

廃棄物処理プラントHanfordサイトの概要

概要 / 目的:

米国エネルギー省(DOE)では現在、約9,000万ガロンの放射性廃棄物をHanfordとSavannah Riverサイトにある約230の地下タンクに貯蔵しています。Hanfordの放射性廃棄物の内訳は、約2,000万ガロンが液体(上澄)、約1,000万ガロンが不溶性のスラッジ(沈殿物)、残りはソルトケーキと呼ばれる部分的に水溶性の固体です。これら放射性廃棄物のガラス固化は、廃棄物処理等の主要プラントであるHanford Waste Treatment and Immobilization Plant(WTP)にて実施される予定です。今回のウェビナーではその一連の処理の流れ(貯蔵、取り出し、前処理、固化、廃棄)についてご紹介します。ここではガラス固化について、1)扱いにくい廃棄物の構成成分及びそれによるガラス形成と運転への影響、2)重要なプロセス及び製品の性能と特性(なぜ、どのようにそれらを計測するか)、3)工程管理方策、並びにガラス化モデル及びアルゴリズムの活用、4)許容可能なガラス組成域と運転柔軟性との関係、5)ガラス形成の大きな進歩及び一連の流れと運転に対するその影響、及び 6)運転の教訓、に焦点を当てて説明します。

講演者紹介:

デビッド・ピラー博士 はクレムソン大学でセラミック工学の学位を取得した。ピラー博士は25年以上にわたって、ガラス調合技術の開発を行うとともに、南カリフォルニア州のアイケンにある国防関係の廃棄物処理施設とワシントン州のハンフォードにある廃棄物処理施設の処理能力向上と運転柔軟性改善のための代替プロセスの開発を行っている。

彼は現在Pacific Northwest National Laboratory (PNNL)において技術管理部門マネージャー代理の役職に就いており、PNNLでは年間の4,500万ドル以上のR&D予算が、廃棄物処理と環境修復に使用されている。ピラー博士はクレムソン大学物質科学工学科の外部諮問委員会員であり、非常勤教授でもある。彼は米国セラミックス学会員であり、85以上の外部査読付き論文と300以上に内部技術報告書を執筆している。また、彼は3件の特許と1件の国際特許を取得している。



