

廃炉・汚染水対策事業費補助金
(固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発)

In-Canガラス固化技術の適用性評価 - 2019-2020年度 成果報告 -

Orano ATOX D&D SOLUTIONS Co., Ltd.
(ANADEC)

本資料には事業の実施内容や得られた成果を記載していますが、事業者の独自技術に関する情報は含まれておりません。

目次

1. 成果の要約
2. バックグラウンド
3. 2019-2020年度プロジェクトの概要
4. スケジュール
5. 実施体制
6. 実施内容
 - STEP 1: 廃棄物組成に関する技術検討
 - STEP 2: 実験による廃棄物処理の実現性検討およびガラス固化体作製
 - STEP 3a: 2018年度パイロットスケール試験のガラス固化体性能評価
 - STEP 3b: 2019年度パイロットスケール試験のガラス固化体性能評価
 - STEP 4: CAN材質検討
 - STEP 5: パイロットスケール試験に供する模擬廃棄物の仕様検討および製造
 - STEP 6: パイロットスケール試験
 - STEP 7: 廃棄物処理の経済的・技術的評価
 - STEP 8: 規制と安全性
7. まとめと今後の見通し

1. 成果の要約

In-Canプロセスにて実施した検討により、以下のことを明らかにした。

福島第一原子力発電所の水処理二次廃棄物を、以下のとおり高廃棄物充填率*で処理可能である。

- ✓ ALPSスラリー: 25% ~ 40%
- ✓ ゼオライト: 60%超
- ✓ 珪チタン酸塩: 約30%
- ✓ Csリッチ廃棄物 (ゼオライト、珪チタン酸塩、砂の混合物): 80%

*本資料では特に指定のない限り、廃棄物充填率は全て酸化物換算重量で表記している

- ▶ さらに高い廃棄物充填率も、ガラス固化体の浸出特性を損なうことなく検討可能である。
- ▶ Csの99.96%、Srの99.99%をガラス固化体中に保持可能である。
- ▶ ガラス固化体の浸出速度は低く、放射性廃棄物の国際的な基準ガラスと同程度である。
- ▶ CAN材料を、適切な費用対効果の材質で製作可能である。

Oranoの放射性廃棄物処理の経験に基づき、2種類のDem&Melt**ユニットでCsリッチ廃棄物およびSrリッチ廃棄物***を14年で処理することを提案した。

**Dem&Melt: In-Canプロセスの実規模設備で、実証機が2020年11月から稼働中

***Srリッチ廃棄物: ALPSスラリー, Kurion用珪チタン酸塩, 濃縮廃液スラリー, ALPS酸化チタン吸着材, ALPSフェロシアン化物

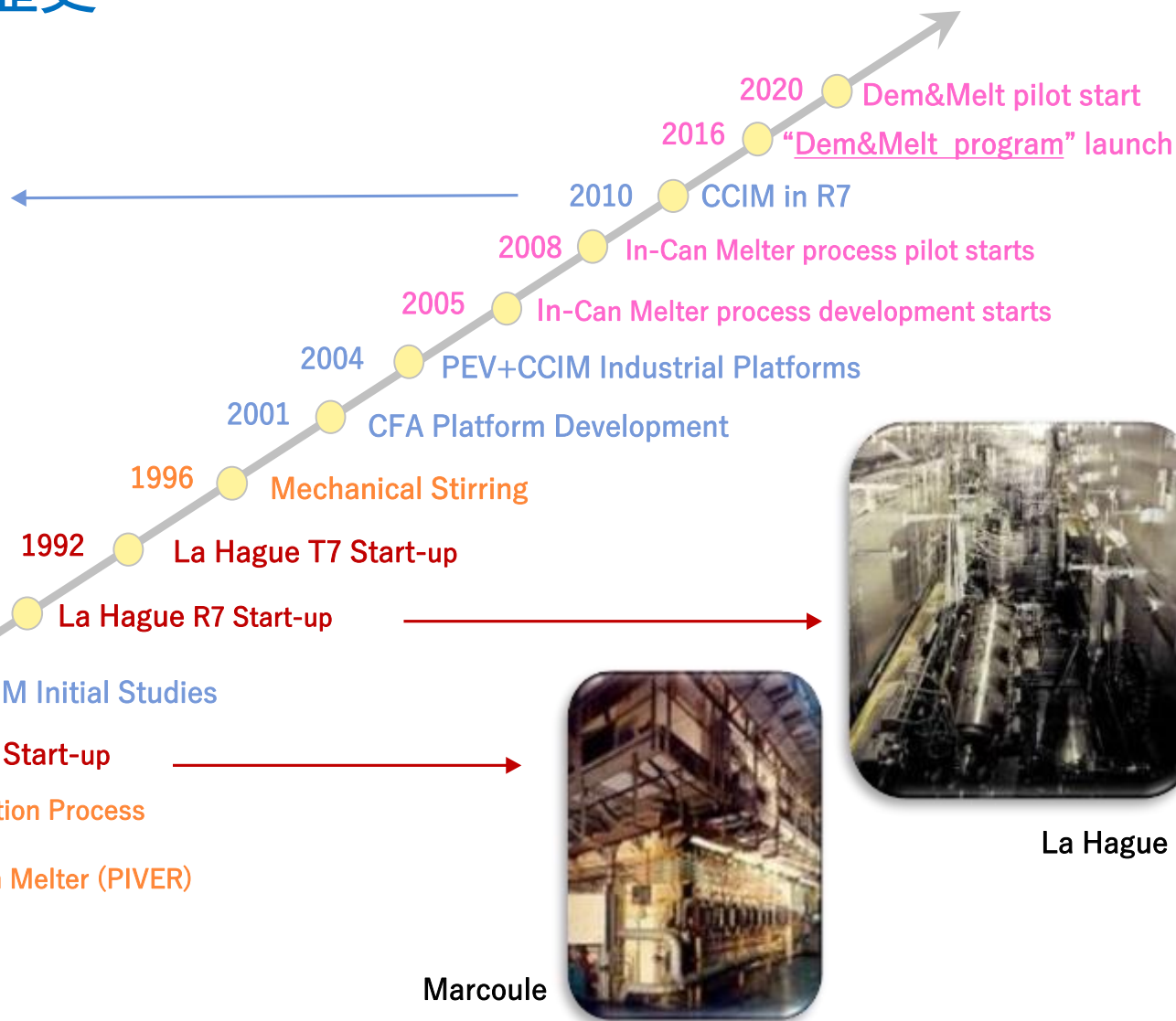


2. バックグラウンド ガラス固化技術開発の歴史

La Hague



AVM, AVH, CCIM, In-Can Melter等、様々なタイプのガラス固化システムが試験・開発されてきた。



La Hague

Marcoule

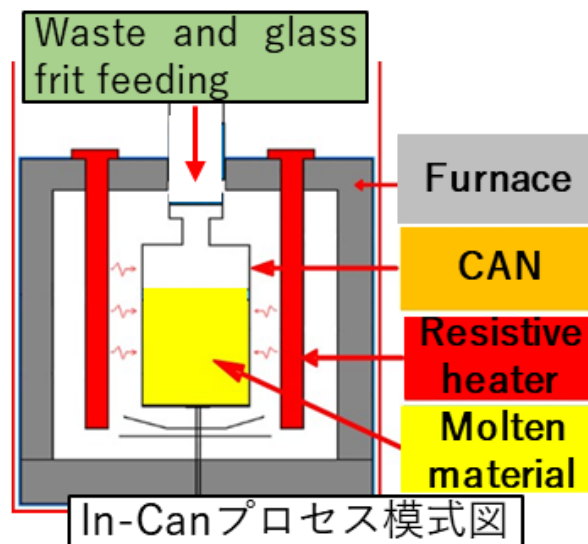


2. バックグラウンド

In-Canプロセスの特徴

In-Canプロセス: 熱処理技術の1種で、廃棄物やガラスフリットを入れたCANを炉内の周囲の抵抗加熱器で加熱し、CANを直接廃棄物パッケージとして使用することを特徴とする。

