



Sellafield Ltd



NRS
Nuclear Restoration
Services



Nuclear Waste
Services



NTS
Nuclear Transport
Solutions

複雑かつ高リスクな環境における不確実性の制御： パイル燃料被覆管サイロ(Pile Fuel Cladding Solo=PFCS) での経験

エドウィン・マシューズ

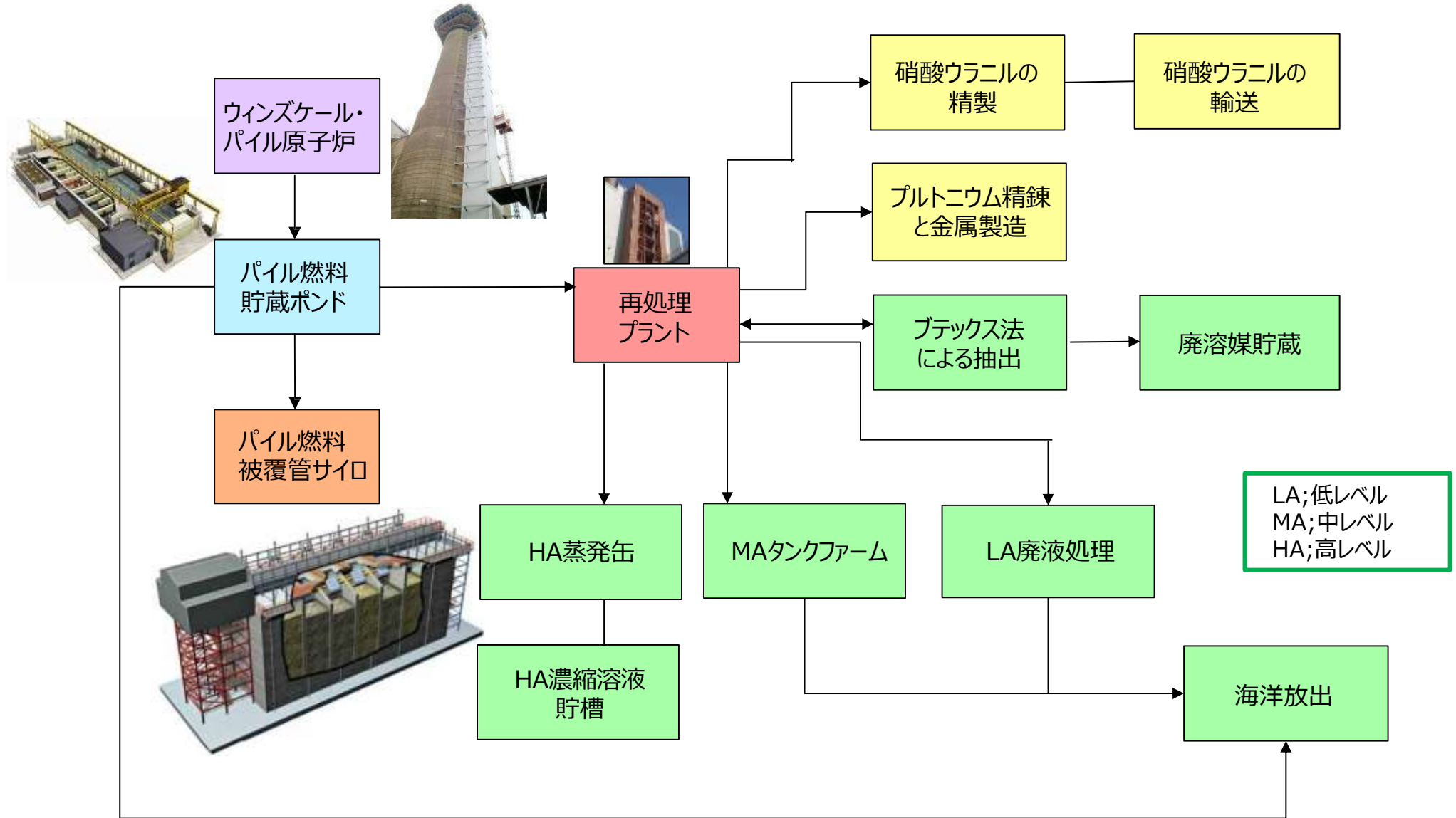
セラフィールド社

取り出しバリューストリーム戦略・技術部長

セラフィールド・サイトの概要

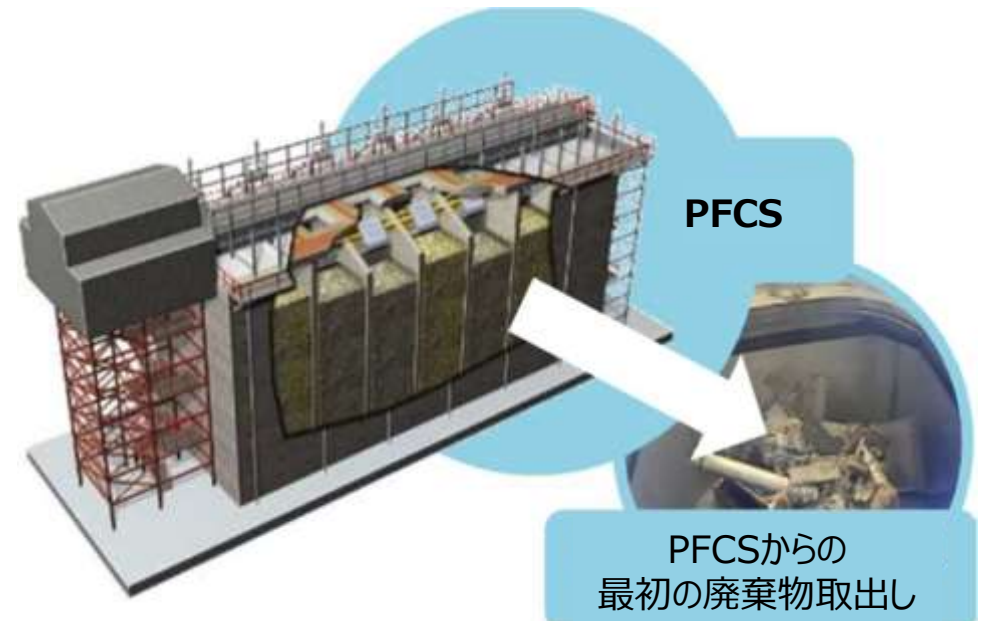


パイル炉燃料の再処理工程



背景情報： パイル燃料被覆管サイロ (PFCS)

- 1950年代にで最初の乾式中レベル廃棄物 (ILW) 貯蔵施設として運開
- 1952年から1964年まで廃棄物貯蔵
- 6区画に、約3,200m³の固形廃棄物を収容
- 貯蔵されている廃棄物の内容
 - パイル燃料の脱被覆から発生する黒鉛およびアルミニウム被覆管
