

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：

「核融合中性子のLLFPの分離・核変換への応用」

研究開発機関名：

学校法人中部大学 中部大学

研究開発責任者：

佐藤 元泰

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

課題1 : PHITS コードによる 14 MeV および 2.5 MeV 単色中性子を用いた核変換のシミュレーションの実施。核変換対象として、使用済み燃料の同位体組成比をもった 4 核種。

課題2 : ①の結果をもとにした核融合の中性子を利用した装置概念の設計。また同位体分離しない場合、偶奇分離した場合での各 LLFP 4 核種の核変換率のシミュレーションも実施する。

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

課題1に関して、PHITS を用いて LLFP 標的を球殻に配置し、中心に中性子を全方位に照射するというモデルを建てる事で検討した。14 MeV および 2.5 MeV 中性子による LLFP4 核種の核変換シミュレーションを実施し、有効半減期と中性子発生量、標的厚みの関係性を明らかにした。

課題2に関して、課題1の結果を元に偶奇分離した場合としない場合での核変換速度の検討を実施した。また LLFP への中性子の再入射抑制、中性子遮蔽、生成熱などの検討することで、要求される中性子発生量に対応した装置概念設計も実施した。

2-2 成果

① PHITS コードで計算した核変換率から求めた有効半減期と中性子発生量の関係を図1に示す。14 MeV 中性子を用いて有効半減期を 10 年程度にするには、 10^{19} 個/s の中性子発生量が必要になることが分かった。また LLFP によらずどの核種でも概ね同じ傾向を示しており、100 kg 前後の標的（殻厚として 10 cm 程度）までは有効半減期がほぼ一定となることが分かった。

② この有効半減期から核変換速度と核変換効率の見積もりを行った。中性子発生量が 10^{19} 個/s かつ対象 LLFP が偶奇分離されている場合、核変換速度は数 kg/年～20 kg/年となった。また 1 年間の核変換効率は 3～4%であった。

③ 以上の理学的な検討結果に基づき、中性子照射に対する LLFP 標的の厚みについて、核反応の競合と標的の生成熱の観点から検討した。その結果、どの LLFP でも 10 cm 以下の厚みが望ましいという結果が得られた。

④ LLFP 標的への中性子の再入射の抑制や、中性子遮蔽の方法、更に除熱冷却条件を元に、照射設備の工学設計を実施した。

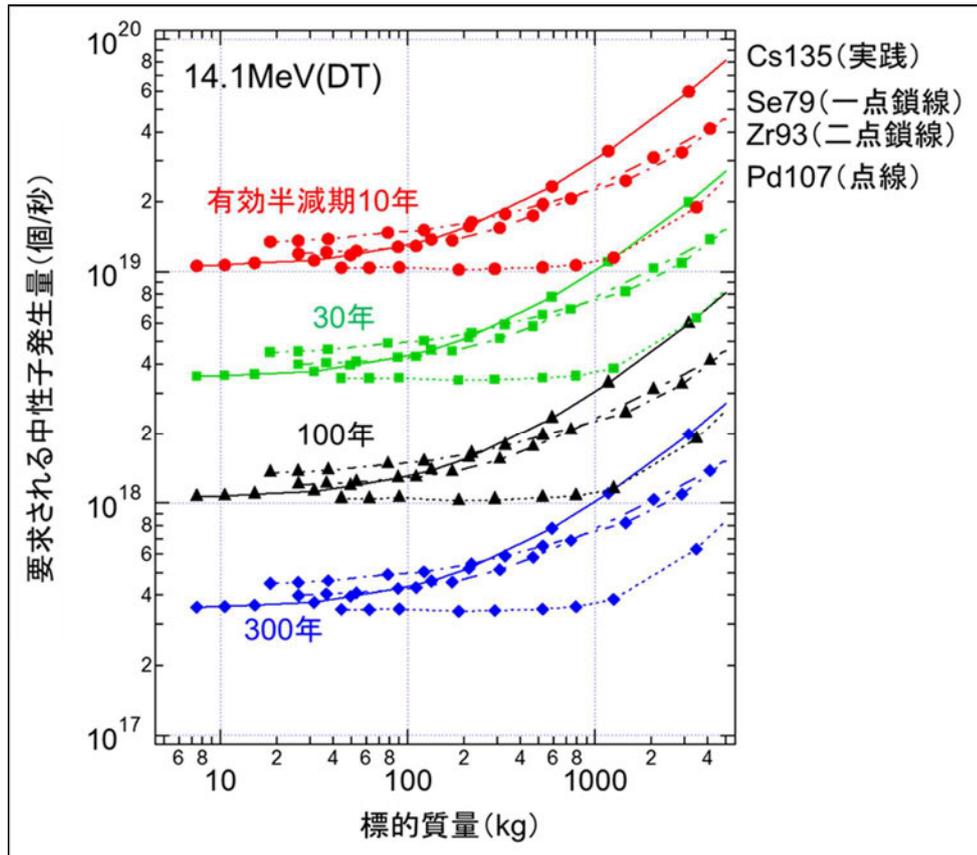


図1 LLFP 標的の質量（殻厚）に対する DT 中性子発生量と有効半減期の関係

2-3 新たな課題など

- ・装置の耐用年数を考慮すると有効半減期は10年程度に抑える必要があり、 10^{19} 個/sの中性子発生量がどうしても要求される。
- ・本年度は有効半減期を元にした検討を進めてきたが、対象核種からの核変換の寄与を擬似的にでも時間発展的に考える必要がある。本年度は球殻モデルで検討したが、より実際的な円柱モデルに移行する。
- ・中性子発生量が非常に高い実機の設計するにあたって、中性子によるLLFP内外での生成熱、磁場閉じ込めに用いるコイルへの中性子損傷を軽減するための遮蔽材など材料的な課題がある。

3. アウトリーチ活動報告

なし。