

International Symposium on Present Status and
Future Perspective for Reducing Radioactive
Wastes - Aiming for Zero-Release -

乾式再処理と金属燃料高速炉による 分離・核変換技術

放射性廃棄物低減に向けた現状と将来の展望
～ゼロリリースを目指して～
平成26年10月10日(金)

電力中央研究所 小山正史

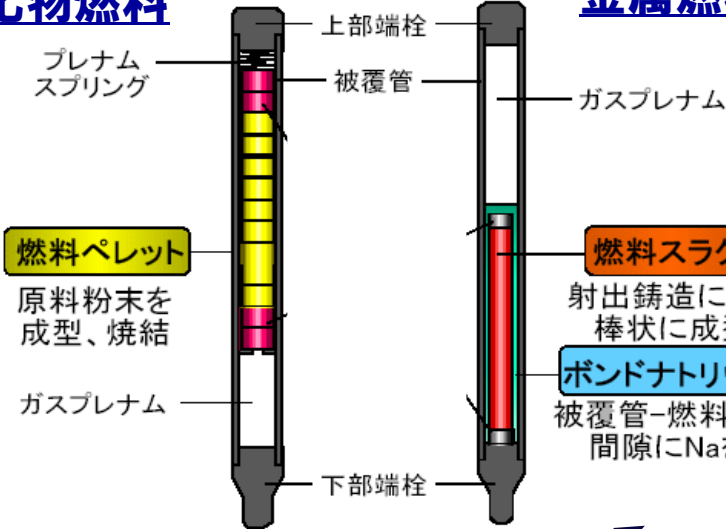
本報告は、文部科学省のエネルギー対策特別会計委託事業による委託業務として、一般財団法人電力中央研究所が実施した平成23年度「実用化に向けた金属燃料サイクルの工学技術実証に関する研究開発」の成果の一部を含みます。

© CRIEPI

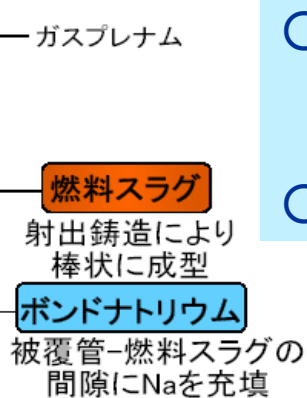
IR 電力中央研究所

金属燃料：高い燃焼効率と遠隔燃料製造の実績

酸化物燃料



金属燃料

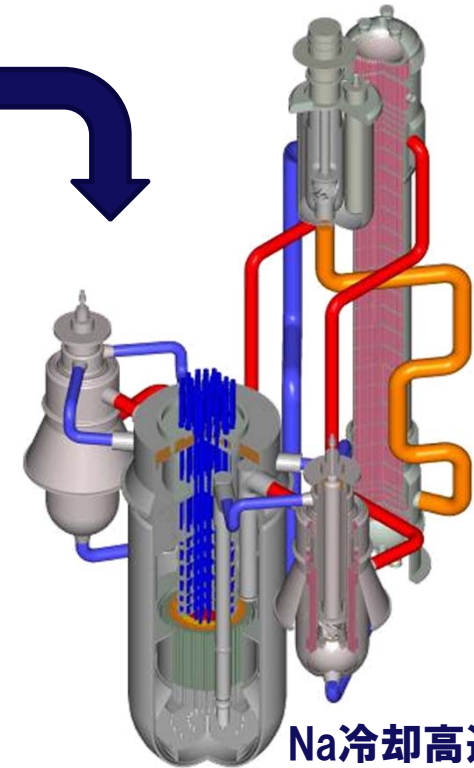
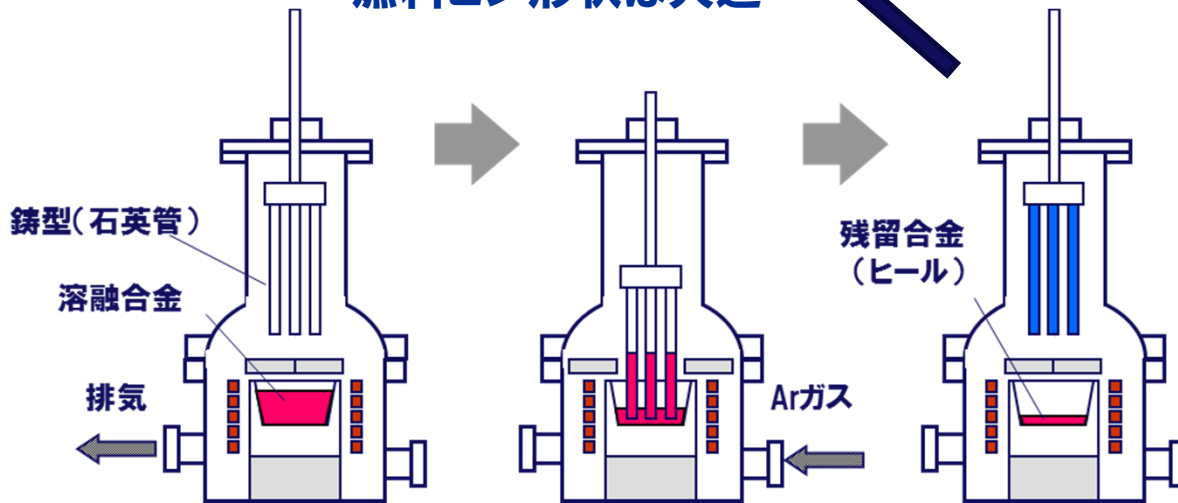


