

高エネルギー中性子照射による低比放射能レニウム創成に関する研究

- レニウム比放射能低減に関する検討 -

Rhenium Production from Tungsten by Irradiating Fast Neutrons

- Study on Reducing Specific Radioactivity of Rhenium -

*横山 次男¹、小澤 正基²

¹東芝テクニカルサービスインターナショナル(株)、²東京工業大学

3次元連続エネルギーモンテカルロコード MVP による詳細モデルを使用し、高速炉照射によりタングステン核変換により生成されるレニウム同位体を評価した結果、照射位置の中性子スペクトルの調整と生成レニウム分離の工夫により、最終的に得られるレニウムの比放射能は天然レニウムの約 1/30 にできることが分かった。

キーワード：核変換、タングステン、レニウム、高速炉、比放射能、減速材、中性子スペクトル

1. 緒言

高速中性子を利用した核変換により、タングステン(W) から、地殻最希少元素のレニウム(Re) の大量生産が可能である^[1]。本報告では、減速材と吸収材の利用により天然レニウムよりも大幅に比放射能が小さい同位体比のレニウムを生産する方策について報告する。

2. システム概念及び核変換率検討結果

最初に、W 周囲に減速材を配置した予備照射後、レニウムを化学分離して W の同位体組成を変化させる。次にこの W の周囲に吸収材を配置して本照射し、低比放射能 Re を製造する。実験炉クラスの照射用炉心（原子炉熱出力 100MWt、炉心等価直径 1.0m、炉心高さ 0.55m）の炉心中心位置に、リング状の水素化ジルコニウム（予備照射）又は濃縮 B₄C（本照射）を配置した場合の W 核変換による Re 同位体生成量を評価した。解析に用いた 3次元連続エネルギーモンテカルロコード MVP^[2]における炉心配置及び中性子減速効果を考慮して選定したピン及び照射用集合体配置例を図 1 に、照射ピン内同位体組成変化を図 2 に示す。また、本照射スキームによる Re 比放射能の変化を表 1 に示す。

3. 結論

照射位置の中性子スペクトル変化により、予備照射で W-186 比率を低減することで、本照射ではレニウム中の Re-187 の同位体比率は約 2%となり、天然レニウムの約 1/30 となった。このレニウムを照射したときに生成される短寿命核種である Re-186 の放射能は 1.5×10^{13} Bq/g であり、一般に医療で用いられる 1 回当たり放射エネルギーに比べ 3 桁以上大きく、一方、Re-187 による長期残留放射能は小さくできることから、タングステン照射

による医療用レニウムの製造は有望であると考えられる。

^[1]原子力学会 2017 秋の大会 3H02

「高速炉におけるタングステン核変換によるレニウム創成に関する研究」

^[2] Y.Nagaya, T.Mori, K.Okumura and

M.Nakagawa, "MVP/GMVP II: General Purpose Monte

Carlo Codes for Neutron and Photon Transport Calculations based on Continuous Energy and Multigroup Methods," JAERI 1348 (2005).

*Tsugio Yokoyama¹, Masaki Ozawa²

¹Toshiba Technical Services International Corp., ²Tokyo Institute of Technology

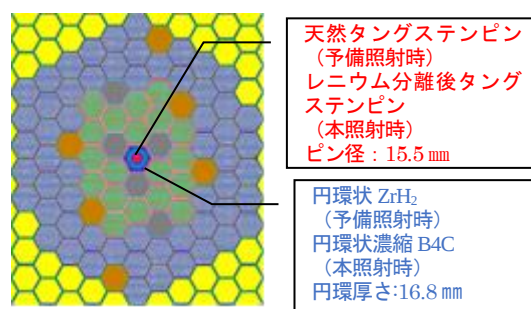


図 1 照射炉心配置

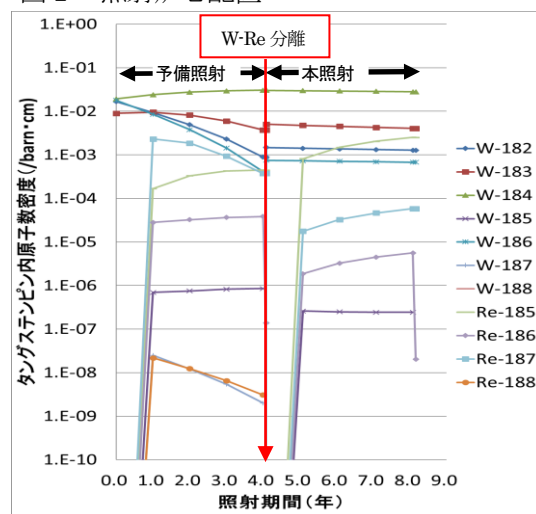


図 2 照射ピン組成変化

表 1 Re 組成及び比放射能変化

核種	同位体組成比					比放射能 (Bq/g)			
	天然Re	予備照射後	本照射後	本照射1月後	半減期	天然Re	予備照射後	本照射後	本照射1月後
Re-185	0.374	0.520	0.975	0.977	-	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Re-186	0.000	0.045	0.002	0.000	3.718 d	0.00E+00	3.13E+14	1.52E+13	0.00E+00
Re-187	0.626	0.435	0.023	0.023	4.3×10^{10} y	1.02E+03	7.12E+02	3.69E+01	3.69E+01
Re-188	0.000	3.58E-06	8.54E-09	0.000	16.94h	0.00E+00	1.30E+11	3.11E+08	0.00E+00
合計	1.000	1.000	1.000	1.000	-	1.02E+03	3.13E+14	1.52E+13	3.69E+01