

プログラム名：核変換による高レベル放射能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：反応理論モデルとシミュレーション

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成28年度

研究開発課題名：

核反応シミュレーション

研究開発機関名：

一般財団法人高度情報科学技術研究機構

研究開発責任者

仁井田 浩二

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

本研究開発の目的は、核反応モデルをシミュレーションに取り入れ、分離された高レベル放射性廃棄物の核変換シミュレーションを行い、核変換率、熱除去等の工学的な検討を行うためのソフトウェアを開発し、それを用いて対象核種についてバルクでのシミュレーションを行い、核反応経路を特定することである。平成28年度の研究開発の目標は次の2点である。

1. PHITS コードの拡張

プロジェクト2、3で得られる新しい測定核データ、核反応標準モデル、コンパイルされた核反応データベースを即座に利用できるように PHITS コードを拡張する。

2. 新しい核変換パスの工学的検討

本プログラムで得られる新しい測定核データ、核反応標準モデル、コンパイルされた核反応データベースを基に、プロジェクト2で提案された核変換パス、特に、Pd-107、Zr-93、Cs-135、Se-79の変換パス、について、PHITS を用いて核変換率、発熱率、放射化物生成率等を評価し工学的検討を行い、プロジェクト4、5にフィードバックする。

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

PHITS コードの拡張の具体的な計画は、次の3点である。

1. プロジェクト2で測定された核データを北大が開発する変換ユーティリティーで PHITS 用データとするが、そのデータを読み込んで、核反応の各チャンネルごとに実験データの知見を PHITS で利用できるように PHITS を改良する。
2. 阪大で開発する微視的な標準モデルを直接 PHITS で利用できるように、PHITS を改良する。
3. 原研で作成する LLFP に対する核データを PHITS で利用できるように、PHITS を改良する。

これら3点については、PHITS の改良が完了し、具体的に新しい実験データ、微視的な計算結果を用いたバルクでのシミュレーションを行った。

新しい変換パスの工学的検討においては、昨年度に引き続き PJ2 で提案された ERIT (Energy Recovery Internal Target) 加速器での重陽子ビームを用いた核変換システムについて、変換効率、発熱率、放射化物生成率等を評価し、プロジェクト4、5にフィードバックを行った。

2-2 成果

プロジェクト2で測定された理研の実験データを北大が開発したユーティリティーで変換した核データを PHITS で利用できるように、Frag Data というセクションを整備し、核反応の各チャンネルごとの実験データを PHITS で即座に利用できるようにした。これにより、PHITS の再現性の悪かった中性子ノックアウト反応の結果は、理研の実験値を用いることができるようになり大きく改善した。

PHITS に組み込まれている重陽子入射の全反応断面積は、NASA の経験式を用いているが、対象の LLFP 4核種については、これらの値が実験より小さいことが指摘されていた。阪大では本プロジェクトで、微視的モデルを用いて重陽子-原子核の全断面積を計算し、その結果を関数型としてまとめた。PHITS

では、この関数型を用いて重陽子入射の全断面積を計算する機能を作成し、断面積のオプションとしてユーザーが利用できるように改良した。この断面積を用いることで、LLFPの変換率は、400MeV/u以下の入射エネルギーで、10%から30%くらい増加することが分かった。

原研では本プロジェクトで、LLFP対象核種について核データの作成を行っているが、本年度では⁷⁹Seについて、共鳴状態のデータがない領域について試作したACEフォーマットの核データについて、PHITSで実際に利用できるかをバルクのシミュレーションを行って確認した。

現在、理研での断面積測定、阪大の微視的モデルによる断面積の評価、原研での核データの作成は、それぞれ進行中であるが、これらの28年度のPHITSの改良と動作確認により、新しい実験データ、理論値、核データ等が、測定、または、作成されると即座にそれらの知見がPHITSによるバルクなシミュレーションに用いることができるようになった。

PJ2で提案されたERIT (Energy Recovery Internal Target) 加速器での重陽子ビームを用いた核変換システムについて、図1のような変換システムを仮定して、変換効率等の評価を行い、通常の陽子入射、重陽子入射の時の変換効率を比較した。

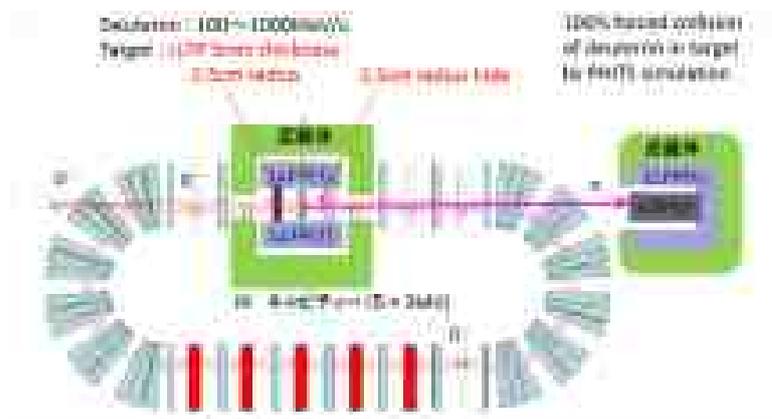


図1. ERITシステムの概念図

図2は、変換エネルギー（1個の核変換に必要なエネルギー）で、ERITと通常の陽子、重陽子入射を比較したものである。107Pdでは、ERITのメリットはないが、135Csでは、300MeV/u以下で、ERITシステムが優位であることが示された。これらの情報がプロジェクト4、5に供与された。

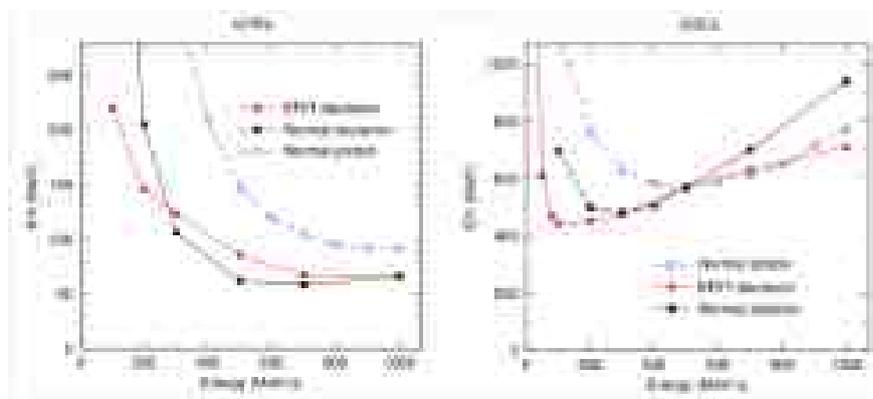


図2. 変換エネルギーの比較

2-3 新たな課題など

特に無し。

3. アウトリーチ活動報告

特に無し。