

機構シーズ（英知事業含む）におけるニーズ・ シーズマッチングの取り組みについて

令和4年3月1日

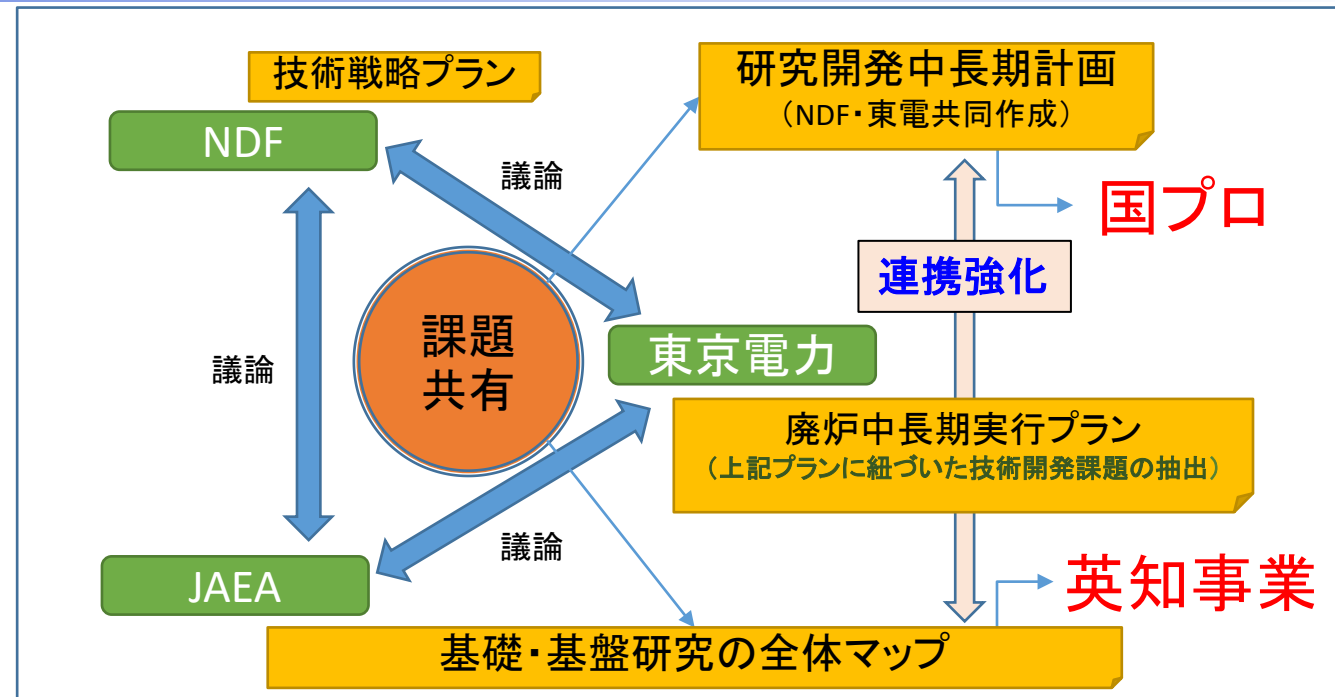
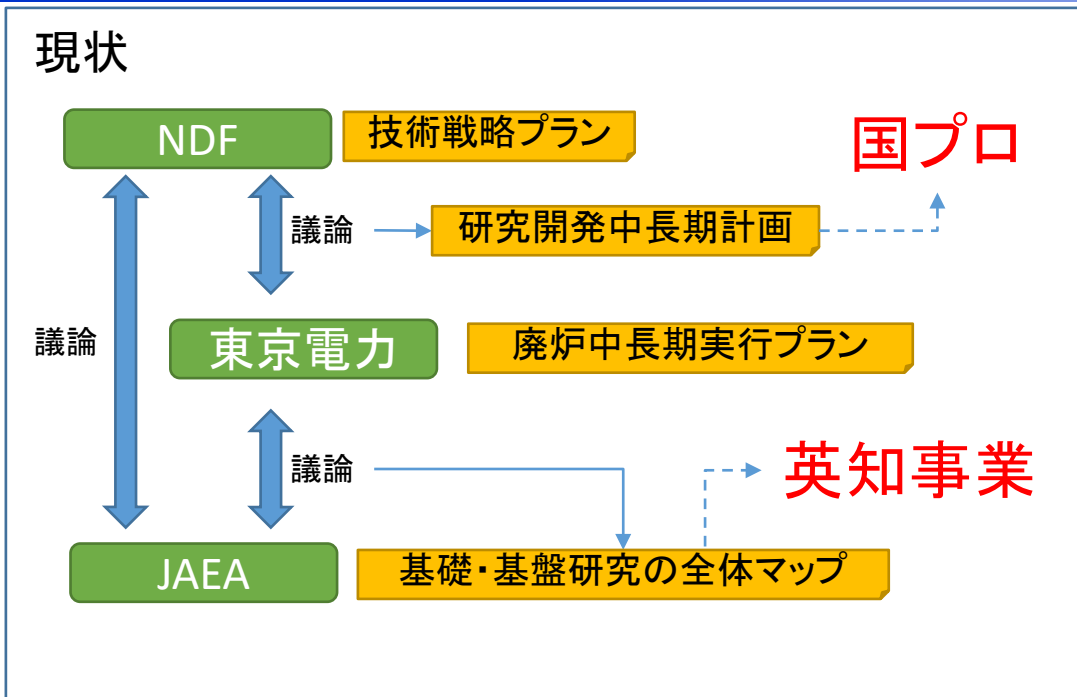
福島研究開発部門 福島研究開発拠点
廃炉環境国際共同研究センター

