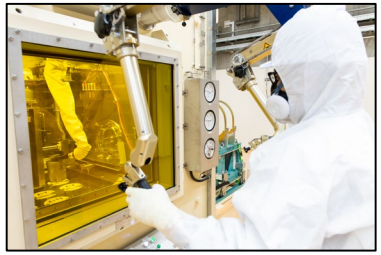
大熊分析・研究センターの取組み(1)

大熊分析・研究センターでは、放射性物質の分析・研究を行う施設の整備・運用を進めています。

施設概要

施設管理棟：分析・研究施設の設計、運転・管理及び分析技術者の育成

第1棟：ガレキ、伐採木、焼却灰、汚染水処理に伴い発生する二次廃棄物等の低・中線量試料の分析
ALPS処理水の海洋放出前の第三者分析

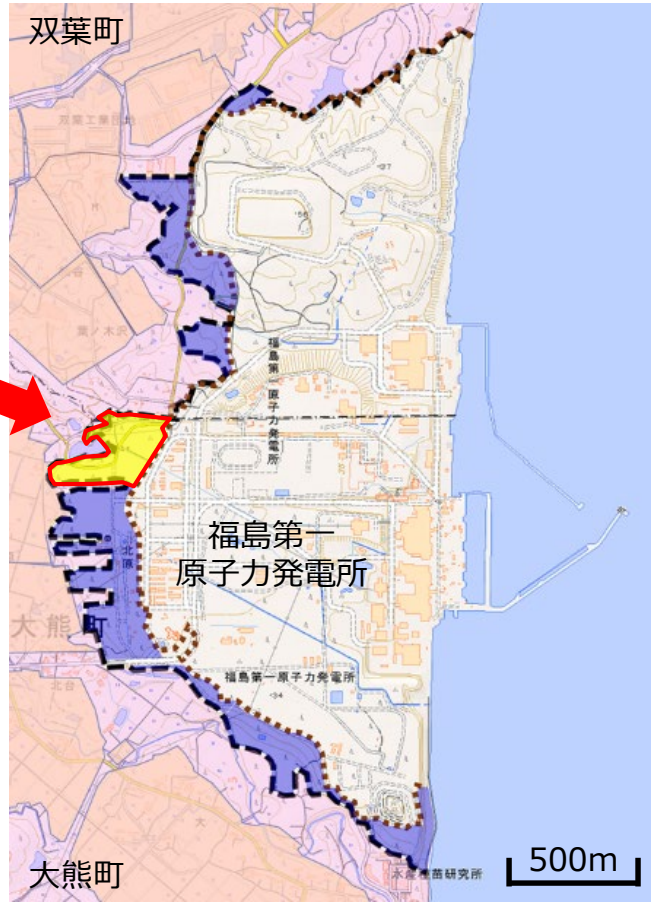

鉄セル

グローブボックス

ヒュームフード

第2棟：燃料デブリ等の高線量試料の分析を行う施設で、許認可手続・建設準備中

1F隣接地に立地



1F隣接地に建設することで、迅速かつ円滑な試料搬入が可能

大熊分析・研究センターの取組み(2)
～ALPS処理水の第三者分析～

海洋放出前のALPS処理水に含まれるトリチウムと、トリチウム以外の核種の放射能濃度を分析しています。

分析の3ステップ

ALPS処理水の分析には、前処理、測定、評価の３ステップが必要

①前処理

測定しやすくなるよう核種の純度を高める処理（精製）

②測　定

分析対象が放出する放射線や特徴を考慮、それぞれ適切な分析装置を用いて測定（放出する放射線のエネルギーの弱い核種や半減期の長い核種などの測定には時間がかかる傾向がある）

③評　価

分析値の妥当性を確認・評価

トリチウム濃度を測定

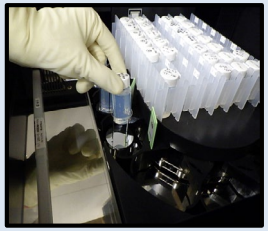
①前処理

蒸留操作により、測定の妨害となる不純物を除去

▲蒸留操作の様子

②測定

トリチウムの**β線**を測定
(液体シンチレーションカウンター)



