

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：

「凝縮系核反応による新たな核変換反応」

研究開発機関名：

三菱重工業(株) 技術統括本部

総合研究所 電気・応用物理研究部

研究開発責任者

鶴我 薫典

# 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

本研究の目標は、次の①～④である。

### ① 凝縮系核反応・核変換の基本的データ収集

これまで元素分析と質量分析で同定されている  $^{131}\text{Cs}\rightarrow^{141}\text{Pr}$  反応に関して、中性子放射化分析によって  $^{141}\text{Pr}$  原子核の同定を行い、核変換の証拠を強固にする。さらに、反応膜の役割の解明のため、従来の実験で見出された反応の局所性について格子欠陥等に着目し、反応との相関についての知見を得る。

### ② LLFP 変換のための安定元素による変換反応見極め

Pd、Se、Zr での元素変換実験はこれまで行われておらず、まず安定元素での変換反応の見極めが必要である。Pd については、変換先と想定できる Cd や Sn の元素分析と同位体比の計測、Zr と Se については、反応膜にイオン注入を行い、変換実験を実施し、変換反応が起きるかどうを見極める。

### ③ 放射性元素の変換反応実験

放射性元素の変換反応のためには、専用の反応装置と Pd 多層膜への添加装置が必要である。H27 年度内に放射性元素用変換装置の設計を行い、H28 年度から放射性元素用の元素分析装置を導入し、放射線管理区域内の施設において実験を行う。対象核種は、LLFP 変換の可否を予測するために、①Pd、Cs、Se、Zr の同位体である  $\gamma$  線放出核種であること、②放射性核種の変換量が数 ng でも  $\gamma$  線の変化が容易に検出可能なことの二つの条件を満たす  $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{89}\text{Zr}$ 、 $^{75}\text{Se}$ 、 $^{103}\text{Pd}$  である。 $^{137}\text{Cs}$  については H28 年度中の見極め、他の核種については安定元素の変換結果を考慮しつつ実験を進めていく。

### ④ LLFP の変換技術実用化に向けた開発とシナリオ策定

実用化には変換量の増大が不可欠であり、変換量の増大のために反応膜の高性能化と溶液に含まれる放射性元素を循環しながら反応させる装置の開発に取り組む。さらに、H30 年度に実用装置開発のために定量的な開発シナリオを策定する。

## 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 度の実施内容は表 2-1-1 に示した全体の計画の内、点線にて囲った範囲である。平成 27 年度は、上記③、④を実施するためのフェージビリティ評価である①および②を目的に、東北大と共同で研究を進めた。①では、反応膜中の欠陥の反応への影響評価を目的に、透過型電子顕微鏡 (TEM) による欠陥観察を試みた。②では、本技術による Pd、Se、Zr の変換可否を見極めるために、東北大と協力して安定元素を用いた変換試験を実施した。

また、④に関して、本技術による変換装置が実用化可能な規模であるかどうかを判断するために、現状の変換量での装置規模を推算した。

表 2-1-1 計画および本年度の実施内容

開発項目	狙い	H26	H27	H28	H29	H30
		安定元素による変換可能性見極め		放射性元素を用いた変換確認	LLFP処理のための技術開発	
① 凝縮系核反応・核変換の基本的データ収集	133Cs変換反応の放射化分析による検証		照射&評価			
	天然放射性核種の変換確認		実験&放射線計測			
	反応膜の役割解明		格子欠陥と変換の相関			
② 107Pd, 79Se, 93Zr変換のための安定元素による変換反応見極め	安定Pdの変換可否見極め		実験&分析			
	安定Seの変換可否見極め		実験&分析			
	安定Zrの変換可否見極め		実験&分析			
③ 放射性元素の変換反応実験	γ線発生量変化観測による核変換反応確認		装置設計	装置開発		
				137Cs → 89Zr → 75Se → 103Pd		
④ 長寿命核分裂生成物(LLFP)の変換技術実用化に向けた開発とシナリオ策定	ラボデータに基づく実用化可能性検討		安定元素変換データに基づく評価	放射性元素データに基づく評価		
	実用化のための変換増大(ngからmg)			高性能反応膜	溶液循環型装置	
	実用化に向けた開発シナリオ策定					シナリオ策定

## 2-2 成果

今年度の成果の概要は、以下のとおり。

- ・反応膜の TEM 観察の結果、イオン注入した場合には、反応膜の表面付近にボイド（体積欠陥）が観察された。現象を確認するためには、データを更に蓄積し、欠陥密度と反応収量の相関を明らかにし、欠陥制御による反応収量の増大に繋げていくことが必要である。
- ・Pd、Se、Zr の安定元素を用いた変換試験を実施した。その結果、Pd は Cd、Sn に、Se は Zr に変換したと推定される分析結果が得られたが、Zr は変換の兆候を確認できず、本方法では変換が困難であると考えられる。
- ・使用済み核燃料（800t/年）に含まれる <sup>107</sup>Pd、<sup>79</sup>Se、<sup>93</sup>Zr、<sup>135</sup>Cs をリアルタイムで変換・処理するために必要な装置規模を推定し、十分実現可能な大きさであることを確認した。

## 2-3 新たな課題など

今回実施した以外の分析手法により、変換が起きていることを裏付けるためのクロスチェックデータを取得する必要があると考える。

### 3. アウトリーチ活動報告 なし。