

①研究背景

燃料デブリの取り出しや一時保管に伴うリスクの低減

- 放射線遮蔽技術:放射性物質の飛散防止
 - 遮水技術:地下水流入による貯蔵汚染水の増加, 建屋内部からの汚染水漏洩防止
- 地盤工学的なアプローチとして土質系材料「超重泥水」が開発された
これまでは, 材料や施工性の観点から研究が進められてきた

③土質系材料「超重泥水」の基本的性質

超重泥水に要求される主な性能

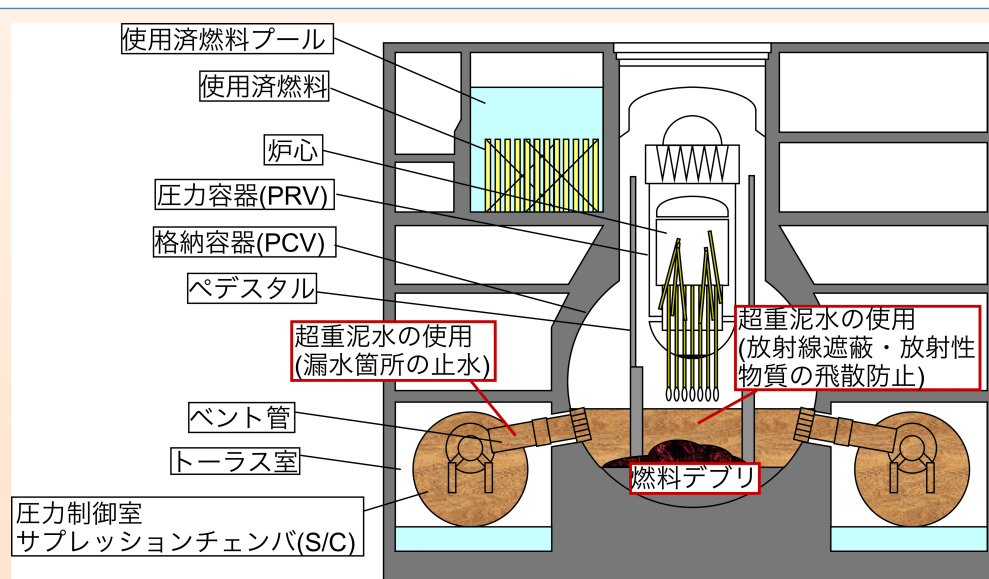
- 複雑な建屋内部へ充填可能な流動性
- 製造から施工まで材料の均一性を維持する沈降防止性
- 水中打設時に材料が分離しない水中不分離性
- 建屋内部の損傷箇所への亀裂閉塞性
- 高放射線環境下における耐放射線性, 放射線遮蔽性能

構成材料

- 水…分散剤(ピロリン酸ナトリウム)を添加
 - Na型ベントナイト…モンモリロナイトを主成分とし膨潤性を有する粘土
 - バライト粉末(重晶石)…BaSO₄を主成分とする高比重(4.2以上)の加重材
- 材料の配合を変化させることで, 様々な要求性能に対応可能

