

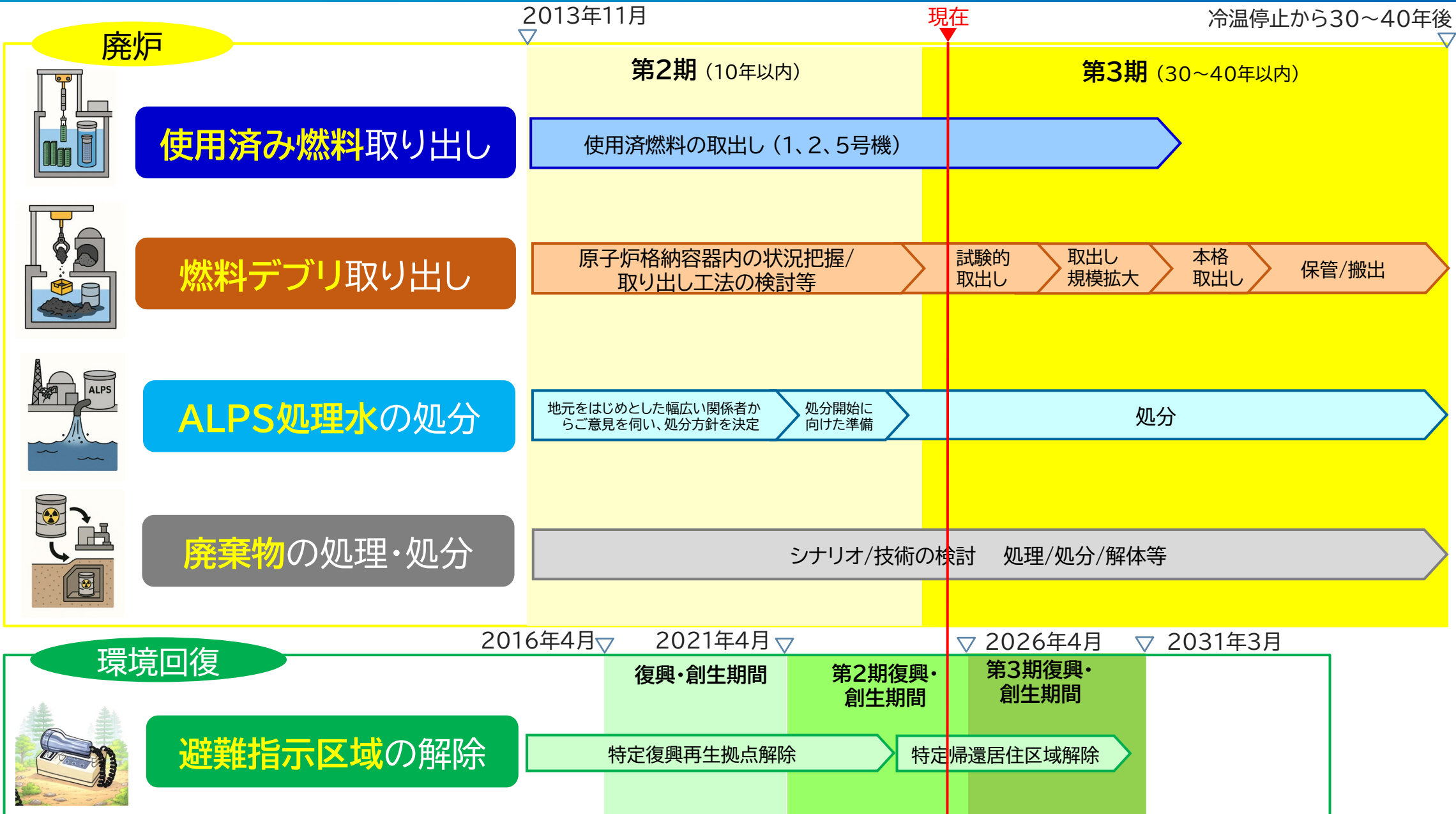


1F廃炉と福島県の環境回復のための研究開発 ～測定・評価、メカニズム解明、推定～

令和8年2月6日

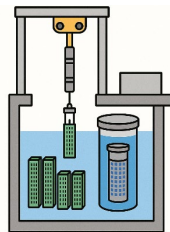
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
福島廃炉安全工学研究所 廃炉環境国際共同研究センター長