- ニーズの把握と具体化

- 成果を「使う側」を意識した成果の提供方法

- 成果反映先を意識した研究の進捗とマッチング先の探索

- 成果の橋渡し例

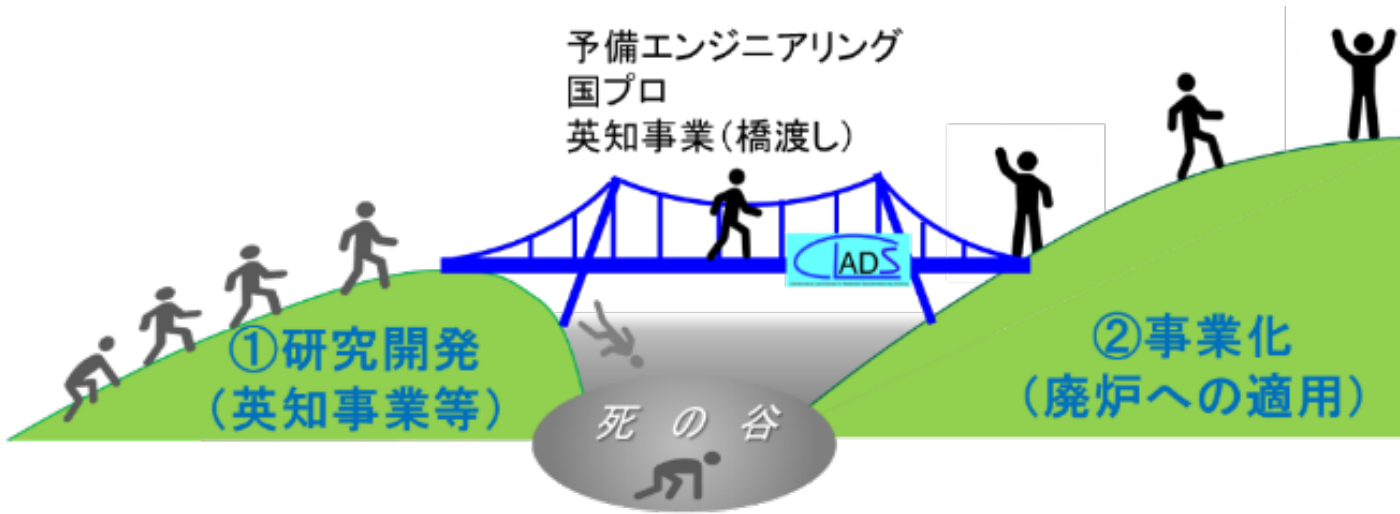


◆ 東京電力、NDF、JAEAで議論して、10年を超える**長期の課題も含めて分析・共有できる土台**を築く
 ◆ その土台を元に、**研究開発中長期計画、基礎・基盤研究の全体マップ**に反映する

課題共有の効果

- 研究開発課題が**俯瞰かつ網羅的**に整理される
- 研究開発の**計画の土台**となる
- 各々の機関の**役割が明確化**される

1F廃炉のための研究開発の**実効性**が高まる



【考え方の概略 (案)】

- ① 1 F廃炉に必要な不可欠な課題
事業者、廃炉汚染水対策事業、JAEA等で推進
- ② 1 F廃炉に必要な不可欠だが、チャレンジングな課題
JAEA、アカデミア、企業等による研究開発で推進
英知事業等
- ③ 異分野のシーズを活用することで、1 F廃炉が加速する、もしくは代替手法等になりうる (ニッチな) 課題
ニーズ・シーズのマッチングを推進しながら、英知事業等により具体化 (試行)



デブリ206 課題「建屋内の汚染状況の把握」

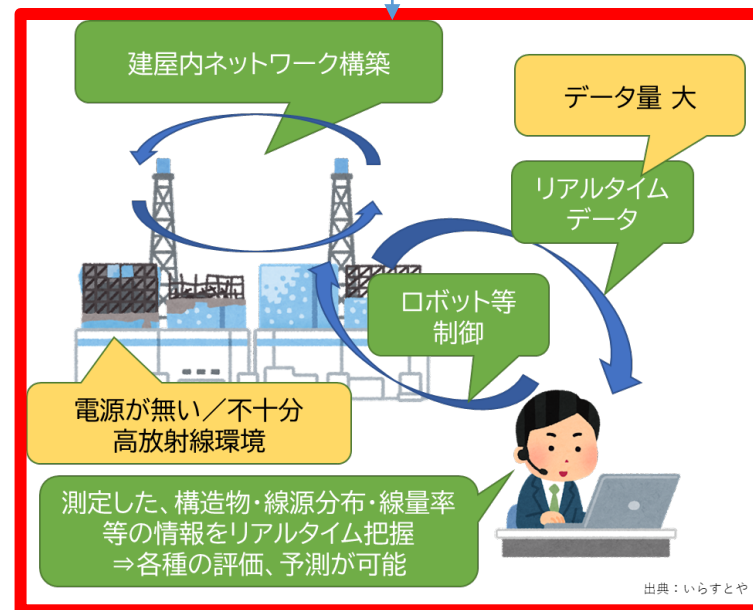
ニーズ:② 作業エリアの汚染状況を把握したい。

(追記した課題)