想定される使用方法

- 損傷箇所への充填による亀裂の閉塞, 遮水
- 燃料デブリを覆い, 空間放射線量を低減
- デブリ取り出し時の掘削粉塵の拡散防止と回収



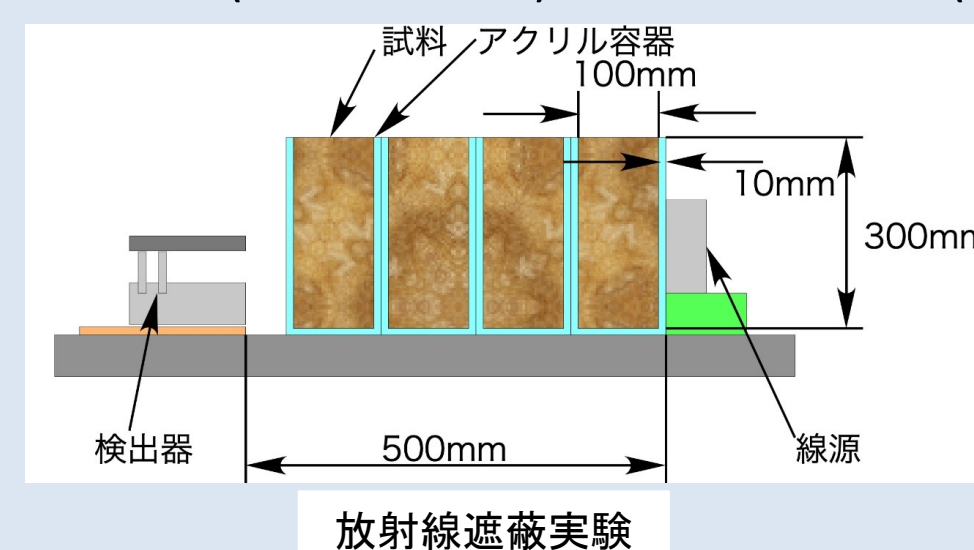
充填による超重泥水の使用イメージ



超重泥水(比重2.5)

④放射線遮蔽性能

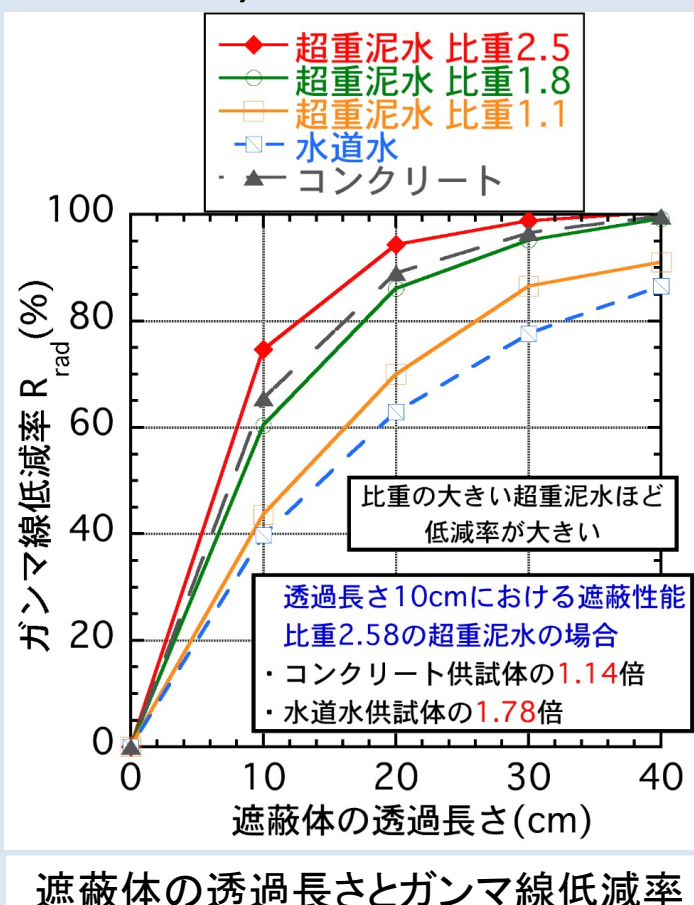
ガンマ線(線源: 137Cs)および中性子線(線源: 252Cf)の遮蔽性能を調査した



