

プログラム名：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

PM名：藤田 玲子

プロジェクト名：分離回収技術開発

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 28 年度

研究開発課題名：

レーザーによる偶奇分離技術

研究開発機関名：

国立研究開発法人理化学研究所

研究開発責任者

緑川克美

# I 当該年度における計画と成果

## 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

パラジウムの偶奇分離研究について、従来提案されていた偶奇分離励起スキームに比べてより高効率な新規偶奇分離励起スキームの考案および検証実験を行い、設定していた処理量のマイルストーン値（1日当たり 0.8 mg）の実現をめざす。新規偶奇分離法について、その知的権利化を図る。

ジルコニウムの偶奇分離研究について、年度内に電子衝撃蒸着装置を備えたジルコニウム実験用真空チャンバーを新設する。

## 2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

### 2-1 進捗状況

従来法に比べて効率良いレーザー偶奇分離励起スキームとして、自動イオン化状態と共通のイオンコアを持つ電子状態を利用した新法により、約1万倍の高効率化を実現した。さらに自動イオン化状態を利用した新規2レーザー偶奇分離励起スキームを考案し、その有効性を検証した。両者を含む特許の国際出願を行った。

ジルコニウムの偶奇分離実験を実施する博士研究員（藤原）を採用し、年度内に電子衝撃蒸着源を備えた実験用真空チャンバー製作を完了した。

### 2-2 成果

従来法（図1-A）で利用していたパラジウムの励起状態のイオンコア( ${}^2D_{5/2}$ )は、高効率イオン化を実現する自動イオン化状態のイオンコア( ${}^2D_{3/2}$ )と異なるため、我々はイオンコア( ${}^2D_{3/2}$ )である励起状態を経由した偶奇選択励起法を考案した（図1-B）。その結果、従来法によるイオン化効率に比べて約1万倍の高効率化を実現した。

さらに自動イオン化状態への励起を偶奇分離と高効率イオン化の両者を兼ねることにより（図1-C）、レーザー2台による高効率偶奇分

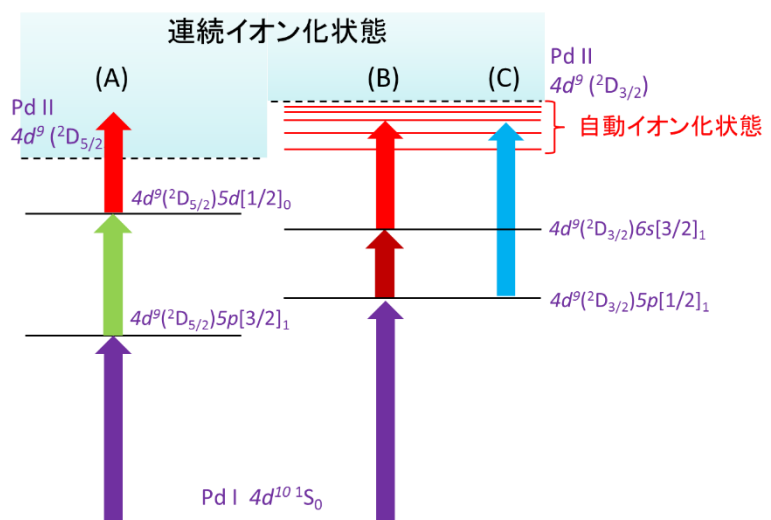


図1 本研究開発で行った偶奇選択励起法  
(A) 従来法、(B) 新法、(C) 2レーザー偶奇分離法

離イオン化を実現した。偶奇選択励起に自動イオン化状態を使う場合、バックグラウンド信号として非選択的イオン化信号の寄与による分離係数の低下が懸念されたが、図2に示すとおり新法と同等の高い分離係数 (> 1000) が得られた。レーザー2台による本偶奇分離法はレーザー偶奇分離の実用化において、実施上の簡便さと低コスト化に大きく寄与するものと考えられる。

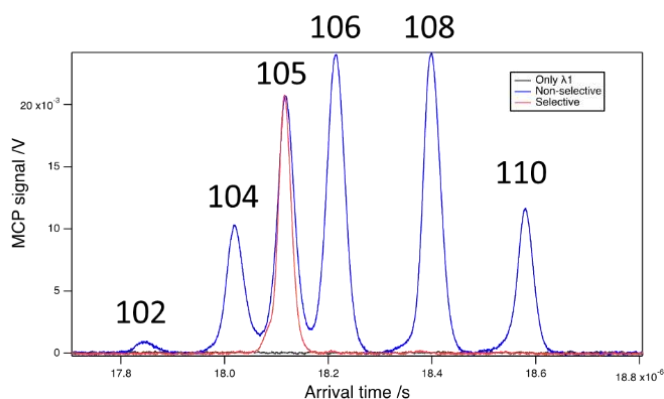


図2 2レーザー偶奇分離法による質量スペクトル  
非選択的イオン化（青）と選択的イオン化（赤線）

生成イオン量の測定は、金蒸着スライドガラスを捕集用電極としてファラデーカップにより行った。今年度の達成目標であるマイルストーン値(1日当たり 0.8 mg)に対応するイオン量(5.7 G)に対して、新法で 1.4 G、2レーザー法で 11 Gを達成した。今後、レーザー技術の進歩により、2レーザー法で使用できる高繰り返しレーザーが開発されるのを期待している。

写真1にジルコニウムの偶奇分離実験のために製作した真空チャンバーの写真を示す。

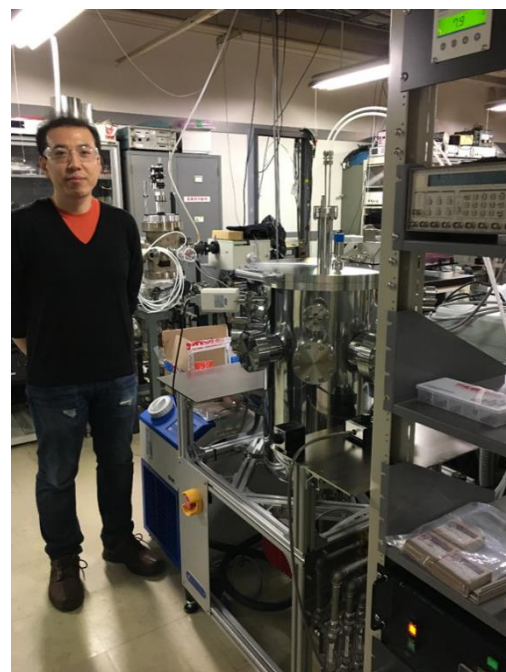


写真1 ジルコニウム偶奇分離実験用真空チャンバーおよび藤原研究員

### 2-3 新たな課題など

我々が考案した新規偶奇分離法および2レーザー偶奇分離法において、すでに導入した固定波長である高繰り返し (10 kHz) 固体レーザーの使用が困難であるため、実際に処理量として1日当たり 0.8 mg というマイルストーン値の実現は困難である。そのため、マイルストーン値に相当するレーザーパルス当たりの処理量 (パラジウムイオン  $5.7 \times 10^9$  個 = 5.7 G) を目安として考えて開発を進めることにした。今後、レーザー照射光学系の改良等により、さらなるイオン収量の増加を目指す。

### 3. アウトリーチ活動報告

科学技術週間の一環として平成28年4月23日に行われた理化学研究所一般公開において、当ImPACTプロジェクトに関するパネル展示と説明を行った。