

水銀から金を生成する「原子炉錬金術」実証実験の予備解析 Preliminary analysis of "nuclear alchemy" demonstration experiment to generate gold from mercury

※仲村 宗真¹, Liem Peng Hong^{1,2}, 高木 直行¹

1 東京都市大学, 2 株式会社ナイス

水銀を金へ変換する「原子炉錬金術」実証実験を計画している。実験に先立ち、モンテカルロ計算コード MVP を用いて水銀装荷による反応度影響や金生成量の評価を行った。

キーワード：金, 水銀, 錬金術, 核変換, 研究炉

1. はじめに

多くの原子核は中性子捕獲反応とそれともなう崩壊により、 $Z\pm 1$ 、 $A+1$ の原子核に変換される。このプロセスを意図的に制御することで、豊富に存在する元素から希少な元素を生成できる可能性がある。これを「原子炉錬金術」と称している。

2. 解析の条件と方法

本研究では、インドネシア原子力庁(BATAN)が所有する出力 30 MW の研究炉 RSG-GAS (Reaktor Serba Guna G.A. Siwabessy) の利用を想定した。RSG-GAS の炉心-反射体構成を図 1 に示す^[1]。水銀ターゲット容器の装荷位置は中央に近い IP-d と仮定した。図内の数字は各燃料要素の燃焼度クラス (炉内滞在サイクル数) を示している。

水銀容器は、安全上の観点から直接炉心へ装荷するのではなく、炉心上部から内部へ続く案内管内に装荷することとした。水銀容器のサイズは直径 7.01cm、長さは 10~60cm の範囲で 10cm 刻みの 6 種類とし、容器の上端、中央、下端がそれぞれ炉心の上部、中央、下部と接するよう軸方向装荷位置を変化させた。

解析にはモンテカルロ計算コード MVP2.0 を使用し、核データライブラリには JENDL-4.0 を用いて、水銀容器長さ(∞水銀装荷量)、軸方向装荷位置をパラメータとして反応度影響及び金の生成量を評価した。

3. 結果

解析対象炉心は、制御棒が炉心上部から 30cm 挿入され軸方向中性子束分布が歪んでいるため、水銀装荷の反応度影響は、「上部」で小さく「中央」と「下部」では同等の値を示した (図 2)。

照射物装荷時に許容される反応度影響は、照射期間に依存し、a) 1 サイクル(50 日)照射の場合 0.5%dk/k 以下、b) 1 年以上照射の場合 1 本の制御棒価値(約 1.63%)^[1]以下、とされている。本実験では 1 年以上の装荷を想定しているため、検討した最大量 (容器長さ 60cm、水銀量 31.2kg) の装荷可能であることが確認された。

参考文献

[1] Liem Peng Hong, et al., Nuclear Engineering and Design 240 (2010) 1433-1442

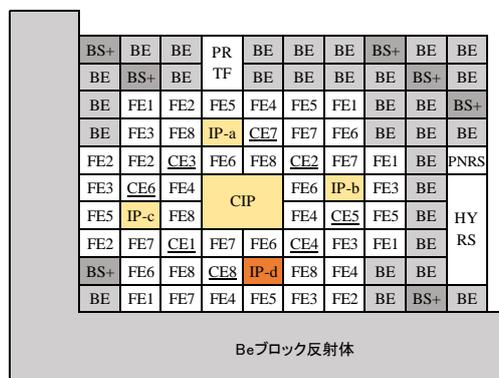


図 1 炉心-反射体構成

FE: 燃料要素 BE: Be 反射体要素
CE: 制御要素 BS+: 穴付き Be 反射体要素
IP: 照射位置 PNRs: 空気圧システム
CIP: 中央照射位置 HYRS: 水圧システム

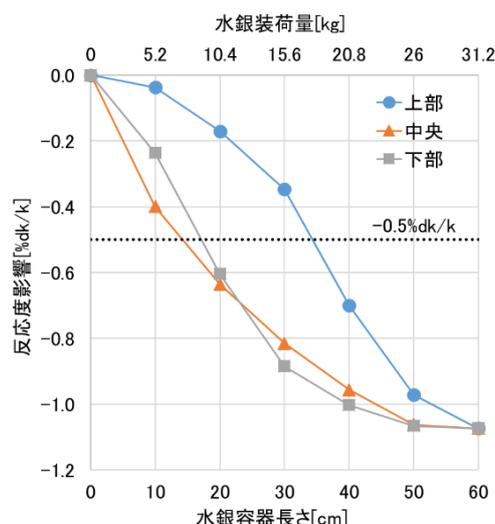


図 2 水銀装荷による反応度影響

* Soma Nakamura¹, Liem Peng Hong^{1,2}, Naoyuki Takaki¹

¹ Tokyo City University, ² Nippon Advanced Information Service