 - MSSSが利用可能になるまでは、マグノックス炉の被覆管のフィン(swarf) はPFCSに投棄
 - 当該期間に発生した他の廃棄物も貯蔵 (汚染廃棄物)



PFCS外観

サイロで実施済み作業



洗浄・安定化



サイロドアの設置
取出し用アクセス貫通孔



建設期間中日本人
グループの訪問



取出し装置の据付

プロジェクトのタイムライン

日付	活動
2002～2014	初期のレガシー・ポンドおよびサイロの初期クリーンアップ・プロジェクト（LP&SERP）のプロジェクト設計段階
2014～2015	当初設計案が複雑過ぎ、プログラムを一時停止、戦略を再考
2015	プロジェクト休止期間終了、新規プログラムの枠組み策定、Lead & Learn アプローチおよび初期取出し設計の簡素化（市販機器の活用）
2015～2019	初期取出しプロジェクトにおいて納入済みであった取出しユニットを完全にPFCS施設に納入（次のスライドを参照）
2019～2023	コールドおよびホットな作業を開始し、取出しユニットを稼働させる。中間貯蔵施設が完成する。ユニットBのオフライン試験・訓練施設を設定する。
2023	最初の廃棄物コンテナをPFCS施設から取出すことに成功、中間貯蔵施設に搬出

