

## 4. 金属燃料・乾式リサイクル技術

# 電解還元法を適用した酸化燃料の乾式再処理に関する技術開発

### 背景

乾式再処理技術を軽水炉燃料に適用し、ウランやプルトニウムを金属で回収して金属燃料高速炉に供給するために、電解還元法を適用したプロセスを開発している。図1に、①前処理、②電解還元、③電解精製から成るプロセスフローを示した。

### 目的

本技術の実用化に向けて、電解還元における実用的な電極の開発と元素挙動の解明を行い、さらに、前処理から電解還元を経て電解精製に至るプロセス全体の成立性を実証する。

### 主な成果

#### 1. 再処理プロセス連続試験

ウランを約 100g/バッチで用いた「前処理⇒電解還元⇒電解精製」の連続試験により、 $UO_2$  から金属ウランを高い物質収支で精製・回収できる見通しが得られた。

- (1) 前処理試験：軽水炉燃料相当の  $UO_2$  ペレットを  $U_3O_8$  粉末に転換した後(熱脱被覆を想定)、プレス成型して14%- $H_2$  気流中1700°Cで焼結することで、気孔率の大きい(電解還元に適した)  $UO_2$  焼結体を作製した。本処理により、後工程で微粉末の取扱いを回避できる利点は大きい。
- (2) 電解還元試験：650°Cの熔融  $LiCl-Li_2O$  中で、 $UO_2$  焼結体104gを陰極に装荷し、電解を9.3時間行った(図2)。電解後のウランは、ほぼ完全な金属であり、目標の10時間以内に再現性良く還元が完了したと評価できる。電流効率は62%であった。
- (3) 電解精製試験：500°Cの熔融  $LiCl-KCl-UCl_3$  中で、還元生成物86gを陽極バスケットに装荷し、ステンレス棒の陰極との間で電解を7.6時間行った(図3)。電解後の陰極では樹枝状の金属ウランが回収された。陽極バスケット内の金属ウラン残留量は3%で、実プロセスでは還元生成物を注ぎ足して行けば、効率的に電解精製を行うことができる。電流効率は88%であった。

#### 2. 電解還元における核分裂生成物(FP)挙動の把握

熔融  $LiCl$  中にアルカリ金属やアルカリ土類金属の塩化物を添加し、 $Li_2O$  溶解度を測定した(図4(a))。 $LiCl-CsCl$  中で塩組成をパラメータとした  $UO_2$  の電解還元試験を実施し、 $UO_2$  の還元速度が  $CsCl$  組成の増大とともに著しく低下することを明らかにした(図4(b))。これは、熔融塩中の  $Li_2O$  溶解度の低下により、 $O^{2-}$  イオンがバルク塩中へ排出されづらくなるためと考えられる。

本研究は、エネルギー対策特別会計法に基づく文部科学省からの受託事業として、(財)電力中央研究所が実施した平成19年度「電解還元法を適用した酸化燃料の乾式再処理に関する技術開発」の成果です。

### 今後の展開

模擬使用済燃料を用いた再処理プロセス連続試験を実施し、FPの挙動を調べる。

主 担 当 者 原子力技術研究所 次世代サイクル領域 上席研究員 坂村義治

関連報告書 Y. Sakamura and T. Omori, “Electrolytic Reduction and Electrefining of Uranium for Developing the Pyrochemical Reprocessing of Oxide Fuels”, submitted for publication in *Nuclear Technology*.

