

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

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

*齊藤 洸介¹, 大橋 雅也¹, 加藤 弘太郎¹, 鈴木 颯¹, Volker Sonnenschein¹,

富田 英生¹, 井口 哲夫¹, 森田 真人², 坂本 哲夫²

¹名古屋大学, ²工学院大学

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。1色スキームを用いた予備実験により、安定 Zr 同位体イメージを取得した。

キーワード：イメージング、質量分析、レーザー、集束イオンビーム、微粒子分析

1. 緒言 福島第一原子力発電所事故により、環境中に多種多量の放射性核種が放出されたが、放射性核種の付着した微粒子の元素・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、生成過程や環境中での振る舞いの解明につながると期待される。そこで、単一微粒子中の放射性同位体イメージングを実現するために、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による元素選択的イオン化を組み合わせ、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 Zr を用いた予備実験を行った。

2. レーザー共鳴イオン化-二次中性粒子質量分析法の原理

Fig.1 にレーザー共鳴イオン化 SNMS 装置の概略図を示す。固体試料表面に照射された集束イオンビームによるスパッタリングにより、試料表面より原子等の中性粒子を放出させる。着目する元素の単原子のエネルギー準位間に相当する波長の光子を照射することで、着目元素の原子のみを選択的に共鳴励起・イオン化させ、飛行時間型質量分析計により、質量スペクトルを得る。集束イオンビームをラスタースキャンすることによって、高分解能 (<100 nm) の同位体比イメージングが実現できると期待される。このようなイメージングには、各スポット位置で多数の計数を短時間に得る必要があるため、安定、かつ、高繰り返し率なチタンサファイアレーザーを用いる。

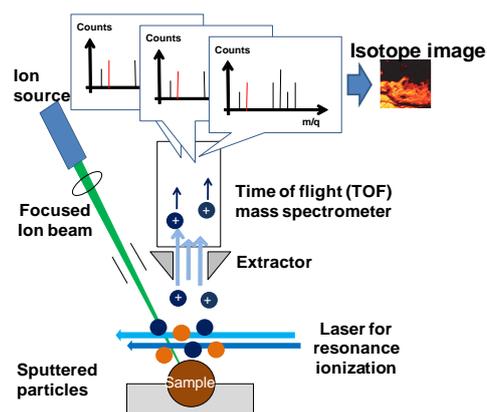


Fig.1 レーザー共鳴イオン化-二次中性粒子質量分析の概念図

3. 微小領域 Zr 同位体イメージングの予備実験 Zr を対象に、集束イオンビームにより生成したスパッタ二次中性 Zr 原子の共鳴イオン化と微小領域 Zr 同位体イメージ取得に関する予備実験を行った。ここでは、チタンサファイアレーザー（繰り返し率 1 kHz）1台での実験であったため、Zr の1色イオン化スキーム（波長 368.85 nm）を用いた。得られた Zr 同位体の微小領域分布の一例（質量数 90）を Fig.2 に示す。Zr 箔上の In 微粒子（図中 中央の領域）に沿って、イオン計数が変化していることがわかる。今後、2台のチタンサファイアレーザーを用いた最適なスキームにより、Zr や U の微小領域同位体イメージを取得する予定である。

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。

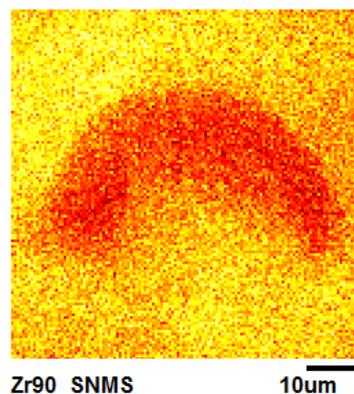


Fig.2 安定 ⁹⁰Zr 同位体の微小領域分布(質量数 90)

*Kosuke Saito¹, Masaya Ohashi¹, Kotaro Kato¹, Sou Suzuki¹, Volker Sonnenschein¹, Hideki Tomita¹, Tetsuo Iguchi¹, Masato Morita², Tetsuo Sakamoto²

¹Nagoya Univ., ²Kogakuin Univ.