PFCSでの廃棄物取出しシステム



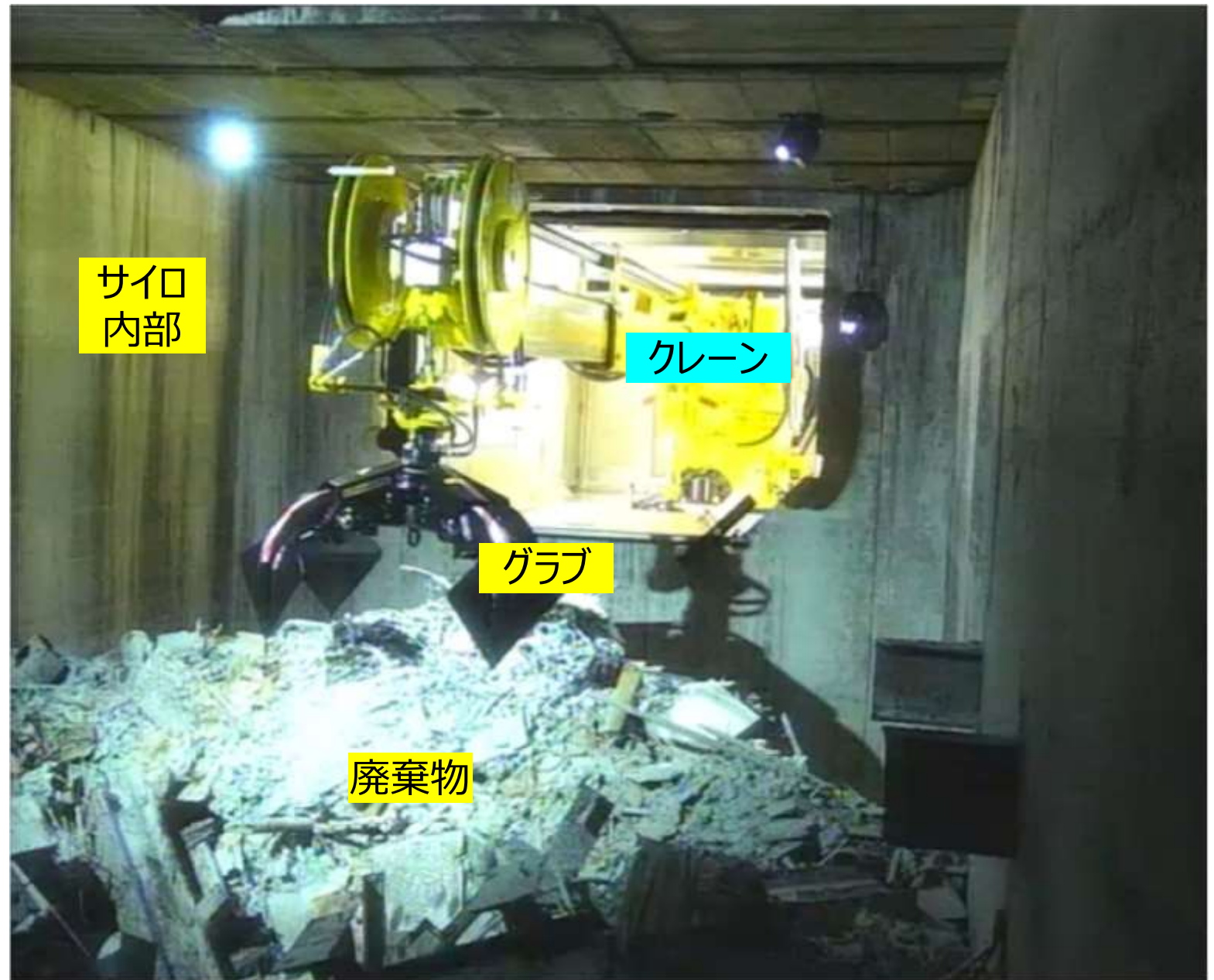
廃棄物の取出し

サイロ内部の廃棄物を示す
ビデオのスクリーンショットから

廃棄物取出しクレーン
(黄色)

