

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-(2) 水銀ターゲット仕様の最適化

Preliminary Analysis of "Nuclear Alchemy" Demonstration Experiment to Generate Gold from Mercury-(2)

Optimization of Mercury Target Specifications

* 仲村 宗真¹, 高木 直行¹, リン ペン ホン^{1,2}

¹ 東京都市大学, ² ナイス

水銀を金へ変換する「原子炉錬金術」実証実験を検討している。水銀装荷量を抑え変換効率を向上させる最適な水銀ターゲット仕様を検討した。

キーワード: 原子炉錬金術, 水銀ターゲット, 高効率核変換

1. 緒言

本研究では、水銀同位体 ^{196}Hg を金 ^{197}Au へ変換する実証実験に備え、研究炉に装荷する水銀の金生成量と変換効率を最大化させる水銀ターゲット仕様の最適化検討と水銀の放射化量評価を行った。

2. 解析条件と方法

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)を用いた照射実験を想定した。RSG-GAS の燃料-反射体構成^[1]を図 1 に示す。水銀ターゲット容器の装荷位置は、中央照射位置(CIP)から 1 燃料要素を挟んだ IP-d とした。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。

水銀ターゲットは、減速材として機能する円柱状のポリエチレン容器を母材とし、内径 0.1~0.2cm の試験管形状石英ガラス(厚み 1mm)を三角格子配列にて複数本配置する構成とした。この水銀ターゲットを炉上部から炉内へ続く案内管内に装荷し、実際の運転出力である 15MWt で 1 サイクル(50 日間)照射した際の Au-197 生成量、Hg-196 変換率、反応度影響そして放射化量を評価した。ここで、ポリエチレン容器内の水銀入り石英ガラス装荷本数、水銀柱の直径や高さをパラメーターとした。解析はモンテカルロ計算コード MVP2.0 及び ORIGEN2 使用し、核データライブラリーには JENDL-4.0 を使用した。

3. 結果

水銀柱(高さ 10cm、ピッチ 1.5cm)の装荷本数を 1, 7, 13, 19 本と変化させた場合の評価結果を図 2 に示す。水銀本数を 6 本増加させるごとに変換率は約 4%減少すること、直径を 0.2cm から 0.1cm に細くすることで自己遮蔽効果が弱まり、Au-197 を生成する Hg-196 の変換率が 2 倍程度になることが分かった。今後更なる水銀ターゲット仕様の最適化を進めていく。水銀の放射化量評価からは、1 ヶ月程度の冷却期間後の主な放射化生成物は Hg-203(半減期 47 日)であり、その放射能は 9.1e9 Bq/gram-Hg 程度となる結果を得た。

参考文献

[1] Liem Peng Hong, Tagor Malem Sembiringb, Design of transition cores of RSG GAS (MPR-30) with higher loading silicide fuel, Nuclear Engineering and Design 240 (2010) 1433–1442

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

1.Tokyo City Univ, 2.NAIS.

BS+	BE	BE	PR	BE	BE	BE	BS+	BE	BE
BE	BS+	BE	TF	BE	BE	BE	BE	BS+	BE
BE	FE1	FE2	FE5	FE4	FE5	FE1	BE	BE	BS+
BE	FE3	FE8	IP-a	CE7	FE7	FE6	BE	BE	BE
FE2	FE2	CE3	FE6	FE8	CE2	FE7	FE1	BE	PNRS
FE3	CE6	FE4	CIP		FE6	IP-b	FE3	BE	
FE5	IP-c	FE8			FE4	CE5	FE5	BE	HY
FE2	FE7	CE1	FE7	FE6	CE4	FE3	FE1	BE	RS
BS+	FE6	FE8	CE8	IP-d	FE8	FE4	BE	BE	
BE	FE1	FE7	FE4	FE5	FE3	FE2	BE	BS+	BE

FE:燃料要素

CE:制御要素

IP:照射位置

CIP:中央照射位置

BE:反射体

BS+:穴付き Be 反射体

PNRS:空気圧システム

HYRS:水圧システム

図 1 燃料-反射体構成

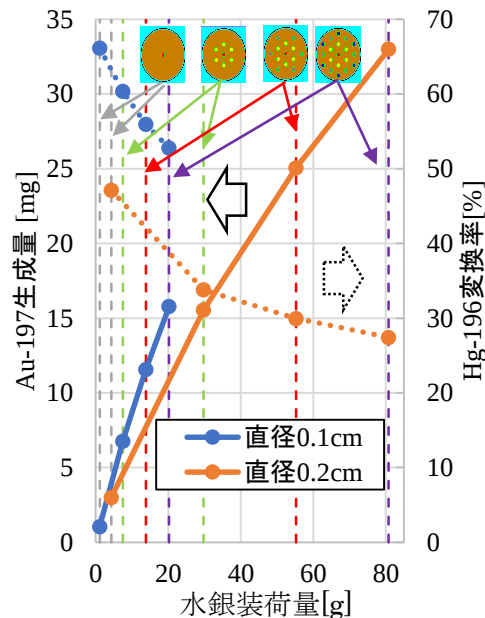


図 2 金生成量と Hg-196 変換率