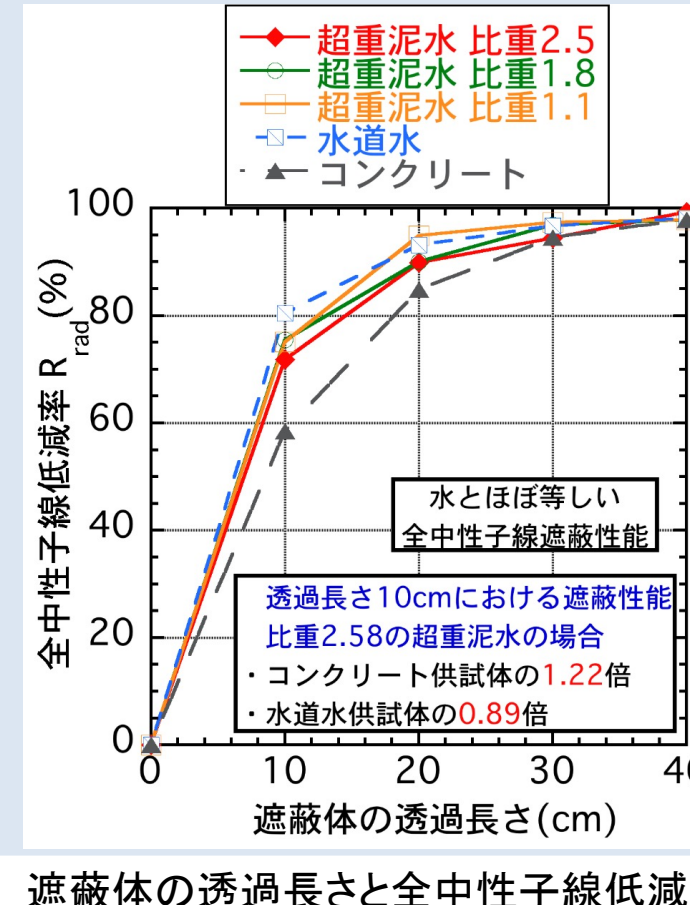
放射線低減率 R_{rad}

$$R_{rad} = 1 - \frac{N - N_{BG}}{N_0 - N_{BG}} \times 100$$

N : 遮蔽体あり線量, N_0 : 遮蔽体なし線量, N_{BG} : バックグラウンド



遮蔽体の透過長さ(10cm)における遮蔽性能

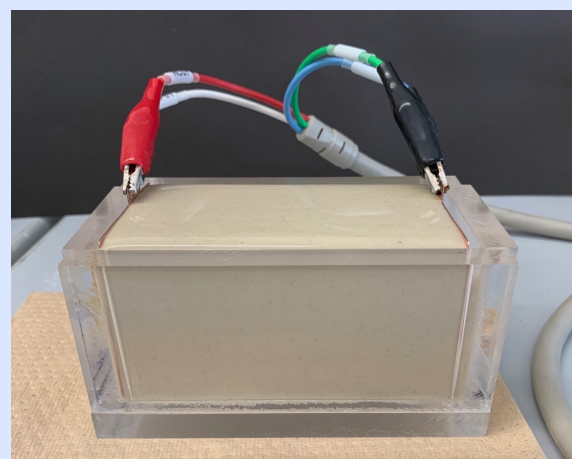


遮蔽体の透過長さ(10cm)における遮蔽性能

⑥操業中のモニタリング技術

モニタリングに係る物理指標

- 電気比抵抗…地質分布や鉱物分布の把握に利用
- 比誘電率…土壌の水分量把握などに利用
- 弾性波…岩石など硬質の物質に有効



電気比抵抗・比誘電率の測定



弾性波の測定

⑦使用後の処理・処分システム

廃炉作業での利用後の超重泥水

放射性廃棄物として扱う必要性が考えられる
→放射能レベルに応じた処分, 減容化が望ましい

＜現在取り組んでいる検討事項＞

分離・回収達成度の評価方法

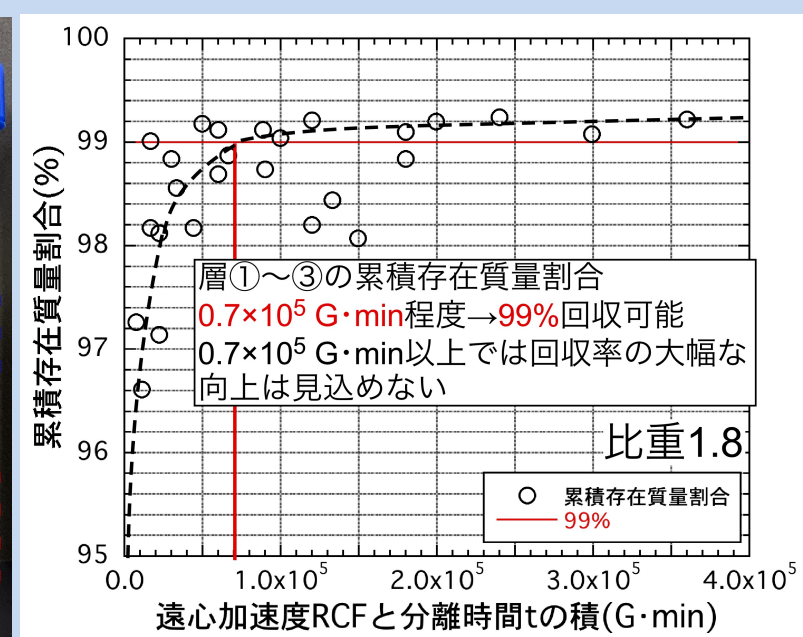
- メチレンブルー吸着量による粘土鉱物の定量
- XRF, XRDによる含有元素・鉱物の同定

