

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 2 7 年 度

研究開発課題名：

ガンマ線による新しい核反応制御法の開発（2）

研究開発機関名：

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

研究開発責任者

羽島 良一

# 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

PMの構想である、「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」を実現するために「PJ2：核反応データ取得及び新核反応制御法」研究開発プロジェクトとして、レーザコンプトン散乱ガンマ線を用いた光核反応による長寿命放射性廃棄物の低減・資源化システムを提案した。平成27年度は、兵庫県立大学と共同して、上記システムのフィージビリティスタディを行う計画とした。

## 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

われわれが提案するシステムの実現性を評価するには、いくつかの研究項目の実施を経た後に技術的な評価を行う必要がある。研究すべき項目は以下の通りである。

(1) ニュースバル電子蓄積リングに設置してレーザの強度を2~3桁高めることができるレーザ蓄積装置(光共振器)を開発し、試験を行うことで電子蓄積リングにおけるLCS $\gamma$ 線強度の可能性を評価する。

(2) 次世代のLCS $\gamma$ 線装置として、有力な候補の一つであるERLによる $\gamma$ 線輝度及び発生効率を評価する。さらに輝度、効率向上の新しい手法を検討する。

(3) ニュースバルのLCS $\gamma$ 線を用いて、実際にZr-93等のLLFPの( $\gamma, n$ )反応核データ取得を行う。

本提案の手法は原理的に他の核種が核変換されないという利点を有するが、入射 $\gamma$ 線のエネルギーを調整することで、生成される核種を考慮したLLFP核変換の最適化が可能である。本手法の実用化の評価に必要なデータを整備することを最終的な課題とする。

これらの項目を、日本原子力研究開発機構と兵庫県立大学が分担して研究することとし、日本原子力研究開発機構では、項目(2)と(3)に関連した研究を実施した。平成27年度は、われわれが提案するシステムのフィージビリティスタディとして、このシステム的设计に必要な光核反応のデータ取得と、光核反応を用いたガンマ線核変換システムのための技術開発に対して、性能と実現性の評価を行う。具体的に、次の2項目を実施した。

1. 次世代のLCS $\gamma$ 線装置として有力な候補の一つであるエネルギー回収型リニアック(Energy Recovery Linac: ERL)による $\gamma$ 線輝度および発生効率を評価する。さらに、輝度、効率向上の新しい手法を検討した。

2. ニュースバルのLCS $\gamma$ 線を用いた実際にLLFPの( $\gamma, n$ )反応核データ取得を行うために必要な、 $\gamma$ 線強度やLLFPの量を評価した。

上記評価の結果を得て、兵庫県立大学が実施する核変換のためのガンマ線装置の提案とその処理能力の評価に必要なデータを提供した。

### 2-2 成果

表2.2-1に核変換すべき元素ごとに中性子離別エネルギーを整理した。この表から、LLFPの選択的核変換に必要なガンマ線エネルギーを8 MeVと選び、次世代のLCS $\gamma$ 線装置として有力な候補の一つであるエネルギー回収型リニアック(Energy Recovery Linac: ERL)による $\gamma$ 線源の性能を評価した。図1

は LCS 発生点を 1 箇所のみ設置した場合の  $\gamma$  線源であるが、複数の LCS 発生点を周回軌道に設置することも可能である。LCS による電子ビームの損失を評価したところ、電子ビームとレーザーの衝突点を 100 箇所としても ERL の動作が可能であることがわかり、ガンマ線輝度が増大できることがわかった。ニュースパルの LCS  $\gamma$  線を用いた場合に LLFP の  $(\gamma, n)$  反応核データ取得を行うために必要な、 $\gamma$  線強度と LLFP の量を評価した。これらデータを兵庫県立大学に提供した。

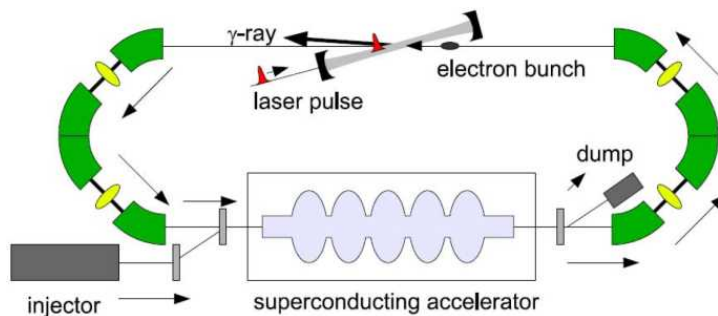


図 2-2.1 エネルギー回収型リニアックに基づくレーザー・コンプトン  $\gamma$  線源

表 2.2-1 Se、Zr、Pd の安定同位体と LLFP (ハッチング部) の中性子離別エネルギー (Sn) と光核反応で生成される核種。Sn のエネルギーの単位は MeV。(p)は陽子離別エネルギーが中性子離別エネルギーより低いことと、値が陽子離別エネルギーであることを示す。生成核種の”-”は生成された同位体が安定同位体であることを示す。

同位体	Sn	生成核種	同位体	Sn	生成核種	同位体	Sn	生成核種
$^{74}\text{Se}$	8.545(p)	$^{73}\text{As}(80.3\text{d})$	$^{90}\text{Zr}$	8.355	$^{79}\text{Zr}(3.27\text{d})$	$^{102}\text{Pd}$	7.807(p)	$^{101}\text{Rh}(3.3\text{y})$
$^{76}\text{Se}$	9.508(p)	-	$^{91}\text{Zr}$	7.195	-	$^{104}\text{Pd}$	8.658(p)	-
$^{77}\text{Se}$	7.418	-	$^{92}\text{Zr}$	8.634	-	$^{105}\text{Pd}$	7.941	-
$^{78}\text{Se}$	10.399	-	$^{93}\text{Zr}$	6.734	-	$^{106}\text{Pd}$	9.347(p)	-
$^{79}\text{Se}$	6.914	-	$^{94}\text{Zr}$	8.22	$^{93}\text{Zr}$	$^{107}\text{Pd}$	6.359	-
$^{80}\text{Se}$	9.914	$^{79}\text{Se}$	$^{96}\text{Zr}$	7.854	$^{95}\text{Zr}(64\text{d})$	$^{108}\text{Pd}$	9.221	$^{107}\text{Pd}$
$^{82}\text{Se}$	9.276	$^{81}\text{Se}(18\text{m})$				$^{110}\text{Pd}$	8.816	$^{109}\text{Pd}(13.7\text{h})$

### 2-3 新たな課題など

特になし

### 3. アウトリーチ活動報告

平成 28 年 3 月 1 日 東京工業大学原子炉工学研究所セミナー (於 東京工業大学) にて、講演を行った。