- ▶ 溶融ガラス出湯の必要がない。
- ▶ 加熱処理の開始や終了に特別なプロセスや資材の必要がない。
- ▶ 加熱サイクルの柔軟な制御が可能である。
- ➔ 放射性廃棄物に対しロバストで汎用的なプロセスである。



3. 2019-2020年度プロジェクトの概要

プロジェクト目標とアプローチ手法

2020年度末までにIn-Canガラス固化の総合的な適用性評価を完了させる。

ステップバイステップの進め方を採用し、プロジェクトを効率的に進め目標を達成させる。

STEP	項目
1	<u>廃棄物組成に関する技術検討</u> - 廃棄物データを統合し、各廃棄物を単独で扱うための方針・実験条件を検討する。
2	<u>実験による廃棄物処理の実現性検討およびガラス固化体作製</u> - ラボスケール/ベンチスケールでの熔融試験を実施し、作製されたガラス固化体を分析する。
3a, 3b	<u>STEP 3a: 2018年度パイロットスケール試験のガラス固化体性能評価</u> <u>STEP 3b: 2019年度パイロットスケール試験のガラス固化体性能評価</u> - パイロットスケール試験で作製されたガラス固化体の浸出試験および強度試験を実施する。
4	<u>CAN材質検討</u> - 机上検討と実験により、CAN材質として有望な耐熱ステンレス鋼を検討しインコネルと比較する。
5	<u>パイロットスケール試験に供する模擬廃棄物の仕様検討および製造</u>
6	<u>パイロットスケール試験</u> - ガラス固化体作製、揮発率、材料フィーディング等のプロセス全体を実証する。
7	<u>廃棄物処理の経済的・技術的評価</u> - 設備レイアウト、二次廃棄物、設備投資額(CAPEX)/運営費用(OPEX)、ガラス固化が困難な廃棄物のプロセスへの影響を検討する。
8	<u>規制と安全性</u> - In-Canガラス固化の日本の規制への適合性を検討する。

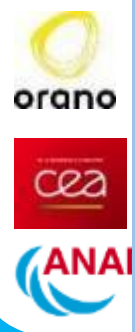
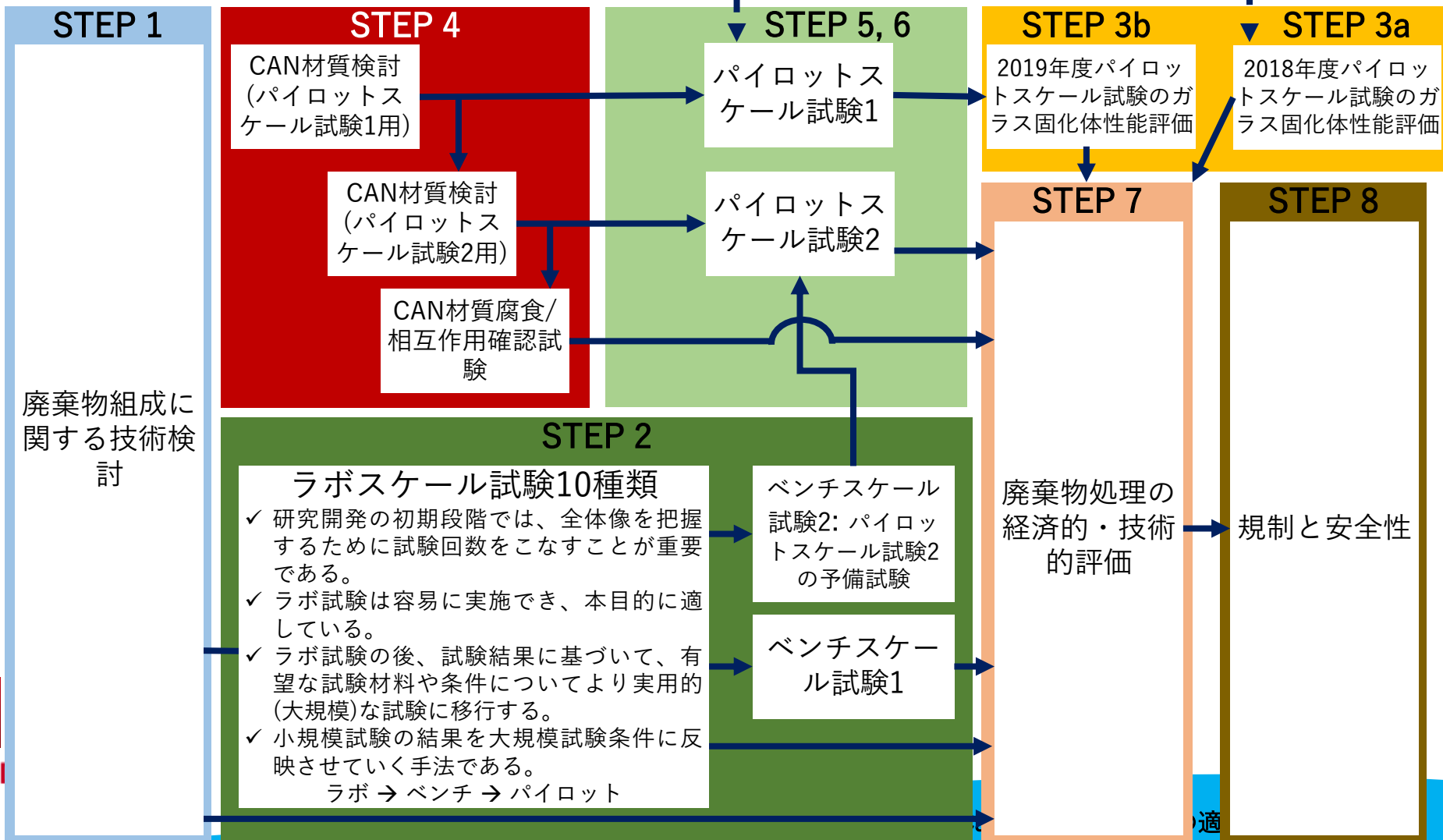