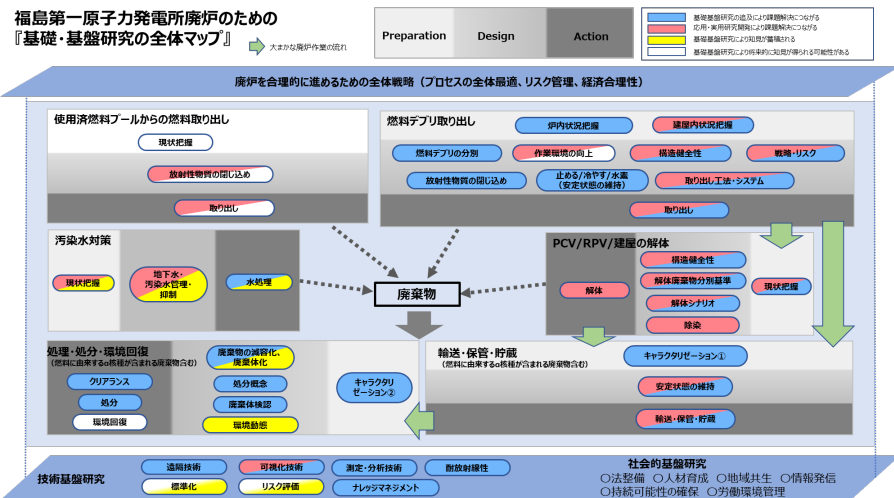
- ・高い放射線を有する建物内に人の被ばくを最小として、遠隔によりプラント状態等を監視、迅速な遠隔ロボットの制御に利用できるセンシングネットワークを構築したい。なお、通信ネットワークについては5G、ビヨンド5Gにこだわらないが、1F建屋内をデジタルツイン化することを検討しており、現場の状況をリアルタイムで把握するために超高速、超低遅延、超多接続可能である5G以降の通信規格は魅力的である。また、汚染状況に限らず、構造健全性等の状態監視を中長期的に把握したい。
- ・原子炉内は、分厚いコンクリートに覆われ遮へいが施されている。また、GPSは届かない。1Fの場合、事故の影響により建屋内には、wifiやPHS電波も敷設されておらず、その調査にロボットが利用される。また、人が線量等を計測することもあるが、その位置情報がアナログ的管理しかなされず、被ばく低減の観点から位置情報を正確に捉えることが困難である。このような背景の下で、GPSも利用することなく、wifi等の環境も整備されていない中で、ロボットや測定者の位置を連続的かつリアルタイムで正確に把握したい。



2022年2月17日(木)
13:30~15:30
ニーズ・シーズマッチング
ワークショップの開催
(72名参加)
アカデミア9
公的機関5
民間企業12
その他(JAEA、東電、MRI)



従来



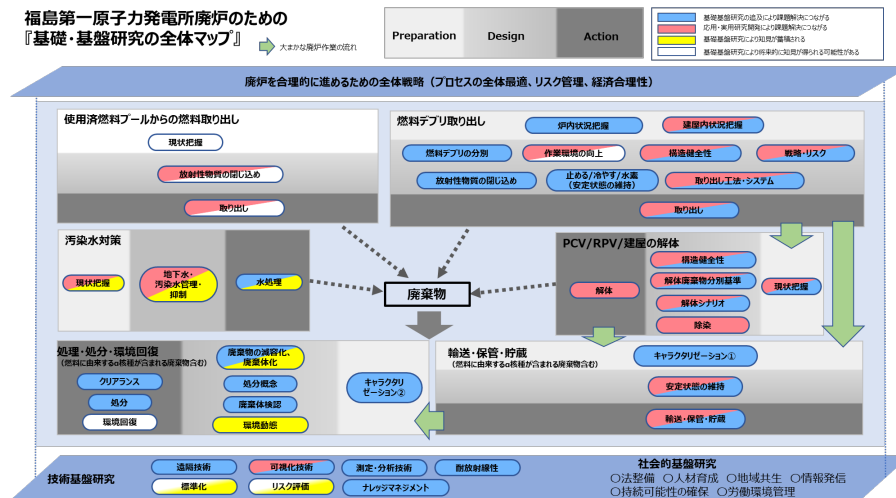
マップを提示

提案を待つ

研究成果

マッチング

今後



マップを提示

詳細ニーズ
(ニッチなテーマ)

提案を待つ

研究成果

マッチング

異分野
の参画

マッチングWS

提案を待つ

研究成果

マッチング

途中段階から
成果共有

- ニーズの把握と具体化
- 「使い側」を意識した成果の提供方法
- 成果反映先を意識した研究の進捗とマッチング先の探索
- 成果の橋渡し例

ポスター等による認知度向上

君の英知が、
ふくしまの未来を創る。

MISSION H

英知事業

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（JAEA）福島研究開発部門
福島研究開発拠点 廃炉環境国際共同研究センターでは
「英知事業」（英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業）で
原子力の課題解決に資する基礎的・基盤的研究や産学が連携した人材育成を推進します。
わたしたちは、福島第一原子力発電所の廃炉に向けて
「MISSION H（英知事業）」を通じ、
広く原子力分野以外の研究者、学生、ベンチャー企業等の人材を育成することで
新しい「ふくしま」と「日本」の未来を創造します。