U-Pu-MA-Zr-FPの合金

○酸素不在 ⇒硬スペクトル
⇒高MA核変換効率

○高熱伝導率 ⇒過渡時安全性向上

燃料ピン形状は共通

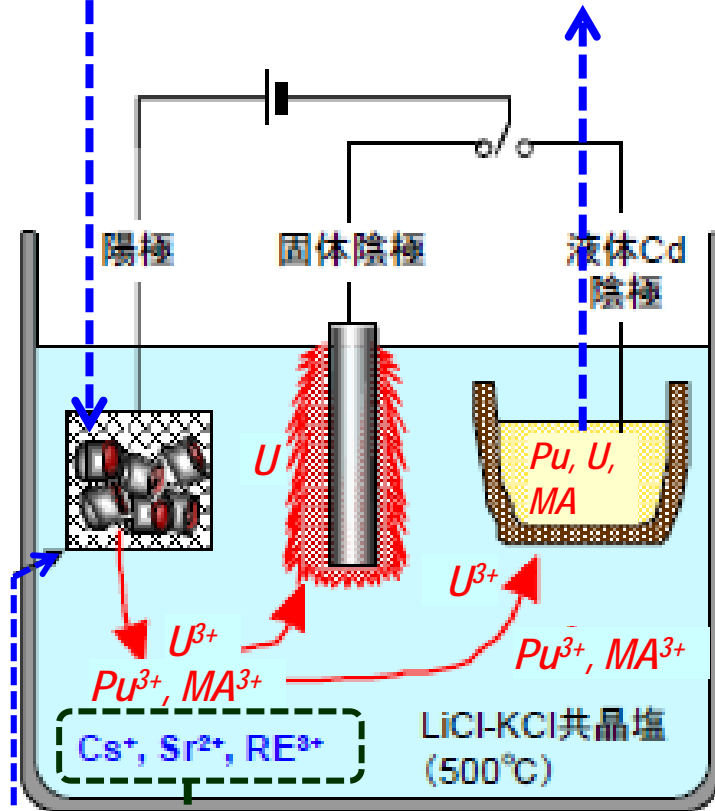


Na冷却高速炉 JSFR

射出鑄造：ANLで1万7千本を遠隔製造の実績⇒MA燃料製造の実現性

乾式再処理：経済的なMAリサイクルの実現へ

金属燃料(U-Pu-MA-Zr+FP)



廃棄物(アクチノイドフリー)

還元物(金属)

