

令和4年度開始廃炉・汚染水・処理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— (セシウム吸着塔からの吸着材採取技術の開発))

吸着材採取技術の開発状況と採取実施について

令和4年11月24日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構／株式会社アトックス

本資料は、令和4年度開始「廃炉・汚染水・処理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(セシウム吸着塔からの吸着材採取技術及び固体廃棄物の分別に係る汚染評価技術の開発))」の成果の一部と過年度の「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)」の成果の一部を含みます。

概要

- 福島第一原子力発電所（以下、1F）の水処理二次廃棄物（吸着材）の採取技術について、2016年度実施の概念設計から段階的に技術開発を実施し、昨年度は実機ベースの試料採取装置を製作した。
- 今年度は1Fで安全・確実な試料採取を実施するため、JAEA櫛葉遠隔技術開発センター（以下、NARREC）にて現場用に開発した付帯機器を組み合わせ、未使用のKURION・SARRY実吸着塔を用いて統合試験・習熟訓練を実施し、作業習熟、手順確認と改善を進めてきた。
- このたび準備が整ったことから、1F構内での実吸着材採取に向けた作業を実施する予定である。

セシウム吸着材採取技術の開発目的、期待される効果

■目的

- 福島第一で発生する固体廃棄物である水処理二次廃棄物(吸着材)の処理・処分方策の検討に向けて、セシウム吸着装置(以下、KURION)、第二セシウム吸着装置(以下、SARRY)の使用済吸着塔(図1, 表1)から吸着材試料を採取する技術開発を進めてきた。未使用吸着塔で性能を確認した上で、実際の使用済吸着塔から試料を採取する。

■期待される効果

- KURION・SARRYの使用済吸着塔から吸着材実試料の採取が可能となる。
- 実試料の分析により、水処理二次廃棄物の具体的な処理方法の検討に重要な基礎情報を得る。
- 廃棄物に含まれる処分上重要な核種の情報に基づき、将来的な処分計画の策定に資する。