※MISSION Hは、H（英知）、HAIRO（廃炉）、HOPE（希望）などの意味合いが含まれた、今事業のプロジェクト名です。

英知事業について <https://clads.jaea.go.jp/>

マルチメディアによる成果の発信

動画キーワード検索する

すべて CLADS関連 ishikawa MM研究関連 OO研究関連 ??研究関連 ■■研究関連 ishikawasaki △△研究関連 △△研究

カーボンニュートラル実現への架け橋
HTTRを用いた熱利用技術の開発
2021年11月26日公開

第16回 原子力機構報告会 To the Future 新原子力で目指す... Sustainableな未来
2021年11月18日公開

2050年カーボンニュートラルに貢献する革新的原子炉システムの開発 ~高...
2021年8月5日公開

知財インフォグラフィックス「『ドナルドダックボイス現象』をきっかけ...
2021年7月12日公開

図はイメージ

学協会へのアプローチ

化学工学会、日本核物質管理学会、環境放射能除染学会、計測自動制御学会、大気環境学会、土木学会、日本海洋学会、日本気象学会、日本原子力学会、日本混相流学会、日本地震学会、日本地震工学会、日本保健物理学会、日本物理学会、日本放射化学会、日本放射線影響学会、日本保全学会、日本ロボット学会、廃棄物資源循環学会、レーザー学会 等

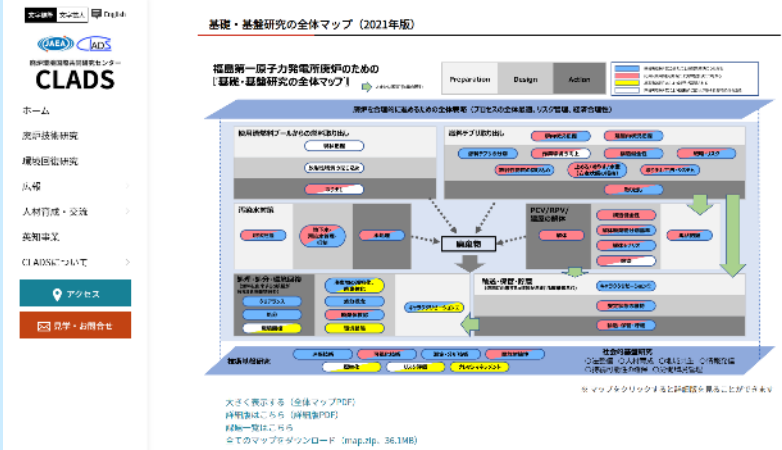
アカデミア等の産学連携担当者・専門家への周知活動を**実施中**
(JAEAイノベーションハブの人的ネットワークを活用：R4年2月中旬～)

国立高等専門学校機構、物質・材料研究機構、東京工業大学、岡山大学、大阪大学、東京都中小企業振興公社*、群馬大学、京都大学、横浜市立大学*、長岡技術科学大学、早稲田大学、九州大学、福井大学、名古屋大学、横浜国立大学、・・・

(* これまで応募がなかった機関)

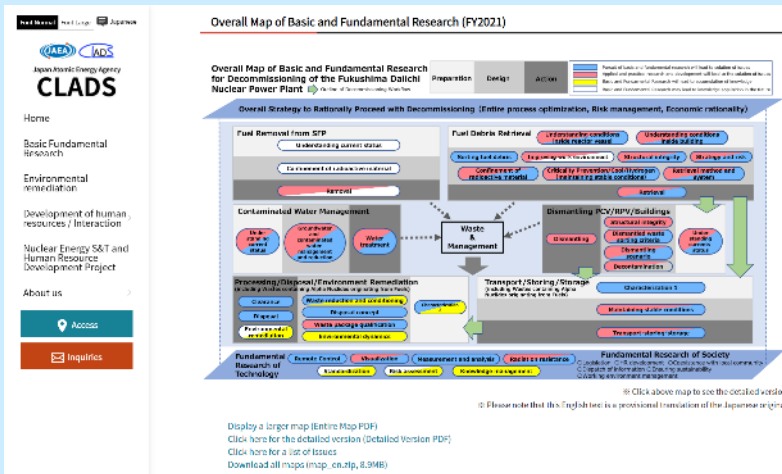
俯瞰的 1F廃炉ニーズの公開

基礎・基盤研究の全体マップ <https://clads.jaea.go.jp/jp/rd/map/map.html>

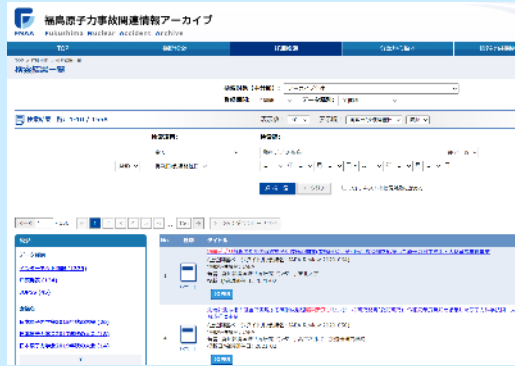


英語版

<https://clads.jaea.go.jp/en/rd/map/map.html>

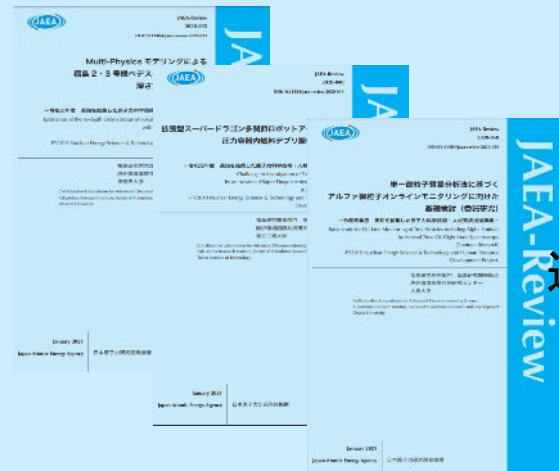


研究成果の公開



キーワードでアーカイブ検索
<https://f-archive.jaea.go.jp/>

リンク



報告書は全文公開(令和4年1月末現在71件)
<https://jopss.jaea.go.jp/search/servlet/interSearch>

国会図書館にも収蔵

データベースとして整備・開示し最新情報を提供

debrisWiki: <https://fdada-plus.info>



【コンテンツ】
 現場情報…福島第一発電所事故に関する資料を一元的に検索
 事故進展…最新の知見に基づく事故進展の検討結果
 炉内状況…炉内全体のデブリ等の分布の推定情報
 分析データ…分析結果の生データ、分析結果の総合的な解釈
 既往知見…過去のSA事故や1F廃炉に資する研究情報