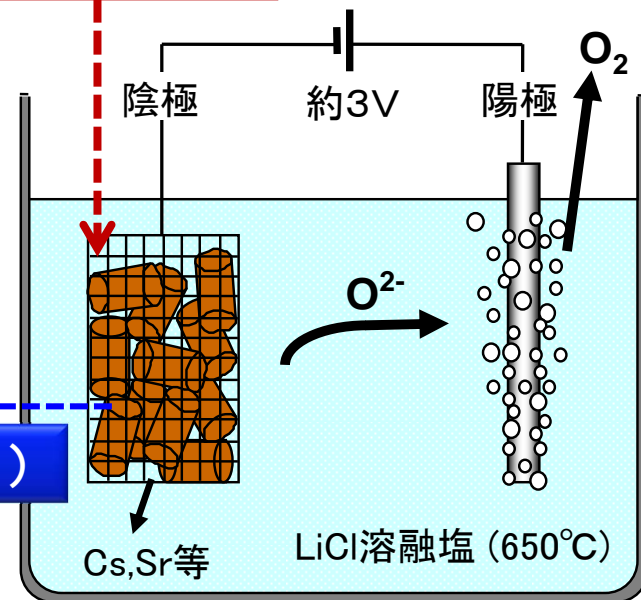
○ 熔融塩電解による分離

- ⇒ MAは常にPuと共に回収
- ⇒ 水がないので臨界制限緩和
- ⇒ 経済性、核拡散抵抗性

○ 対象燃料に自由度

- ⇒ 電解還元で酸化物燃料に対応
- ⇒ 塩素化で高レベル廃液に対応

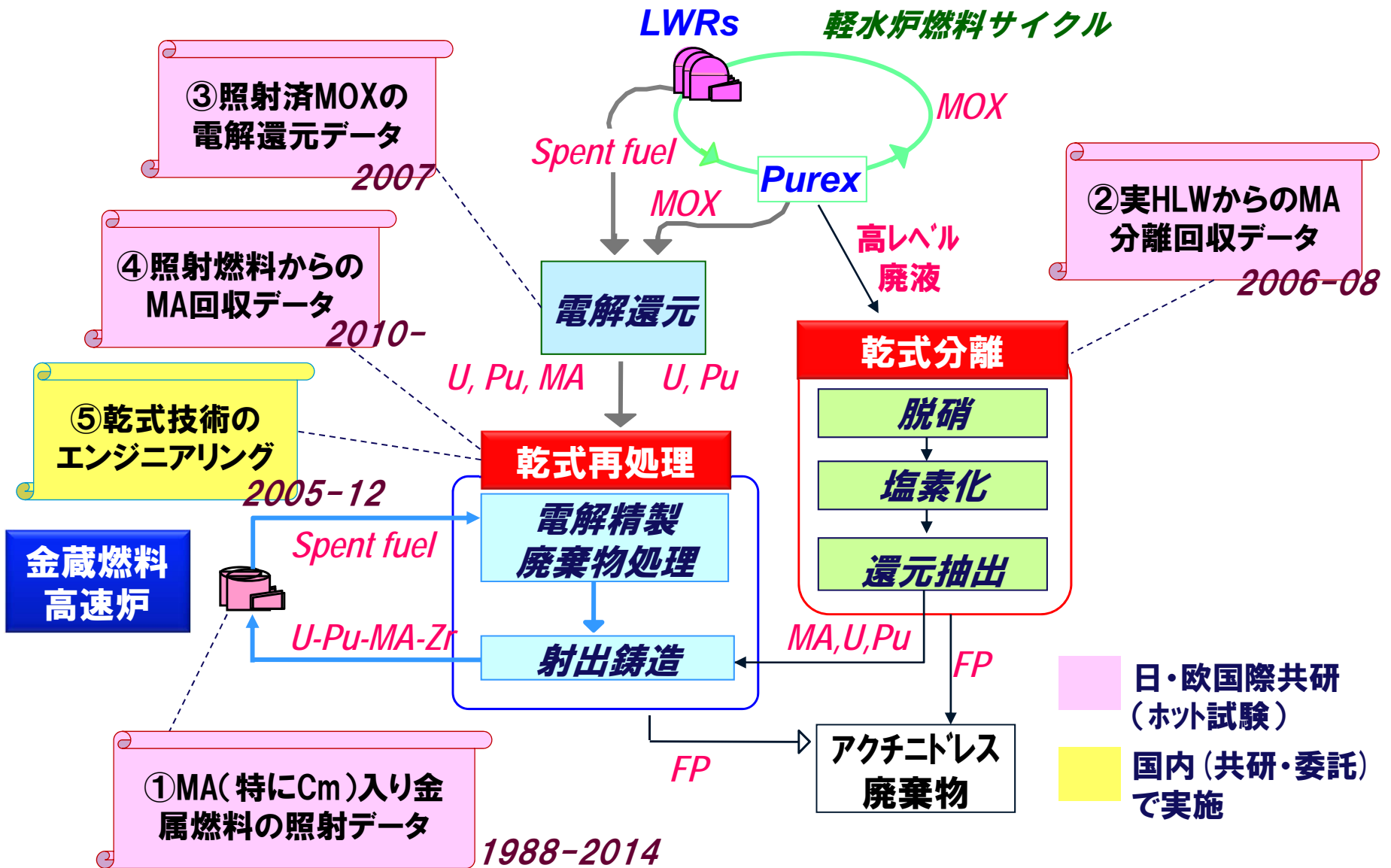