廃棄物処理プラントHanfordサイトの概要

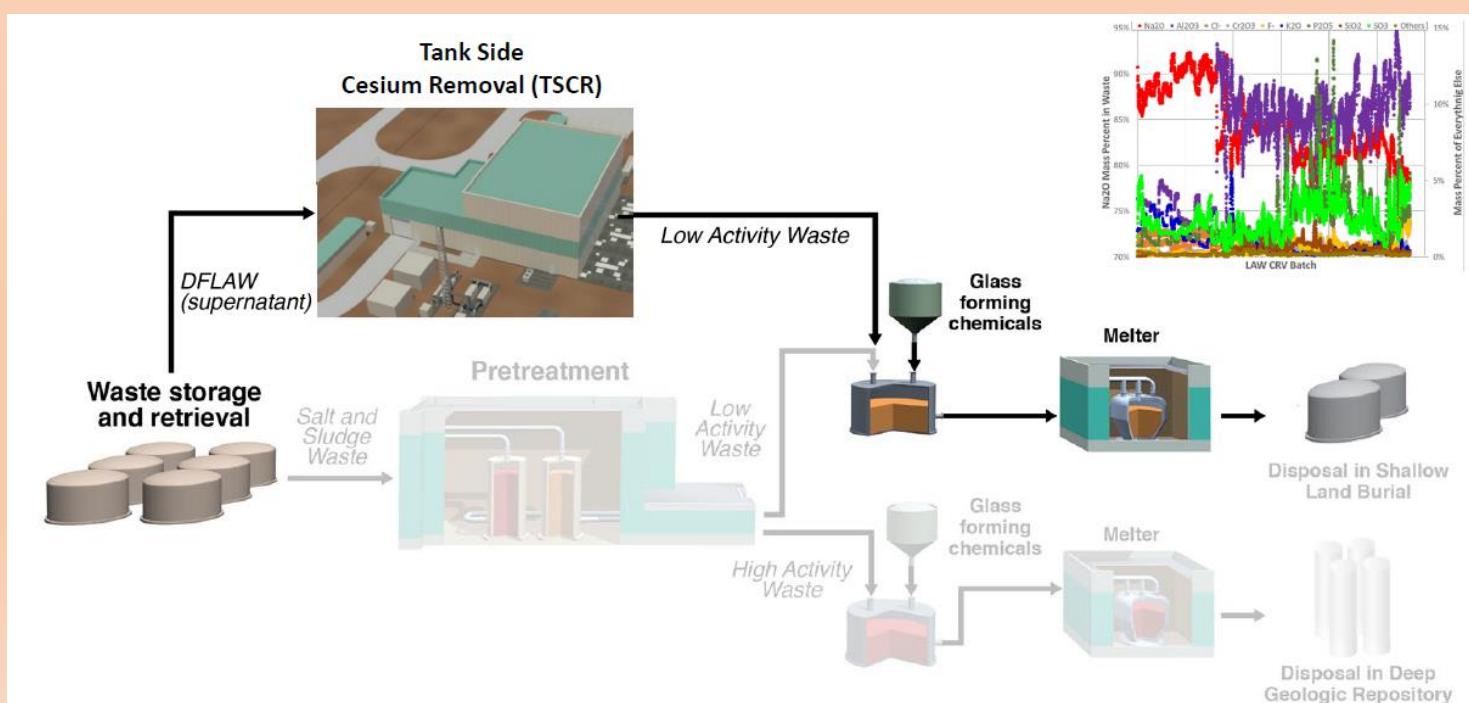
背景と目的

- DOEの施設には約9,000万ガロンの放射性液体廃棄物が貯蔵されている。
- 古い廃棄物は環境にとっての大きなリスクである。
- 革新的な解決方法を開発し、成熟させ、実用化するためには基礎研究と応用研究が必要である。
- 回収し、前処理し、固化し、処分するのが役割である。



ハンフォード施設のフローシート

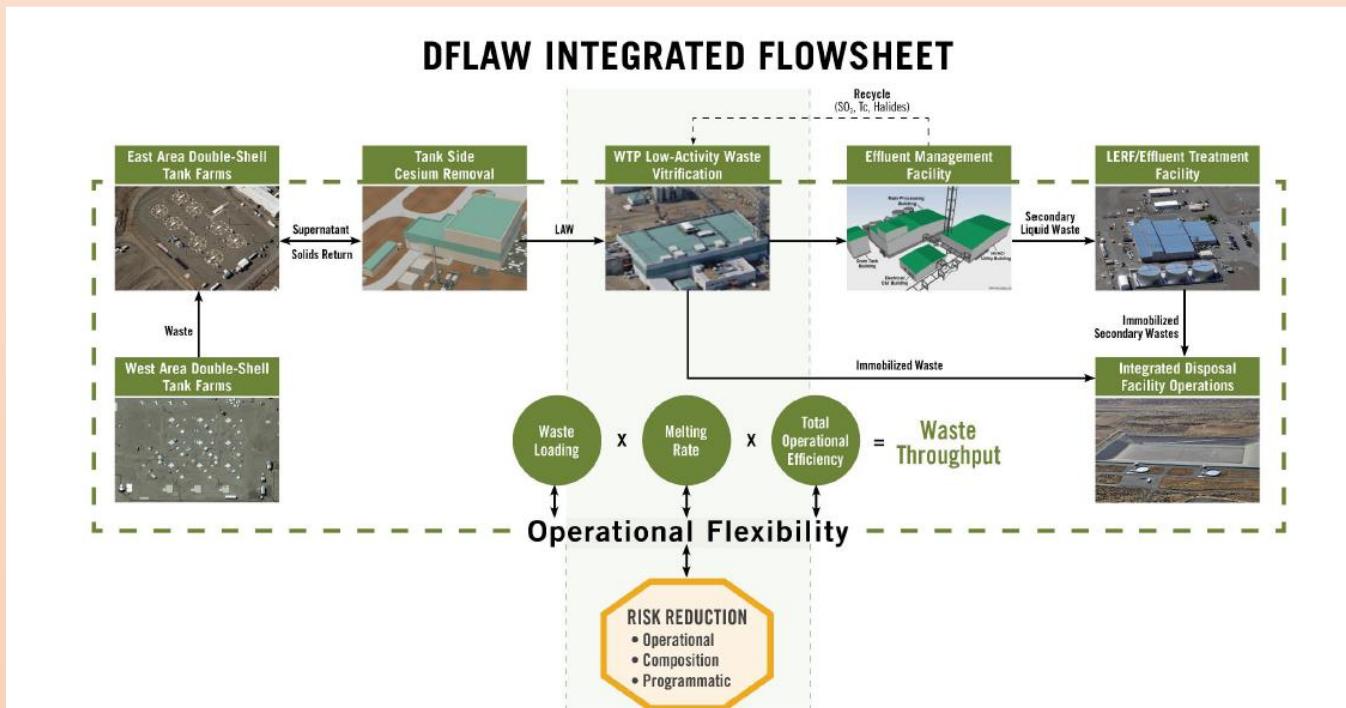
- DOE施設の中で技術的に最も複雑な作業が行われている施設の一つである(回収、前処理、固化)



廃棄物処理プラントHanfordサイトの概要(続き)