グラブ
(黒色)

廃棄物自体
(灰色)



取出しクレーン：何が起きたのか？



二重ブロック



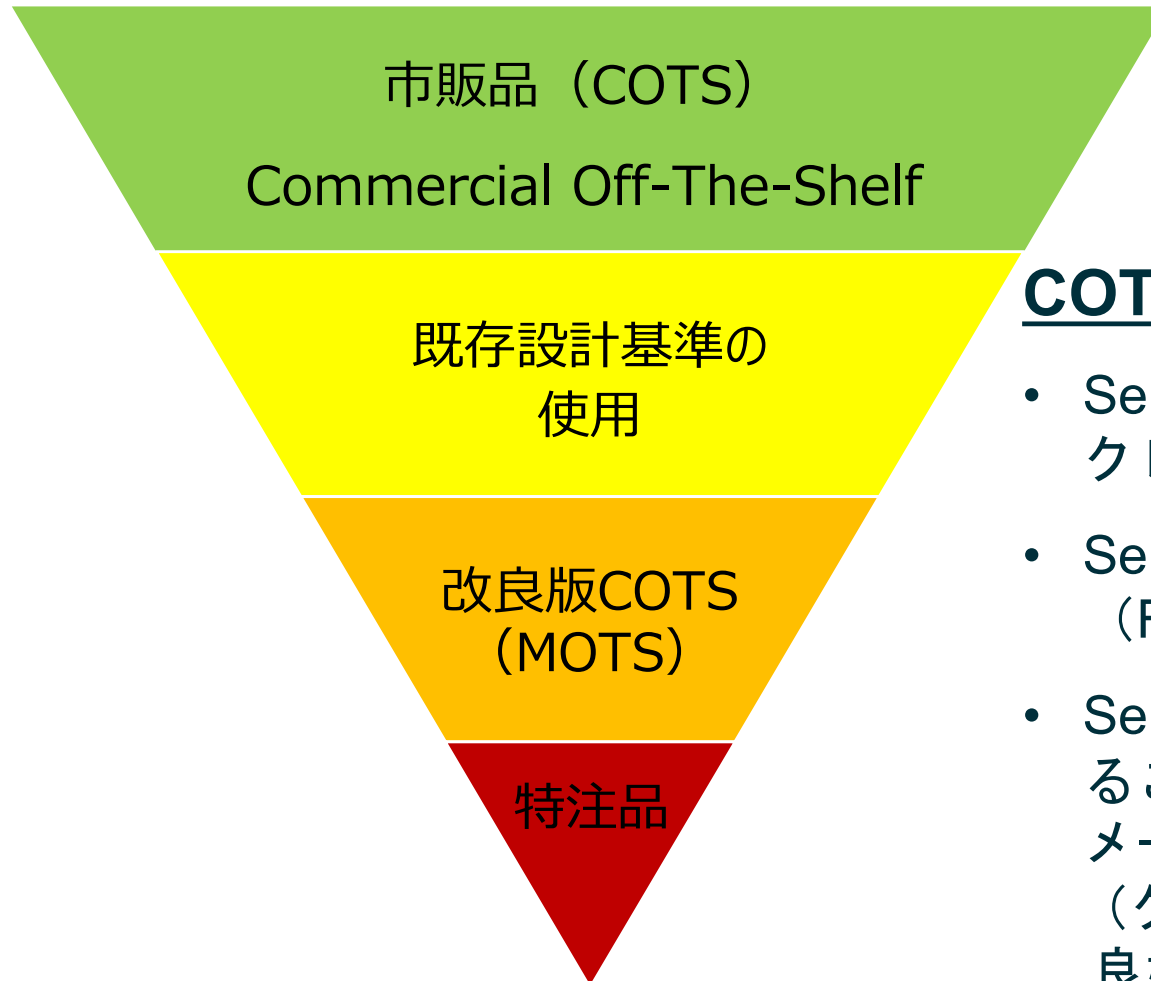
取り出しの失敗



クレーン復旧のタイムライン

- 初期事象：廃棄物取出しクレーンの引き戻しに失敗
- ロープ損傷を発見
- 診断試験を実施し、クレーンの自力引き戻しに成功
- ロープの状態とウインチ巻き取りの適性に関する並行調査
（この方法の操作指示書が整備）
- クレーンを主格納室に完全に収納
- サイロのドアを閉止（サイロ内の雰囲気を制御して主格納室へのアクセス可能に）
- クレーンの調査・検査－主格納室への要員立ち入りが必要
- 調査
- 必要な修理について合意、設計および実施（これも要員立ち入りが必要）
- 再稼働
- 最初の廃棄物ボックスの取出し
- 取出しの完全再開までに12カ月以上要す（2023～2024年）

経験から学ぶ：クレーン復旧



COTS機器：

- Sellafieldは再設計作業の一環としてCOTSクレーンを使用（特注品ではない）
- Sellafield は用途に適していることを担保（Fit-for-Purpose）
- Sellafieldは、使用中の個々の問題を解決することができるように、オリジナル機器メーカー(Original Equipment Manufacturer)（クレーンのサプライヤーなど）と良好な関係を構築

Lead and Learn アプローチ

- 施設（PFCS）からの取出しは、Lead & Learn アプローチで構成されている
