

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 27 年度

研究開発課題名：

光核共鳴の微細構造を利用した選択的核変換法の確立

研究開発機関名：

国立大学法人大阪大学

研究開発責任者

民井 淳

# 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

本課題の最終目的は、光吸収後に中性子を放出する( $\gamma, n$ )反応を利用した核変換過程を想定し、長寿命核分裂生成物 (LLFP)の選択的変換と変換効率向上を実現する手法を確立することにある。

原子核の光吸収励起状態に構造に関する情報を調べることで想定する手法が原理的に成り立つかどうかを検証するとともに、LLFP 自身の光吸収励起状態の構造データの取得を目的とする実験手法の技術開発を行う。

平成 27 年度の実施期間における開発課題は下記の 2 つである。

- A) LLFP と同じスピンをもち 2 中性子欠損核の 1 つを標的とし、中性子放出閾値よりすぐ上のエネルギー領域の光吸収断面積微細構造の強度と幅に関する情報を測定し、光吸収断面積のピーク値に関する情報を得る。
- B) LLFP を標的とする測定を実現する手法として、宿主物質に LLFP を埋め込んだインプラント標的の使用を想定し、測定実施時に生じるバックグラウンド量を測定により見積もり、実現可能性を検証する。

## 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

平成 27 年度の各開発課題の進捗状況は下記のとおりである。

- A) LLFP であるジルコニウム 93 と同じスピンの 5/2 をもち 2 中性子欠損核であるジルコニウム 91 を標的とし、中性子崩壊閾値前後の光吸収励起状態のガンマ線崩壊確率を陽子非弾性散乱とガンマ崩壊同時測定の手法により測定した。
- B) 埋め込み宿主標的として炭素標的、および同位体濃縮炭素 12 標的を用いた 2 回のバックグラウンド測定実験を行った。1 回目は陽子ビーム停止位置をスペクトロメータ内部としたが、2 回目は標的位置から 20m 下流のビームダンプとしてバックグラウンド軽減を図った。

### 2-2 成果

平成 27 年度の開発成果は各開発課題に関して下記のとおりである。

- A) ジルコニウム 91 の中性子崩壊閾値付近の光吸収励起を測定し、ジルコニウム 90,92,94 と同程度の光吸収断面積があるという結果を得た。  
ジルコニウム 91 の光吸収励起状態の基底状態への直接ガンマ線崩壊確率は、中性子崩壊閾値より 500 keV 程度上までの励起エネルギーにおいて、閾値以下と比べてほぼ一定であるという予測を裏付ける結果を得た。崩壊確率の絶対値については、他の核種に関する閾値以下の基底状態直接ガンマ崩壊確率の値からの類推により、結果は 10%程度のオーダーになるものと予測される。ストロンチウム 88, ジルコニウム 90 などの既存のデータからの類推では、換算遷移確率  $B(E1)$  が  $0.005 \text{ e}^2\text{fm}^2$  を超える状態があると予測されるが、これを実験により直接検証するには至っていない。 $0.005 \text{ e}^2\text{fm}^2$  の換算遷移確率をもつ光核共鳴状態の基底状態ガンマ直接崩壊確率が 10%である場合、光吸収のピーク断面積は 4 バーンとなる。

B)  $1\text{mg}/\text{cm}^2$  の炭素標的に  $300\text{ MeV}$  の陽子ビーム強度  $90\text{nA}$ 、9分の測定を行ったところ、励起エネルギー  $7\text{ MeV}$  付近でのバックグラウンド量は  $50\text{-}300$  カウント/ $10\text{ keV}$  であった。目的とする LLFP 埋め込み標的での実験を実現するためには、 $0.05$  カウント/ $10\text{ keV}$  程度までバックグラウンドを低減する必要があることが分かった。

同位体濃縮炭素  $12$  標的の使用とビーム停止位置の変更を行うことにより、バックグラウンド量を  $10\text{-}30$  カウント/ $10\text{ keV}$  程度まで減らすことに成功した。目標測定精度を達成するためには、まだ  $50$  分の  $1$  程度までバックグラウンド低減する必要があることが分かった。

### 2-3 新たな課題など

LLFP を埋め込んだインプラント標的による実験を実現するためには、現在のバックグラウンド量を  $50$  分の  $1$  程度にまで下げる必要がある。バックグラウンドの大部分は宿主標的中の不純物が原因であり、さらに純度を上げた宿主標的を製作するか、宿主標的を薄くするなどの工夫を要する。 $50$  分の  $1$  の低減が難しい場合には、ガンマ同時計測の解析によりバックグラウンドを低減するなどの解析手法の工夫を図るか、 $94\text{Zr}(p,d)$  反応により  $93\text{Zr}$  を励起するなど励起手法の工夫が必要になると考えられる。

### 3. アウトリーチ活動報告

特になし。