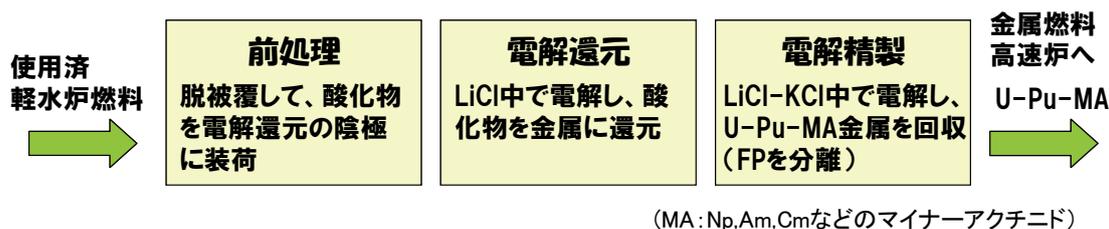
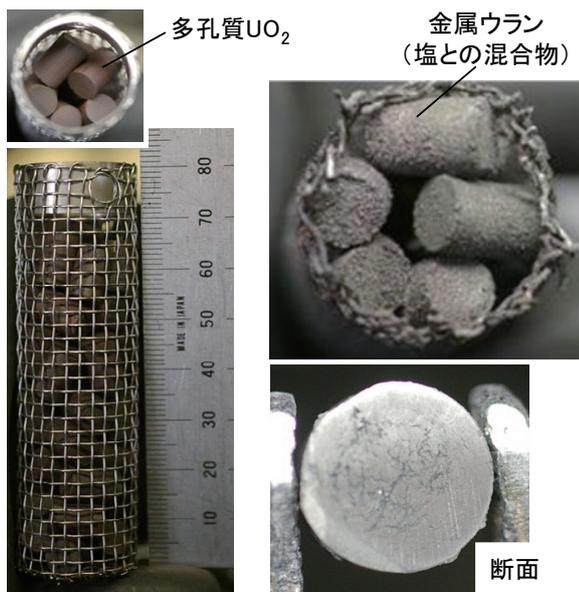
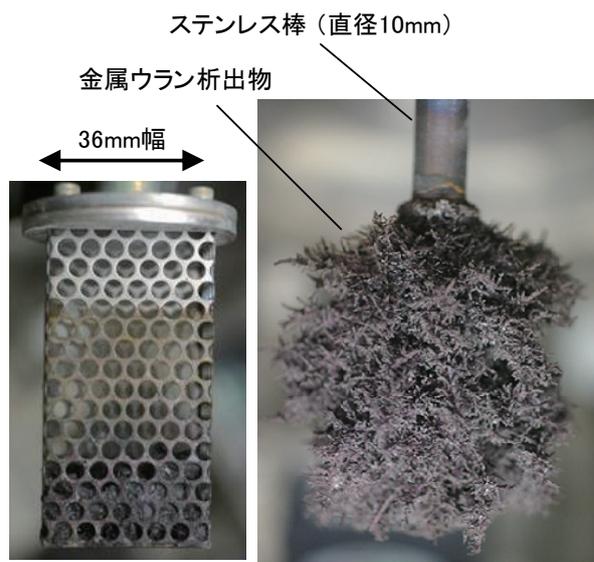


図1 電解還元法を適用した酸化物燃料の乾式再処理プロセス



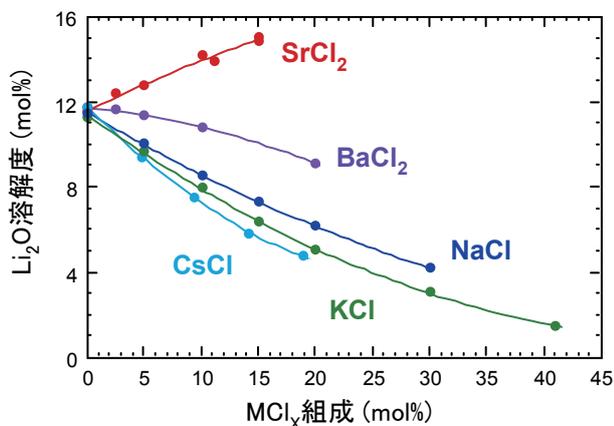
(電解前)  $UO_2$  焼結体を装荷した陰極 (電解後) 陰極から取出した還元生成物

図2 電解還元による  $UO_2$  の金属ウランへの還元

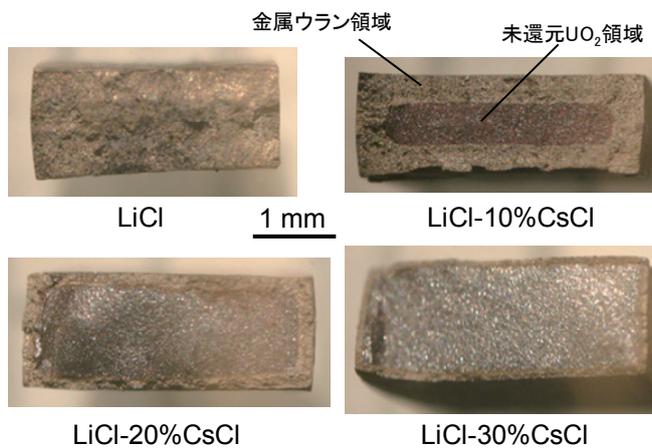


電解後の陽極バスケット(左)と樹枝状金属ウランが析出した固体陰極(右)

図3 電解精製による金属ウランの陽極から陰極への移送 (還元生成物から FP を分離)



(a) 650°Cの熔融LiCl-MCl<sub>x</sub>中でのLi<sub>2</sub>O溶解度 (M: アルカリ、アルカリ土類金属)



(b) 熔融LiCl-CsCl中で1.5hr電解した後の  $UO_2$  試料断面

図4 熔融塩組成 (FP の塩中への溶解) が  $UO_2$  の還元速度に及ぼす影響