a) KURION吸着塔



b) SARRY吸着塔

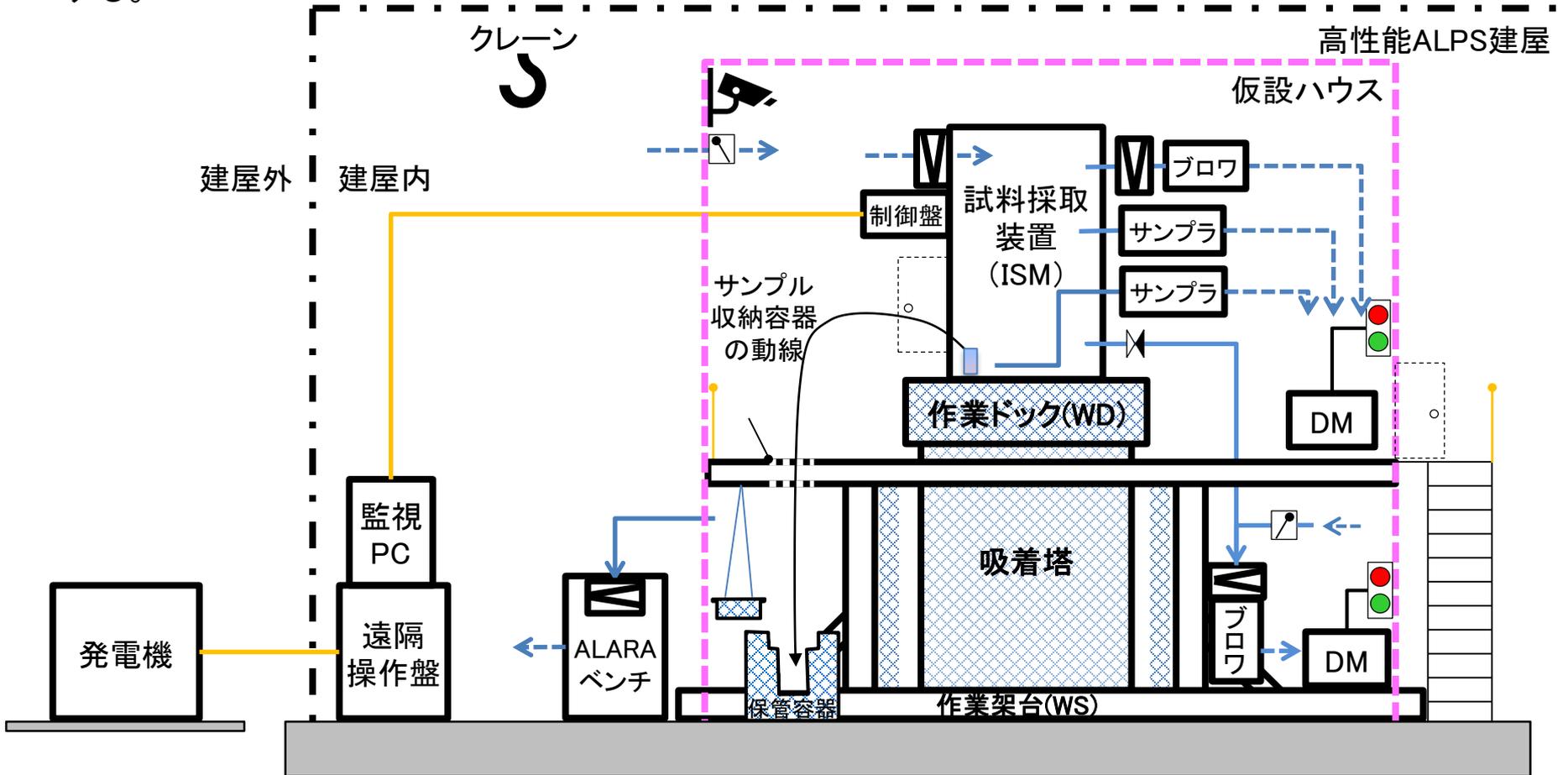
吸着塔外観

吸着塔概要

| | KURION | SARRY |
|----|--------------------|--------------------|
| 質量 | 約18 t | 約25 t |
| 外形 | 直径約1.4m 全高約2.8m | 直径約1.4m 全高約3.6m |

試料採取装置全体構成

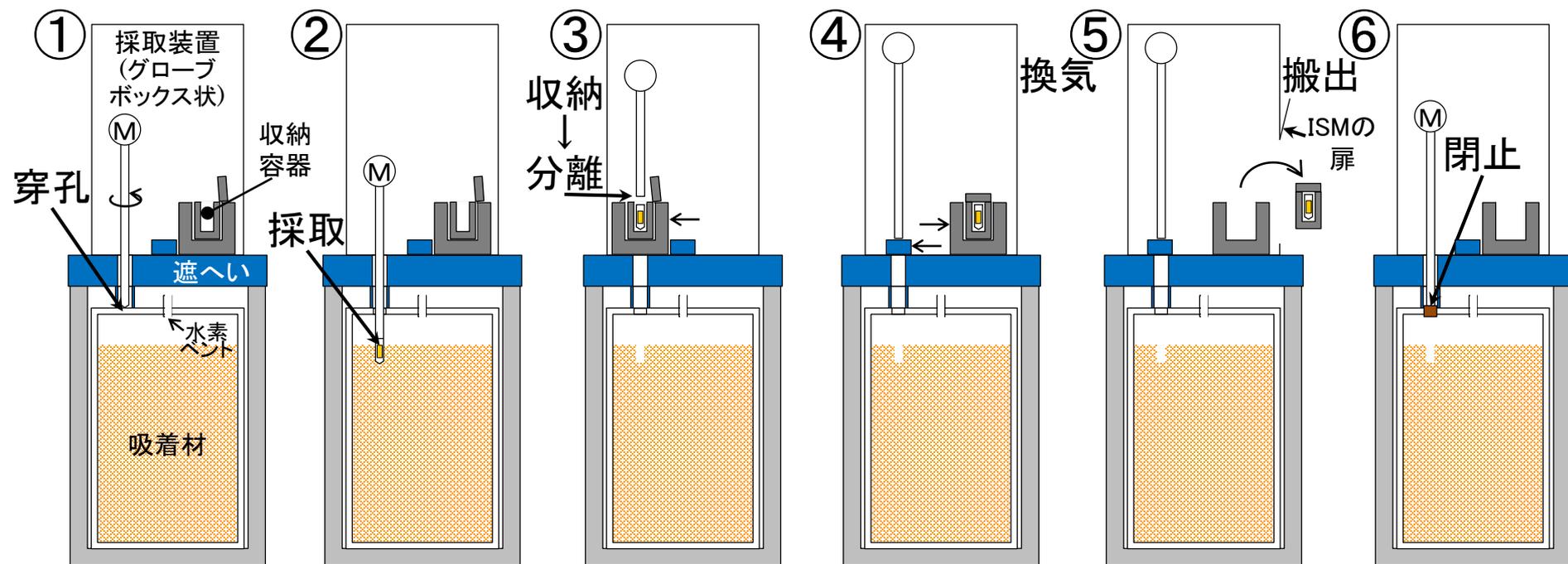
- グローブボックス状の試料採取装置に加え、仮設ハウス、各種フィルター付き換気系、ダストモニタを重層的に配置し、建屋内外へのダスト拡散を防止・監視し、また作業者の放射能取り込みを防止する。



