

核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化 (2-5) 高繰り返し率 Ti:Sapphire レーザーの偶奇同位体分離への応用

Reduction and Resource Recycling of High-level Radioactive Wastes through Nuclear Transmutation

(2-5) Application of High Repetition Rate Ti:Sapphire Laser to Even-odd Isotope Selective Ionization

*富田 英生^{1,2}, Volker Sonnenschein^{1,2}, 大橋 雅也^{1,2}, 園田 哲², 石山 博恒²,
小林 徹³, 永田 豊³, 藤原 孝成³, 緑川 克美³

¹名古屋大学大学院工学研究科, ²理化学研究所仁科加速器研究センター,

³理化学研究所光量子工学研究センター

繰り返し率 10 kHz で動作する波長可変 Ti:Sapphire パルスレーザーを用いた偶奇同位体選択的共鳴励起・イオン化により、パラジウムの偶奇同位体分離を確認した。

キーワード: レーザー偶奇分離, Ti:Sapphire レーザー, 共鳴励起・イオン化, パラジウム(Pd)

1. 緒言 単原子に対して、その元素固有のエネルギー準位における2つの準位間の差に相当する波長（共鳴波長）を持ったレーザーを照射することにより、共鳴的に対象原子を励起させ、イオン化を行うことができる。この共鳴励起・イオン化過程において、レーザーの偏光を制御することで偶数/奇数の質量数を持つ同位体の分離（レーザー偶奇分離）を行うことができる。これまでに理化学研究所では、高レベル放射性廃棄物中に存在する有用元素（Pd, Ru 等）の資源化に向けて、放射性同位体 ¹⁰⁷Pd を分離するために、2色の波長可変レーザーを用いた自動イオン化準位を経由する高効率なレーザー偶奇分離スキームの開発がなされてきた^[1]。本研究では、高繰り返し率で安定動作可能な波長可変 Ti:Sapphire パルスレーザーを用いた偶奇同位体選択的共鳴励起・イオン化の基礎実験を行い、Pd の偶奇同位体分離を確認した。

2. 高繰り返し率 Ti:Sapphire レーザーを用いた Pd 偶奇同位体分離実験 名古屋大学では、レーザー共鳴励起・イオン化を用いた同位体分析のための高繰り返し率 Ti:Sapphire パルスレーザーの開発を行ってきた^[2]。そこで、Pd のレーザー偶奇分離スキーム（1段目 244.87 nm、2段目 361.04 nm）の2段目に使用するために、共振器内で第二高調波を発生させる Ti:Sapphire レーザーを構築した（図1参照）。この Ti:Sapphire レーザーと色素レーザー（1段目）の2つのパルスを重ね合わせ、真空チャンバー内で生成された Pd 原子に照射した。Ti:Sapphire レーザーの偏光を制御することで、Pd の安定同位体のうち、奇数の質量を持つ Pd のみを選択的にイオン化できることが確認された。また、Ti:Sapphire レーザーの強度（最大 1.0 W@繰り返し率 10 kHz）を増加させることでイオン化信号が飽和することが確認され、レーザー偶奇分離に十分で安定な強度であることが示された。

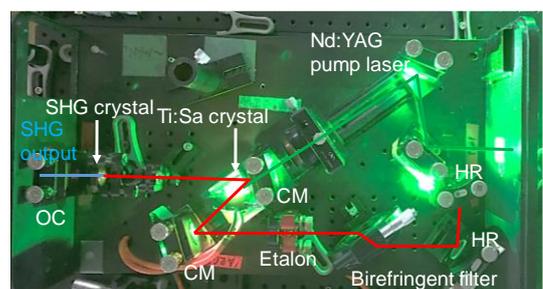


図1 高繰り返し率 Ti:Sapphire レーザーの概要

本研究は、総合科学技術・イノベーション会議が主導する革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）の一環として実施したものです。また、有益なご助言を戴いた名古屋大学教授 井口哲夫博士に感謝の意を表します。

参考文献 [1] C.R. Locke *et al.*, *Appl. Phys. B* **123**, 240 (2017). [2] H. Tomita *et al.*, *Prog. in Nucl. Sci. Tech.* **5**, 97 (2018).

*Hideki Tomita^{1,2}, Volker Sonnenschein^{1,2}, Masaya Ohashi^{1,2}, Tetsu Sonoda², Hironobu Ishiyama², Tohru Kobayashi³, Yutaka Nagata³, Takashige Fujiwara³ and Katsumi Midorikawa³

¹Nagoya Univ., ²RIKEN Nishina Center for Accelerator-Based Science, ³RIKEN Center for Advanced Photonics