FRAnDLi: <https://frandli-db.jaea.go.jp/FRAnDLi/>

連携を検討

【コンテンツ】
 分析値… 汚染水
 汚染水処理二次廃棄物
 瓦礫
 土壌
 植物
 保管・貯蔵量…保管・貯蔵



- ニーズの把握と具体化

- 「使い側」を意識した成果の提供方法

- 成果反映先を意識した研究の進捗とマッチング先の探索

- 成果の橋渡し例

課題番号：共-2

廃炉プロセス「共通項目」

検討対象「可視化技術（3次元を含む）」

JAEA CLADS

第4期中長期計画作成の考え方

戦略プラン2021

[B] 燃料デブリの取り出し規模の更なる拡大

- ii 被ばく低減のための環境・線源分布のデジタル化技術の開発
- iii 放射線計測技術の開発

① 効果的な除染や作業員被ばくの低減につながる高放射線下での三次元的な可視化技術を開発したい

望ましい状態とその理由

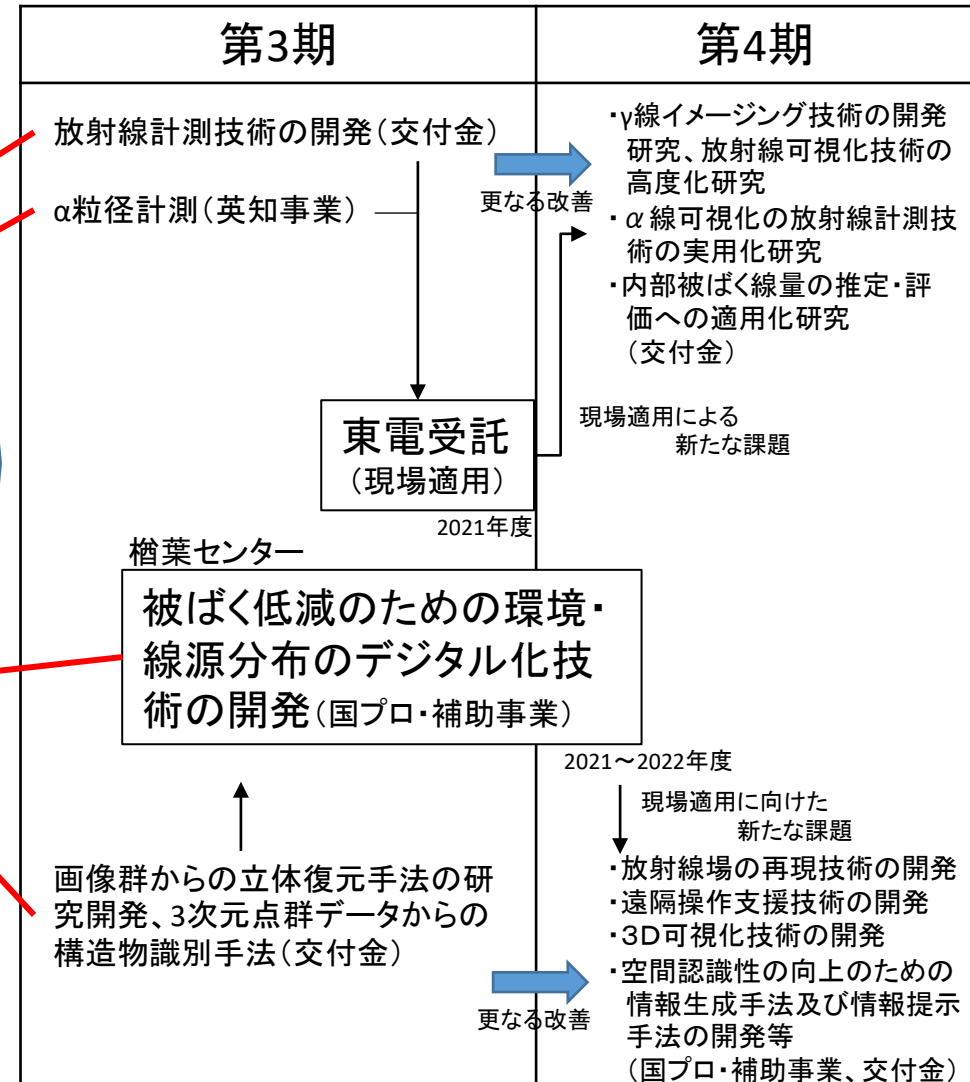
- 放射線等の測定結果を用いて、線源の強さや線源の方向、分布等の情報を基に線量場や汚染状況等を把握するため、仮想リアリティ等を駆使し、可視化技術の開発が望まれる。可視化技術により、汚染場所の特定による効果的な除染や作業員被ばくの低減につながる事が期待される。ただし、メインの放射線がガンマ線か、ベータ線かなどを念頭に開発する必要がある。
- 課題として可視化の前提としてのCMOSなどデバイスの耐放射線性がある。高放射線下での画像データ伝送までを行う処理デバイスが可視化データの前提として必要である核燃料、放射性物質の核種や性状を遠隔またはその場で計測できることが望まれる。
- また、放射線測定結果だけでなく、得られた膨大なデータを可視化する技術も望まれる。

