塩化物溶融塩高速炉のフィージビリティー研究（II）
（6）再処理プロセスに関わる電気化学的物性の測定

Feasibility Study of Integral Molten Chloride Salt Fast Reactor (II)

(6) Electrochemical property measurements for reprocessing of molten chloride salt fuel

*村上　毅[1]，魚住　浩一[1]，小山　正史[1]

[1]電中研

塩化物溶融塩燃料の乾式再処理で利用する種々の化学・電気化学反応を詳細に評価するために必要な基礎電気化学的物性として、溶融 $NaCl\text{-}CaCl_2$ が溶媒として安定な電位領域、及び溶融 $NaCl\text{-}CaCl_2$ 中で液体 Bi を抽出媒体として使用できる電位領域を明らかにした。

キーワード：塩化物溶融塩燃料、再処理、$NaCl\text{-}CaCl_2$

1. 緒言

塩化物溶融塩燃料($NaCl\text{-}CaCl_2\text{-}UCl_3\text{-}UCl_4\text{-}PuCl_3$)の乾式再処理は、主工程であるアクチニドの液体金属(液体 Bi 等)中への還元抽出に加えて、還元剤及び塩素の電気化学的回収工程、核分裂生成物の安定固化工程等からなる[1]。溶融 $NaCl\text{-}CaCl_2$ が溶媒として安定な電位領域や、その溶融 $NaCl\text{-}CaCl_2$ 中で液体 Bi を抽出媒体として使用できる電位領域は、上記工程で利用する化学・電気化学反応を詳細に評価する際の基礎データとして必要である。本研究では、このような電位領域を明らかにするための電気化学測定を実施した。

2. 実験

Ar 雰囲気のグローブボックス内において、アルミナ坩堝(内径 56 mm)に装荷した溶融 48mol%NaCl-52mol%$CaCl_2$ (823 K)中で各種電気化学測定を実施した。作用極に W 線電極、グラッシーカーボン(GC)電極又は液体 Bi 電極(Bi 金属を小アルミナ坩堝(内径 9 mm)に装荷し Ta 線をリードとした構造)を用いた。対極に GC 電極又は Ta 線電極を、参照極に銀塩化銀参照極を用いた。

3. 結果

図(a)は W 線電極のサイクリックボルタモグラム(CV)である。W は Na や Ca と合金を形成しないことから、-2.23 V (vs. Ag/AgCl)付近からの還元電流増加は Na 金属、Ca 金属又は Na-Ca 合金の析出($M^{n+} + ne^- \rightarrow M$ (M: Na and/or Ca) [1 式])に起因する。図(b)に見られる 1.28 V 付近から増加する酸化電流は GC 電極上での塩素ガス発生($Cl^- \rightarrow 1/2Cl_2 + e^-$ [2 式])による。図(c)は液体 Bi 電極を用いた CV であり、0.05 V 付近から液体 Bi の溶出($Bi \rightarrow Bi^{3+} + 3e^-$ [3 式])に起因すると考えられる酸化電流の立ち上がりが観測された。また、-1.00 V 付近から観測された還元電流の増加は、液体 Bi 中への Na 及び Ca の同時析出($M^{n+} + ne^- \rightarrow M_{\text{in Bi}}$ (M: Na and Ca) [4 式])に起因する。これは-15.7 $mAcm^{-2}$ での定電流電解(3000 秒間)を実施し、電解後に回収した液体 Bi 中の Na 及び Ca の定量分析結果(Bi 中 Na/Ca モル比=2.4、電流効率=92 %)から確認された。以上より、1 式及び 2 式の反応が始まる電位間(図中(A))が、溶融 $NaCl\text{-}CaCl_2$ が溶媒として安定な電位領域であると確認された。また、3 式及び 4 式の反応が始まる電位間(図中(B))で液体 Bi を抽出媒体として安定に使用できることが分かった。

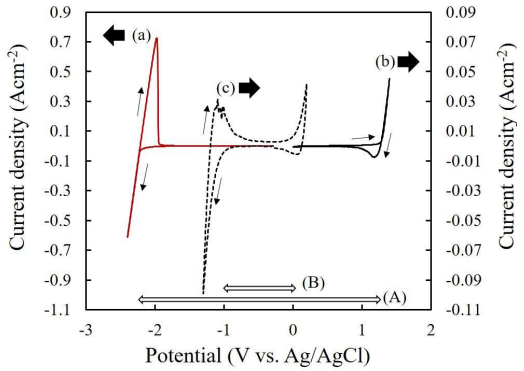

図　溶融 $NaCl\text{-}CaCl_2$ (823 K)中における(a)W 線電極、(b)GC 電極及び(c)液体 Bi 電極の CV

本研究は、経済産業省令和 3 年度「社会的要請に応える革新的原子力技術開発支援事業」の一環として、日本原子力研究開発機構から委託を受けて実施したものである。

参考文献　[1] 山脇道夫ら、日本原子力学会誌 ATOMOΣ、63 (2021) 791.

*Tsuyoshi Murakami[1], Koichi Uozumi[1] and Tadafumi Koyama[1]　[1]CRIEPI