飯島 和毅

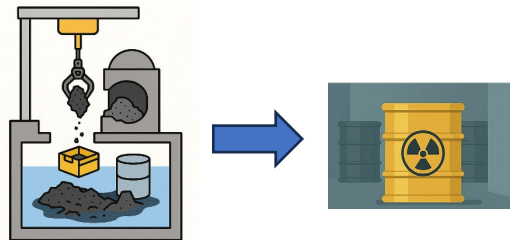


使用済み燃料取り出し

1,2,5号機を取り出し
概ね手法は確立
エンジニアリングレベル



燃料デブリ取り出し



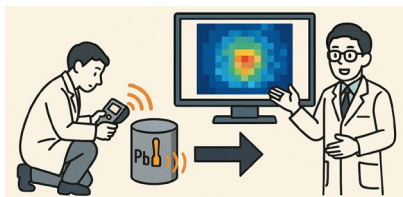
炉内事象解明

本格取り出しに向けた調査・試験取り出し

880トンのデブリの本格取り出し

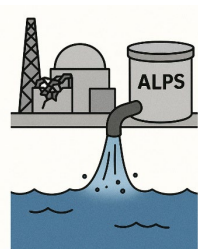
作業環境の改善

作業員被ばく防止/作業安全

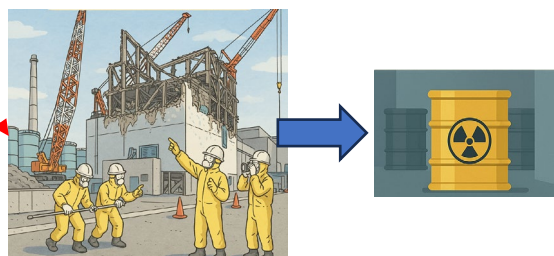


ALPS処理水の処分

1,280万m³の放出
(2025年6月現在)



PCV/RPV/建屋の解体



廃棄物の処理・処分

放射性廃棄物の保管・処理・処分



性状把握



処理



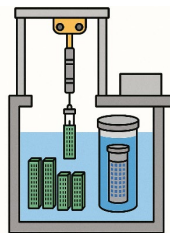
保管



処分

使用済み燃料取り出し

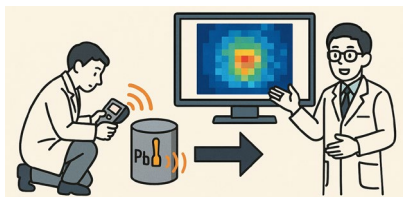
1,2,5号機を取り出し
概ね手法は確立
エンジニアリングレベル



作業環境の改善

作業員被ばく防止/作業安全

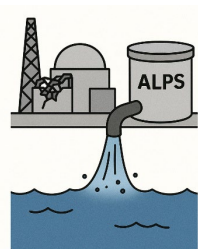
- 計測・可視化技術
- デジタルツイン



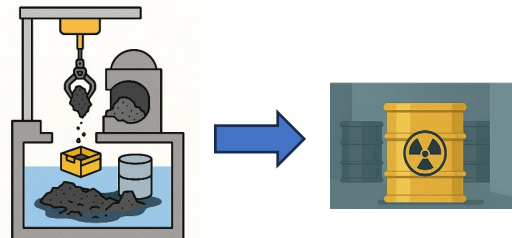
ALPS処理水の処分

125万m³の放出
(2026年1月現在貯蔵量)

- 放射性物質濃度の第3者分析
- モニタリングデータ評価



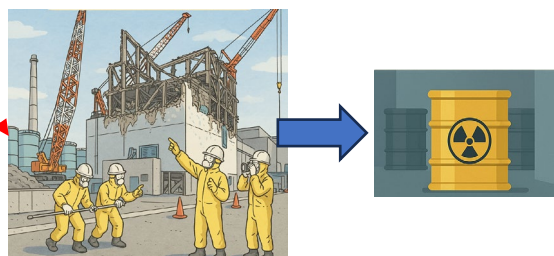
燃料デブリ取り出し



炉内事象解明

- 解析
 - 模擬試験
- 本格取り出しに向けた調査・試験取り出し
- 炉内状況把握
 - デブリ分析・技術開発
- 880トンのデブリの本格取り出し
- その場分析
 - 仕分け分析
 - 臨界監視技術
 - エアロゾル・ダスト分析
 - 安定保管（水素対策）技術

