段階： **Design**

廃炉プロセス 「**処理・処分・環境回復（燃料に由来するα核種が含まれる廃棄物含む）**」
検討対象 「**廃棄物の減容化、廃棄体化**」
課題 「**廃棄体化手法**」

ニーズ

1. 廃棄体の性能、信頼性を向上させたい

望ましい状態とその理由

- 廃棄体の性能、信頼性を向上させるために、廃棄物の性状に応じた廃棄体化技術手法を選定し、その手法、評価方法を高度化することが望まれる。

理想に対する現状

- 低温処理技術について、実規模試験による実機適用の見通しの確認や ALPS 炭酸塩スラリーの低温処理技術による実規模試験時に発生した急結メカニズムの解明を行うとともに、固化可能性検査手法の更なる検討や各種処理技術により作製された固化体の安定性（浸出特性、長期変質現象、放射線影響等）評価手法について検討が行われている。また、適用範囲の拡大等、技術オプションの拡大に資するため、中間処理技術の候補として検討されている熱分解処理について、熱分解の基礎試験等から減重率が大きく、無機化が可能な廃棄物の確認が行われるとともに、実規模試験により適用性が確認され、発生した処理残渣の安定化に取り組まれている。

解決すべき課題

- 廃棄物の性状は多岐にわたり、それぞれに応じた廃棄体化技術手法の選定が必要である。
- 廃棄体の性能、信頼性が担保されているかどうかの判断指標が必要である。
- 廃棄物によっては、安定化のために取り急ぎのための廃棄体化が必要な場合がある。なお、取り急ぎのための廃棄体化においても、再度の処理が必要にならないよう求められる廃棄体要件をあらかじめ明確にする必要がある。
- 作製される固化体の処分後の地下水への浸出性能等の評価を行う必要がある。
- これまで研究開発が進められてきた低温・高温処理技術について、未対応となっている課題（まだ適用性が検討されていない廃棄物ストリームについての評価、作製される固化体の安定性等の評価等）への取組を継続する必要がある。
- 低温処理技術については、固化可能性検査手法や固化体の変質に関する検討が必要となる。

参考文献

- 東京電力ホールディングス㈱福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン 2025、原子力損害賠償・廃炉等支援機構、2025 年 10 月 30 日
    - https://clads.jaea.go.jp/jp/rd/map/2025/issues/pdr/pdr-202.html

（参考）関連する研究課題

実施されている研究課題

- 廃炉・汚染水対策事業「固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発」
    - https://irid.or.jp/wp-content/uploads/2022/08/2022015_kotaihaikibutsu.pdf
    - https://dccc-program.jp/files/20221011ANADEC_j.pdf
    - https://dccc-program.jp/files/20221214KurionJapan_j.pdf
    - https://dccc-program.jp/wp-content/uploads/20240214_IHI.pdf
- 廃炉・汚染水対策事業「固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発（スラリーの低温固化処理に関する研究開発）」
    - https://dccc-program.jp/files/20230208denken.pdf
- 廃炉・汚染水・処理水対策事業「固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発（柔軟で合理的な廃棄物対策実現のための技術オプションの予備的検討）」
    - https://dccc-program.jp/wp-content/uploads/20240919_r05-result-1st_VNSJ_JP.pdf
- R1 年度英知「高い流動性および陰イオン核種保持性を有するアルカリ刺激材料の探索と様々な放射性廃棄物の安全で効果的な固化」
    - https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Review-2020-054.pdf
- R2 年度英知「革新的水質浄化剤の開発による環境問題低減化技術の開拓」
- R3 年度英知「福島原子力発電所事故由来の難固定核種の新規ハイブリッド固化への挑戦と合 理的な処分概念の構築・安全評価」
- R5 年度英知「放射性コンクリート廃棄物の減容を考慮した合理的処理・処分方法の検討」

検討されている研究課題

- 特になし

2. 廃棄物を安定化したい。

望ましい状態とその理由

- 廃棄物に対しては、その性状を踏まえ安全かつ合理的な保管・管理を行うこと、及び先行的処理の方法を合理的に選定する手法を構築することが望まれる。
- 二次廃棄物の発生量抑制、コスト低減の観点からは、最終的な廃棄体化までのプロセスを最小化することが望まれる。
- 処理・処分に悪影響を及ぼす物質が廃棄物に含まれていた場合に、それらを分解する等の処理工程の確立が望まれる（悪影響に対して、処分側で対処するのではく、処理側で対処する）。