試料採取装置全体構成イメージ

注: DM: 可搬型連続ダストモニタ  : HEPAフィルター
(上図は東電HDの規制庁面談資料より)

吸着材採取のステップ



(上図は東電HDの規制庁面談資料を基に作成)

①穿孔



穿孔刃

②採取



サンプリング
ヘッド

⑥閉止



閉止栓

統合試験・習熟訓練

- 2022年9月末～10月末まで、実規模モックアップを構築可能なJAEA櫛葉遠隔技術開発センター（NARREC）にて、東電HDより貸与された未使用の実吸着塔3基を含めてすべての設備を統合した実規模モックアップ試験、構内作業従事予定者による習熟訓練を実施した。



試料採取環境の構築



KURION吸着塔



実吸着塔の遠隔設置



換気ユニットの換気風量確認



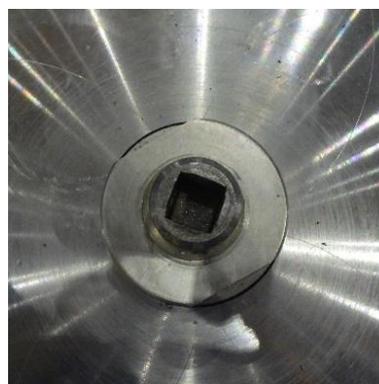
穿孔穴の内視鏡撮影



サンプリングヘッド

採取吸着材

実吸着塔から吸着材採取



閉止栓取付



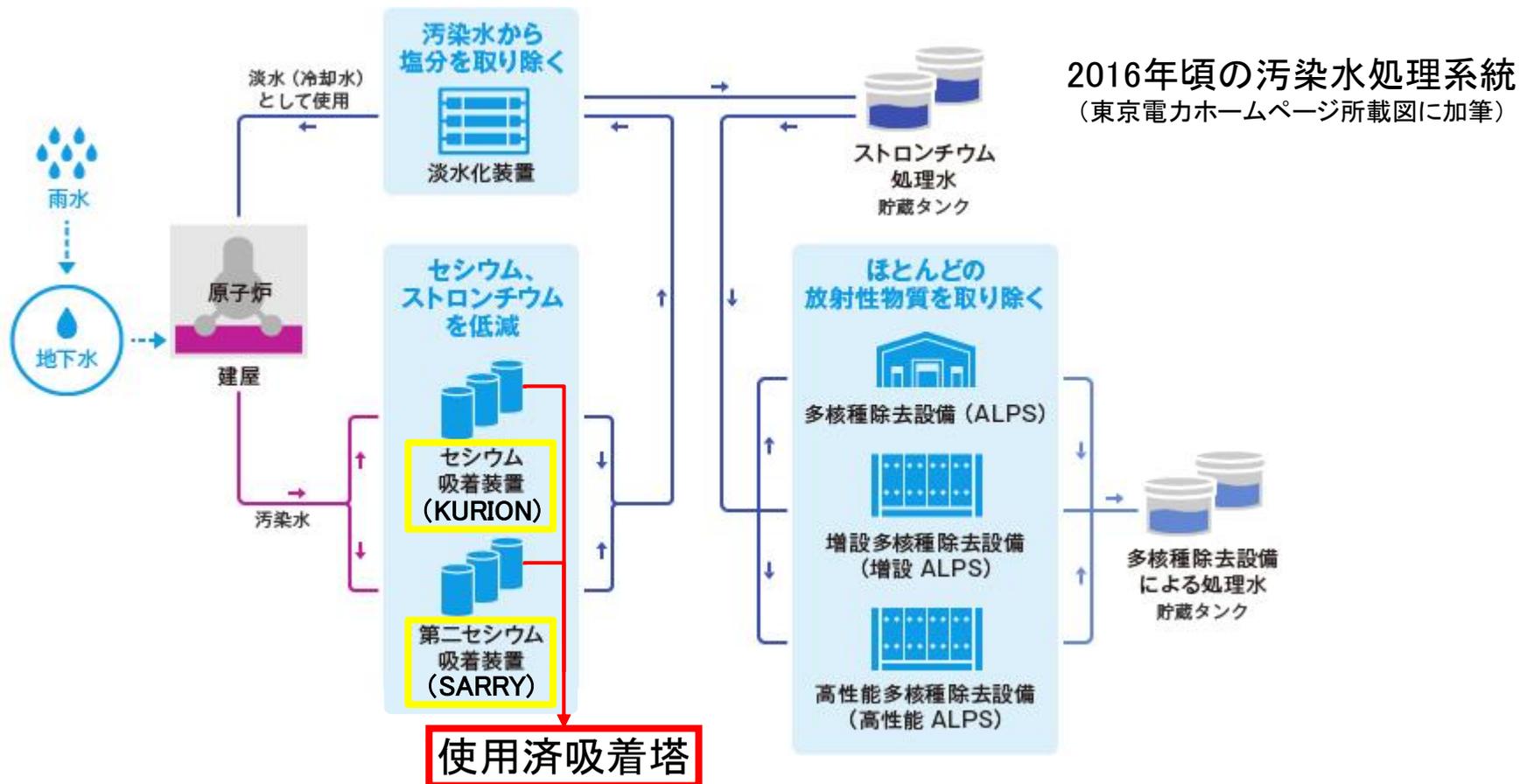
防護装備を着用しての習熟訓練

スケジュール

| 月 | ~ 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
|---------------|-----|----|----|----|---|---|---|
| ➤ 統合試験・習熟訓練 | | ■ | | | | | |
| ➤ 機材搬入・設置(構内) | | | ■ | ■ | ■ | | |
| ➤ オンサイトコールド試験 | | | | | ■ | | |
| ➤ 試料採取(ホット) | | | | | | ■ | |
| ➤ 試料引渡し・片付け | | | | | | | ■ |

