



- 高速増殖炉サイクルの研究開発 - 高速増殖炉燃料再処理技術の研究開発

1. 再処理プロセスの開発

1.1 湿式法

湿式法については、経済性等の高速炉燃料サイクル実用化の要件に応えるため、湿式再処理工程の合理化やマイナーアクチニド(MA)回収技術、FP分離技術に関する研究開発を実施している。

(1) 簡素化再処理技術開発

現行の再処理技術を見直し、実用化を念頭に、経済性等に優れた先進的な再処理プロセスとするため、溶解・抽出技術に関する効率化及び簡素化に係る要素技術や晶析技術に関する要素技術の開発を進めている。

Uの晶析は、U溶解度の温度依存性を利用した沈殿分離法であり、新たな化学薬品の添加を必要としない分離プロセスである。高レベル放射性物質研究施設(CPF)では、高濃度溶解液から温度差を利用してUやPuを分離する晶析技術開発の一環として、2004年11月にはPu富化度とU+Pu濃度をパラメータとして、使用済燃料を用いた試験を実施した。その結果、主要なFPの除染挙動等について把握できた。

(2) マイナーアクチニド等の湿式分離研究

MA回収技術開発の一環として、2003年に実施した使用済燃料溶解液の抽出試験により回収した高レベル放射性廃液を使用し、アメリカシウム(Am)等をCMPO溶媒(TRU抽出プロセスに用いられる溶媒)を用いて分離するSETFICS試験(溶媒抽出法ベースのMA回収プロセス試験(図1参照))のデータ解析を行った。その結果、プロセス物量を1/2以下に大幅削減したフローシートにおいてAm、Cmの損失は小さく99%以上の回収できることを確認できた。ただし、一部核種の除染係数が従来の試験より低下しており、若干のプロセス条件(酸濃度、段数等)の修正の必要性がある。

(3) 超臨界直接抽出試験(代替技術)

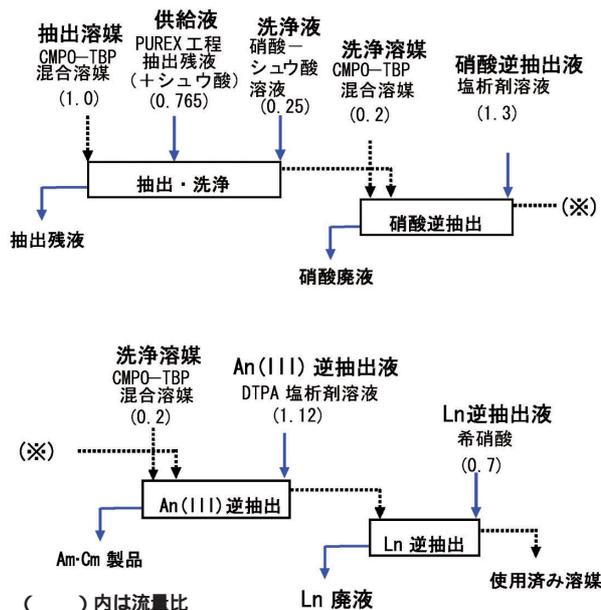


図1 SETFICSフローシートの例

経済産業省公募研究の一環として、湿式法の代替技術候補である超臨界直接抽出の試験研究を進めている。

超臨界直接抽出技術は、硝酸を抽出したTBP溶媒を超臨界二酸化炭素にて希釈し、使用済燃料粉と接触させてウランとプルトニウムを選択的に回収するという代替技術である。

CPFで実施した未照射MOX燃料を用いた超臨界直接抽出試験結果の評価解析を行い、U、Puの直接抽出が可能であることを確認した。

1.2 乾式法

現行の再処理法と比較し、経済性に優れることが期待されている乾式法の技術開発を進めている。

乾式再処理プルトニウム試験に関する(財)電力中央研究所との共同研究については、試験サンプルの分析を行い、核物質の計量管理を行った。ま

た、次年度の共同研究計画案の策定作業を行った。

酸化物電解法については、応用試験棟に設置した溶融塩電解試験装置を用いて、希土類元素が共存する系での UO_2 電解試験を実施した。

また、RIAR（ロシア原子炉科学研究所）に委託して実施したウラン・プルトニウムを用いた基礎試験の報告会を行った。

分析技術開発については、溶融塩（NaCl CsCl 塩、温度約650℃）中で各種元素が混在する条件（Sm, Nd, Pd及びRhの共存）での吸光度測定試験を継続した（写真2参照）。

