

# 世界初の同位体分析装置による少量燃料デブリの性状把握分析手法の確立

## (4) 高感度・高精度同位体分析のための共鳴イオン化スキームの開発

Establishment of Characterization Method for Small Fuel Debris Using the World's First Isotope Micro Imaging Apparatus

(4) Development of Resonance Ionization Scheme for Highly Sensitive and Accurate Isotope Analysis

\*岩田 圭弘<sup>1</sup>, 宮部 昌文<sup>1</sup>, 若井田 育夫<sup>1</sup>, 吉村 昌稀<sup>2</sup>, 松村 珠希<sup>2</sup>, 森田 真人<sup>2</sup>, 坂本 哲夫<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 日本原子力研究開発機構, <sup>2</sup> 工学院大学

東京電力福島第一原子力発電所の廃炉作業において、燃料デブリの元素・同位体組成に関する情報が必要不可欠である。本研究では、燃焼率の指標となるネオジウム (Nd) 元素を対象として、高感度かつ高精度な同位体分析に向けた 2 波長 2 段階共鳴イオン化スキームを開発した。

**キーワード:** ネオジウム, 共鳴イオン化, 同位体分析, 燃料デブリ, 同位体マイクロイメージング

### 1. 緒言

東京電力福島第一原子力発電所 (1F) で計画されている炉内の燃料デブリ取り出し作業に向けて、燃料デブリの元素・同位体組成に関する分析手法の確立が必要不可欠である。本研究では、元素選択性を持つレーザー共鳴イオン化に着目し、燃焼率の指標となるネオジウム (Nd) 元素を対象として、高感度かつ高精度な同位体分析に向けた 2 波長 2 段階共鳴イオン化スキームの開発を行っている。

### 2. Nd 原子の共鳴イオン化スペクトル

Nd はランタノイド元素の一つであり、4f 電子軌道のエネルギーが 6s,6p,5d 電子軌道のエネルギーと近いため、可視領域に多くの遷移が存在する。本研究では、2 波長 2 段階共鳴イオン化スキームを構築するため、真空中で Nd 金属を加熱して発生させた原子ビームに 2 本の色素レーザーを照射してイオン信号を計測した。1 段目の励起準位として文献[1]をもとに 20 個以上の準位を選定し、各準位に対して 2 段目のレーザー一周波数をスキャンして共鳴イオン化スペクトルを測定した。図 1 に励起準位  $22241.911 \text{ cm}^{-1}$  からの共鳴イオン化スペクトルを示す。(\*)印で示した 2 段目の波長  $428.8 \text{ nm}$  付近の遷移は、イオン信号量が大きくスペクトル幅も狭いため 2 波長 2 段階共鳴イオン化に適していると考えられる。

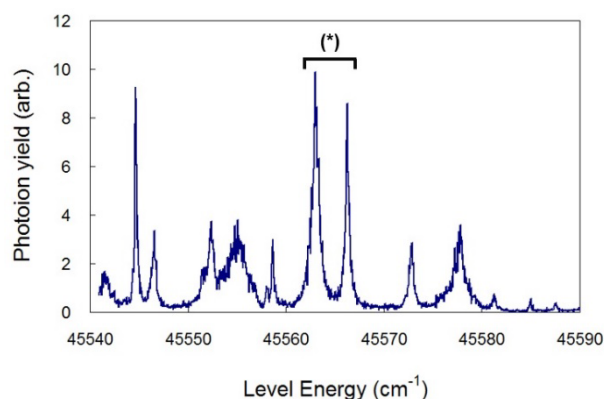


図 1 Nd 原子の共鳴イオン化スペクトル例

### 3. 結言

Nd の高感度かつ高精度な同位体分析に向けた 2 波長 2 段階共鳴イオン化スキームとして、1 段目励起準位  $22241.911 \text{ cm}^{-1}$  を選定し、2 段目波長  $428.8 \text{ nm}$  付近に観測される共鳴遷移が適していると考えられる。

### 参考文献

[1] NIST Atomic Spectra Database: <https://www.nist.gov/pml/atomic-spectra-database>.

本研究は、英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業「世界初の同位体分析装置による少量燃料デブリの性状把握分析手法の確立」の成果を含みます。

\*Yoshihiro Iwata<sup>1</sup>, Masabumi Miyabe<sup>1</sup>, Ikuo Wakaida<sup>1</sup>, Shouki Yoshimura<sup>2</sup>, Tamaki Matsumura<sup>2</sup>, Masato Morita<sup>2</sup> and Tetsuo Sakamoto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency, <sup>2</sup>Kogakuin University