【参考1】

採取対象とする使用済吸着塔



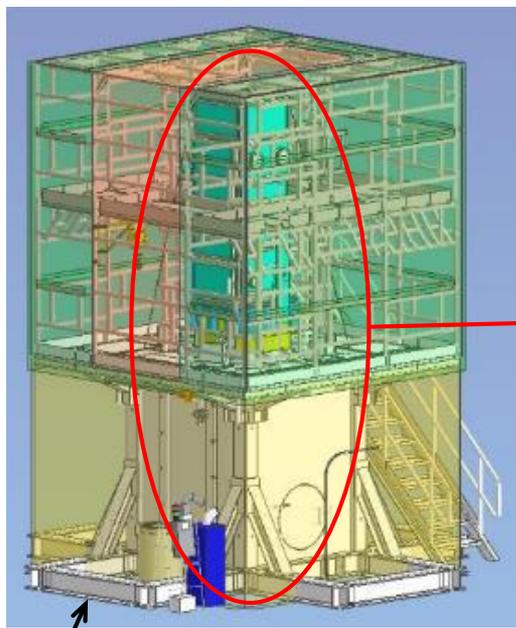
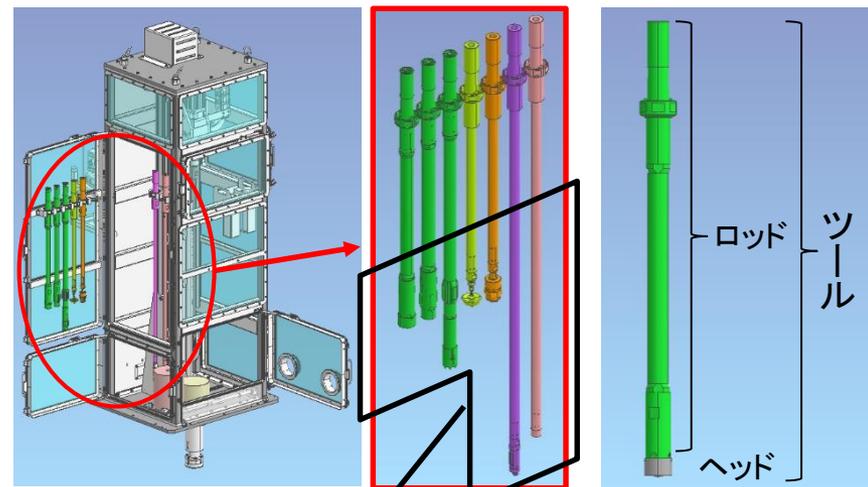
- 汚染水処理系統の最上段に位置し、Csのほぼ全量、Sr除去運転以降のSrのほぼ全量を捕捉しているKURION、SARRYの吸着材は、これまで採取・分析できていない
 - 吸着塔が吸着材を採取可能な構造となっていない
 - 高線量で作業者が容易に接近できない