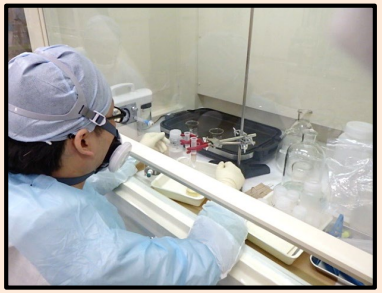
▲液体シンチレーションカウンター

トリチウム以外の複数の放射性物質が基準未満の濃度であることを確認

①前処理

分離操作等により、複数の対象核種それぞれをその後の測定に適した状態に調整

(例)
「固相抽出(特定物質を樹脂に吸着）」
その他の分離操作で
対象核種を分離



▲固相抽出(カラム抽出)の様子

②測定

核種毎に適した測定装置により測定

(例) Cs-137 :γ線測定 ⇒ Ge半導体検出器
Tc-99 :質量分析 ⇒ ICP-MS
Ni-63 :β線測定 ⇒ 液体シンチレーションカウンター

▲Ge半導体検出器

▲ICP-MS

楢葉遠隔技術開発センター(NARREC)の取組み(1)

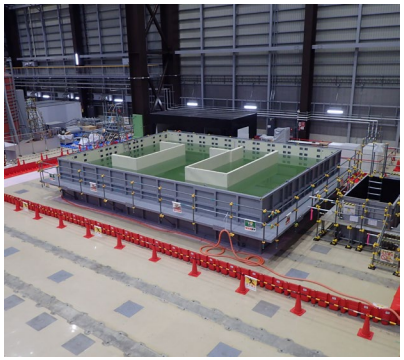
NARRECでは、燃料デブリ取出しを安全に進めるための遠隔技術の開発・実証を支援しています。

VRシステム

1F原子炉建屋内の環境を再現し、あたかも現場にいるような感覚で作業内容の確認や訓練を行える設備を整備
作業時間短縮による作業時の被ばく低減に寄与

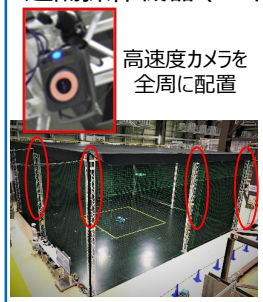
ゼオライト土嚢回収ロボットモックアップ試験

東京電力ホールディングスが実施する、ゼオライト土嚢回収模擬試験のための場を提供

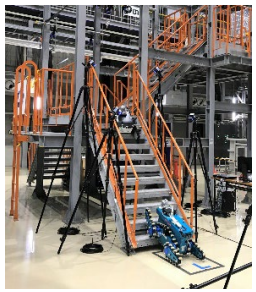


要素試験（模擬環境下での実証試験）

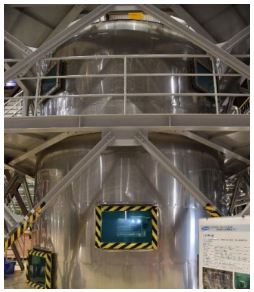
1F原子炉建屋内の作業環境を模擬できる設備を整備し、遠隔操作機器（ロボット等）の実証試験や操作訓練等に使用



モーションキャプチャ



モックアップ階段



ロボット試験用水槽

燃料デブリ取出しの実規模試験

国際廃炉研究開発機構（IRID）が実施する、ロボットアームを用いた燃料デブリ取出しの実規模試験のための場を提供

出典：資源エネルギー庁ウェブサイト
(https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/debris_3.html)

楢葉遠隔技術開発センター(NARREC)の取組み(2)