3. 2019-2020年度プロジェクトの概要

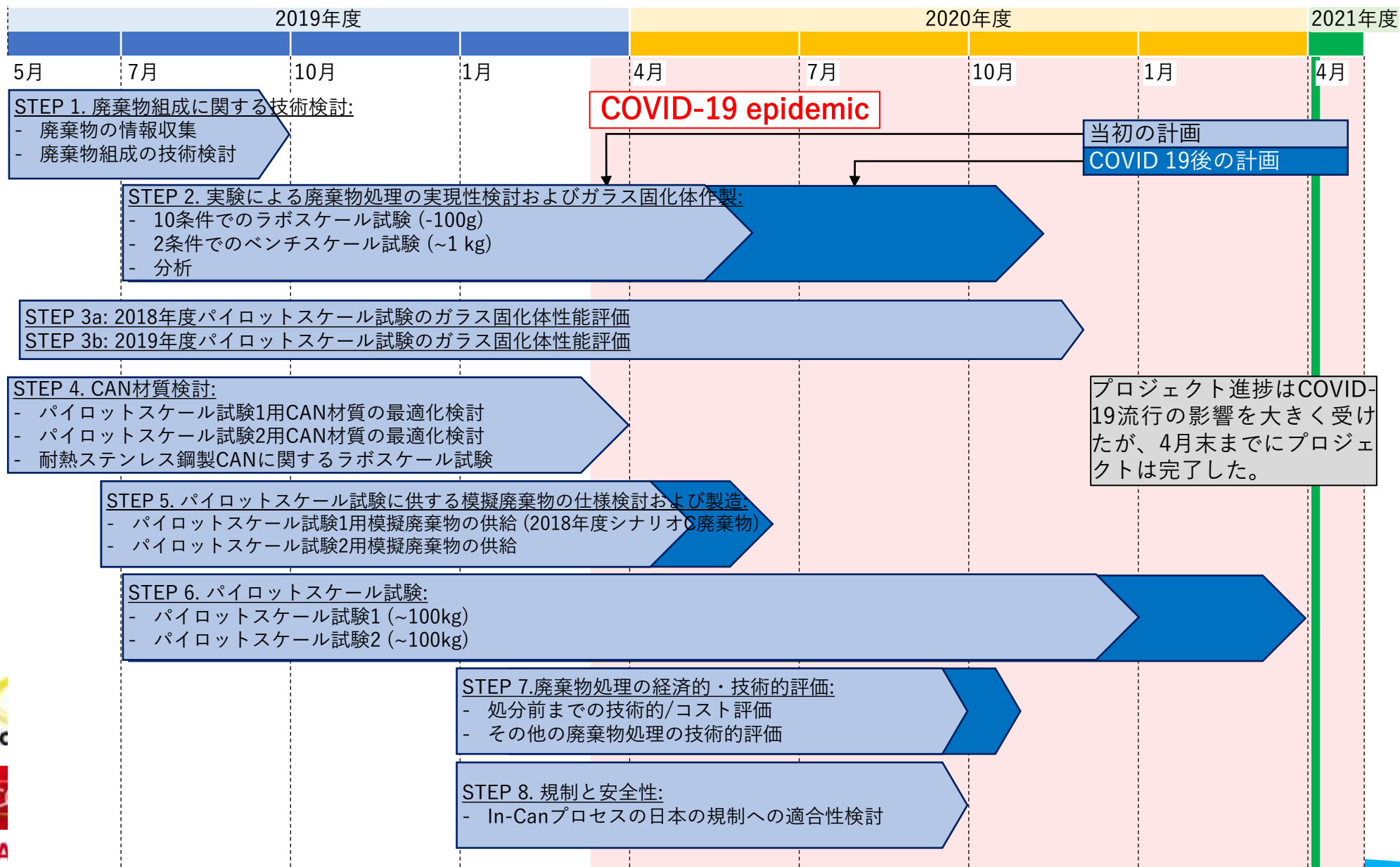
各STEPの主な内容とSTEP間の相関

2018年度研究
 ラボスケール試験12種類: (シナリオA, B, C, D)
 ベンチスケール試験4種類: (シナリオA, B, C, D)
 パイロットスケール試験1種類: (シナリオB)

シナリオA, B : 全廃棄物の混合処理
 シナリオC : Csリッチ廃棄物の混合処理
 シナリオD : Srリッチ廃棄物の混合処理



4. スケジュール



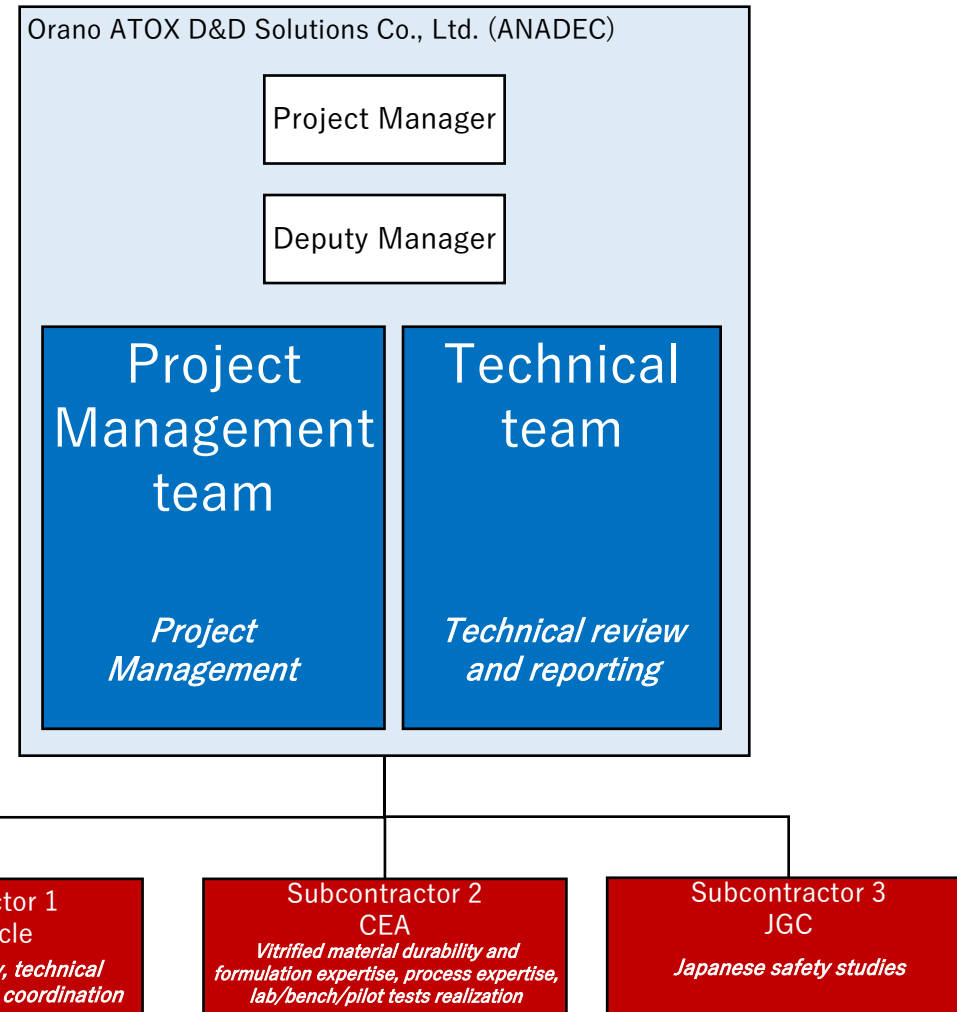
5. 実施体制

プロジェクトはANADECが管理する。外注先の実施内容は以下のとおりである:

- **CEA** : ガラス固化体の耐久性および作製に関する検討、プロセス実施にかかる検討、ラボ/ベンチ/パイロットスケール試験を実施する。
- **Orano** : エンジニアリング検討と、各種技術検討および統合を実施する。
- **JGC** : 日本の安全規制について検討する。

ANADEC は以下役割を担保する :

- 全ての外注先へ必要な情報を適宜提供する。
- 顧客からの要求を適切にプロジェクトに反映する。
- 全ての文書を、ANADECのレビューと検証後、仕様に従い期限内に提出する。(中間プレゼンテーション、中間報告資料、最終プレゼンテーション、最終報告書)