【参考2】

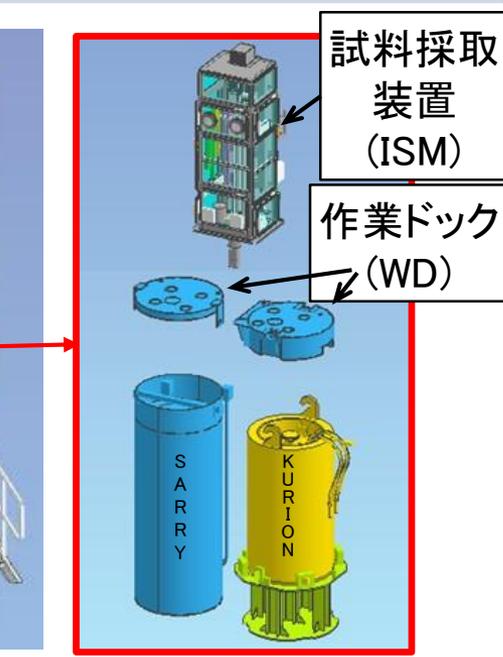
試料採取装置の構成要素と機能

試料採取装置の構成要素と機能

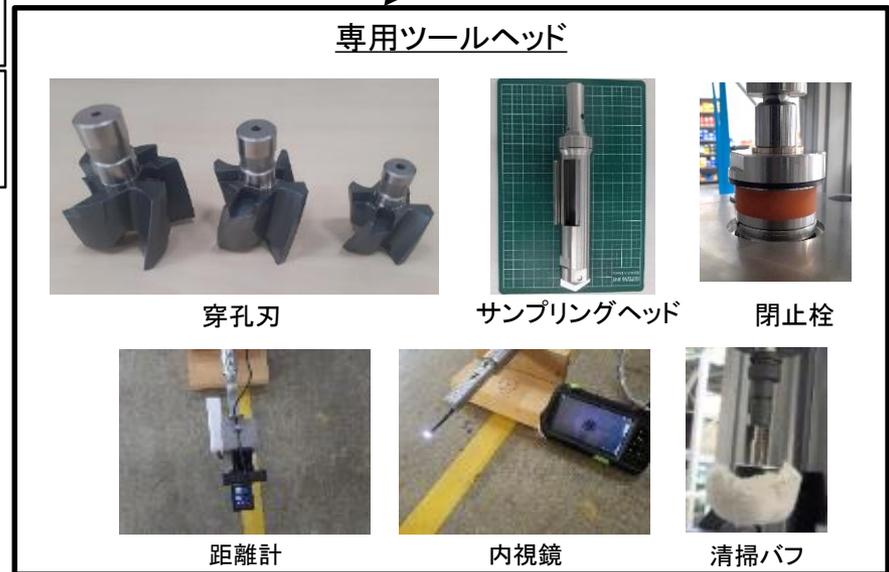
| 構成要素 | 機能 |
|--------------|--|
| 試料採取装置 (ISM) | 作業ドック上部に本装置を設置し、KURION・SARRY両吸着塔のサンプリングに対応する、縦型ボール盤状の装置。「吸着塔の穿孔」、「試料の採取」、「穿孔部の閉止」のサンプリング一連作業を実施でき、グローブボックス状の機能を持つ。 |