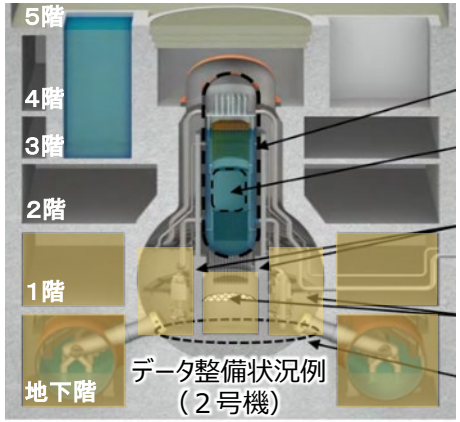
1F環境データ整備及びVRシステムによるデータ活用

廃炉計画の検討や訓練に活用するため、建屋・格納容器内のデジタルデータを整備し、VRとしての利用及び1F廃炉関連メーカー等へのデータ貸出

：整備済

注1) 2階以上については躯体部分データのみ整備

注3) 原子炉格納容器内は事故前の取得データ反映



データ整備状況例
（２号機）

原子炉圧力容器

炉心

ペデスタル
注2) ペデスタル内は5号機データ流用

1階足場

原子炉格納容器底部

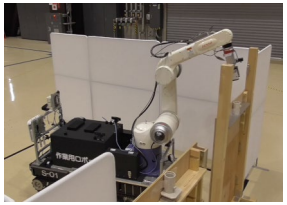
出典：資源エネルギー庁ウェブサイト(https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2019html/1-1-1.html)

機器の性能等に関する利用者向けサービス

要素試験設備、計測機器の他、災害対応用ロボットの標準試験法の場を整備し、性能・特性の確認・把握や性能・技術の向上に資する情報を提供

性能試験法設備

移動・情報収集能力



遠隔作業能力

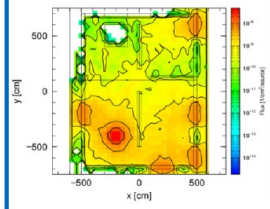
不整地移動

特殊計測機器等

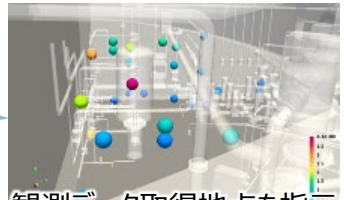
モーションキャプチャ、映像記録システム　etc.

廃炉作業環境の改善に向けた研究開発

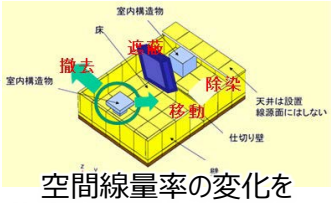
1F廃炉作業環境での線源位置の推定・可視化と作業に伴う空間線量率の変化を推定するシステムを構築することで、作業員の被ばく低減に貢献



線源位置を推定するソフトウェアの開発



観測データ取得地点を指示するためのソフトウェア開発



空間線量率の変化を推定するソフトウェアの開発

原子力緊急事態のための遠隔機材の整備及び操作訓練

JAEA原子力施設の緊急事態に備え、遠隔機材の整備・運用を担う機能を保持

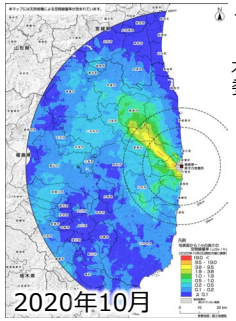
作業用ロボットによるバルブ操作

小型無人ヘリ操作による情報収集

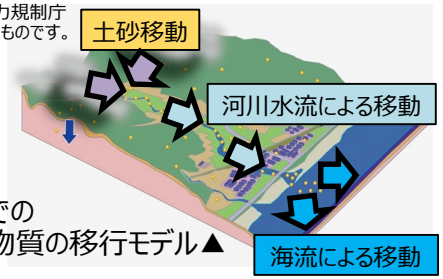
廃炉環境国際共同研究センター(CLADS)の取組み(1)