6. 実施内容

STEP 1. 廃棄物組成に関する技術検討: 廃棄物の処理方針

廃棄物インベントリ、2018年度の実施内容*およびCEA/Oranoの知見に基づき、廃棄物の処理方針と実験研究の必要性を検討した。

廃棄物の処理方針:

- 2018年度:

異なる廃棄物同士を混合し、複数の廃棄物間のガラス固化成立性を検証した。また、廃棄物充填率、作製される廃棄物パッケージ数およびプロセス運用/設計を最適化した。

- 2019-2020年度:

各廃棄物を単独処理し、In-Can処理の適用にあたっての選択肢を提供する。塩分および α 核種の存在を考慮する。

*「平成29年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業」に関する補助事業（第一次公募、固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発（先行的処理手法及び分析手法に関する研究開発））の成果の概要」を参照のこと

廃棄物の混合と単独処理の両方の適用性を検討した。
→廃棄物処理についての柔軟な選択肢を提供可能である。



6. 実施内容

STEP 1. 廃棄物組成に関する技術検討: 10種類のラボスケール試験

10種類のラボスケール試験を単独処理方針に基づき選定した。

試験の狙い: 廃棄物充填率の評価、適切な運転温度、使用するガラス添加剤等を確認し実現性を実証し、CAN材料の腐食も簡易的に観察する。

試験	廃棄物	ガラス添加剤	廃棄物充填率 (wt%)	模擬放射性廃棄物	CAN材料の腐食
LAB 1	ALPS炭酸塩スラリー*	ガラスフリット 1***	約40	<ul style="list-style-type: none"> Sr Ce(α核種模擬) 	目視確認
LAB 2	ALPS鉄共沈スラリー*	ガラスフリット 1***	約25	<ul style="list-style-type: none"> Sr Ce(α核種模擬) 	目視確認
LAB 3	ALPSスラリー混合物 1*, **	ガラスフリット 1***	約40	<ul style="list-style-type: none"> Sr Ce(α核種模擬) 	目視確認
LAB 4	ALPSスラリー混合物 2*, **	ガラスフリット 1***	約40	<ul style="list-style-type: none"> Sr Ce(α核種模擬) 	目視確認
LAB 5	ゼオライト IONSIV® R9160-G	ガラスフリット 2***	60超	<ul style="list-style-type: none"> Cs Ce(α核種模擬) 	目視確認
LAB 6	珪チタン酸塩 IONSIV® R9120-B	ガラスフリット 3***	30超	<ul style="list-style-type: none"> CsおよびSr Ce(α核種模擬) 	目視確認

LAB 7

LAB 8

LAB 9

LAB 10

LAB 7からLAB 10の試験項目については、事業者の独自技術に関する情報が含まれていることから内容を公開しておりません。

*Clの存在を考慮した廃棄物を用いた。

**ALPS炭酸塩スラリーとALPS鉄共沈スラリーを異なる比率で混合したもの。

***異なる3種類のガラスフリットを用いた。

6. 実施内容

STEP 1. 廃棄物組成に関する技術検討:

ベンチスケール試験/パイロットスケール試験

2種類のベンチスケール試験と2種類のパイロットスケール試験を単独処理方針に基づき選定した。

ベンチスケール: 小型のIn-Can装置を用いた試験によりラボスケール試験の結果を確認し、スケールアップ手法の有効性を示す。

パイロットスケール: フィーディング、オフガス処理系、作製されるガラス固化体、各種プロセスパラメータ等の全プロセスのIn-Can適合性をパイロットスケール設備で確認する。

試験番号	廃棄物の種類	模擬放射性核種	備考
ベンチ試験1	ベンチ試験1の試験項目については、事業者の独自技術に関する情報が含まれていることから内容を公開しておりません。		
ベンチ試験2	ALPSスラリーの混合物 1	<ul style="list-style-type: none"> Sr Ce(α核種模擬) 	<ul style="list-style-type: none"> LAB 3に対応している。 廃棄物インベントリの体積割合75%を占める。 Clの存在を考慮した廃棄物を使用する。 パイロットスケール試験2の予備試験となる。
パイロット試験1	ゼオライト、珪チタン酸塩、砂の混合物	<ul style="list-style-type: none"> CsおよびSr Ce(α核種模擬) 	<ul style="list-style-type: none"> 2018年度のシナリオC: Csリッチ廃棄物である。 CANの腐食確認も実施する。
パイロット試験2	ALPSスラリーの混合物 1	<ul style="list-style-type: none"> Sr Ce(α核種模擬) 	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物インベントリの体積割合75%を占める Clの存在を考慮した廃棄物を使用する。 CANの腐食確認も実施する。



~1kg
ベンチスケール



~100kg
パイロットスケール

試験パラメータはラボ/ベンチ試験結果に基づき更新する。

6. 実施内容

STEP 2. 実験による廃棄物処理の実現性検討およびガラス固化体作製: ラボスケール試験/ベンチスケール試験 まとめ

- ALPSスラリー、ゼオライト、珪チタン酸塩のガラス固化に成功した。次ページ以降に結果を示す。
 - ALPSスラリー：廃棄物充填率 約40%で試験を実施し、実現性を確認した。
 - ゼオライト：廃棄物充填率 60%超で試験を実施し、実現性を確認した。
 - 珪チタン酸塩：廃棄物充填率 30%超で試験を実施し、実現性を確認した。
 - ALPSスラリー混合物のガラス固化はベンチスケールでも廃棄物充填率 約40%で試験を実施し、実現性を確認した。



- ✓ 現在の適用性実証の段階としては、得られた結果は有望なものである。
- ✓ 幾つかの項目について更なる改善が可能である。
 - 廃棄物充填率の向上
 - 処理温度の最適化
 - 少量のみ存在する廃棄物の処理



6. 実施内容

STEP 2. 実験による廃棄物処理の実現性検討およびガラス固化体作製:

LAB 1 ~ 4, ALPSスラリー試験

No.	LAB 1	LAB 2	LAB 3	LAB 4
廃棄物	ALPS炭酸塩スラリー	ALPS鉄共沈スラリー	ALPSスラリー混合物 1	ALPSスラリー混合物 2
廃棄物充填率	約40%	約25%	約40%	約40%
結果	<p>各試験終了後、切断時のガラス固化体保護のため、エポキシ樹脂をるつぼ内に充填している</p> 			

目視観察と微細構造分析の結果、以下のことが判明した。

- ✓ 硬く高密度なガラス固化体を得られた。
- ✓ ガラス固化体は主に模擬放射性核種とClを含むガラス相で構成されていた。
- ✓ 金属製るつぼの大きな腐食は目視では観察されなかった。

- ALPSスラリー模擬廃棄物の廃棄物充填率25 ~ 40%程度でのガラス固化に成功した。
- 廃棄物に応じたガラスフリットの最適化により、より高い廃棄物充填率も達成可能だと考えられる。