| 作業ドック (WD) | 採取装置を吸着塔に設置するための接続装置である。また、遮蔽機能を有し、吸着塔上部からの放射線を遮蔽する。 |
| 作業架台 (WS) | 吸着塔を安定的に支持するとともに、試料採取装置周辺での作業床を確保するための専用架台。 |



作業架台(WS)

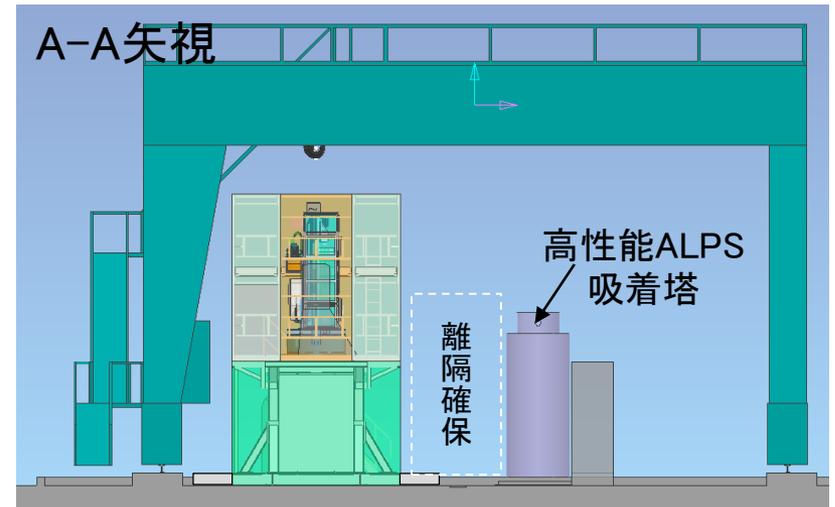
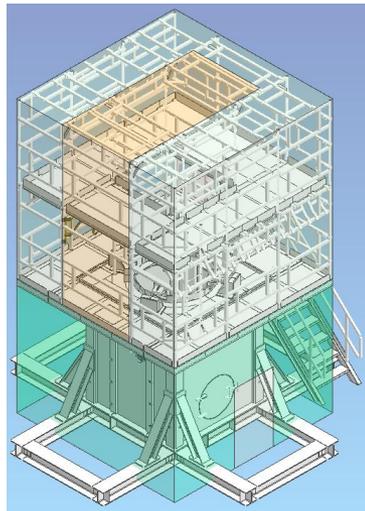
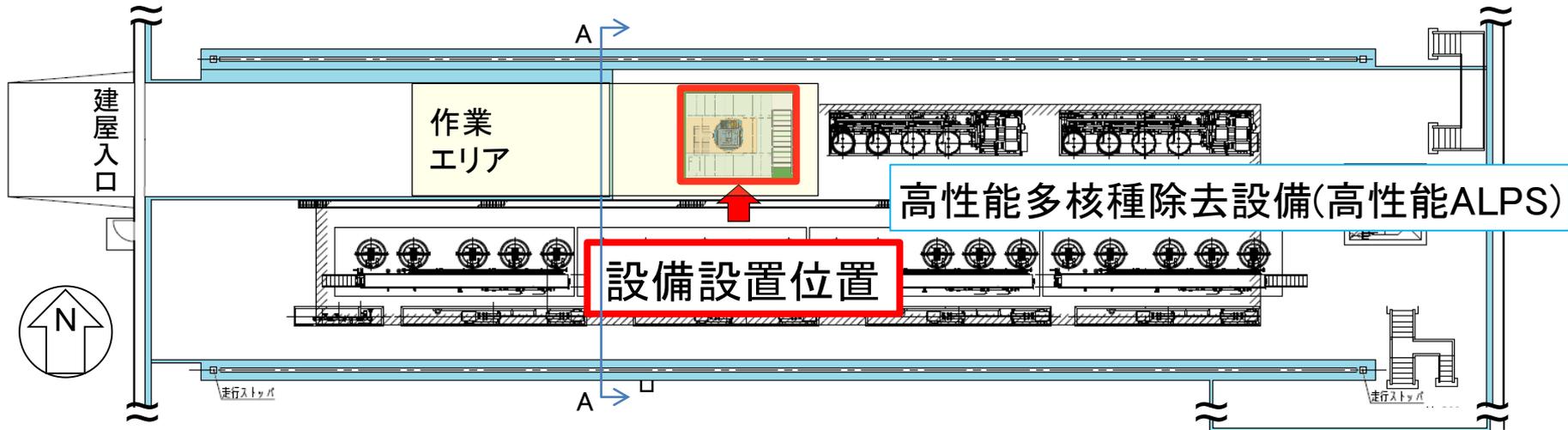


