

局所的な原子化に対する共鳴イオン化質量分析の最適化に関する基礎検討

Study on optimal conditions for resonance ionization mass spectrometry of locally generated atoms

*松本 尚樹¹, 望月 拓海¹, Ni Jingyi¹, 石倉 大輔¹, 坂本 哲夫², 富田 英生¹

¹名古屋大学, ²工学院大学

イオンビームによるスパッタリングやレーザーアブレーションを用いた局所的な原子化法に適した共鳴イオン化スキームの検討のための基礎実験系を構築し、その特性を評価した。

キーワード：難分析放射性核種, 同位体分析, 質量分析, レーザー, イオンビーム

1. 緒言

福島第一原子力発電所の廃炉を安全に進める上で炉内より採取された試料の迅速な性状把握が不可欠である。そこで、局所的な原子化と波長可変レーザーによる共鳴イオン化を組み合わせ、同体重干渉を抑制した質量分析により同位体分析を行う手法の開発に取り組んでいる。イオンビームによるスパッタリングやレーザーアブレーションを用いた原子化で生成される原子群は、従来用いられてきた抵抗加熱原子源より発生するものと比較し、空間分布、放出角・速度分布・原子励起状態の占有密度などが異なる。そこで、局所的な原子化法に適した共鳴イオン化スキームの検討のための基礎実験系を構築し、基本特性を評価した。

2. 局所的な原子化に対応した基礎実験系の構築

Fig.1に構築した基礎実験系の概要を示す。Arイオン銃によるスパッタリング、または、レーザーアブレーションにより固体試料を原子化し、Ti:Sapphireパルスレーザーを用いて共鳴イオン化させる。生成されたイオンは加速電極で加速され、自由飛行領域を経て、イオン検出器(MCP)にて飛行時間(質量)ごとに計数される。Arイオン銃はパルス化されていないため、二次イオンと共鳴イオン化によるイオンを区別するために、イオン銃を用いる場合には加速電極にパルス電圧を印加し、飛行時間スペクトルを取得した。

Thの局所的な原子化に対する共鳴イオン化スキーム検討のため、試料としてトリウム入りタングステン電極棒を導入し、レーザーアブレーションによって中性原子を生成した。Ti:Sapphireパルスレーザーの第二高調波を照射し、1色共鳴励起・イオン化スキーム(Fig.2)によりイオンを生成した。得られた共鳴スペクトルの一例をFig.3に示す。アブレーションによって局所的に生成させた原子について、

基底準位のみならず励起準位を始準位とする共鳴イオン化を確認できた。今後、抵抗加熱源に対するイオン化スキームと比較し、局所的に生成させた原子に適した共鳴イオン化スキームの検討を行う予定である。

参考文献 [1] NIST: Atomic Spectra Database.

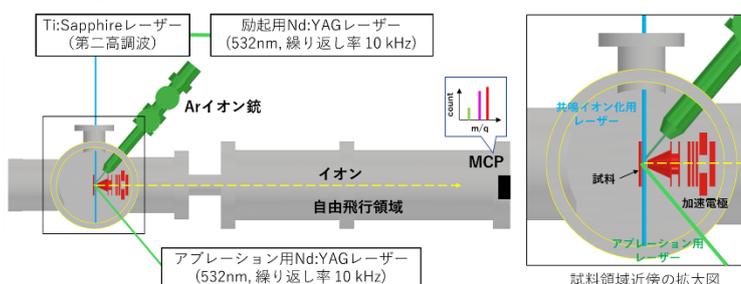


Fig.1 基礎実験系

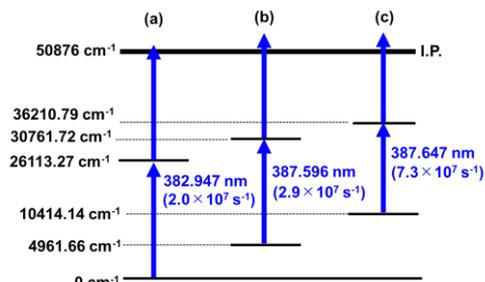


Fig.2 Th イオン化スキーム
(括弧内はアインシュタインの A 係数^[1])

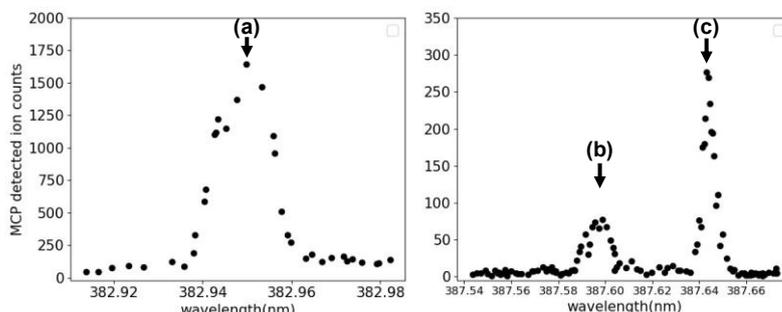


Fig.3 Th 共鳴スペクトル

謝辞 本研究の一部は英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業 (JPJA21P21465994)、JAEA 受託研究の助成を受けたものである。

*Naoki Matsumoto¹, Takumi Mochizuki¹, Ni Jingyi¹, Daisuke Ishikura¹, Tetsuo Sakamoto², and Hideki Tomita¹

¹Nagoya Univ., ²Kogakuin Univ.