

平成27年3月31日

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26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：

九州大学

研究開発責任者

渡辺 幸信

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、理研 RI ビームファクトリー(RIBF)にて、長寿命核分裂生成物(LLFP)の3種類の RI ビーム (^{93}Zr , ^{107}Pd , ^{135}Cs) 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断面積の測定実験を行うこと、重陽子を利用した高速中性子ビーム発生に必要な核反応データの調査収集と既存計算コードによる解析を行うことである。

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

- 1) 課題の実験準備に向け、PHITS 計算を用いた生成同位体断面積の予備計算を行った。まず、過去に理研で測定された ^{90}Sr 及び ^{137}Cs ビーム (入射エネルギー200MeV/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断面積データと比較を行い、その計算モデルの適用可能性を検証した。本 PHITS 予備計算結果に基づいて、実験の測定計画を立案した。
- 2) 核反応実験を担当するプロジェクト2の中性子ノックオン反応(責任者: 大津)およびクーロン分解反応(責任者: 中村)グループとの共同実験として、核破砕反応による同位体生成断面積の測定実験を実施した(2015年3月26日~4月7日)。理研 RIBF の実験装置であるインフライトセパレータ BigRIPS と生成同位体分析装置 ZeroDegree スペクトロメータを組み合わせた逆運動学手法による測定系を用いて、 ^{107}Pd に対しては入射エネルギー100MeV/u と 200MeV/u に対し同位体生成断面積データを取得し、残りの ^{93}Zr と ^{135}Cs については 100MeV/u での測定を実施した。
- 3) 課題である高速中性子ビーム発生に必要な核反応データについては、重陽子入射反応について過去の実験データを収集し、PHITS コードを用いた計算と比較しその適用性を調査した。また、次年度九大タンデム加速器を用いて行う予定の高速中性子生成実験に必要な測定系の準備を行った。

2-2 成果

- 1) ^{90}Sr 及び ^{137}Cs ビームと陽子及び重陽子標的との核破砕反応による過去の同位体生成断面積データを PHITS 計算と比較した。生成同位体の広範な原子番号および質量数に亘り、PHITS 計算は実験値を比較的良く再現できることがわかった。この成果を踏まえて、本年度実施した実験 (^{93}Zr , ^{107}Pd , 及び ^{135}Cs に対する陽子及び重陽子標的との核破砕反応による同位体生成断面積データ) における同位体生成収量の推定に PHITS コードを適用し、測定計画の立案に用いることができた。

2) 理研 RIBF で実施した実験により、当初予定していた ^{93}Zr , ^{107}Pd , 及び ^{135}Cs に対する同位体生成断面積データを取得できた。現在、詳細なデータ解析を進めており、次年度末までには信頼できる断面積データを提供する予定である。

3) 重陽子入射反応による中性子生成の過去の実験データの収集と PHITS コードを用いた計算と比較し、その適用限界と九大タンデムで行う実験の測定系の準備を行った。収集した実験データと PHITS 計算との比較の一例として、厚い Li および C 標的に対する 40MeV 重陽子入射で 0 度方向に生成された中性子収量のエネルギー分布を図 1 に示す。縦軸は、1nC 相当の入射重陽子数で規格化した単位立体角・エネルギービン当たりの中性子収量 TTY (Thick Target Yields) である。3 通りの PHITS 計算は全反応断面積の異なる 3 つの経験式 (NASA の式、Shen の式、KUROTAMA モデル式) に対応する。Li の場合は、計算と実験値との大きな差異があり、C の場合は実験値間の差異もあり、今後さらなる実験データ収集の必要性が明らかになった。

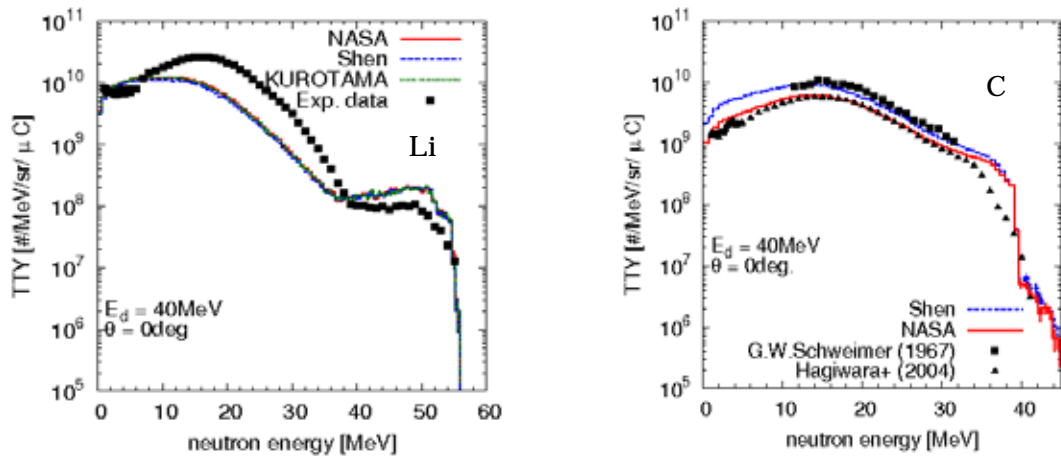


図 1 Li および C 標的に対する 40MeV 重陽子入射で 0 度方向に生成された中性子のエネルギー分布

2-3 新たな課題など

特になし。

3. アウトリーチ活動報告

今年度の研究開発成果に対して行ったアウトリーチ活動は特になし。