2. 機器・材料開発

2.1 前処理工程機器開発

使用済燃料の機械式脱被覆技術開発として、燃料純度を低下させる原因である破砕片中のラッピングワイヤーを分離・回収する分級搬送装置（図2参照）を用いたコールド試験を実施し、基本性能を確認した。また、燃料ピンを細粒化処理して磁化率を上げ、磁気分離性能を向上することを目的としたコールド基礎試験を実施し、燃料回収率及び燃料純度に関する基礎データを取得した。

また、磁気分離後の金属片（ハル）中に残留する微量の核物質の回収方法として、るつぼ冷却浮揚溶融装置（CCLM技術）によるハルと燃料成分（酸化物）の分離を検討している。今回は、CCLM炉内に残留する酸化物の回収性能の確認試験を実施した（図3参照）。その結果、CCLM炉の出力制御や回収用治具の利用により約94%の回収率を得た。

2.2 分離工程機器開発

乾式再処理機器開発としては、高処理能力及び耐久性向上の観点から、るつぼ冷却式高周波誘導



写真2 可視紫外吸光度測定試験装置

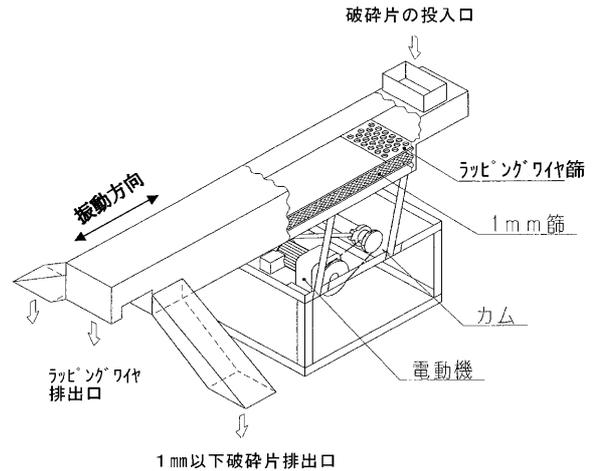


図2 分級搬送装置の概念

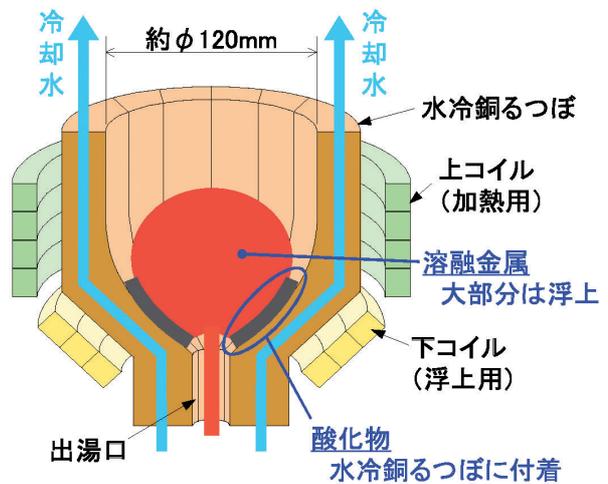


図3 CCLM型ハル溶融分離装置の概念

加熱（CCIM技術）並びに形状管理による臨界管理方式を採用した商業規模溶融塩電解槽について、これまでに得られた知見を基に、装置構造及び基本性能に関する概念設計を実施した（図4参照）。

塩蒸留装置の開発では、装置構造及び運転条件の設計情報として、析出物の装荷高さをパラメータとした長時間蒸留時における塩蒸留挙動等の基礎データを取得した（図5参照）。また、これらの知見を基に高処理能力の観点から形状管理による臨界管理方式を採用した商業規模塩蒸留装置の構造及び基本性能に関する概念設計を実施した。