分離・回収方法

- 遠心分離: 比重や粒径の違いにより分級
- 凝集剤: 微小粒子の回収に有効
- 電気泳動: 粘土粒子が負に帯電する性質を利用



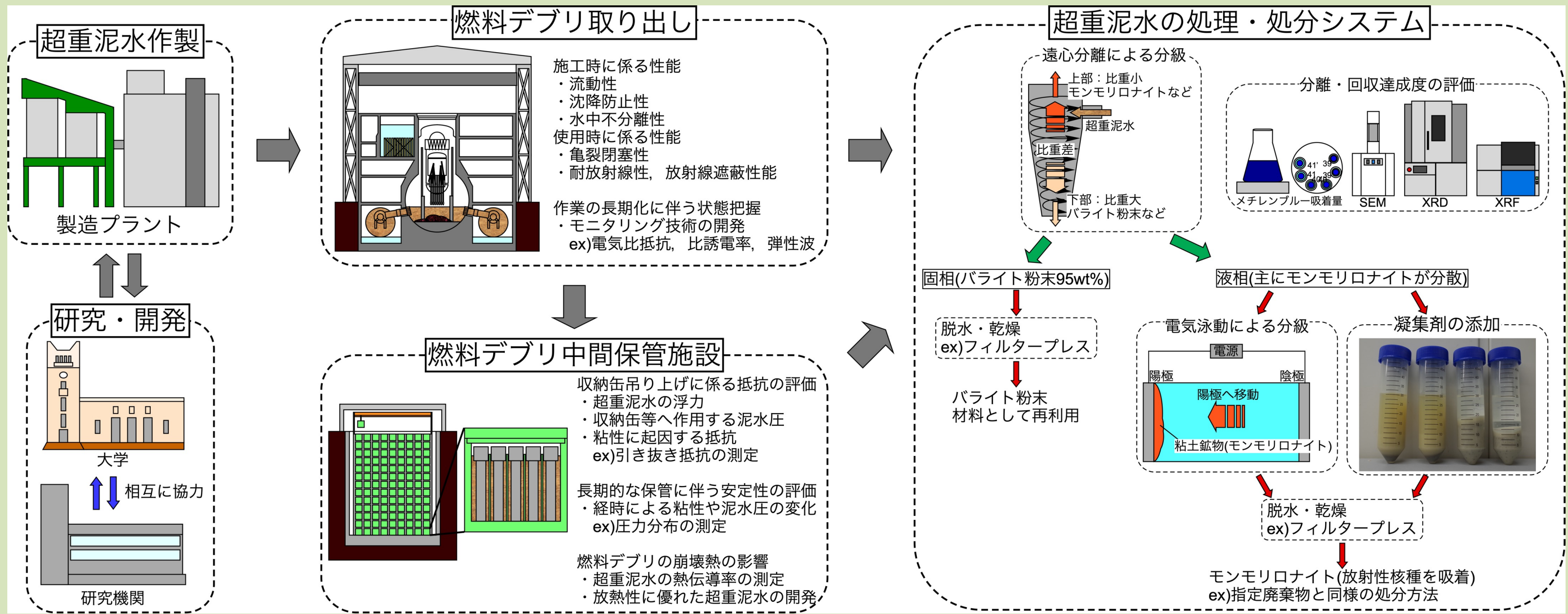
遠心分離による分離・回収量の評価



⑧超重泥水の廃止措置への活用に向けた製造・施工から使用後の処理・処分までのシステム設計

右図は, 廃止措置の各フェーズと当研究グループの研究内容(超重泥水の製造, 燃料デブリ取り出しへの活用, 燃料デブリ中間保管施設の提案, 使用後の超重泥水の処理・処分システム案)を関連付けたものである。なお, 本プロジェクトは, 大学および研究機関が相互に協力して研究・開発を行っている。

当研究グループは, 福島第一原子力発電所廃止措置への土質系材料「超重泥水」の活用に向けて, **製造・施工から操業中のモニタリング技術・影響評価, 使用後の処理・処分方法までの一連のシステム**を設計した。



福島第一原子力発電所廃止措置に向けた土質系材料「超重泥水」の活用