6. 実施内容

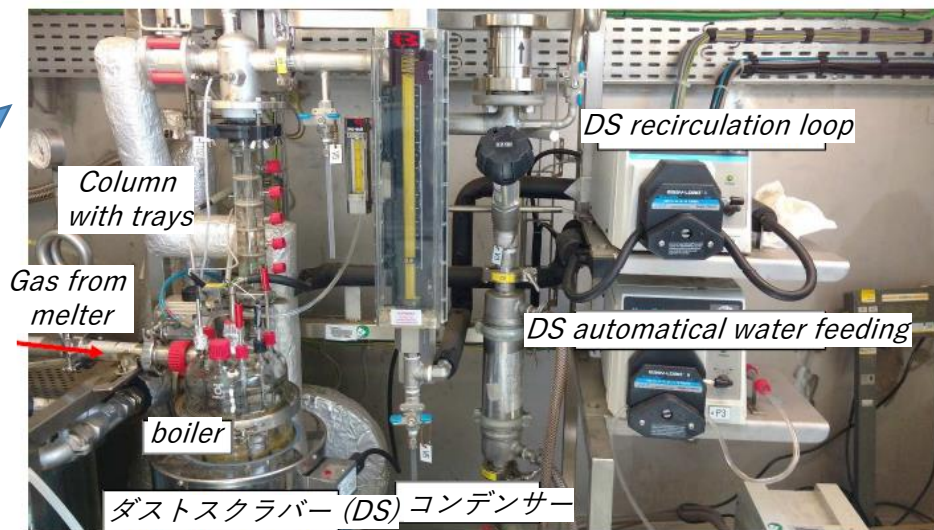
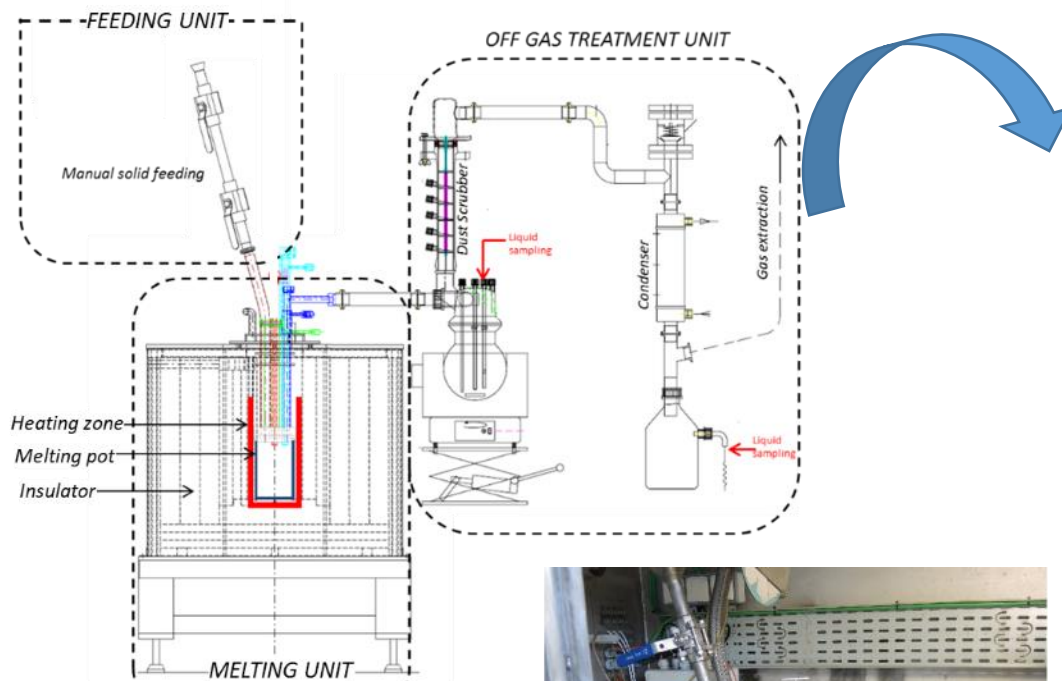
STEP 2. 実験による廃棄物処理の実現性検討およびガラス固化体作製: LAB 5 ~ 6, ゼオライトおよび珪チタン酸塩試験

廃棄物	LAB 5	LAB 6
廃棄物	ゼオライト	珪チタン酸塩
廃棄物充填率	60%超	30%超
結果		

▶ ゼオライトと珪チタン酸塩について、それぞれ廃棄物充填率60%超と30%超でガラス固化に成功した。

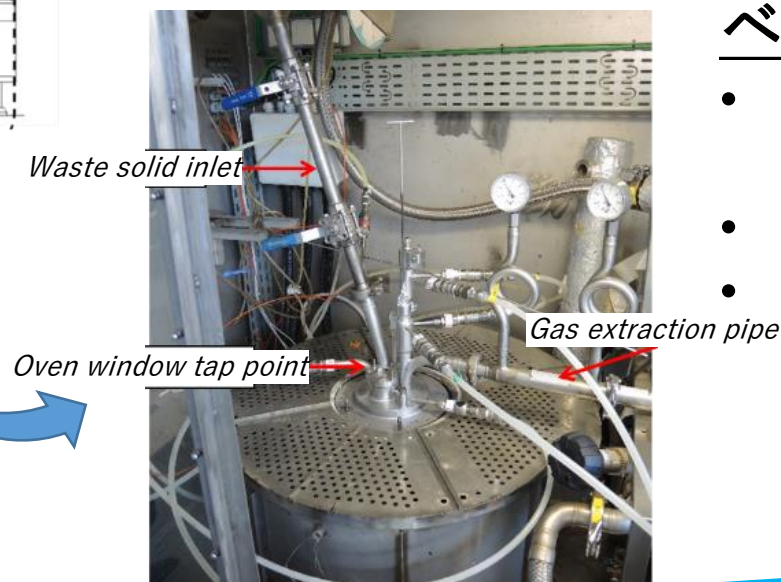
6. 実施内容

STEP 2. 実験による廃棄物処理の実現性検討およびガラス固化体作製: ベンチスケール試験装置



ベンチスケール試験装置


- フィーディング装置(既存設備：本試験では未使用)
- 熔融装置(抵抗加熱)
- オフガス処理装置(ダストスクラバーとコンデンサー)



6. 実施内容

STEP 2. 実験による廃棄物処理の実現性検討およびガラス固化体作製: ベンチスケール試験条件

ベンチスケール: 小型のIn-Can装置を用いた試験によりラボスケール試験の結果を確認および補完し、スケールアップ手法の有効性を示す。

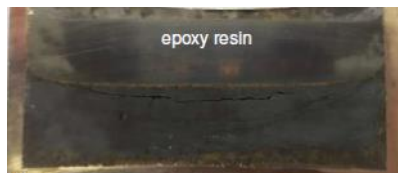
	ベンチ試験2 ALPSスラリーガラス固化
廃棄物充填率	約40 %
質量	模擬スラリー脱水物 + ガラスフリット 1 合計1 kg程度
試験前の廃棄物の様子	

6. 実施内容

STEP 2. 実験による廃棄物処理の実現性検討およびガラス固化体作製: ベンチスケール試験2：ALPSスラリーガラス固化試験 まとめ



ベンチスケール試験で作製された
ALPSスラリーガラス固化体



ラボスケール試験(LAB 3)で
作製されたALPSスラリーガ
ラス固化体

- Srの揮発率は0.05%未満であった。(Ceは検出限界以下)
- 微細構造分析から、均質なガラス固化体を得られたことが判明した。
 - ✓ ラボスケール試験(LAB 3)で製造されたガラス固化体と非常に似ており、スケールアップ手法の有効性を示している。
 - ✓ 主にSiO₂、Na₂O、CaO、B₂O₃、Fe₂O₃を成分とするガラス質の相で構成され、添加した殆どのCeとSrが作製されたガラス固化体に含まれていた。
 - ✓ 少量の結晶がCAN壁面沿いとガラス固化体表面に存在していた。
- SEM観察および目視観察の結果、CAN表面に大きな腐食は見られなかった。