全体構成



ISMの専用ツール

【参考3】 1F構内での検証試験実施場所－高性能ALPS建屋



- 仮設ハウスで建屋内への汚染を防止
- ・吸着塔交換時はオレンジ部分を開閉
 - ・開放前にダストレベル低確認、スミアを実施

- 高性能ALPS設備・クレーンとの離隔確保
- ・高性能ALPSの運転・吸着塔交換が可能な状態を維持
 - ・床面に強固に固定し、既設設備への転倒・滑動を防止

【参考4】

総被ばく線量の見通し

■ 作業上考慮した線源

①常時線源：建屋内のBG、採取対象吸着塔

②作業ステップに応じた線源：

採取した試料、輸送容器に収納済みの試料

■ 被ばく線量評価手順

①本年3月に実施した吸着塔の表面線量再測定値等から、吸着塔毎の放射能を推定

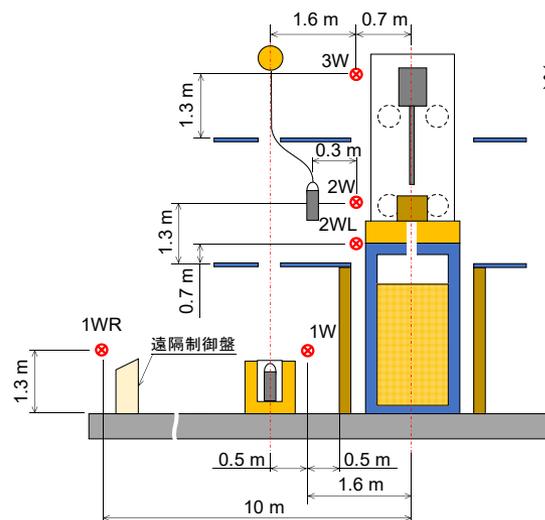
②各作業ステップにおける作業員配置を考慮した評価点の線量率を解析

③作業手順・配置に応じて、線量率と計画した作業時間に作業係数を乗じ被ばく量を保守的に算出・積算→総被ばく線量を41.95人・mSvと評価(吸着塔8基相当)