PCV/RPV/建屋の解体



廃棄物の処理・処分

放射性廃棄物の保管・処理・処分
- 性状把握/保管/処理/処分の一連
の方策確立



性状把握



処理

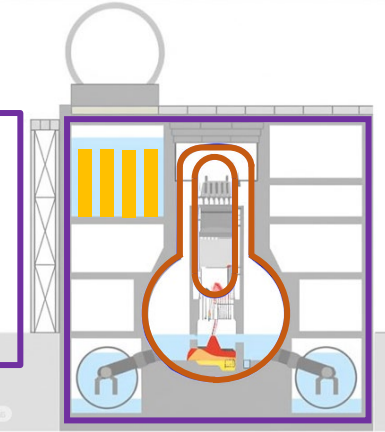


保管



処分

作業員が立ち入るエリア
→被ばくの原因となる
放射線源の特定
→作業による状態変化



作業員が立ち入らないエリア
→限られたデータから安全な
取り出し方法策定
→全ての作業を遠隔で実施
→作業による状態変化



既に発生しているが、
試料採取・分析が困難
長期間の保管・管理
→限られたデータから
安全な管理方法策定

作業環境の改善

建屋の解体

PCV/RPVの解体

燃料デブリ取り出し

廃棄物の処理・処分

現状把握

除染・解体

現状把握

解体・取り出し

保管・管理

現状把握

処理・処分

測定・評価
と技術開発

遠隔・迅速計測
可視化
デジタルツイン

炉内状況把握
デブリ詳細分析
その場分析

仕分け分析
臨界監視
ダスト分析

臨界監視
安定保管技術

性状把握

固化体評価
人工バリア評価
処分安全評価

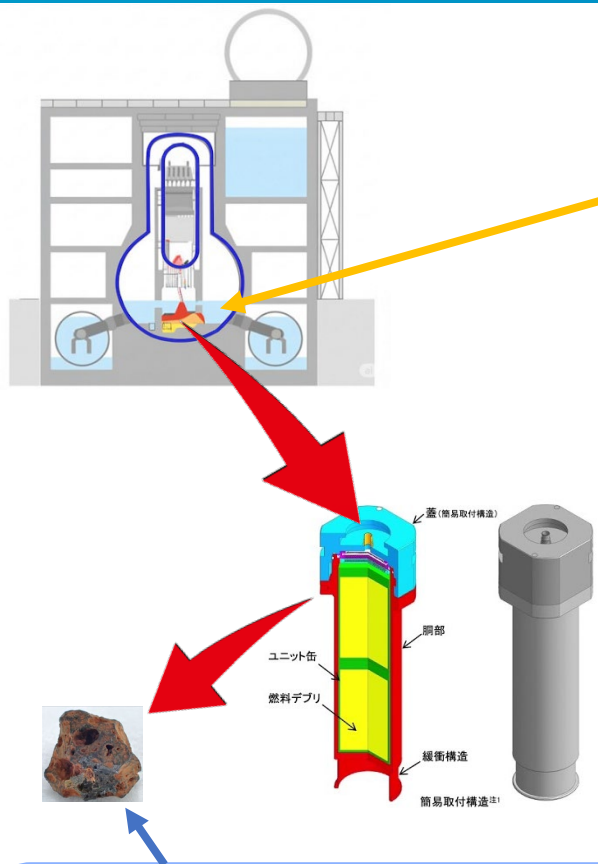
対象物(環境、構造物、デブリ、廃棄物等)に対する測定を、**すべてに対して実施するのは困難。**
対象物の特性の**分布が複雑**で、単純な統計的手法による評価が困難なケースもある。