理想と現状のギャップ／解決すべき課題

- ロボットに測定器を搭載し測定した放射線イメージと3次元光学画像と統合し、建屋内の高線量率エリアの放射線分布を3次元イメージ化する等の開発が必要。特に、線量が高いエリアでは、線源がどこにあるのかが分かることが重要であり、3Dマップ化ができると良い。それにより、除染等の対策を立てることができる（現在は2D撮影であるため、遠近感が取り辛いという課題がある。作業している画面上で3Dで可視化できると良い）。
- 検出しにくいα核種・β核種の位置検出器を開発する。
- VRと融合した先進的な3次元可視化システムを構築する。
- CMOS等の電子集積回路の耐放射線性を改善する。
- 特に、放射線測定等では、自動的に測定し、自動的にデータを可視化できる技術があると良い。

アウトカムのバックキャストと既存研究のフォアキャストの両方を考慮した研究計画の立案

JAEAが主体的に実施できない研究課題について、英知事業を通じて外部機関の協力を得る。



更なる改善

デブリ206 課題「建屋内の汚染状況の把握」

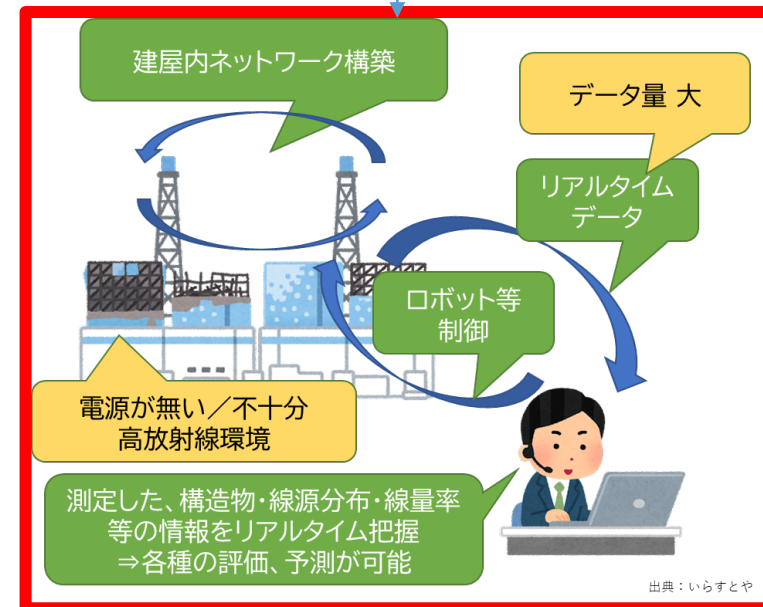
ニーズ:② 作業エリアの汚染状況を把握したい。

(追記した課題)

- ・高い放射線を有する建物内に人の被ばくを最小として、遠隔によりプラント状態等を監視、迅速な遠隔ロボットの制御に利用できるセンシングネットワークを構築したい。なお、通信ネットワークについては5G、ビヨンド5Gにこだわらないが、1F建屋内をデジタルツイン化することを検討しており、現場の状況をリアルタイムで把握するために超高速、超低遅延、超多接続可能である5G以降の通信規格は魅力的である。また、汚染状況に限らず、構造健全性等の状態監視を中長期的に把握したい。
- ・原子炉内は、分厚いコンクリートに覆われ遮へいが施されている。また、GPSは届かない。1Fの場合、事故の影響により建屋内には、wifiやPHS電波も敷設されておらず、その調査にロボットが利用される。また、人が線量等を計測することもあるが、その位置情報がアナログ的管理しかなされず、被ばく低減の観点から位置情報を正確に捉えることが困難である。このような背景の下で、GPSも利用することなく、wifi等の環境も整備されていない中で、ロボットや測定者の位置を連続的かつリアルタイムで正確に把握したい。



