

## 放射性核種の微小部位イメージングに向けた Cs レーザー共鳴イオン化スキームの開発

Development of Resonance Ionization Scheme of Cs  
toward Micro-scale Imaging of Radioactive Nuclide

°古田 雄仁<sup>1</sup>、高松 峻英<sup>1</sup>、富田 英生<sup>1</sup>、坂本 哲夫<sup>2</sup>、大石 乾詞<sup>2</sup>、  
能任 琢真<sup>1</sup>、中村 敦<sup>1</sup>、井口 哲夫<sup>1</sup>、クラウスベント<sup>3</sup>

(1.名古屋大工、2.工学院大工、3.ヨハネスグーテンベルグ大)

°Yujin Furuta<sup>1</sup>, Takahide Takamatsu<sup>1</sup>, Hideki Tomita<sup>1</sup>, Tetsuo Sakamoto<sup>2</sup>, Kenji Ohishi<sup>2</sup>,  
Takuma Noto<sup>1</sup>, Atsushi Nakamura<sup>1</sup>, Tetsuo Iguchi<sup>1</sup>, Klaus Wendt<sup>3</sup>

(1. Nagoya Univ., 2. Kogakuin Univ., 3. Johannes Gutenberg-Univ. Mainz)

E-mail: [furuta.yuujin@c.mbox.nagoya-u.ac.jp](mailto:furuta.yuujin@c.mbox.nagoya-u.ac.jp)

**1. はじめに** 2011年3月に起こった福島第一原子力発電所事故では、炉心溶融によって燃料デブリが発生し、多量の核分裂生成による放射性核種が環境中に放出された。事故起因放射性核種の大気中での拡散や生体における動態・偏在性などを解明するためには、エアロゾルや生体試料などの微小領域(数~数十 $\mu\text{m}$ )に対する元素・核種分析が有用であると考えられる。またこのような分析は、廃炉作業等において放射性核種を含む多種多様な元素・核種組成からなる燃料デブリの性状把握にも有用と期待される。そこで我々は、微小領域の放射性核種分析法として、集束イオンビーム(FIB)による分析対象試料の局所的スパッタリングで放出された中性原子の元素選択的レーザー共鳴イオン化を用いた質量分析法(Resonant Laser-SNMS)の開発を行っている。今回は、<sup>137</sup>Csの分析を念頭に、Cs共鳴イオン化のためのイオン化スキームの開発を行った。

**2. Resonant Laser-SNMSの原理** レーザー共鳴イオン化質量分析法(RIMS)は、対象原子の2つの準位間のエネルギー差に相当する波長の光子を原子に照射することで、対象となる元素の原子を選択的に励起・イオン化し、質量分析する手法である。Fig.1に Resonant Laser-SNMS の概念図を示す。これまでに、FIBと質量分析計からなる二次中性粒子質量分析装置に、繰り返し率30 Hzの色素レーザーによる1色2光子共鳴イオン化を適用し、自然試料からの<sup>137</sup>Csの質量ピークの検出に成功している<sup>[1]</sup>。しかし、微小部位イメージングを行うためには、各ピクセルで十分な計数を得る必要が有るため、高繰り返し率レーザーを適用するのが望ましい。

**3. Cs共鳴イオン化基礎実験** チタンサファイア(Ti:Sa)レーザーは、10 kHzまでの高繰り返し率で長時間安定に動作可能な波長可変レーザーであり、共鳴イオン化質量分析への適用が進められている。そこで、高繰り返し率Ti:Saレーザーで実現可能な2段2色共鳴イオン化スキームについて、共鳴イオン化基礎実験を行った。ここでは、真空中での抵抗加熱によって原子化されたCs原子群に対し、2基のTi:Saレーザーより得られる2色のレーザー光を照射し、共鳴イオン化させ、そのイオンを計数した。Fig.2に2段2色共鳴イオン化スキームの一例(1段目に852.4 nm、2段目に917.5 nm)を、Fig.3に波長掃引による共鳴イオン化スペクトルを示す。これを含む6種類のスキームについて、Cs共鳴イオン化を確認した。

**4. まとめと今後の課題** 放射性核種の微小部位イメージングのためのResonant Laser-SNMSの開発のために、高繰り返し率Ti:Saレーザーを用いた2段2色イオン化スキームによるCs共鳴イオン化基礎実験を行った。今後、各スキームにより得られたイオン信号量より、高効率なCsイオン化スキームを選定し、Resonant Laser-SNMSへの適用を進める予定である。

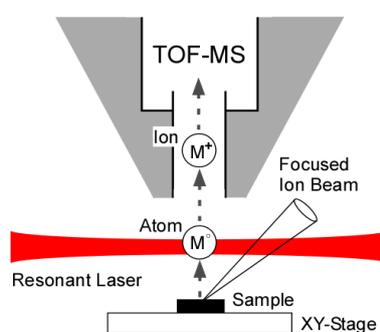


Fig. 1 Resonant Laser-SNMS 概念図

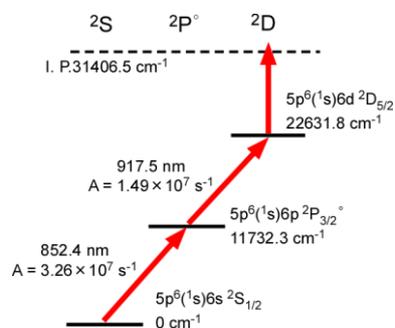


Fig. 2 Csイオン化スキームの一例

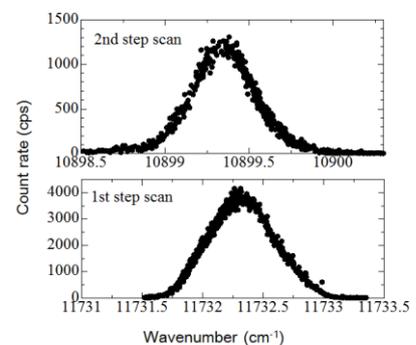


Fig. 3 Cs共鳴イオン化スペクトルの一例

[1] 坂本哲夫、大石乾詞、奥村丈夫、川上勇、日本学術振興会第141委員会第155回研究会講演要旨集、pp.55-63、2014。

謝辞 この開発は、独立行政法人科学技術振興機構の研究開発事業(先端計測分析技術・機器開発プログラム)による成果の一部である。