CLADSでは、福島の環境回復、燃料デブリ取出しなどの安全かつ確実な1F廃止措置等に向けて、国内外の英知を結集した研究開発を行っています。

環境モニタリング・環境動態研究

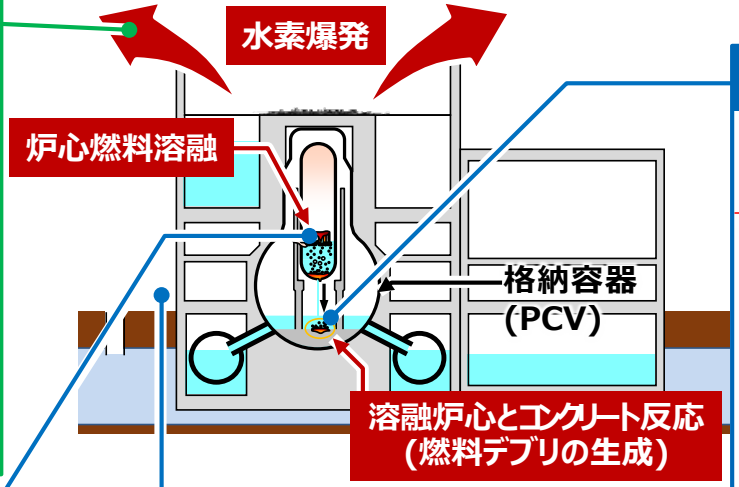


◀空間線量率マップ
（1Fから約80km圏内）
本成果は原子力規制庁委託事業によるものです。



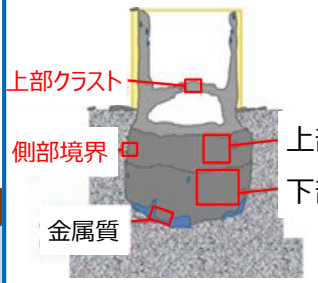
環境中での
放射性物質の移行モデル▲

無人機を用いた広範囲の環境モニタリングでの汚染状況の可視化や環境中の放射性物質移行メカニズムに関する研究を実施

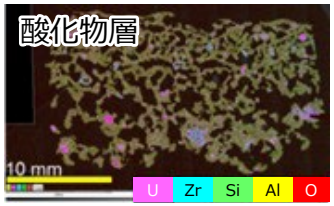


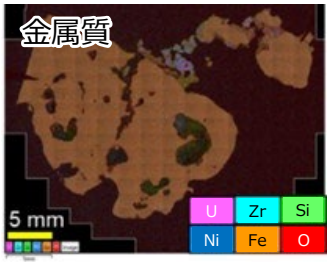
燃料デブリ特性把握

仏CEAとの
共同研究



模擬燃料デブリのイメージ

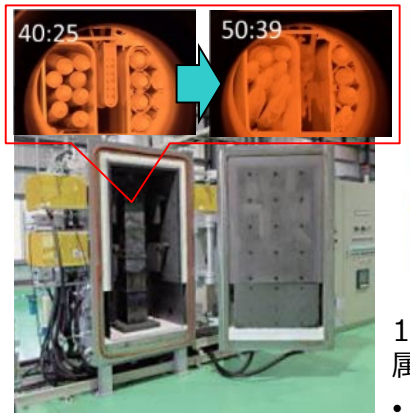




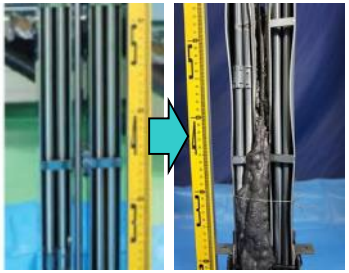
元素分析結果

燃料デブリ取出しに向けて重要となる物性データを取得

原子炉内状況把握



制御棒ブレード破損試験装置
（LEISAN：レイサン）

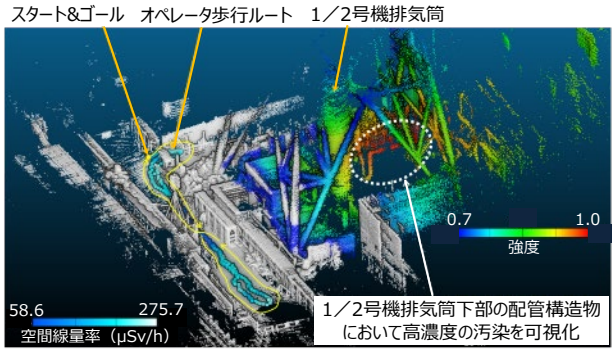


試験結果

1F事故時の状態を再現し、金属の溶融挙動を観測

- 制御棒が先行して溶融
- 燃料デブリには未溶融の燃料が相当含まれる可能性を確認

遠隔可視化・分析



1F 1/2号機排気塔周辺の測定結果

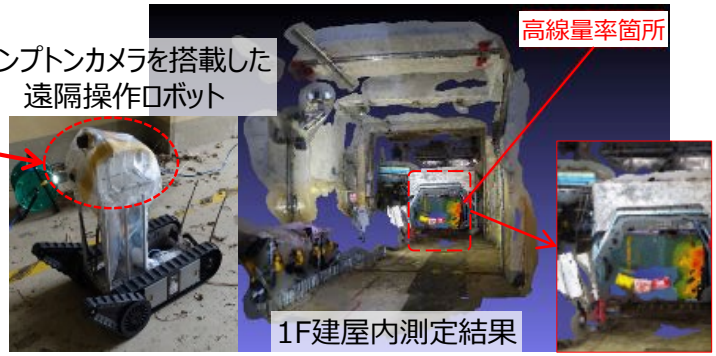
JAEAが開発した小型コンプトンカメラと各種センサー類を組合わせ、1F1/2号機排気塔周辺の放射性物質分布の3次元的な可視化に成功

廃炉環境国際共同研究センター(CLADS)の取組み(2)