廃棄物充填率 約40%でALPSスラリー混合物のガラス固化に成功した。

- 均質なガラス固化体を得られた。
- 高廃棄物充填率を達成した。
 - ✓ 廃棄物に応じたガラスフリットの最適化によりさらに向上可能と考えられる。
- Srの揮発率は0.05%未満であった。

6. 実施内容

STEP 3a. 2018年度パイロットスケール試験のガラス固化体性能評価

まとめ

- シナリオB(ALPSスラリー、ゼオライト、珪チタン酸塩および砂の混合処理)のガラス固化体の性能(圧縮強度、浸出速度)を実験的に分析した。次ページ以降に結果を示す。
- 微細構造はガラス固化体の場所によらず非常によく似ており、耐久性のある結晶が均質に分布しているガラス質相で構成されていた。
- Csはガラス質相内に分布しており、Srはガラス質相と結晶相の両方に分布していた。
- 圧縮強度は40MPaから200MPa程度であり、ホウ珪酸ガラスの標準的な値であった。
- 浸出試験の結果は、時間とともに浸出速度の急激な低下が見られ、ホウ珪酸ガラスとして標準的なものであった。CsおよびSrの浸出速度は低く、Csは変質相に保持されていることが判明した。

実験結果より、シナリオBにおいて**廃棄物充填率80%**で高密度で耐久性のあるガラス固化体を作製可能であることが判明した。

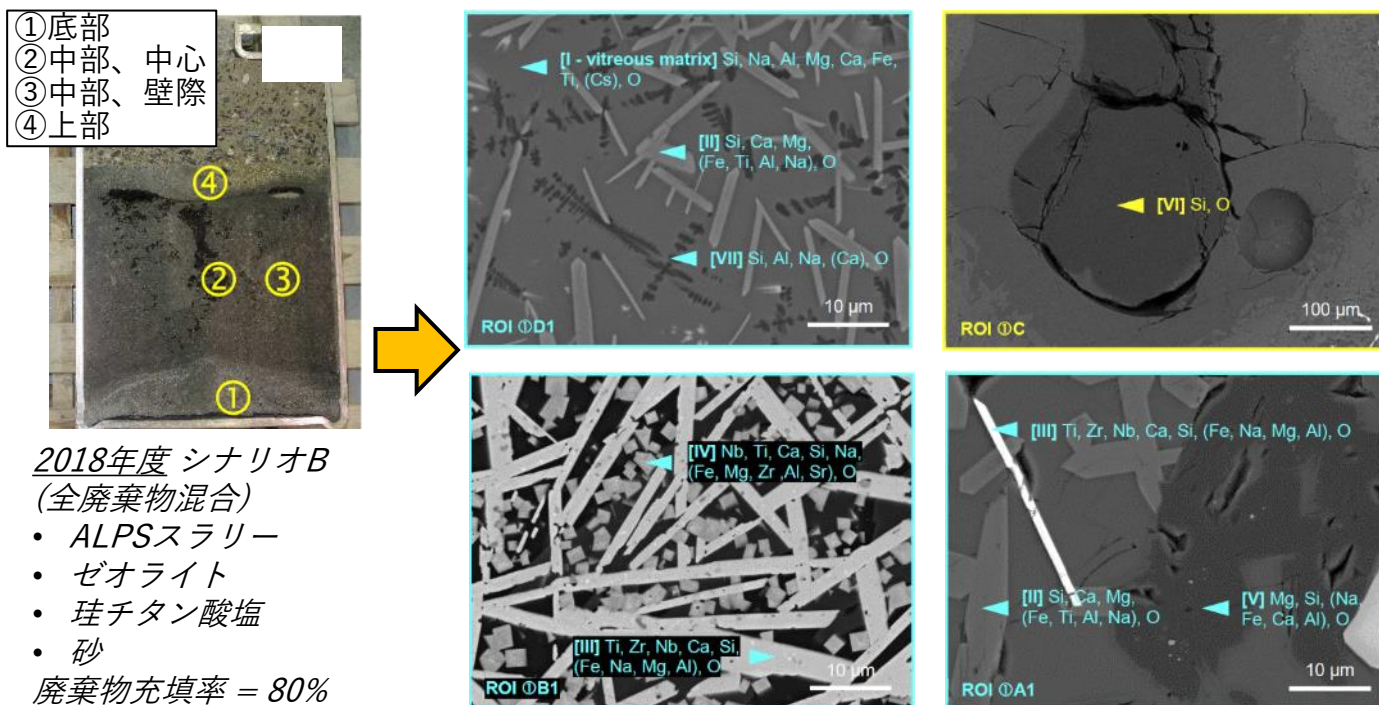
廃棄物の大幅な減容と、廃棄物を処理するために必要な処理期間の短縮へと繋がる。

6. 実施内容

STEP 3a. 2018年度パイロットスケール試験のガラス固化体性能評価

1. 微細構造分析, 2. 圧縮試験および3. 浸出試験

4サンプルで分析を実施し、6種類の化学的性質をもつ相を確認した。



①底部サンプルのSEM画像とEDS分析の例

- ・ 目視観察により、高密度なガラス固化体が得られていることを確認した。
- ・ ほとんどのCsはガラス質相内に分布していた。
- ・ Srはガラス質相内および結晶相内の両方に分布していた。

ガラス固化体の微細構造は、ガラス固化体内の場所によらず非常によく似ていた。

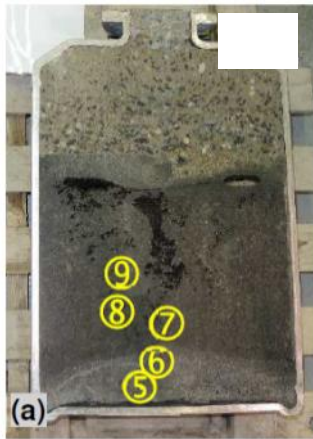
→ 廃棄物とガラスフリット間の反応はガラス固化体全体で均一であったと考えられる。

6. 実施内容

STEP 3a. 2018年度パイロットスケール試験のガラス固化体性能評価

1. 微細構造分析, 2. 圧縮試験および3. 浸出試験

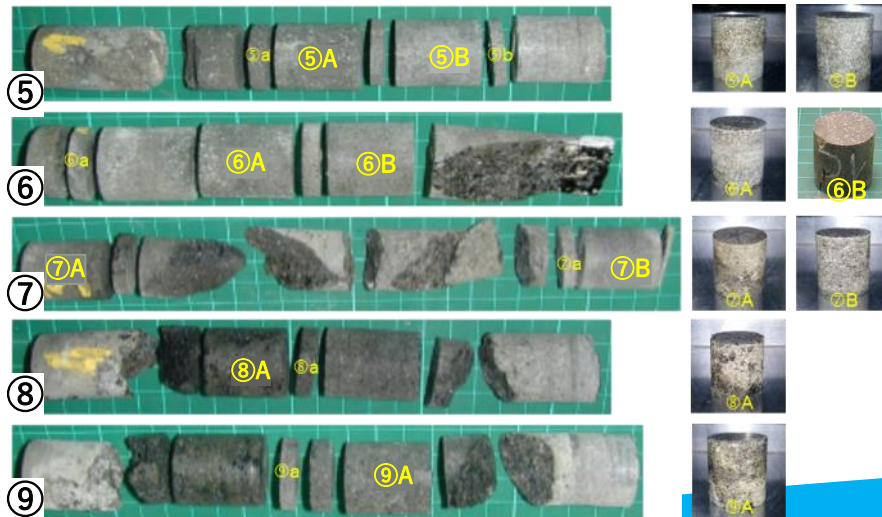
一軸圧縮試験を5コア、8サンプルで実施した。



	圧縮強度 [MPa]	B-Siガラスの文献値* [MPa]
Min	42	22*
Max	200	384**
Ave	101	-

*Ojovan M.I., Lee W.E., 2005. Chapter 17 - Immobilisation of Radioactive Wastes in Glass. In: Ojovan, M.I., Lee, W.E. (Eds.), An Introduction to Nuclear Waste Immobilisation. Elsevier, Oxford, p. 213-249.

