

核融合中性子による LLFP 処理

(1) 核融合中性子による LLFP 処理に関する基礎計算

LLFP Transmutation by Irradiation of Fusion Neutrons

(1) Calculations for LLFP processing by fusion neutrons

*山本 則正¹, 佐藤 元泰¹, 高野 廣久¹, 飯吉 厚夫¹

¹ 中部大学

抄録：核破砕中性子源に比べてエネルギー的に単色である核融合中性子には LLFP 処理での核の安定化までの核変換経路を制御し易いという利点がある。LLFP の核変換に必要な中性子束と照射による低減量などの計算を行った。その結果、 10^{19} 個/ m^2/s の中性子束で、4-40kg/年の低減量となることがわかった。

キーワード：核変換, 核融合中性子, LLFP

1. 緒言

放射性廃棄物には自然半減期は $10^5 \sim 10^6$ 年に及ぶ長寿命核種 (LLFP) が存在し、その処理方法についての検討が多く行われている。今回、D-D/D-T 核融合中性子による LLFP 処理に関わる核変換率の計算および低減量の計算結果を報告する。核融合中性子は、エネルギースペクトルの広い核破砕中性子に対して単色性が高いという特徴がある。特に D-T 中性子であれば 14.1 MeV と、LLFP 核種の (n,2n) 反応の閾値を越えるエネルギーがあり、(n,2n) 反応で核変換することができる。本研究では、D-T 中性子ならびに D-D 中性子 (2.45 MeV) での LLFP 核種の核変換率の計算と半減するのに要する照射時間の評価、また核変換で競合する (n,2n) 反応と中性子捕獲の反応の制御についての検討も行った。

2. 核融合中性子による LLFP 核変換率の計算方法

放射性核種の核変換率の計算は、PHITS[1]を用いた。核データは JENDL-4.0[2]が用いられている。モデル体系として、核融合中性子は全方位に放射状に放出される点から、中性子束と核変換率の関係が陽に關係付けられる球モデルを採用した。球の中心に中性子源を配置し、球の殻厚により初期の LLFP 量が変化する。また厚みによって発生する核反応の競合が変化するため、その変化も調べた。対象 LLFP は ^{79}Se 、 ^{93}Zr 、 ^{107}Pd 、 ^{135}Cs の 4 核種である。

3. 結果および結論

殻厚が薄いほど、つまり LLFP 標的厚が薄いほど (n,2n) 反応が優勢で、標的厚が厚くなると中性子捕獲反応が優勢となることがわかった。対象 4 核種に対して中性子束と半減時間 (照射時間) の関係は、LLFP 厚 0.1 m で中性子束 10^{19} 個/ m^2/s で約 10-30 年となることがわかった。また図 1 で示すように、その際の変換量は 4~40 kg 程度に相当する。当日は他の結果も合わせて報告する。(付記) 本研究の一部は、総合科学技術・イノベーション会議が主導する 革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) の一環として実施したものである。

参考文献

- [1] T. Sato, et al., J. Nucl. Sci. Technol. 55, 684-690 (2018).
- [2] K. Shibata, et al., J. Nucl. Sci. Technol. 48(1), 1-30 (2011).

*Norimasa Yamamoto¹, Motoyasu Sato¹, Hirohisa Takano¹ and Atsuo Iiyoshi¹

¹Chubu Univ.

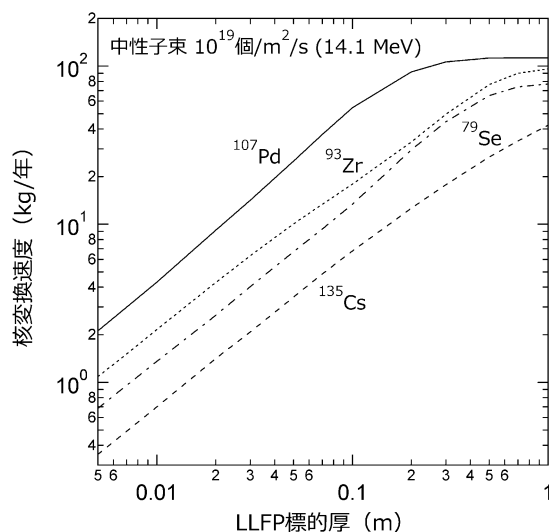


図 1 核融合中性子による LLFP の核変換の速度と標的厚の関係。