計画立案・
実施

具体的な計画・方法は、東京電力が中心となって立案・策定し、実施。





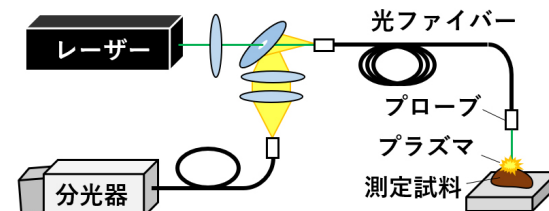


その場分析

炉内にある状態で測定。**炉内での核燃料物質等の面的な分布状態**を推定。

レーザー分析

LIBS



非破壊分析

収納缶に入れた状態で、透過力の強い放射線を使って、**取り出したデブリ全体の平均的な性質**を分析。

中性子分析



アクティブ中性子法

放射能分析

γスペクトル

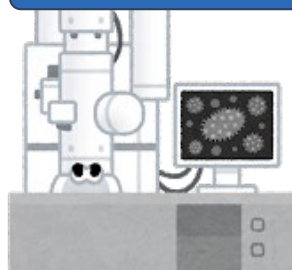
X線分析

X-CT

デブリ詳細分析

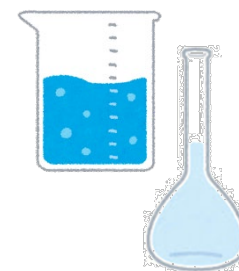
ラボで扱えるごく少量のデブリ試料を採取し、様々な分析装置を用いて**特徴を詳細に**分析。

固体分析

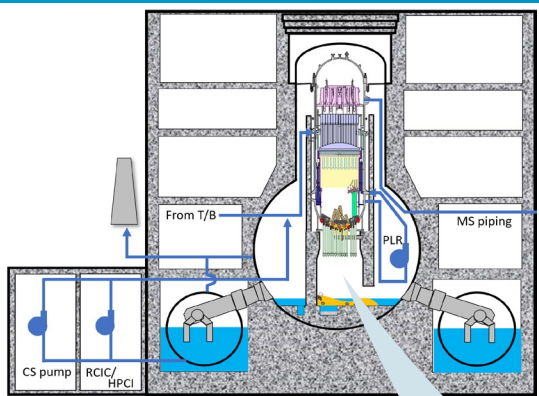


電子顕微鏡などで、物理・化学状態を調べる。

溶液分析



非常に低い濃度まで測定できる。



燃料デブリ
生成メカニズムの
推定

- ◆ 模擬燃料溶融試験
- ◆ 炉内模擬環境下
核種挙動試験

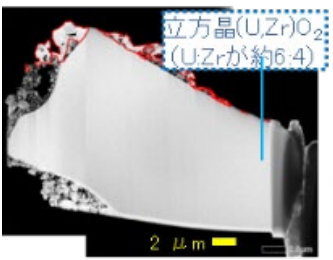


- ◆ 炉内状況把握
- ◆ シビアアクシ
デント解析

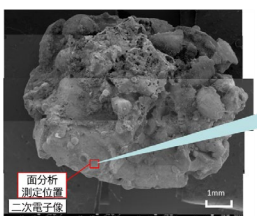
- ◆ デブリ詳細分析
- ◆ その場分析

情報集約・提供システム
“debrisWiki/debrisEye”

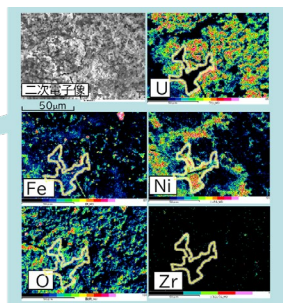
- ・ 関連するデータや知見を、1F
炉内を再現した3Dデジタル
空間上で**俯瞰**
- ・ 様々なデータを**統合**して、
炉内状況、デブリ性状、廃棄物
性状を推定



関連サンプルの分析
(少量サンプル)



