

酸化物燃料の電解還元処理技術に関するウラン燃料試験とMOX燃料試験

背景

軽水炉時代が長期化するにともない使用済みのMOX燃料や超高燃焼度燃料等が新たに発生するため、その処理技術を開発する必要がある。また、軽水炉から高速炉への移行期の燃料サイクル技術が今後本格的に検討されると考えられるが、移行期間は数十年に及ぶため、社会の要求の変化等にフレキシブルに対応できる技術であることが重要となる。小規模でも経済性を有し、設備仕様を変えずに多様な燃料を処理でき、核拡散抵抗性に優れる等の移行期に適した特徴を持つ電解還元処理技術を開発し、現行の湿式再処理技術と役割分担することができれば、これらの課題に有力な解を与えることができる。

目的

100g規模のウラン燃料試験、及び小規模のMOX燃料試験により電解還元処理が実用に適した技術であることを明らかにする。

主な成果

1. ウラン燃料の電解還元

約100gの顆粒状ウラン燃料を陰極に装荷し電解還元試験を実施した(図-1)。

- (1) 塩化リチウム浴中で、電流効率約53%でウラン燃料を完全に金属に転換することに成功した(図-2)。
- (2) 塩化カルシウム浴中では電流効率が約25%に留まったが、試験後の試料形態からウラン燃料が完全に金属に転換できることを示した(図-3左)。
- (3) 塩浴種類や燃料の粒径や密度によって還元物の形態が異なることを見出した(図-4)。還元物の形状を調整することで電流効率を高め、実用に適した処理速度が得られることを示した。

2. MOX燃料の電解還元

約0.2gのMOX燃料を陰極に装荷し電解還元試験を実施した。

- (1) 塩化リチウム浴、塩化カルシウム浴中でMOX燃料が完全に金属に転換することを明らかにした。
- (2) 還元部分と未還元部分の境界領域において、ウラン燃料では層状に還元が進行するが、MOX燃料では網目状に還元が進行することを見出した(図-5)。網目状の構造では反応面積が増大するため、MOX燃料では UO_2 燃料より電解還元プロセスが進行しやすいことを明らかにした。

以上の試験結果に基づき、電解還元処理技術が実用に十分な処理速度で UO_2 やMOX燃料を金属に還元できることを明らかにした。なお、本研究成果の一部は、文部科学省革新的原子力システム技術開発公募事業『酸化物燃料の電解還元処理に関する技術開発』において得られたものである。

今後の展開

電解還元処理技術の実用化に向けて、燃料粒径や密度等の工学パラメーターを最適化する。また、本技術を導入するのに適した移行期の燃料サイクルシナリオを確立する。

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 倉田 正輝
原子力技術研究所 次世代サイクル領域 主任研究員 坂村 義治

関連報告書 「平成15年度『酸化物燃料の電解還元処理に関する技術開発』成果報告書」受託報告：T990322(2004年3月)
“Electrochemical reduction of MOX in LiCl”, J. Nucl. Mater. 328 (2004) 97-102.