酸化物燃料



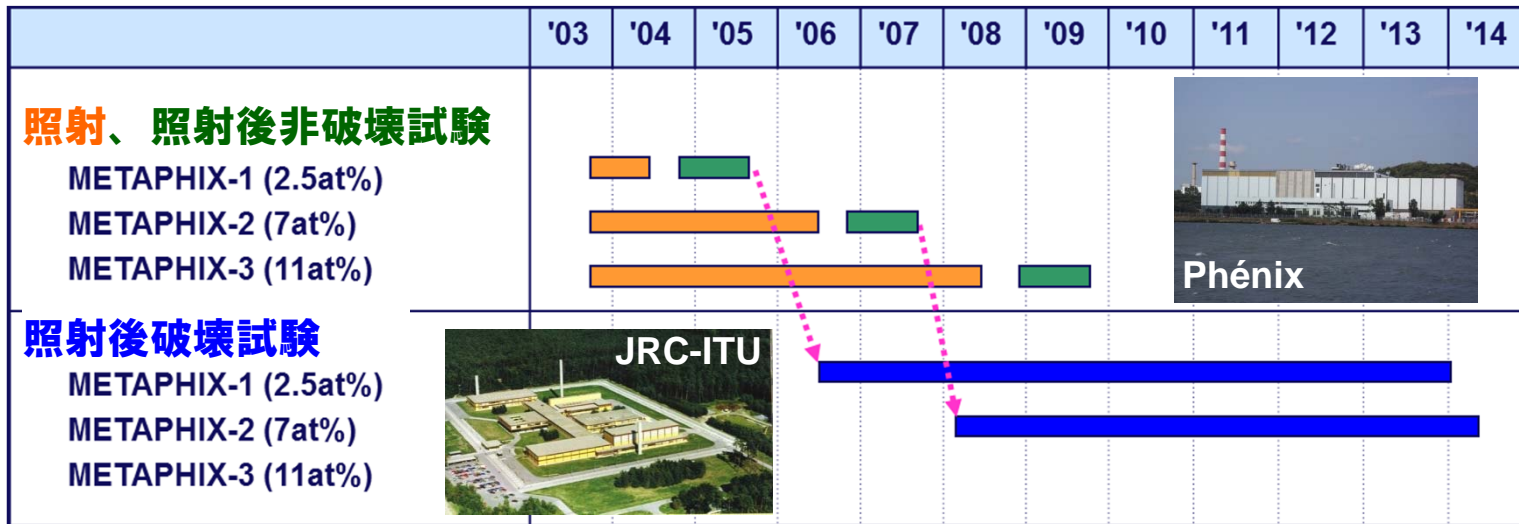
Cs, Sr等

LiCl熔融塩 (650°C)

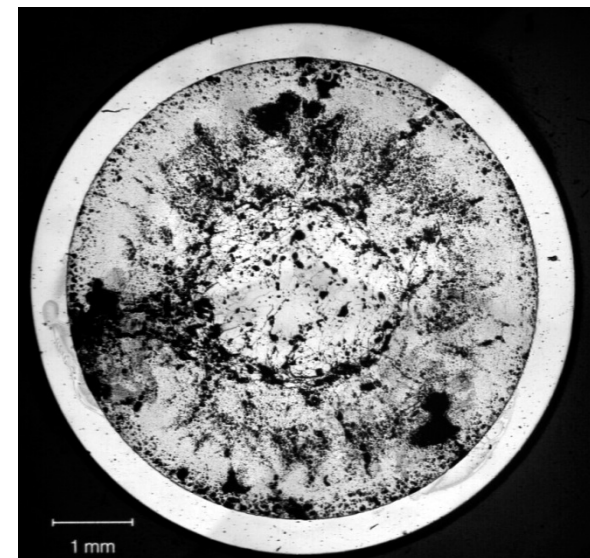
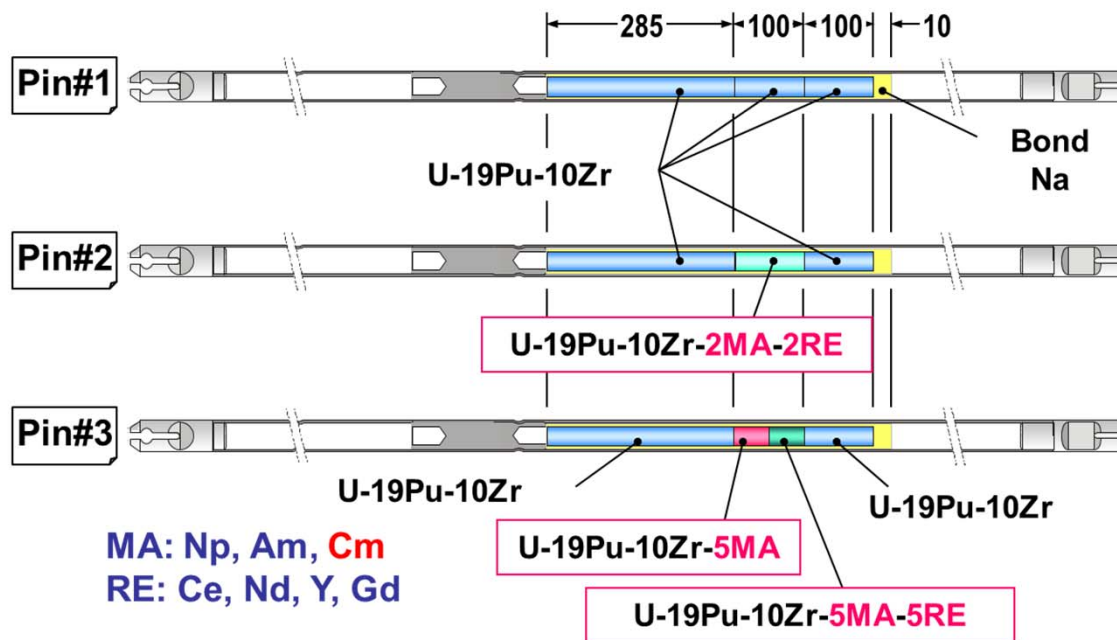
乾式再処理と金属燃料を利用した分離・核変換シナリオと課題