*SEM 走査電子顕微鏡を用いた表面観察
*WDX 波長分散型X線分光器を用いた元素判別手法



燃料デブリ性状・
炉内分布の推定

- ◆ 非破壊分析

安全着実な
燃料デブリ取り出し

- ・ 燃料デブリの安全な回収
- ・ 十分に管理された安定保管
- ・ 発生する廃棄物の安全な管理



福島第一原子力発電所のデジタルツインの構築を目的とした
アプリケーションソフト debrisEye（デブリアイ）を開発しました。



データや知見を、1F
見した3Dデジタル
俯瞰
ータを統合して、
デブリ性状、廃棄物
目

※画像をクリックすると動画が再生されます。

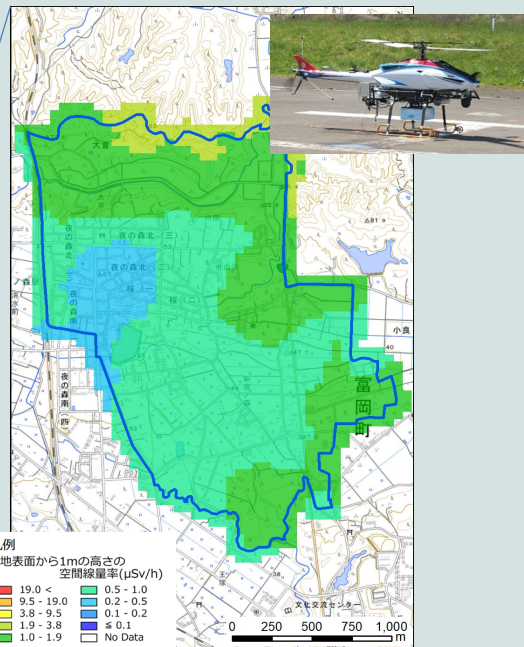
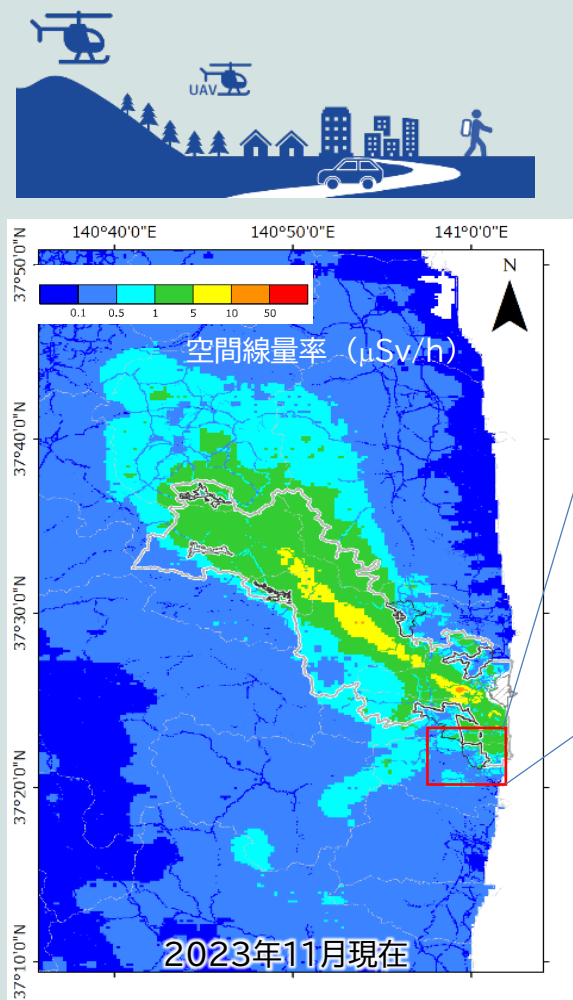
福島第一原子力発電所のデジタルツインの構築を目的とした
アプリケーションソフト debrisEye（デブリアイ）を開発しました。