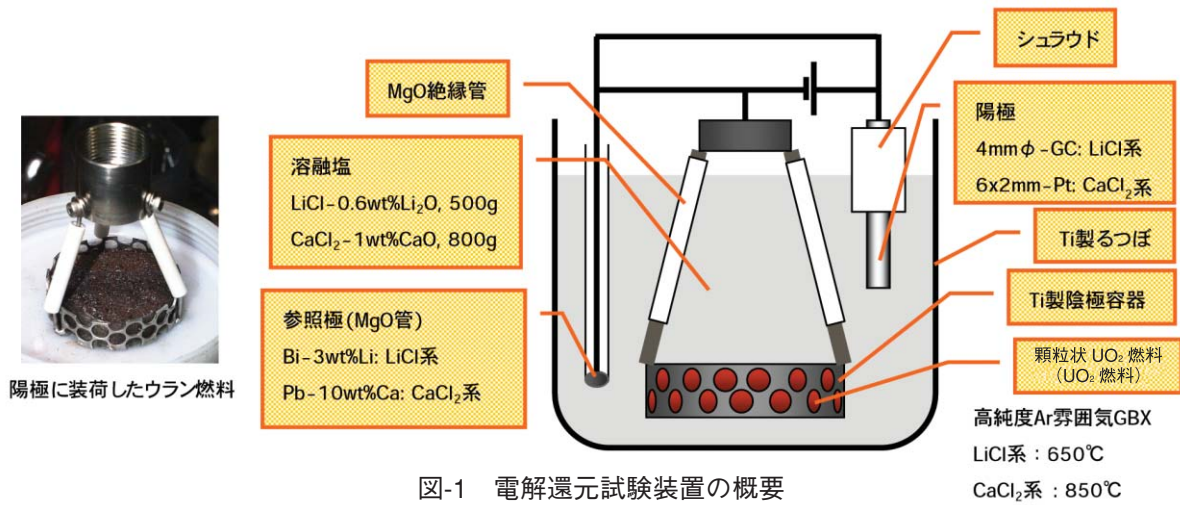


図-1 電解還元試験装置の概要

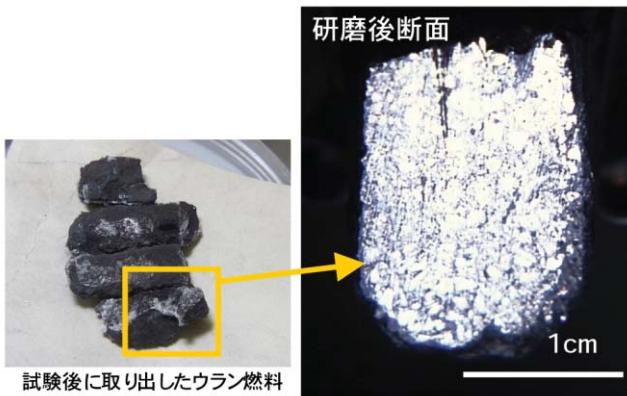


図-2 LiCl塩中での電解還元で得られた還元物 (研磨後の試料面全体にU金属による光沢が見られる。)

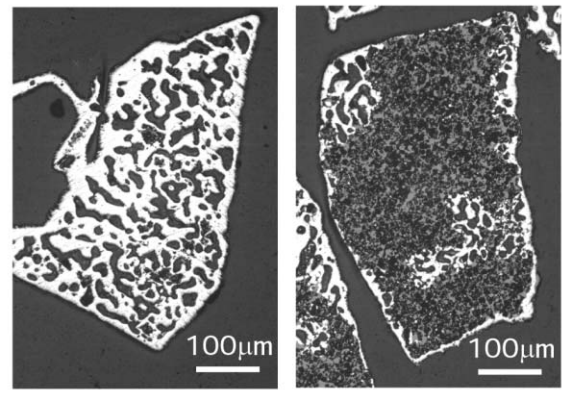


図-3 CaCl₂塩中での電解還元で得られた様々な還元物の拡大金相写真

(白色部: U金属、濃灰色部: U酸化物、試料内部に還元が進む様子が観察される。)

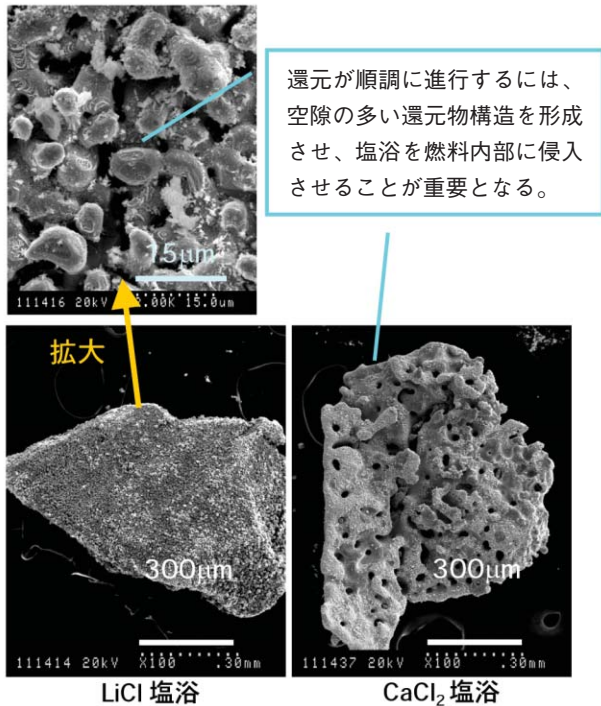


図-4 塩浴の相違とウラン還元物の形態の相違

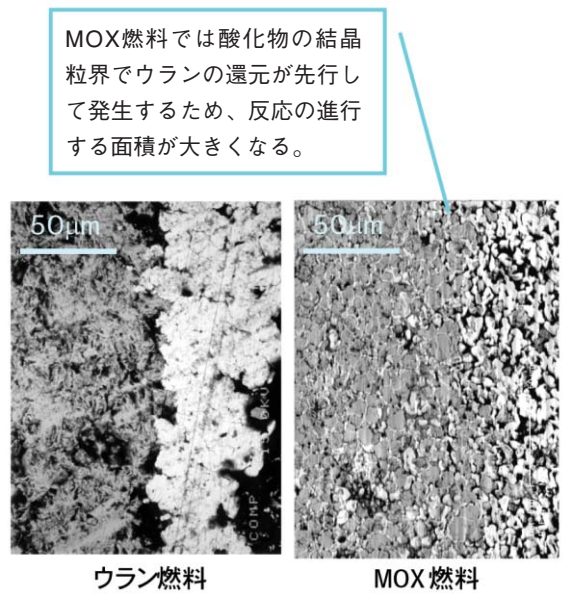


図-5 還元/未還元部分の境界