1. MA含有金属燃料のフェニックス照射試験(1/2)



*) 1988-1995 燃料製造



CRIEPI & JRC-ITU Joint study
 電力中央研究所

1. MA含有金属燃料のフェニックス照射試験(2/2)

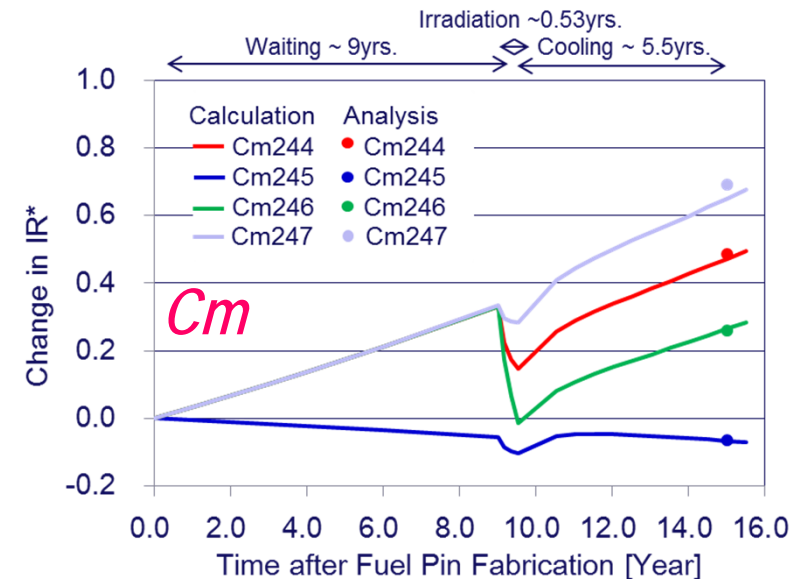
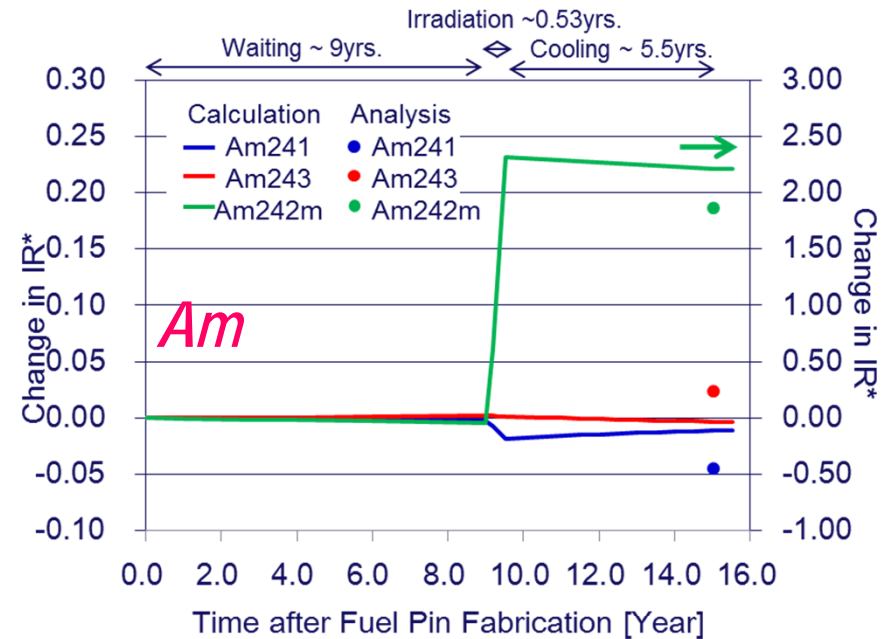
照射前後の燃料の不均一性に起因する誤差により、燃料サンプルの破壊分析(ICP-MS)から、MA核変換率を導出することは困難。