湿式再処理機器開発では、工学規模遠心抽出器の耐久性評価の一環として、駆動部の安定性を改善したロータによる遠心抽出器の耐久試験を実施中である。

晶析装置開発としては、晶析時の冷却伝熱面に

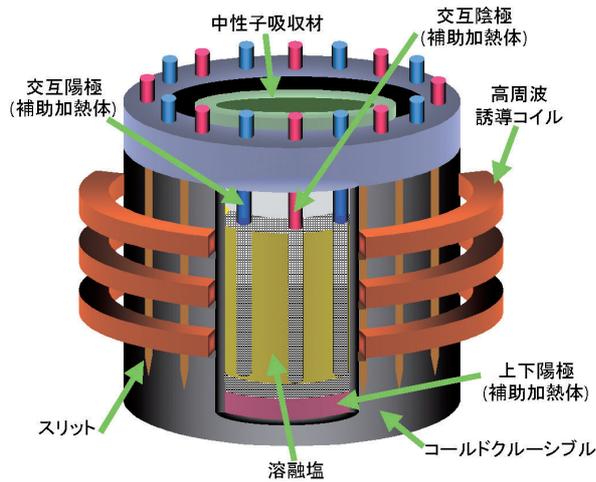


図4 形状管理型溶融塩電解槽の概念構造

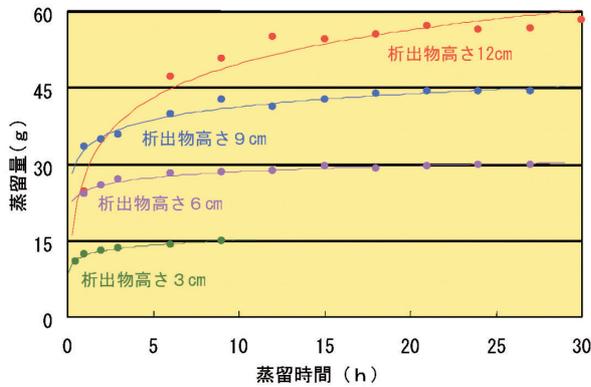


図5 長時間蒸留時における塩蒸留挙動

おけるスケール成長や結晶付着による冷却効率への影響を評価するため、スケール掻き取り機能を持った小型攪拌型晶析装置を用いて、ウラン溶液の晶析基礎試験を実施した。写真3に試験装置の概略及び容器内の結晶生成状況を示す。試験では

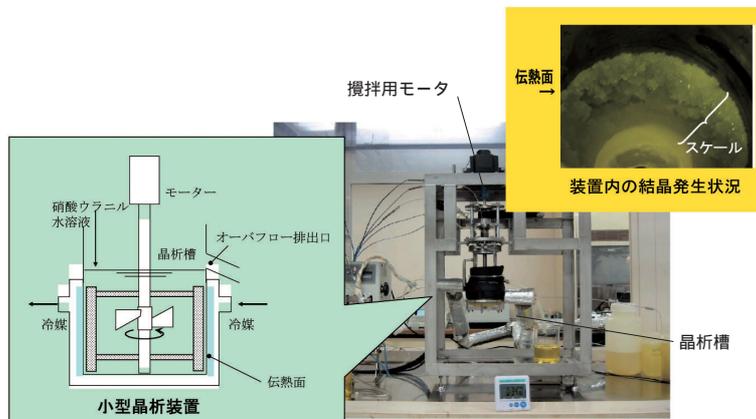


写真3 小型晶析装置及び結晶付着状況

攪拌速度、冷却温度、掻き取り速度等をパラメータとして晶析試験を行い、掻き取り及び攪拌によりスケール形成及び結晶付着が抑制されることを確認した。

2.3 材料技術開発

乾式再処理用装置材料の高耐食化を図る目的で、封孔処理方法を改善したセラミックコーティング膜の腐食試験を高濃度塩素・酸素雰囲気中の溶融塩及び気相環境下で実施し、試験後におけるコーティング膜の健全性を評価した。その結果、膜の健全性に関しては、溶融塩中の浸漬環境で良好であったが、気相環境では温度の影響を大きく受けることが分かった(写真4参照)。

3. 関連施設の設計・建設

3.1 リサイクル機器試験施設 (RETF) の計画

今後の利用計画についての検討を進めている。

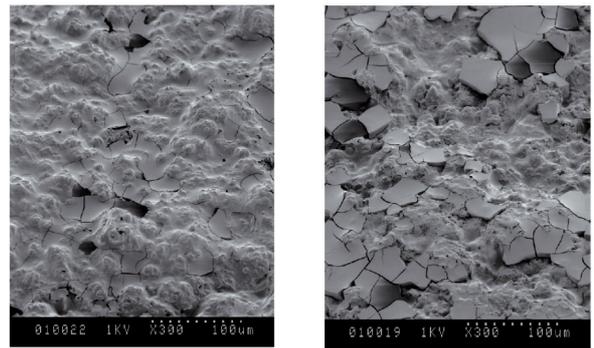


写真4 気相環境における試験後の表面観察結果 (基材:ハステロイ, 溶射膜:安定化ジルコニア, 封孔膜:低粘性シリカ)

(東海:環境保全・研究開発センター)