～放射性物質の処分課題を大きく解決する可能性を見出しました～

長寿命核分裂生成物を主要成分とするガラス粒子とガラス／セラミックス焼結固化体の作製

東京工業大学[1)]，島根大学[2)]　　矢野 哲司[1)]，岸　哲生[1)]，新　大軌[2)]

研究の必要性など

原子力発電利用に伴う使用済核燃料の発生と放射性廃棄物元素の安定・安全な処分（地層処分）を確立する必要がある。今後の見通しとして，
【大別して2種類の使用済核燃料が発生】
- 高燃焼度使用済核燃料
- MOX使用済核燃料

これらに含まれる長寿命核分裂生成物など廃棄物元素をどのように処分するのか？
特に，大きな崩壊熱を伴うマイナーアクチノイド（MA）はどのように固定化するか？
→　地層処分場の縮小の可能性も視野

本研究の創意性など

大きな崩壊熱を発生してしまうMAを高い濃度で充填しても長期にわたって安定的に固定化できるマトリックス（物質）を開発する。
→　全く新しいガラス，ガラスセラミックス高融点物質系を見出す。
使用済核燃料の処理に含まれるさまざまな工程に整合した実現性の高いガラス，ガラスセラミックス作製プロセスの検証
→　共沈法・ジオポリマー法，高周波誘導加熱溶融法を利用する。

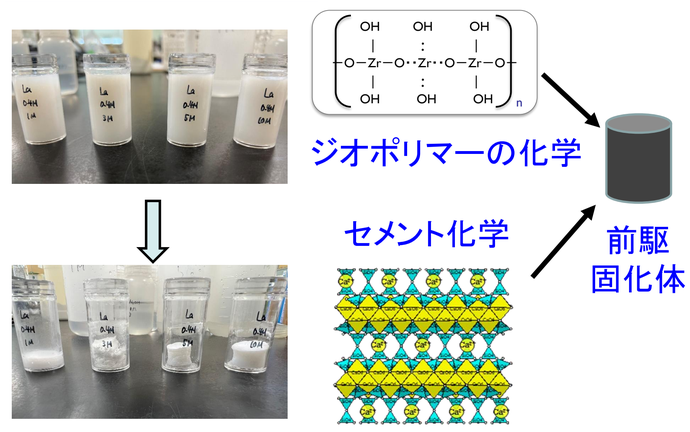
特長・技術など

長寿命核分裂生成物やMAを高い濃度で含むことができる全く新しい物質の創成
＝　$RO-Al_2O_3-Re_2O_3-ZrO_2$システム；Rはアルカリ土類金属，Reは希土類金属
液体からの放射性元素の析出，前駆固化体の生成のための化学
＝　ジオポリマー化学，セメント化学
実用技術のRF高周波誘導加熱炉による効果的・効率的な溶融とルツボ内結晶化
＝　インカンテクノロジー；容器のまま処分工程へ移行可能，工程の簡易化）

用語説明
高燃焼度使用済核燃料：原子力発電所において，UO_2を燃料として使用して発電した際，核分裂反応によってできるだけ大きなエネルギーを取り出す（燃焼度を高くするという）ことを想定して設計し使用した後の使用済みの燃料のこと。
長寿命核分裂生成物：原子力発電所にて燃料を使用している際に進行する核分裂反応の中で生成する核分裂性生物（核分裂反応の結果生まれる元素群）のうち，数万年以上の長い寿命を有する元素のこと。
MA：マイナーアクチノイド。原子力燃料の核分裂の進行の過程で生成するアクチノイド系列の放射性元素。一般に核分裂によって発生する崩壊熱が大きい。
ガラスセラミックス：ガラス状態を経て作製されるセラミックスのこと。ガラスを一度生成し，内部より結晶を析出させて作製したもの。

