

プログラム名：核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化

PM名：藤田玲子

プロジェクト名：分離回収技術開発

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 29 年度

研究開発課題名：

「イオン液体を用いた

長寿命核分裂生成物（LLFP）分離回収技術の開発」

研究開発機関名：

慶應義塾大学

研究開発責任者

片山 靖

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

本研究開発課題は、高レベル放射性廃棄物中に含まれる長寿命核分裂生成物である Pd, Cs, Se および Zr をイオン液体 (1-butyl-1-methylpyrrolidinium bis(trifluoromethylsulfonyl)amide, BMPTFSA) を用いた電気化学的手法によって高純度の金属 (またはナノ粒子) として分離・回収する技術を開発することを目的とする。当該年度の具体的な検討事項および目標は以下の通りである。

1-4. 前処理工程の検討

模擬廃液中の Pd, Cs, Se および Zr の 90%以上をイオン液体または水に可溶性化学形態に転換することを旨す。

2-1. Pd および Zr の電気化学反応の解明

塩化物イオンを含むイオン液体中における $ZrCl_4$ の電極反応を明らかにすることを旨す。また、Pd および Zr の電気化学的な分離条件を検討することを旨す。

2-2. Cs の電気化学的分離回収

イオン液体中における Sn 電極上における Cs イオンの電極反応を明らかにし、溶解した Cs イオンの 90%以上を Cs-Sn 合金として回収することを旨す。

2-3. 金属ナノ粒子の生成および回収技術の開発

Pd および Zr の電析による金属ナノ粒子の生成を確認し、凝集条件を明らかにするとともに、溶解した各元素の 80%以上を 90%以上の純度の金属ナノ粒子または金属として回収することを旨す。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

各研究開発項目毎の進捗状況は以下の通りである。

1-4. 前処理工程の検討

加熱脱硝により乾固した模擬廃液から、Cs については 67%を CsTFSA, Pd については 99%を PdO に転換できた。Se は 74%が水溶性成分として溶解し、Zr は 99%以上が不溶性成分に残存することがわかった。

2-1. Pd および Zr の電気化学反応の解明

$ZrCl_4$ は 0.5 M BMPTFSA に溶解し、定電位陰極還元によって Zr を含む析出物が得られることがわかったが、析出物の同定には至らなかった。PdO は塩素化剤を加えることでイオン液体に溶解し、定電位陰極還元によって溶解した Pd の 56%を金属として電析できることを確認した。このときの電流効率は塩素化剤の還元などの副反応のため 63%であった。

2-2. Cs の電気化学的分離回収

CsTFSA を溶解した BMPTFSA 中において Sn 電極上で定電位陰極還元を行うことによって Cs-Sn 合金が生成することを確認した。模擬廃液からの回収試験では共存する Na および Rb などによって Cs の回収は確認できなかった。

2-3. 金属ナノ粒子の生成および回収技術の開発

Zr についてはナノ粒子の生成を確認できなかった。Pd ナノ粒子を高効率で回収することは困難であるが、Pd 金属としては電解液中の 83%を 94%の電流効率で電極上に回収できることを確認した。

2-2 成果

各研究開発項目毎の目標、成果および達成率は以下の通りである。

1-4. 前処理工程の検討

目標	模擬廃液中のPd, Cs, SeおよびZrの90%以上をイオン液体または水に可溶性化学形態に転換することを目指す。	達成率
成果	Csは67%, Pdは99%, Seは74%をイオン液体または水に可溶性化学形態に転換できた。	60%

2-1. Pd および Zr の電気化学反応の解明

目標	塩化物イオンを含むイオン液体中におけるZrCl ₄ の電極反応を明らかにすることを目指す。また、PdおよびZrの電気化学的な分離条件を検討することを目指す。	達成率
成果	ZrCl ₄ の電極反応を明らかにすることはできなかった。Pdについては塩素化剤共存下での電極反応を明らかにした。	50%

2-2. Cs の電気化学的分離回収

目標	イオン液体中におけるSn電極上におけるCsイオンの電極反応を明らかにし、溶解したCsイオンの90%以上をCs-Sn合金として回収することを目指す。	達成率
成果	イオン液体中におけるCs-Sn合金の生成を確認したが、回収率を検討することはできなかった。	80%

2-3. 金属ナノ粒子の生成および回収技術の開発

目標	PdおよびZrの電析による金属ナノ粒子の生成を確認し、凝集条件を明らかにするとともに、溶解した各元素の80%以上を90%以上の純度の金属ナノ粒子または金属として回収することを目指す。	達成率
成果	PdOを塩素化剤を用いてイオン液体に溶解できることを明らかにし、定電位陰極還元によって溶解した56%のPdを電流効率63%で回収できることを確認した。	30%

2-3 新たな課題など

前処理工程においてCsの回収率を改善するためには、無機イオン交換体によるCsイオンの吸脱着条件の最適化が必要である。また、イオン液体中におけるNaおよびRbとSnとの電気化学的合金化反応について検討する必要がある。乾固した模擬廃液からのPdの回収については、塩素化剤の添加量を調整することで塩素化剤の副反応を抑制し、電流効率の改善が期待できる。

3. アウトリーチ活動報告

特になし。