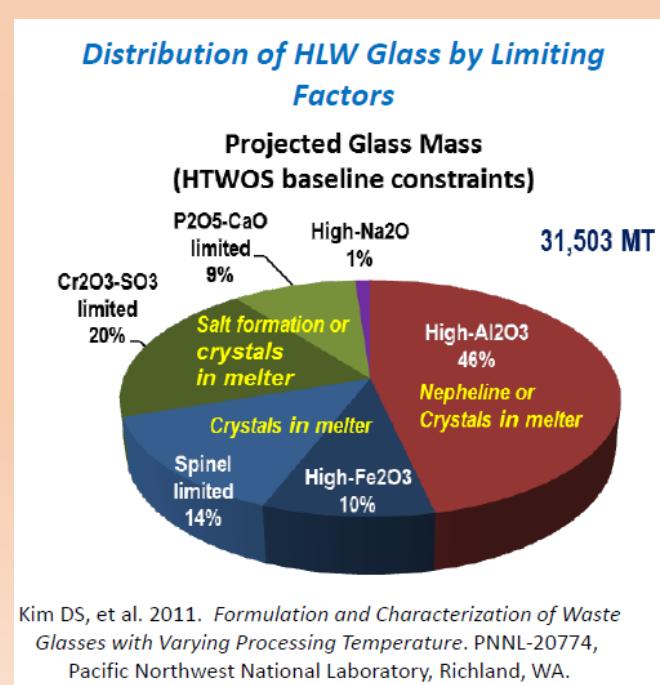
ユニットの運転の統合

- 廃棄物処理量と運転の柔軟性を増加させるための主たる факторはユニットの運転統合である。



前処理

- ホウケイ酸ガラス中の溶解度が制限される厄介な成分
- 解決策としてはバランスの取れたアプローチがある。
 - 前処理
 - 腐食溶解(AI)
 - 酸化浸出(Cr)
 - 高レベル廃棄物のためスラッジ量の削減
 - 改良されたガラス
 - 厄介な成分の溶解限度の増加
 - Al₂O₃: 16 wt% -> 25 wt%
 - Cr₂O₃: 0.5 wt% -> 1.5 wt%



廃棄物処理プラントHanfordサイトの概要(続き)

ガラス固化

- ガラス調合作業は、処理と製品の性能に関連する制約のバランスをとる必要がある。そのため、組成と物性を関連付けたプロセス制御モデルが必要

Table 2. Summary of LAW Glass and Melt Constraints Used in ILAW Algorithm^(a)

Constraint Description	Constraint	Source
Product consistency test (PCT) normalized releases of Na, B, and Si	< 2 (g/m ²) (for Na, B, and Si)	DOE 2000 (Spec. 2.2.2.17.2)
Vapor hydration test (VHT) 200°C alteration rate	< 50 (g/m ² /d)	DOE 2000 (Spec. 2.2.2.17.3)
Viscosity at 1100°C	≤ 150 (P) ^(b)	24590-LAW-3PS-AE00-T00001, Rev. 4
Viscosity at 1150°C	≥ 20 (P)	24590-HLW-RPT-RT-05-001, Rev. 0 ^(c)
Viscosity at 1150°C	≤ 80 (P)	24590-HLW-RPT-RT-05-001, Rev. 0 ^(c)
Electrical conductivity at 1100°C	≥ 0.1 (S/cm)	24590-LAW-3PS-AE00-T00001, Rev. 4
Electrical conductivity at 1200°C	≤ 0.7 (S/cm)	24590-LAW-3PS-AE00-T00001, Rev. 4
Waste loading (wt% waste Na ₂ O in glass)	> 14, 3, and 10 (wt%) for envelopes A, B, and C LAW, respectively	DOE 2000 (Spec. 2.2.2.2)
Waste classification	< Class C limits as defined in 10CFR61.55	DOE 2000 (Spec. 2.2.2.8)
⁹⁰ Sr activity per unit volume of glass	< 20 (Ci/m ³)	DOE 2000 (Spec. 2.2.2.8)
¹³⁷ Cs activity per unit volume of glass (waste form compliance)	< 3 (Ci/m ³)	DOE 2000 (Spec. 2.2.2.8)
¹³⁷ Cs activity per unit volume of glass (system maintenance)	< 0.3 (Ci/m ³)	DOE 2000 [Section C.7 (d)(1)(iii)]
Canister surface dose rate	≤ 500 nrem/h	DOE 2000 (Spec. 2.2.2.9)

From 24590-LAW-RPT-RT-04-0003, Rev 1

アルゴリズム

- リアルタイム調合の必要性
 - 供給される廃棄物の組成はバッチごとに変化する。
 - 供給される廃棄物の組成が頻繁に変動する条件下において運転の柔軟性を確保するには、ガラス調合条件の変更が必要。
- 処理スケジュールは非常にタイト。
- 貯槽に余裕がないため、ガラス調合条件は数分以内に調整する必要がある。