■ 被ばく低減・取込み防止対策

試料入り収納容器を取出し、輸送容器に収納する作業ステップで作業員が線源に最も近づくので、作業員配置を線源との距離を確保できるよう計画。また訓練によって作業時間を短縮することで被ばくを低減させる。

仮設ハウス内に作業員が立ち入る前に、ダスト濃度異常なし、各部位の線量レベル想定内を確認できるよう機器を配置し、作業手順に反映。



被ばく評価点(赤丸)の例(一部)

※構築した解析モデルの種類

- ・ 吸着塔周り
吸着塔種類、機器配置、穿孔有無等の差異ごと
- ・ 採取試料周り
サンプリングヘッド収納状態の差異ごと
- ・ 輸送容器周り
蓋開放状態(通常は閉)

1F構内での検証試験の被ばく評価結果

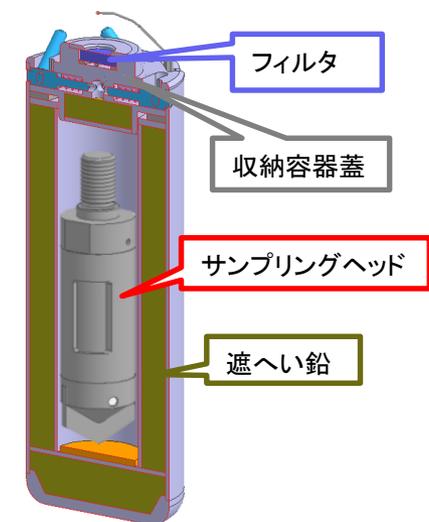
| 作業No. | 作業手順 | 作業日数(日) | 被ばく線量(人・mSv) |
|---------------|-------------|---------|--------------|
| 1 | 準備作業 | 10 | 1.71 |
| 2 | コールド採取試験 | 13 | 2.84 |
| 3 | 試料採取(ホット) | — | — |
| 3.1 | KURION(5基)※ | @7×5 | 28.81 |
| 3.2 | 装置の換装 | (< 1) | 0.16 |
| 3.3 | SARRY(3基)※ | @7×3 | 6.77 |
| 4 | 片付け、試料引渡し | 15 | 1.66 |
| 総被ばく線量 | | (人・mSv) | 41.95 |
| 【参考】想定全作業従事者数 | | (人) | 16 |

※試料採取対象吸着塔数は今後の工程によって減る可能性がある

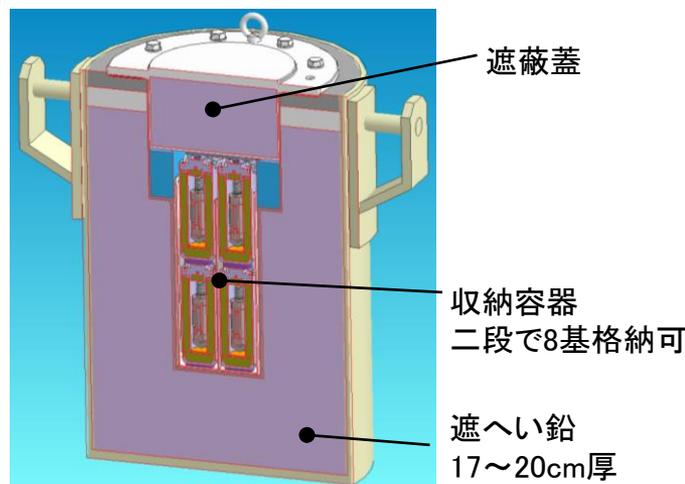
【参考5】

採取した吸着材試料の保管

- サンプリングヘッドの収納容器は作業床より下方に配置した保管容器に保管する
- 保管容器はA型輸送容器(下図)とし、採取期間中は仮設ハウス内に設置する。収納容器を最大8基格納できる
- 一連作業完了後、保管容器は輸送まで構内保管する
- 採取試料の輸送及び分析は2023年度以降の廃炉・汚染水・処理水対策事業にて実施する計画
- 保管容器からの内容物取出しは、分析施設のホットセル内で行う



収納容器



保管容器