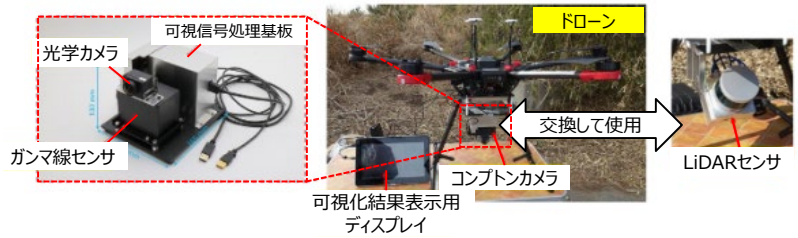
1F廃止措置から環境回復への適用事例

1F建屋内の放射線分布の可視化のための小型コンプトンカメラの開発

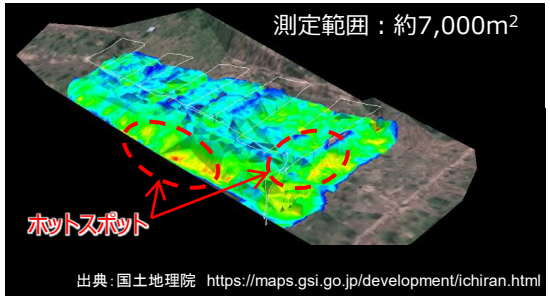
開発した小型
コンプトンカメラ



遠隔放射線イメージングシステムの開発



コンプトンカメラ、ドローンやLiDARセンサなどを組み合わせた遠隔放射線イメージングシステムを地元企業と共同で開発

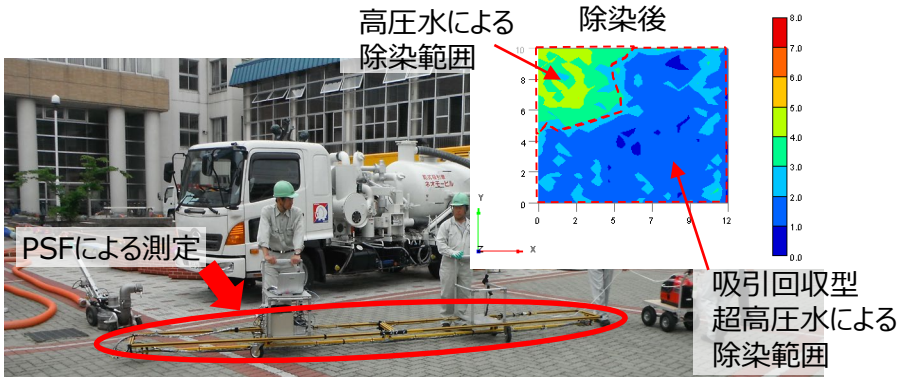


測定結果（3次元地形モデル+放射線イメージ）

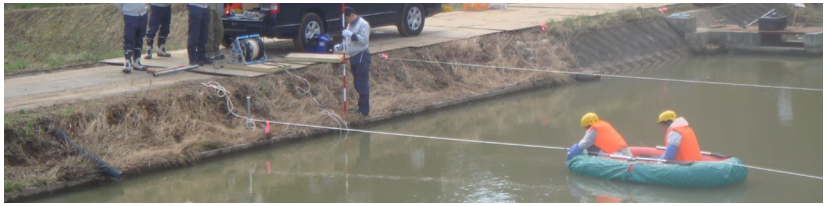
環境回復から1F廃止措置への適用事例

除染効果検証やため池の放射性物質濃度計測

プラスチックシンチレーションファイバ(PSF)を用い、従来のサーベイメータによる“点”の測定ではなく、広い範囲を連続的に測定する技術を開発



PSFを用いた除染方法の違いによる除染効率の検証の様子



PSFによるため池低土の放射性物質分布計測の様子

1F構内排水路用放射線モニターとして活用

水中の放射性物質の濃度をリアルタイムで計測可能であるため、1Fの廃炉現場へ汚染水漏洩検知技術として適用

1F現場に導入されたPSF

燃料デブリの試験的取出しへの貢献

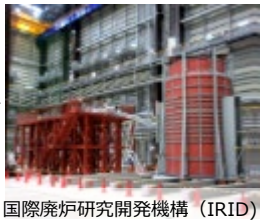
福島地区の他、茨城地区の施設も活用して燃料デブリの試験的取出しへ貢献します。