そこで、照射前後のMETAPHIX燃料中のアクチノイド元素の同位体比率の変化をICP-MSで調べ、ORIGEN2の燃焼計算と比較した。

その結果、照射前後でのPu,Am,Cmの同位体比率の変化は十分大きく、ORIGEN2の燃焼計算とよく一致した。

従って、金属燃料中でMAはORIGEN2の予測通り核変換することが明らかとなった。

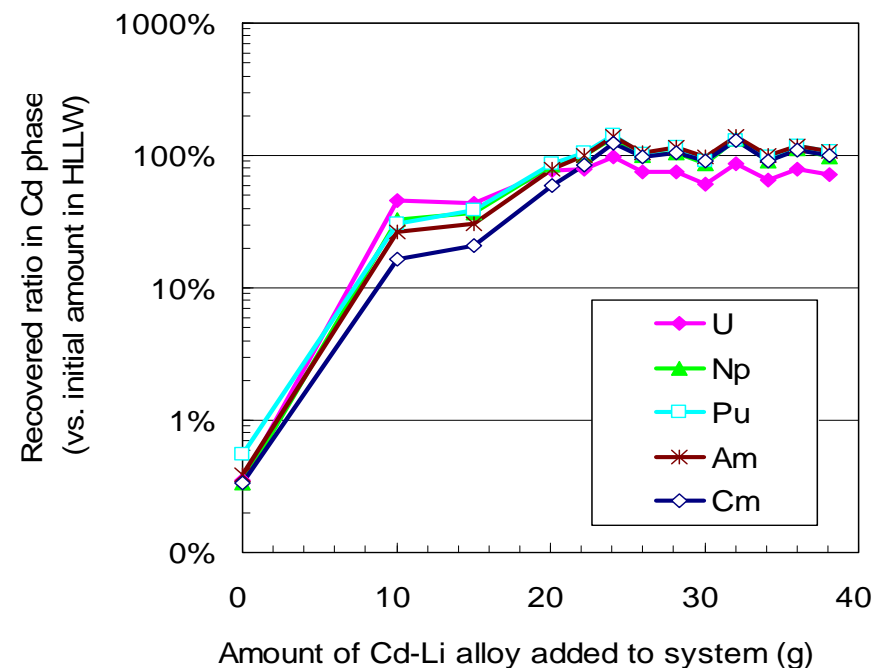
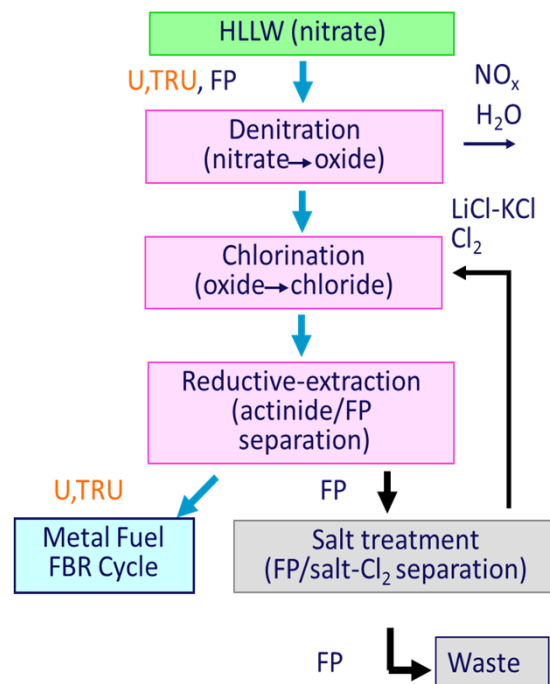
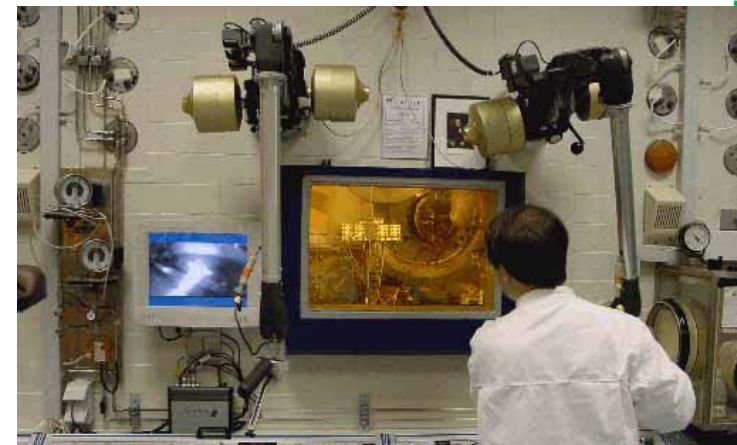
CRIEPI & JRC-ITU Joint study