**Ashby M.F., 2013. Chapter 15 - Material profiles. In: Ashby, M.F. (Ed.), Materials and the Environment (Second Edition). Butterworth-Heinemann, Boston, p. 459-595.



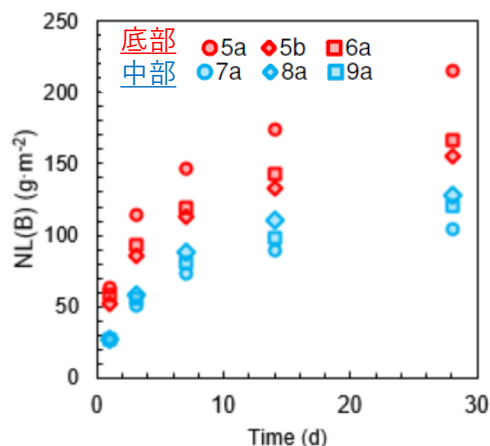
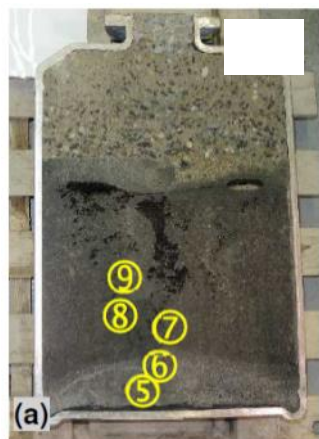
ガラス固化体の機械的強度は、ホウ珪酸ガラスの強度と同程度であった。

6. 実施内容

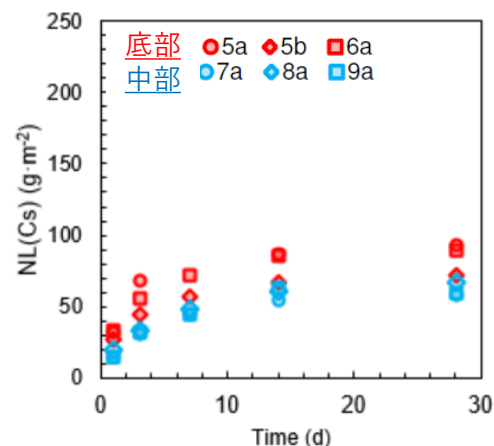
STEP 3a. 2018年度パイロットスケール試験のガラス固化体性能評価

1. 微細構造分析, 2. 圧縮試験および3. 浸出試験

浸出試験(MCC-1に適合)を5本のコアから採取した6サンプルで実施した

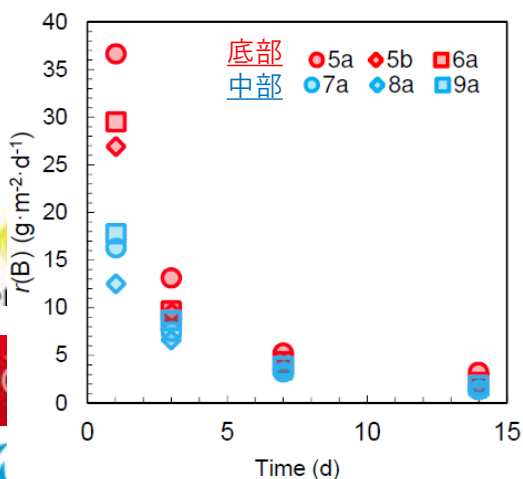


Bの規格化浸出量NL(B)



Csの規格化浸出量NL(Cs)

- NL(B)の推移は、ホウ珪酸ガラスの浸出試験でよく見られる傾向を示した。
- Bはガラス質相内に含まれており、微細構造分析の結果Csは主にガラス質相に分布していたことから、NL(Cs)の計算とNL(B)との比較が可能である。
→ Csの一部は変質相内に保持されていると考えられる。



Bの浸出速度の推移

- 良好な浸出挙動であった。
- 浸出速度は米国EAガラスの2/3程度の結果となった。
- 浸出速度の急激な低下を伴う、ホウ珪酸ガラスとして典型的な浸出試験結果を示した。
- CsおよびSrの浸出速度は低く、Csは変質相内に保持されていると考えられる。

6. 実施内容

STEP 4. CAN材質検討

コスト最適化のために、CEA/Oranoのフィードバックと経験に基づく予備調査から、CAN材料の候補を複数種類選択した。必要なCAN材料の量は、材料の特性、性能と直結している。

- 本ステップでは以下の項目を実施した。
 - パイロットスケール試験1用CAN材質検討
 - パイロットスケール試験2用CAN材質検討
 - CAN材質腐食/相互作用確認試験
- 材料固有のコストとCAN一本あたりに必要な材料の量について、最も経済的なバランスを上記の検討や試験を通して研究した。



6. 実施内容

STEP 5, 6. パイロットスケール試験1: まとめ

Csリッチ廃棄物(2018年度シナリオC: ゼオライト、珪チタン酸塩、砂)のガラス固化

パラメータ	結果
ガラス固化体重量	Cs, Sr, Ceを含む103kgのガラス固化体を作製した。
揮発率	Cs: 0.04%, Sr: 0.01%
CAN外観	腐食は観察されなかった。
廃棄物充填率	約75%
浸出速度	R7T7ガラスと同オーダーであった。
圧縮強度	標準的なコンクリートや典型的な高レベルガラス固化体と同オーダーであった。

- ✓ 高廃棄物充填率での処理に成功した。
- ✓ 揮発率はCsが0.04%, Srが0.01%であった。
- ✓ 化学的耐久性の観点から、得られた結果は非常に良好であり、フランスの高レベル廃棄物用リファレンスガラスR7T7ガラスと同オーダー(~0.2 g/m²/d)の浸出速度であった。(STEP 3bの結果)



6. 実施内容

STEP 5, 6. パイロットスケール試験 2: まとめ

パイロット試験2: ALPSスラリー混合物のガラス固化

パラメータ	結果
ガラス固化体重量	SrおよびCeを含む72kgのガラス固化体を作製した。
揮発率	Sr: $< 4 \times 10^{-3} \%$ (Ceは検出限界以下)
CAN外観	腐食は観察されなかった。
廃棄物充填率	約40%

- ✓ 高廃棄物充填率での処理に成功した。
- ✓ Srの揮発率は $4 \times 10^{-3}\%$ 未満であった。
- ✓ 外観が均質なガラス固化体を得られた



6. 実施内容

STEP 7. 廃棄物処理の経済的・技術的評価

- In-Canガラス固化技術の福島第一原子力発電所への導入に係るエンジニアリングスタディとコスト評価*を実施した。

*コスト評価については、実施内容を公開しておりません。

▶ 2種類のコンパクトなガラス固化ユニットを設計した(各ユニットに2基の溶融炉を設置する)。

- Csリッチ廃棄物 → 遠隔操作による運転およびメンテナンスとなるDem&Meltユニットで構成される。
- Srリッチ廃棄物 → 直接メンテナンスとなるDem&Meltユニットで構成される。