理想に対する現状

- 高温処理技術の ALPS スラリー等への実機適用の見通しの確認や処理時の Cs 揮発抑制のための詳細な検討が行われてきた。
- 低温処理技術の適用範囲の拡大、技術オプションの拡大に資するため熱分解処理等の中間処理技術について、有機物の無害化や反応性・腐食性物質の不活性化等への適用性の確認に取り組まれている。
- 当面の廃炉作業で想定される課題に対し、柔軟かつ合理的に対応するための対策の予備検討として、有害物等が含まれた雑多なガレキ類を一括固化する技術及び脱水処理後の ALPS 炭酸塩スラリーを脱水物保管容器ごと処理する技術の適用可能性の確認が実施されている。

解決すべき課題

- 廃棄物のうち流動性が高いものについては、その流動性から保管・管理におけるリスクが比較的大きいため、一定の処理（ガラス固化等）によりリスクを低減して、より安定かつ合理的な保管・管理を行う必要がある。
- 処理が施された場合の固体廃棄物の仕様ごとに、施設の設置場所や規模等を特定せず廃棄物の特徴に適した合理的で実現可能性のある複数の処分方法に対して、安全評価に係るシナリオ、モデル、データ等により安全性を評価し、その結果に基づいて先行的処理方法の選定手法を検討する必要がある。
- 最終的な廃棄体化までのプロセスの最小化として、二次廃棄物の発生量の低減対策やコスト低減対策を検討する必要がある。
- 特に、処理・処分で悪影響を及ぼす物質が含まれているかどうかの確認方法およびそれらの物質の処理方法を検討する必要がある。
- 研究開発が進められてきた低温処理技術の適用範囲の拡大の検討に取り組む必要がある。
- これまで研究開発が進められてきた低温・高温処理技術について、未対応となっている課題（まだ適用性が検討されていない廃棄物ストリームについての評価、作製される固化体の安定性等の評価等）への取組を継続する必要がある。
- 低温処理技術については、固化可能性検査手法の検討を行う。高温処理技術については、固化処理プロセスだけでなく供給系や排気系を含めた処理システム全体としての成立性について、処理の開始時期に応じた適切な時期に検討を行う必要がある。
- ALPS スラリーについて、水処理で継続的に発生し保管容量が課題となっていることから、特定原子力施設・監視評価検討会及び特定原子力施設の実施計画の審査等に係る技術会合におけるスラリー脱水処理技術に係る論点を踏まえた上で、脱水処理に伴う課題についても十分に勘案し、適用する処理技術の選定に関する要件について優先的に検討を行う必要がある。

参考文献

- 東京電力ホールディングス㈱福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン 2025、原子力損害賠償・廃炉等支援機構、2025 年 10 月 30 日
    - https://dd-ndf.s2.kuroco-edge.jp/files/user/pdf/strategic-plan/book/20251030_SP2025FT.pdf

- 2024 年度廃炉研究開発計画について
    - https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2024/02/02/4-1-2.pdf

（参考）関連する研究課題

実施されている研究課題

- 廃炉・汚染水対策事業「固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発」
    - https://irid.or.jp/wp-content/uploads/2022/08/2022015_kotaihaikibutsu.pdf
    - https://dccc-program.jp/files/20221011ANADEC_j.pdf
    - https://dccc-program.jp/files/20221214KurionJapan_j.pdf
    - https://dccc-program.jp/wp-content/uploads/20240214_IHI.pdf
- 廃炉・汚染水対策事業「固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発（スラリーの低温固化処理に関する研究開発）」
    - https://dccc-program.jp/files/20230208denken.pdf
- 廃炉・汚染水・処理水対策事業「固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発（柔軟で合理的な廃棄物対策実現のための技術オプションの予備的検討）」
    - https://dccc-program.jp/wp-content/uploads/20240919_r05-result-1st_VNSJ_JP.pdf
- H30 年度英知「放射性核種の長期安定化を指向した使用済みゼオライト焼結固化技術の開発」
- R1 年度英知「高い流動性および陰イオン核種保持性を有するアルカリ刺激材料の探索と様々な放射性廃棄物の安全で効果的な固化」
    - https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Review-2020-054.pdf
- R1 年度英知「燃料デブリ取出しに伴い発生する廃棄物のフッ化技術を用いた分別方法の研究開発」
    - https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Review-2020-034.pdf
- R1 年度英知「アパタイトセラミックスによる ALPS 沈殿系廃棄物の安定固化技術の開発」
    - https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Review-2020-060.pdf
- R3 年度英知「福島原子力発電所事故由来の難固定核種の新規ハイブリッド固化への挑戦と合 理的な処分概念の構築・安全評価」
- R3 年度英知「ジオポリマー等による PCV 下部の止水・補修及び安定化に関する研究」
- R5 年度英知「燃料デブリ除去に向けた様々な特性をもつメタカオリンベースのジオポリマーの設計と特性評価」

検討されている研究課題

- 特になし

関連する課題

- 処-101「性状把握」
- 処-102「廃棄物戦略」
- 処-203「処分概念の構築」
- 処-204「性能評価」

- 処-205「廃棄体確認、分析方法」