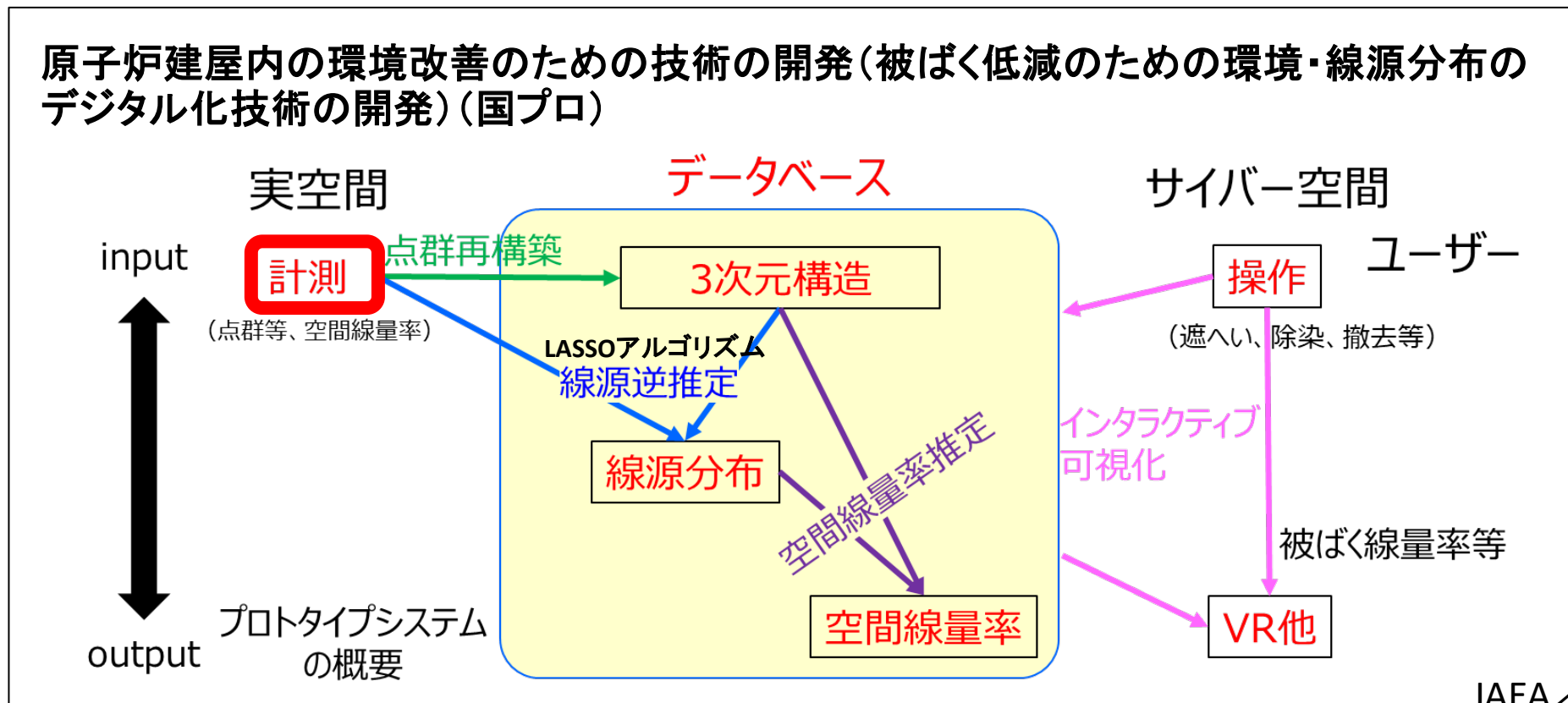
2022年2月17日(木)
13:30~15:30
ニーズ・シーズマッチング
ワークショップの開催
(87名参加)
アカデミア7
公的機関4
民間企業9