Csリッチ廃棄物: Cs放射能の高い廃棄物

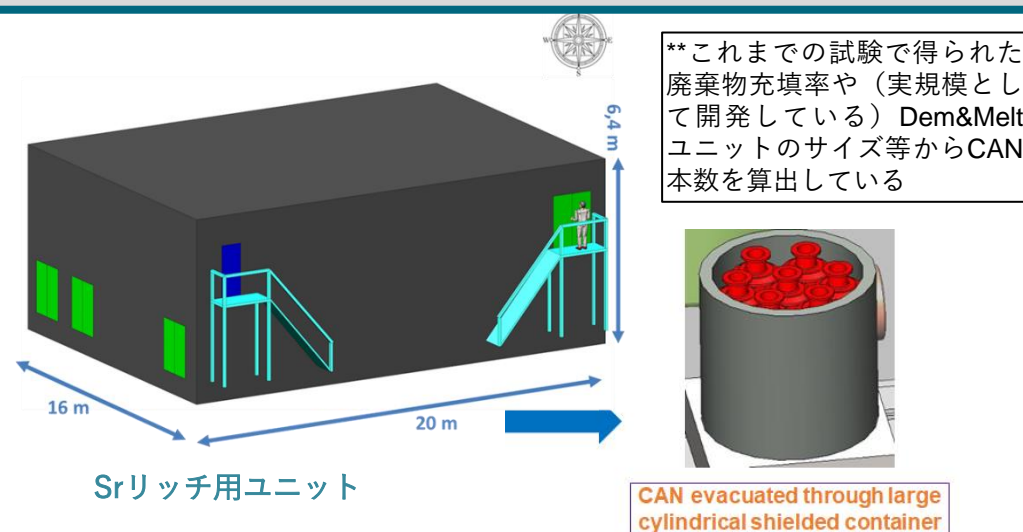
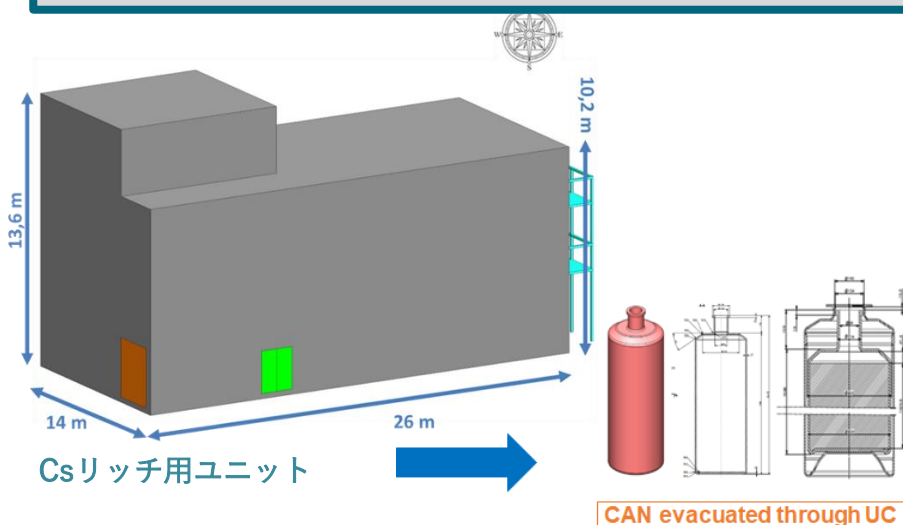
Srリッチ廃棄物: Cs放射能は高くない、Sr放射能が高い廃棄物

→ この方針により、廃棄物処理にかかるコストと期間を最適化可能である。

▶ 作製されるCANの数**と処理に必要な運転期間を評価した(処理方針により変動する)。

- Csリッチ廃棄物 → 約4000本～4800本のCANが作製され、運転期間は11年～13年となる。
- Srリッチ廃棄物 → 約4500～5000本のCANが作製され、運転期間は13～14年となる。

Dem&Meltユニットの設計は上流機能から下流機能まで、仏国ラアークとマルクールでの40年以上に渡る高レベル廃棄物取り扱いに基づく、成熟した実績のある技術が用いられている。



**これまでの試験で得られた廃棄物充填率や(実規模として開発している)Dem&Meltユニットのサイズ等からCAN本数を算出している

6. 実施内容

STEP 8. 規制と安全性: 概要

Dem&Melt In-Canガラス固化施設の福島第一原子力発電所への導入に関して、日本の安全基準への適合性に係る検討を実施した。

検討方法：

1. 低レベル放射性廃棄物処理施設等の設計において参照している法令を基に、以下の法令、ガイドラインおよび法律から、Dem&Melt In-Canガラス固化施設の安全設計において考慮する必要があると考えられる項目を抽出した。
 - 原子力施設全般に関する法令
 - 福島第一原子力発電所に固有の法令
 - 原子力規制委員会が定めたガイドライン等
 - 東京電力が作成した実施計画書
 - (原子力施設の建設に際して関連すると考えられる原子力以外の主な法律)
2. 安全設計に関連する法令上の主要な用語について、Dem&Melt In-Canガラス固化施設が該当するか整理した。

東京電力の実施計画書に記載する項目を想定した上で記載内容を検討したところ、解決が困難である課題はないことを確認した。Dem&Melt In-Can Melter施設を、日本の規制に定められた安全要件を満たすように設計、建設、設置することが可能であると判断する。

7.まとめと今後の見通し

プロジェクトの結論

2019-2020年度プロジェクトの目標:

➤ 年度末までにIn-Canガラス固化の総合的な適用性評価を完了させる。

- 福島第一原子力発電所の水処理二次廃棄物を、以下のとおり高廃棄物充填率で処理可能である。
 - ✓ ALPSスラリー: 25% ~ 40%
 - ✓ ゼオライト: 60%超
 - ✓ 珪チタン酸塩: 約30%
 - ✓ Csリッチ廃棄物 (ゼオライト、珪チタン酸塩、砂の混合物): 80%
- パイロット試験1について：
 - ✓ 低揮発率での処理に成功し、揮発率はCsが0.04%、Srが0.01%であった。
 - ✓ 得られたガラス固化体は放射性廃棄物の国際的な基準ガラスと同程度の良好な浸出耐性を示した。
- パイロット試験2について、Srのほぼ100%をCAN内に保持していた。
- 2種類の施設を概念的に設計し、廃棄物インベントリ全体を14年で、適切な初期投資、少ないメンテナンス、少量の二次廃棄物で処理することを検討した。
- Dem&Melt施設は日本の規制の安全要求を満たすことが可能であると判断した。



7. まとめと今後の見通し

本プロジェクト後に残る検討課題

本プロジェクトにより得られた結果から、下記の研究によりIn-Can技術の適用性をさらに高めることが可能であると言える。

1. 実規模試験

- これまでの成果を踏まえ、改良したフィーディング系を用い、高廃棄物充填率・実規模にてIn-Canプロセスの適用性を評価および実証する。
- 対象となる廃棄物はALPSスラリー脱水物が考えられる。

2. CAN腐食耐性

- 福島第一原子力発電所の廃棄物の塩分の含有量が多いといった特徴に合わせ、技術的・経済的な観点から最適なCAN材料を結論づける。

これらの研究により、In-Can技術の適用性をさらに実証することが可能である。

