

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：

高速中性子核破碎反応に関する研究

研究開発機関名：

国立大学法人九州大学

研究開発責任者

渡辺 幸信

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

本研究開発課題では、高レベル放射性廃棄物に含まれる長寿命核分裂生成物(LLFP)の核変換の合理的な反応経路を提案するために、高速中性子及び陽子・重陽子入射核破砕反応の新規データを取得すること、及び高速中性子ビーム発生に必要な核反応データを取得することを目的とする。それぞれの項目に対する当該年度の目標・計画は以下の通りである。

1) 理研 RIBF での ZeroDegree 実験

逆運動学手法を用いて、LLFP の RI ビーム ($^{93}\text{Zr}(100\text{MeV/u})$, $^{107}\text{Pd}(100\text{MeV/u}$ 及び $200\text{MeV/u})$, $^{135}\text{Cs}(100\text{MeV/u})$) と陽子及び重陽子標的との核破砕反応による同位体生成の断面積データを測定する。 $^{93}\text{Zr}(100\text{MeV/u})$ の実験データ解析を担当し、測定データに対する予備的な理論モデル解析を行う。安定核 $^{93}\text{Nb}(130\text{MeV/u})$ に対する同位体生成断面積データも同時に取得し、放射化手法による測定データと比較することで、逆運動学手法による測定の妥当性を検証する。

2) 理研 RIBF での SAMURAI 実験

^{79}Se および ^{93}Zr (入射エネルギー: 110MeV/u と 200MeV/u) と陽子及び重陽子標的との核破砕反応による生成同位体と蒸発過程による放出中性子の同時計測実験を実施し、中性子・残留核生成相関データを新規取得する。

3) 高速中性子生成反応データ

九大タンデム加速器施設を利用し、Li 標的等に対する 15MeV 以下の重陽子入射中性子生成実験に向けた計測系等の準備を行う。また、大阪大学核物理研究センター(阪大 RCNP)で実験予定の Li に対する 200MeV 重陽子入射中性子生成二重微分断面積測定を立案し、実験課題申請を行う。

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

1) 平成 26 年度末から平成 27 年度初めの期間(平成 27 年 3 月 26 日～4 月 6 日)、理研 RIBF において上記 ZeroDegree 実験を実施した。測定データの内、 ^{93}Zr と ^{93}Nb のデータ解析を担当し、本年度末までに ^{93}Zr の解析はほぼ完了した段階である。 ^{93}Nb については、陽子との核破砕反応で生成される二つの同位体 ^{90}Nb と ^{86}Y の生成断面積を導出し、放射化法による先行実験データと比較した。 ^{93}Zr 及び ^{93}Nb の測定結果に対して、デフォルト入力パラメータを使った PHITS 及び CCONE コードによる予備的な理論解析を行った。

2) 平成 27 年 10 月 21 日より 11 月 2 日までの期間、理研 RIBF において上記 SAMURAI 実験を実施した。まだ予備的な実験データ解析を行った段階で、断面積データ導出は次年度に実施する予定である。

3) 九大加速器・ビーム応用研究センターに移設された 8MV タンデム加速器のビーム加速試験を実施し、重陽子ビーム(1nA 以下)が加速可能であることを確認した段階である。本年度は重陽子入射中性子生成の系統的な測定実験に向けて、測定器ならびにデータ収集系の整備を継続して行った。阪大 RCNP で実施予定(平成 28 年度以降)の Li に対する 200MeV 重陽子入射中性子生成二重微分断面積測定を立案し、実験課題申請を行った。

2-2 成果

1) ZeroDegree 実験を実施し、 ^{93}Zr (100MeV/u)、 ^{107}Pd (100MeV/u 及び 200MeV/u)、及び ^{135}Cs (100MeV/u) に対する陽子並びに重陽子標的との核破碎反応同位体生成データを取得した。この中で、 ^{93}Zr のデータ解析を担当し、同位体生成断面積データを導出して、PHITS に組み込まれている INCL+GEM モデルや CCONE コードによる計算と比較した。PHITS 計算は概ね実験値を再現することがわかったが、生成 Y 同位体の中性子過剰領域での生成断面積の過大評価や Sr 同位体等に見られる偶奇効果の過大評価等、いくつか不一致も見られた。CCONE 計算の方は、陽子入射については概ね実験値を再現するが、重陽子入射では Sr 以下の低原子番号の同位体生成では大きく過大評価することがわかった。次に、同時にデータ取得できた安定核 ^{93}Nb (130MeV/u) のデータ解析も行い、核破碎生成同位体 ^{90}Nb と ^{86}Y の実験値を求めた。測定データは放射化法による先行実験データと矛盾しないことが確認でき、逆運動学手法による測定の妥当性が検証された。

2) SAMURA 実験を実施し、 ^{79}Se および ^{93}Zr (入射エネルギー：110MeV/u と 200MeV/u) と陽子及び重陽子標的との反応による同位体生成と放出中性子の相関データを取得した。 ^{93}Zr (200MeV/u) に対する予備的な解析を実施し、入射二次ビームの粒子識別が十分な分解能で得られることを確認できた。

3) 高速中性子生成反応データ取得に関しては、Li 標的等に対する 15MeV 以下の重陽子入射中性子生成実験（九大タンデム加速器施設）に向け、液体有機シンチレータを用いた計測系の準備を行った。阪大 RCNP で H28 年度実施予定の Li に対する 200MeV 重陽子入射中性子生成二重微分断面積の測定計画を立案し、実験課題申請を行い採択された。

2-3 新たな課題など

特になし。

3. アウトリーチ活動報告

特になし。