

柔軟性の高い MA 回収・核変換技術の開発

(5) 乾式再処理における廃棄物処理のための希土類元素電解回収に関する基礎検討

Development of highly flexible technology for recovery and transmutation of minor actinide

(5) Fundamental studies on electrochemical recovery of rare earth elements

for waste treatment in the pyrometallurgical reprocessing

*飯塚 政利¹, 村上 毅¹, 野平 俊之²

¹電力中央研究所, ²京都大学

乾式再処理における使用済塩化物からの FP 元素回収技術の開発を目的として、723 K の熔融塩化物中において液体 Ga 中溶解度を超える量の希土類元素 (Ce, Nd) を回収する際の析出挙動を調べた。

キーワード: 金属燃料高速炉、乾式再処理、MA 核変換、廃棄物処理、電解回収、液体電極

1. 背景と目的

高速炉燃料サイクルに金属燃料—乾式再処理技術を取り込むことにより、幅広い高速炉導入/Pu 需給シナリオに柔軟に対応しつつ、廃棄物有害度低減効果を最大化する MA 回収・核変換システムを構築するための研究開発を進めている。乾式再処理における使用済塩化物処理に関しては、液体 Ga 金属中に FP 元素を回収し酸化物に転換してガラス中に含有させることによる高レベル廃棄物固化体発生量の抑制、およびヨウ素の分離回収を狙っている。本研究では、工学規模液体 Ga 電極の設計および運転条件の設定に向けて、液体 Ga 中への溶解度を超える量の希土類元素 (Ce, Nd) を回収する際の析出挙動の把握を目的とした。

2. 試験方法

共融組成の LiCl-KCl (58.8 : 41.2 in mol%) に CeCl_3 、 NdCl_3 を加えた 723 K の熔融塩化物中で電気化学測定および液体 Ga 電極を用いて電位あるいは電流値をパラメータとする電解試験を実施した。使用した塩化物量は 100~170 g 程度、Ga 電極は内径 9 mm のアルミナるつぼに 1~4 g 程度の Ga 金属を装荷して直径 1 mm の Ta 線でリードを取ったものである。

3. 結果と考察

Ce、Nd のいずれも液体 Ga 電極表面に Ga との金属間化合物からなる固相膜を形成することがわかった (図 1)。電解中の電流/電位変化はこれらの固相が Ce、Nd 回収量が Ga 中飽和量に達する前に生成し始めたことを示唆しており、電解による析出速度に対し

て液体 Ga 電極表面からバルクへの拡散速度が低いことが推察された。Ce、Nd 共存系における試験でも Ga 電極表面に同様の固相膜が生成した。予測に反して、ほぼ一定の通電量に対して電解電流密度が高いほど固相膜形成厚さは小さく、Ga バルク中に回収される希土類量割合は高くなる傾向が見られた (図 2)。液体 Ga 相中および固相膜中における Nd/Ce 間の分離係数は、低電流密度においては過去の分配平衡測定の結果^[1]と概ね一致したが、高電流密度では熔融塩中におけるこれらの元素濃度比に近づく傾向を示し、分配挙動が電解条件に依存することが推測された。

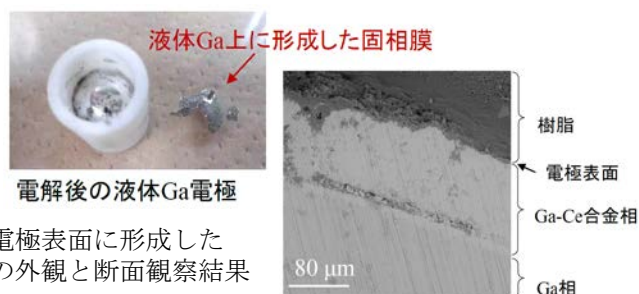


図1 液体Ga電極表面に形成した固相膜の外観と断面観察結果

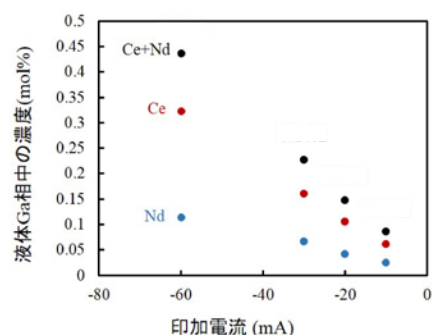


図2 液体Gaバルク中に回収されたCeおよびNd濃度と電解電流との関係

[1] T. Murakami et al., *J. Nucl. Radiochem. Sci.*, 16, 5-10 (2016).

※本研究は文部科学省原子力システム研究開発事業「柔軟性の高い MA 回収・核変換技術の開発」の成果である。

*Masatoshi Iizuka¹, Tsuyoshi Murakami¹, Toshiyuki Nohira²

¹Central Research Institute of Electric Power Industry, ²Kyoto University.