

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：核反応データ取得及び新核反応制御法

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 29 年度

研究開発課題名：

クーロン分解法による核反応データの取得

研究開発機関名：

東京工業大学

研究開発責任者

中村 隆司

# 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

原子炉で生成される長寿命の核分裂生成物(LLFP)の反応率の中でも、光吸収反応断面積や中性子捕獲断面積のデータが重要であると考えられている。しかし、LLFP に対するこうした断面積を直接測定することは LLFP が放射性物質であることから技術的に難しいため、代替方法が多くの場合必須となる。そこで、本研究では、LLFP そのものを不安定核ビームとしたクーロン分解反応という代替反応を用い、LLFP の光吸収断面積の導出を行うとともに、逆反応の中性子捕獲反応断面積の評価法の確立を目指してきた。前年度までに、理化学研究所の仁科加速器研究センターの世界的な不安定核拠点施設 RI ビームファクトリー(RIBF)において、LLFP( $^{107}\text{Pd}$ ,  $^{93}\text{Zr}$ ,  $^{79}\text{Se}$ )を不安定核ビームとして生成し、RIBF の ZeroDegree Spectrometer および SAMURAI Spectrometer を用いてクーロン分解反応を測定した。平成 29 年度は、平成 28 年度に引き続き実験データの解析と評価を進めた。

## 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

LLFP である  $^{79}\text{Se}$ ,  $^{93}\text{Zr}$ ,  $^{107}\text{Pd}$  とその周辺核( $^{80}\text{Se}$ ,  $^{94}\text{Zr}$ ,  $^{108}\text{Pd}$ )を研究対象とし、光吸収反応( $\gamma, n$ ), ( $\gamma, xn$ )の断面積取得を目的として行ったクーロン分解反応実験のデータ解析を進めた。実験は平成 27 年度に、ZeroDegree Spectrometer (ZDS)を使用して反応後の励起状態を特定しないインクルーシブ測定と、SAMURAI Spectrometer (SAMURAI)を使用して反応後の終状態を特定するエクスクルーシブ測定を行い、データ取得に成功している。両実験のデータ解析は終了し、最終結果の評価を行った。

### 2-2 成果

#### ・ $^{93,94}\text{Zr}$ および $^{107,108}\text{Pd}$ のクーロン分解反応実験

$^{93,94}\text{Zr}$  および  $^{107,108}\text{Pd}$  のクーロン分解反応実験のデータ解析がほぼ終了し、得られたクーロン分解反応断面積を評価するため、系統的パラメータ(強度・幅・ピークエネルギー)の Lorentz 分布として得られる光吸収断面積や、先行研究による光吸収断面積との比較を行った。さらに、 $^{93,94}\text{Zr}$  のデータ解析・評価を進めた。

#### ・ $^{79,80}\text{Se}$ および $^{93,94}\text{Zr}$ のクーロン分解反応実験

SAMURAI を用いて行った実験で得られる断面積は ZDS とは異なり、粒子の散乱角度や励起エネルギーに依存した断面積(微分断面積)を導出することが可能である。この物理量を出すためには、検出器の較正を行い粒子識別や運動量ベクトルの導出をする必要がある。こうしたデータ解析を進め、クーロン分解反応のエネルギー微分断面積を導出した。系統的パラメータによる光吸収断面積や先行研究による光吸収断面積との比較を行い、断面積評価を進めた。

#### ・ クーロン分解反応断面積と光吸収断面積の評価

SAMURAI で得られたクーロン分解反応断面積を評価するため、光吸収断面積を Lorentz 分布とした関数を用いて、クーロン分解反応断面積との比較を行った。系統的パラメータを使った Lorentz 分布をシミュレーションの入力として、実験装置およびデータ解析手法に対する応答関数を導出し、クーロン分解反応断面積の微分値（エネルギー微分断面積）を再現する Lorentz 分布を求めた。この結果から  $^{79,80}\text{Se}$ 、 $^{93,94}\text{Zr}$  に対し、Lorentz 分布の系統的パラメータのうち強度に対して制限を与えることができた。これらの結果を学会で発表した。

### 2-3 新たな課題など

一連の検討から、今後の実験データ取得に対する要望をまとめた。光吸収断面積の低励起エネルギー側の振る舞いをさらに調べるためには、相対エネルギースペクトルの分解能をさらに向上させる必要がある。これを実現するためには、より詳細なシミュレーションを行い、標的厚や入射エネルギーの最適化が必要である。標的厚が薄くすることも分解能を向上させる一つの手法であるが、この場合には、照射時間を長くする・ビーム強度を増やす・データ収集システムの不感時間をより短くするなどの対応策を取る必要がある。

### 3. アウトリーチ活動報告

なし