大型モックアップ実証・訓練を継続的にサポート

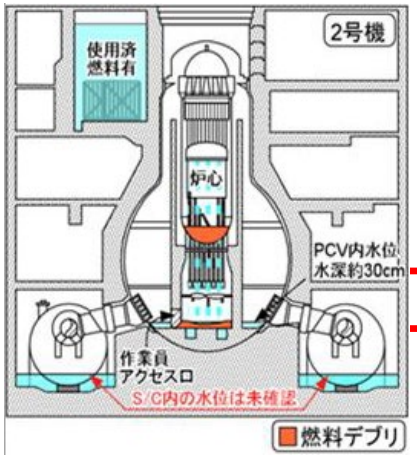
・楢葉センターにおいてデブリ取り出し装置の実規模試験・操作訓練を支援

ロボットアーム
（デブリ取り出し装置）

原子炉格納容器内実物大模型

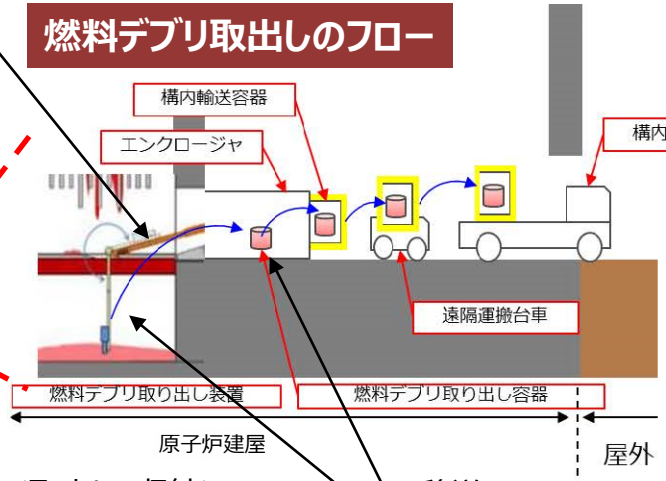


出典：国際廃炉研究開発機構（IRID）



廃炉のための技術戦略プラン※
2021、2022を加工

燃料デブリ取出しのフロー



＜現状＞　＜取出し、収納＞　＜移送＞　＜分析＞

茨城地区ホットラボにおける燃料デブリの性状把握準備

茨城地区

・燃料デブリの受入れに係る許認可を取得
・模擬デブリを用いて分析精度を向上

大熊地区（第2棟）

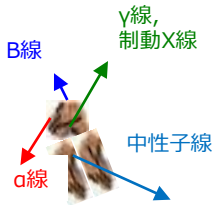
・将来の受入れに向けて準備工事に着手
・分析技術者を茨城地区等で育成

事故進展シナリオの解析・評価
炉内・建屋状況を把握

・炉内状況推定図の構築
・廃炉現場の汚染の見える化
・合理的な放射線測定技術の開発

取り出された燃料デブリの分析評価

・廃棄物との仕分けに必要な計測技術の性能評価・精度検証
・1Fプラント内及び取出した燃料デブリの放射線特性を評価



得られた知見を結集

・廃炉基盤データベース“debrisWiki”を拡充・高度化

※廃炉のための技術戦略プラン：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