2. 実高レベル廃液からの乾式分離によるMA回収試験

- ◆ 乾式分離プロセスによる、実高レベル廃液からのアクチニドの回収試験を行った。
- ◆ 高い回収率が、Np, Pu, Am と Cmについて実証された。

CRIEPI & JRC-ITU Joint study



3. 照射MOX燃料(軽水炉)の乾式再処理試験

◆ 小規模ホット試験により、照射済みの軽水炉MOX燃料を金属に電解還元し、更に電解精製からのアクチニドの分離回収の成立性を確認した。

CRIEPI & JRC-ITU Joint study

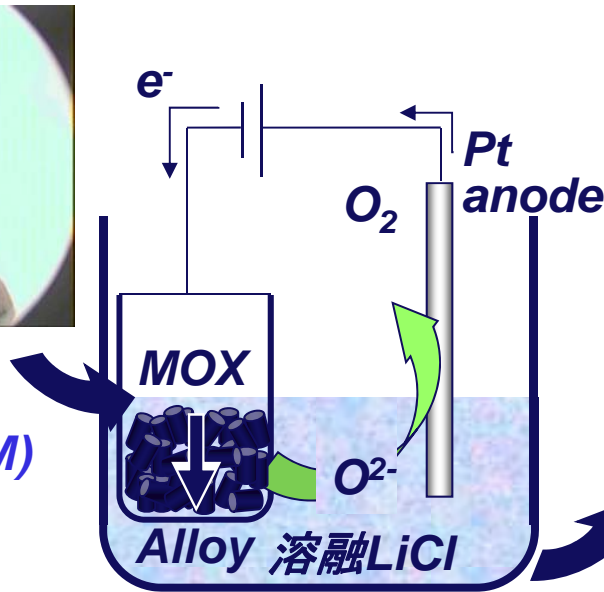
◆ MOX fuel; 5g/batch Current; 1A (~2.5g MOX/h)

脱被覆後MOX燃料

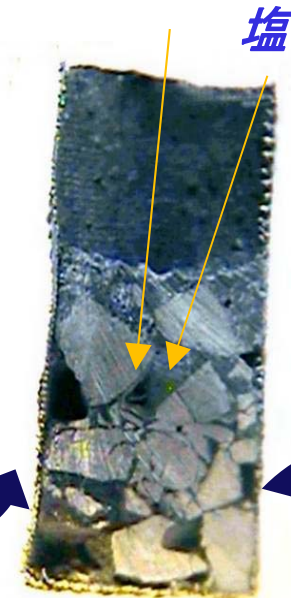


5g MOX
(45 GWd/tHM)

電解還元

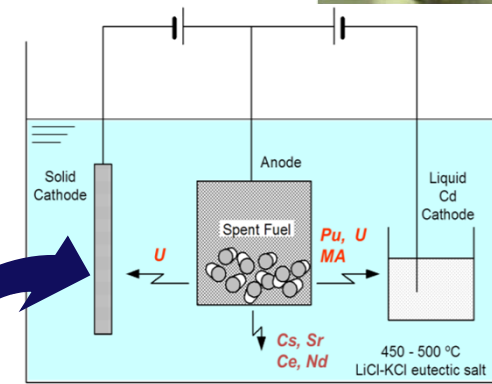


還元後MOX燃料

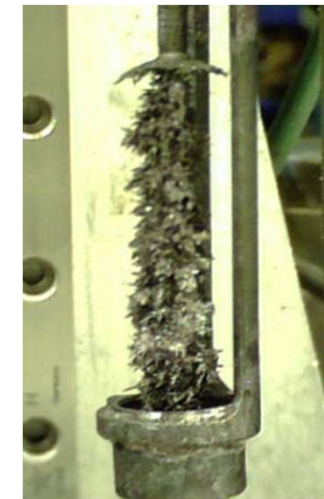


塩

電解精製



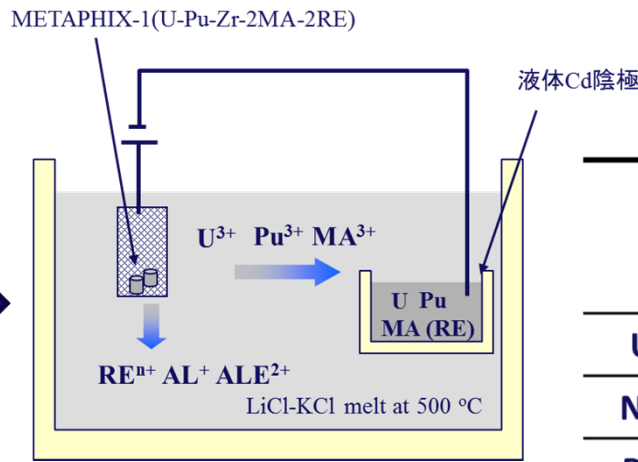
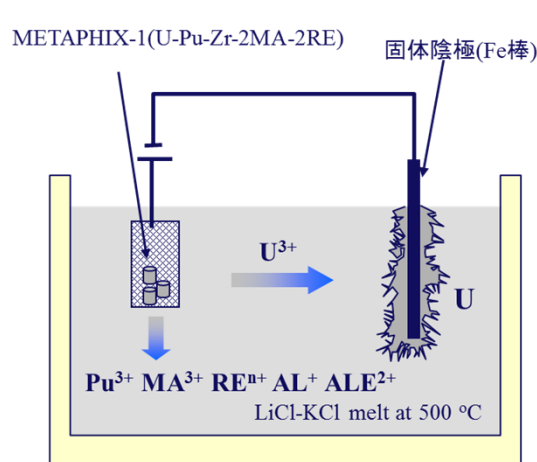
U 析出物