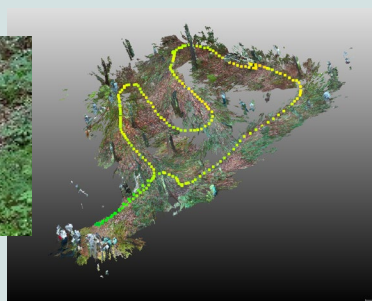
※画像をクリックすると動画が再生されます。

ニーズに合わせて最適な機材でモニタリングを実施

▼対象区域の大きさ・特徴に合わせたモニタリング技術の提供



▼今後の区域解除で重要な森林
モニタリング技術開発

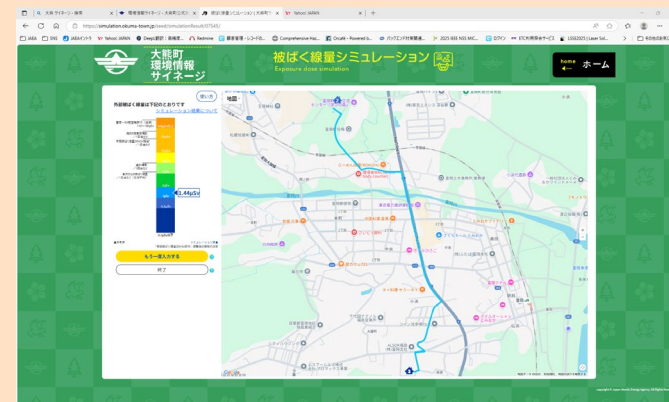


個人ごとの被ばく評価ツールを開発

▼避難指示解除後の生活行動
パターンに応じた外部被ばく
線量の評価技術



▲浪江町、富岡町にサイネージ/スマホ
システム、大熊町にHPタイプを採用▼



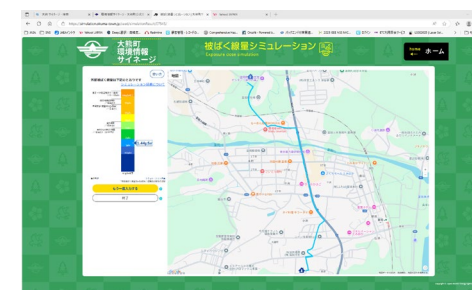
先進的な技術の適用



ロボット・ドローン
自己位置計測技術の適用



AI・機械学習

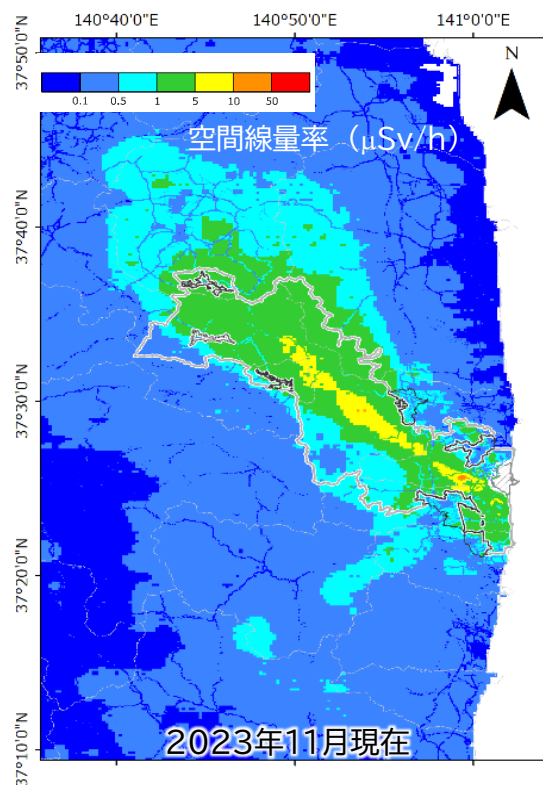


被ばくデータの解析

森林が多いエリアの被ばく線量評価の課題：

- 森林内を歩いての歩行サーベイは**労力大**。
- 森林内はGPSがつながりにくく、**従来の歩行サーベイ方法の適用が難しい**場所もある。
- 無人ヘリによる上空からの線量率測定の場合、森林の樹木による**遮蔽の効果**を考慮する必要がある。
- 将来的な森林を活用した生活スタイルにおける**被ばく経路が複数**あり、線量の評価方法が複雑。

残された帰還困難区域は、
森林が多く存在するエリア



これまでの研究開発

- 過酷環境下での迅速測定・評価技術
- 個別現象のメカニズム解明
- 膨大なデータで学習して評価するAI技術



これからの研究開発

- 過酷環境下測定・評価技術の他分野への適用と**スタートアップ**
- **複数の事象を考慮**したメカニズムに基づく**シミュレーション**技術
- 限られた様々なデータを組み合わせて**全体を推定するAI**技術
- 推定技術の**科学的根拠情報**の整理

ご清聴ありがとうございました。

CLADSは、今後も1F廃炉・福島環境回復を支える基礎・基盤研究に取り組んでまいります。