 - 安全文化は安全が最優先であることを意味するが、「実行・学習」を伴うことで、取出し作業の全期間を通じて困難さが生じることも許容
- このアプローチでは、タイムスケールに初期の期待値を設定することが重要
 - Lead & Learn とは、問題は遭遇された時に解決するということを意味する。これにより、この新奇かつ複雑なプロジェクトに固有な不確かさに柔軟に対処することを可能とする
 - 設置する前に機器の全体的な適合性を理解するための事前作業を実施
- 取出し装置2台
 - 最初のユニットは現在Sellafieldのサイトに設置されており、取出し作業中
 - 2台目のユニットはサプライチェーンのサイトにあり、最初のユニットから学びつつ改良中
 - 2台目の装置が、サイトに輸送されて設置されると、2つの区画に同時にアクセス可能
- Sellafieldは、問題が発生する都度、解決に努めるとともに、どのように対処したかを明確に説明
- 以下のスライドでは、問題解決のためのケーススタディと、Sellafieldがそのために利用した設備を紹介

不確かさへのどのように対処するか？：

Lead & Learnに基づいたケース

- Sellafield は、変化する状況を把握して対応するために、適切な安全文化を目指した Lead & Learn アプローチを採用
- 次のケーススタディはこのアプローチの例
- 粉塵管理は課題として認識されていたが、当初は取出し作業に大きな影響を与えるとは予想せず
- 取出し作業が進むにつれて、この問題は長期にわたる取出し作業に影響を及ぼす可能性があることが明らかに
- したがって、前に進めるために解決策が必要

