kotaro Kato¹, Sou Suzuki¹, Tetsuo Iguchi¹, Masato Morita², Tetsuo Sakamoto², Keita Kanenari², Toshihide Kawai³, Takeo Okumura³, Yukihiko Satou⁴, Masabumi Miyabe⁴, Ikuo Wakaida⁴,

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

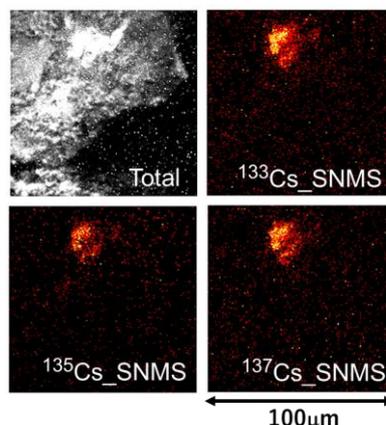


Fig.1 測定した微粒子の SEM 像と放射性 Cs 同位体のマイクロイメージ (質量数 133,135,137)