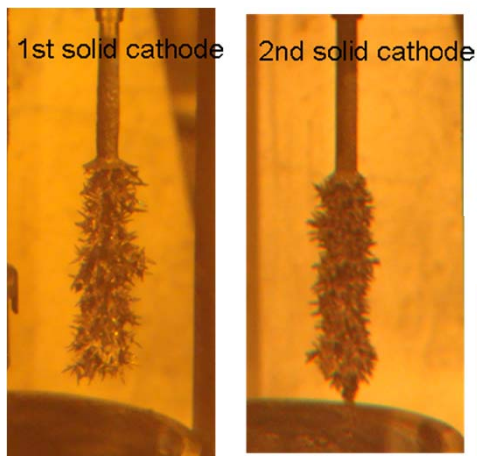
4. 照射METAPHIX燃料の電解精製

RUN1 燃料を溶解／Uのみ回収

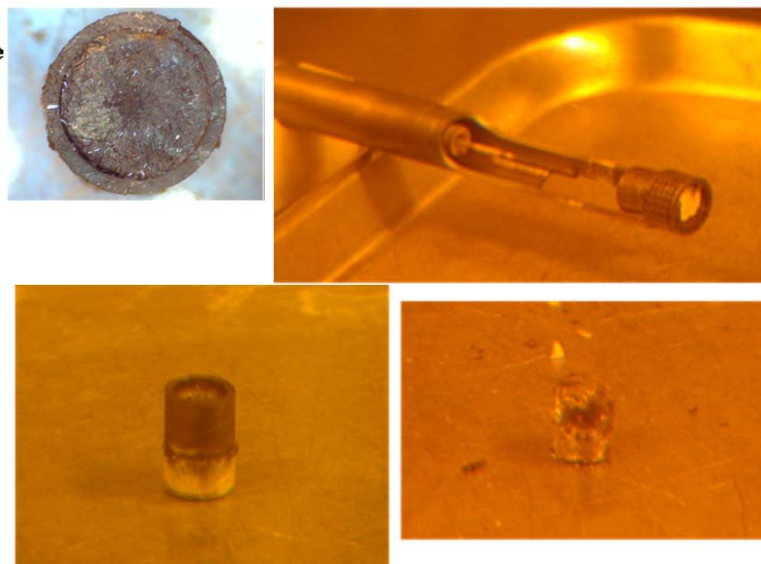
RUN2 燃料を溶解／Pu,U,MAを回収



	RUN1 Solid cathode (mg)	RUN2 Cd cathode (ppm in Cd)
U	3840	9560
Np	0.01	118
Pu	0.1	7525
Am	0.004	44
Cm	0.001	12
La	ND	0.5
Ce	ND	11
Pr	ND	0.7
Nd	ND	10
Gd	ND	0.3
Y	ND	0.05



固体陰極回収物



Cd陰極回収物(総計2wt%まで回収)

5. Uを用いたサイクル工学試験

○工学規模5kg-U/d (=1 ton-HM/y)での連続試験・サイクル試験の実施

連続試験

サイクル試験

UO_2

Recycled U-Zr metal



電解還元



電解精製



製品移し替え



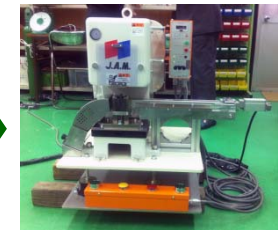
塩蒸留(既設)



セル内移送



射出 casting



ピンせん断

電解精製回収ウラン



高純度Ar雰囲気グローブボックス(既設)



高純度Ar雰囲気グローブボックス(既設改造)

铸造ウラン棒



繰り返し試験による評価 ⇒ 処理速度 (>4.6kgU/d)、マスバランス (>98%)

本研究は、文部科学省のエネルギー対策特別会計委託事業による委託業務として、財団法人電力中央研究所が実施した平成21年度「実用化に向けた金属燃料サイクルの工学技術実証に関する研究開発」の成果です。

1988年より電力中央研究所が欧州超ウラン元素研 (JRC-ITU)と進めてきた、乾式再処理と金属燃料高速炉による、分離・核変換の実証試験がほぼ終了し、ANLのU-Pu-Zr燃料照射試験や、当所がこれまでに実施した非照射MA等を用いたコールド試験から予測された通りの高い性能が明らかとなった。

実用化上の課題となる乾式再処理／分離の工学技術開発では、繰り返し試験の中での安定した性能と高いマスバランスを保つ試験装置を開発するなど、工学ホット試験に向けた設計データの蓄積が進んだ。