ケーススタディ：粉塵プルーム

- これらの画像は、粉塵に関して直面している問題を示す



- 廃棄物を取り出し中



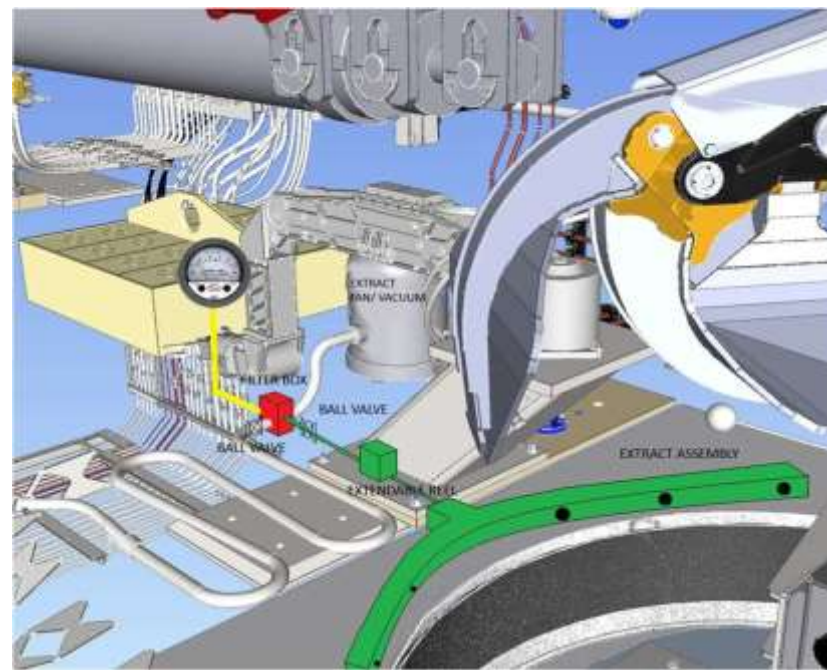
- 廃棄物を容器に入れる際に発生する粉塵プルーム

粉塵：問題解決

- 最初に、施設に精通した担当者が問題の定義を行う
 - プロジェクトチーム（Sellafield とサプライチェーン）が解決策を考案できる程度に十分に詳細
- 制約となるものが、プロジェクトチーム（この解決策の作成担当者）と施設担当者（運用チーム）との協力により特定される
- 解決策は、テストリグ、プロトタイプ、実機までの過程で策定される
- 最後に推奨される解決策の検出



フルサイズの試験施設



推奨される解決策：真空抽出

解決させるために必要なものは何か？

- 問題解決作業に集中でき、施設の専門家およびSellafieldの専門家（例えば、エンジニアリング設計をカバーする）にアクセスできる専任チームが必要
- 推奨される解決策の特定までに延べ6週間を要した



- Sellafield・エンジニアリング・センター・オブ・エクセレンスには、質の高い成果物を確保するための試験的作業を行う特別な施設がある

「サイロ」思考を避ける方法

- プロジェクトチームは、Sellafieldのリソースとサプライチェーンのリソースで構成されており、この作業を実施するために適切なスキルの組み合わせを確保
- 安全担当者がプロジェクトチームの一員として直接、またはSHEQ（ Safety, Health, Environment and Quality、安全、健康、環境、品質）局から利用可能
- Sellafieldの他のチームは、施設のハザードとリスクを低減するための主要な成果を達成することに焦点を当てて連携
- これらの成果は「主要な廃止措置のマイルストーン」(Key Decommissioning Milestones) とされ、Sellafield全体で重要な成果物として認識されている。これらは、全社レベルで年間目標を設定するために使用。

これまでの取出しの進捗状況

19

個のボックスを取り出し済み

6区画のすべてを空にするには

約2,200個

のボックスが必要



要旨

- プロジェクトは、廃棄物の挙動が不確かで困難な老朽化した施設で実施されている
- 「Lead and Learn」アプローチが採用されている
- 適切なスキルの組み合わせを有する適切な人員の確保が不可欠である
- 管理職は作業を確実に遂行するために操作員に信頼を置いている
- Sellafieldは規制当局と緊密に連携し、作業の現状を常に報告している
- プロジェクトに携わる人員の適切な組み合わせを確保することが重要であるが、全体的な進捗に焦点が当てられるようにすることも重要である