実験結果など

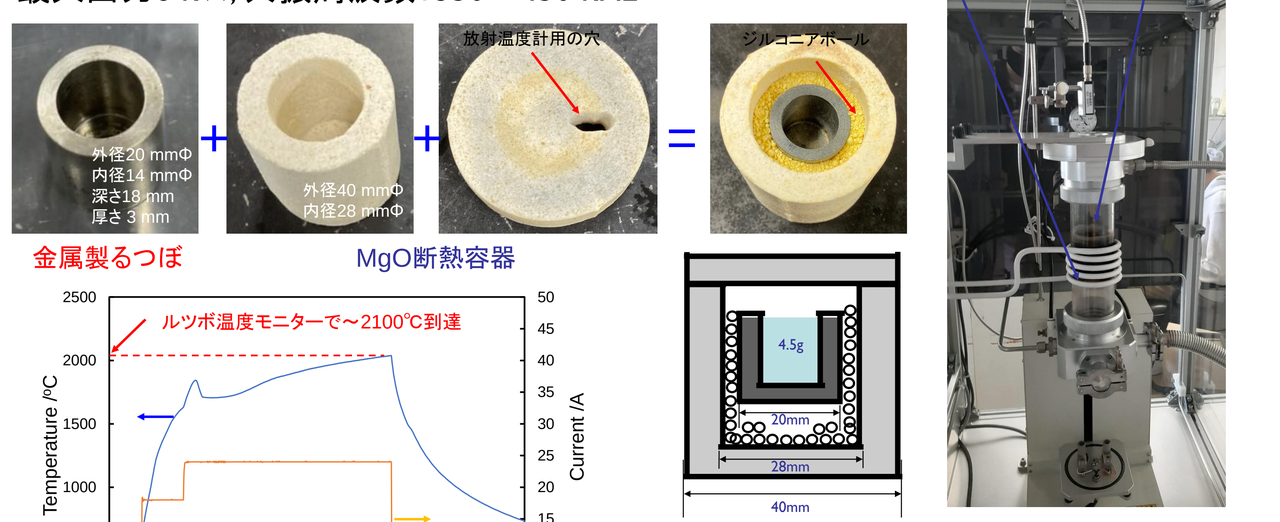
共沈法，ジオポリマー合成法による水溶液からの前駆固化体の作製

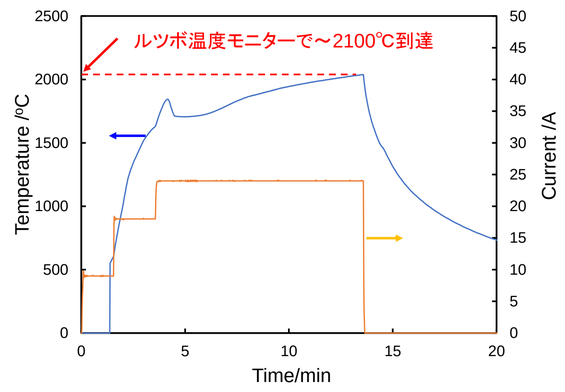


✓脱型・運搬に必要な強度（約5MPa程度）の目途
✓前駆固化体として連続供給可能（高周波誘導加熱ルツボ溶融への高い適合性）

RF高周波誘導加熱による溶融

最大出力6 kW, 共振周波数：350～450 kHz

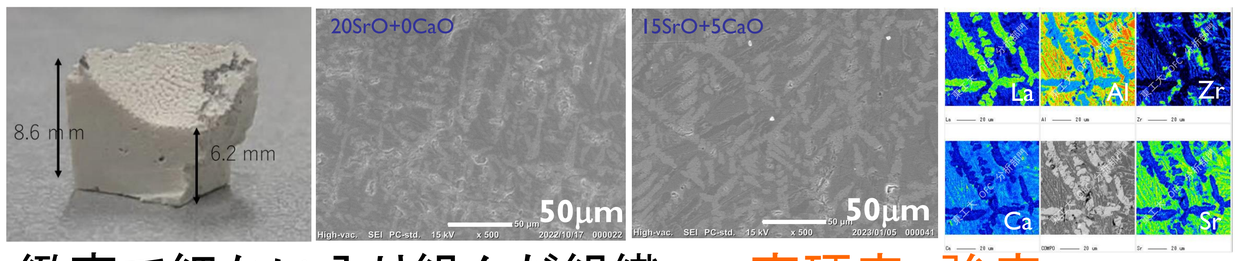




溶融時のルツボ温度、出力の時間変化

Moルツボの浸食なし＝溶融ルツボ容器の機能＋固化体処分容器として機能

$xCaO-(20-x)SrO-53Al_2O_3-20La_2O_3-27ZrO_2$(mol比）のガラスセラミックス試料



緻密で細かい入り組んだ組織　→高硬度，強度
高融点結晶で構成（$LaAlO_3$；T_m=2100℃, $Zr_{17}Ca_3O_{17}$；T_m=2700℃，が主結晶）

まとめ，課題，将来性

✓ 長寿命核分裂生成物，MAを多く内包できる超高融点結晶からなる緻密ガラスセラミックスを開発
✓ 水溶液から固化体までのプロセスが成立可能
□ 固化体の性能の精密調査，スケールアップ
➢ 放射性物質処分課題を大きく解決する可能性

共沈：水溶液などの液体から異なる金属元素を含む2種類以上固相が同時に析出すること。
ジオポリマー：一般的には，ケイ素やアルミニウムなどの元素からなるアモルファス無機ポリ酸のこと。広義にはそのほかの金属元素からなるアモルファス無機ポリ酸も指す。
高周波誘導加熱：加熱したいものを導線コイルの内部に置き，コイルに高周波（1k~数MHzの範囲）電流を流し，コイルの中に生成する磁束によりコイル内部に置かれた物質に渦電流を誘起し，ジュール発熱させて加熱を行う。渦電流は試料自身あるいは容器として用いる導電性るつぼで発生し，発熱により温度が上がる。