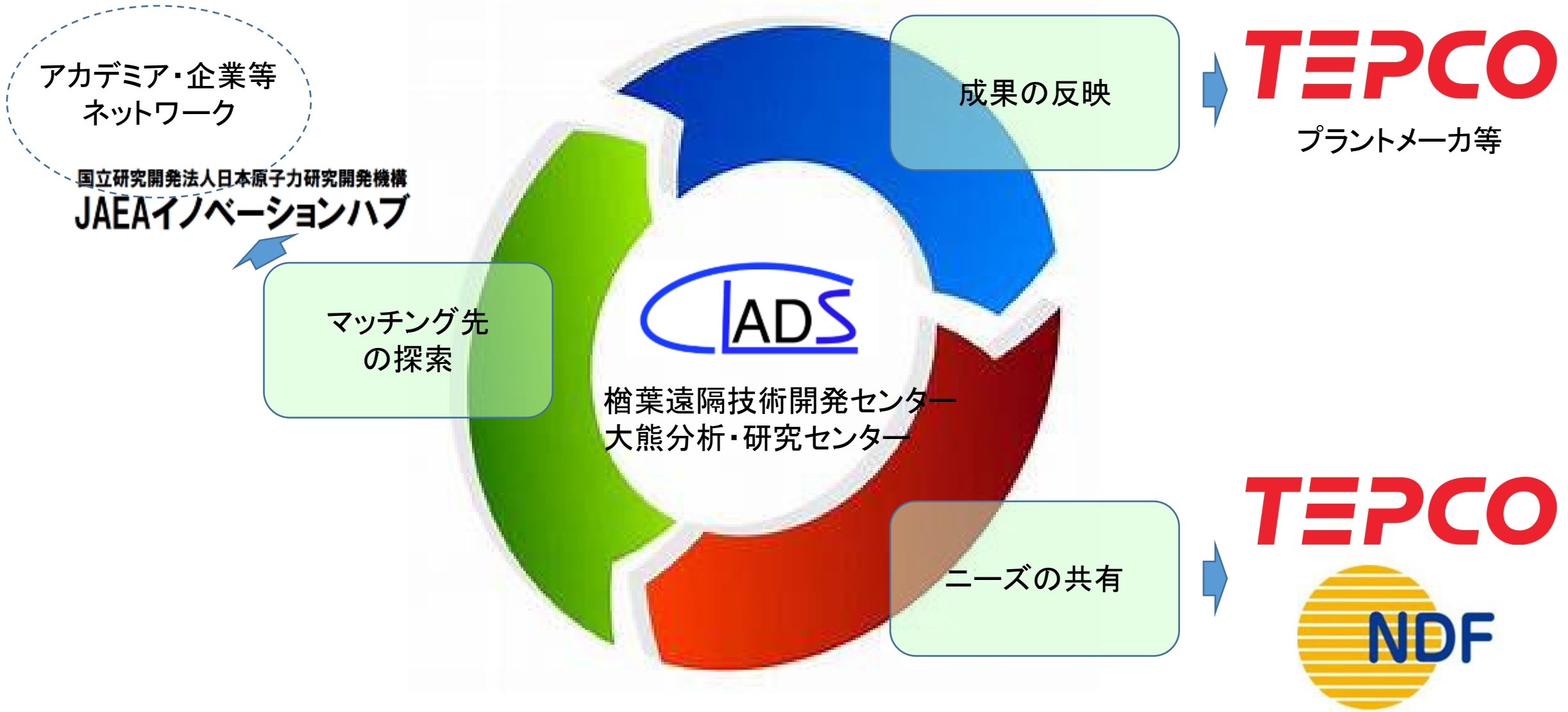
<成果反映先例>

1Fサイト内放射線計測座標・ロボット位置検出・楯葉センターモックアップ訓練とデジタルツイン環境への反映等

原子炉建屋内の環境改善のための技術の開発（被ばく低減のための環境・線源分布のデジタル化技術の開発）（国プロ）



計測時の位置精度の向上により、解析精度が向上につながる



- ニーズの把握と具体化

- 「使い側」を意識した成果の提供方法

- 成果反映先を意識した研究の進捗とマッチング先の探索

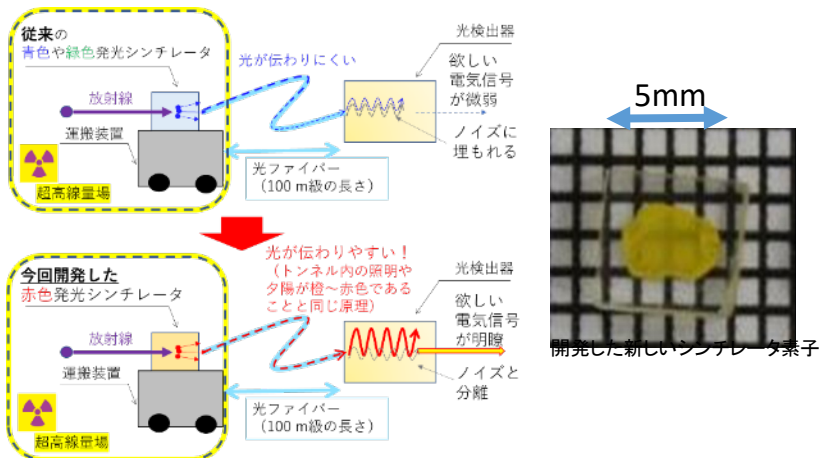
- 成果の橋渡し例

革新的発光材料の開発と1F炉内放射線計測への活用

研究代表者: 黒澤 俊介 (東北大) 受託期間: 平成30~令和2年度

○1Fの原子炉内の放射線量を測定するには遠隔での作業が前提となるため、高い放射線環境下で正常に動作し、かつ離れた場所まで信号(光)を伝送する技術が必要。しかし、従来のシンチレータ(青や緑色の発光)では発光量が低く遠隔まで光を届けることが困難であった。

○英知事業において、高い発光量を有する赤色発光の新規シンチレータを開発。光ファイバーや光検出器と組み合わせ、高線量下で遠隔で放射線量を測定することに成功。



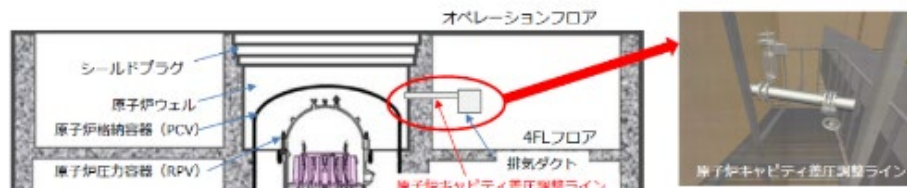
【成果の展開・応用】

○令和3年度、東京電力からも費用を得て、現場適用に向けたシステムの小型化や光ファイバーの長尺化等の機能の向上及び現場適用に向けた課題の検証等を実施中。

東京電力における廃炉現場での利用

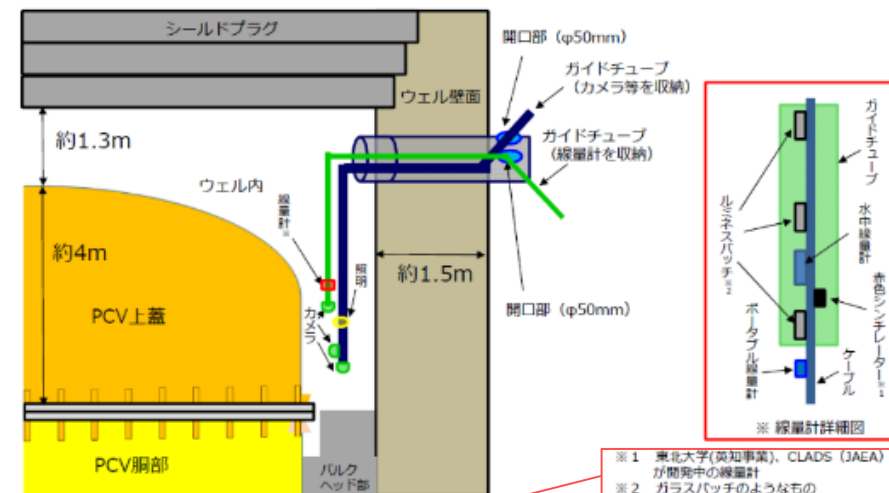
1. 原子炉ウェル内調査について

■ 2号機シールドプラグ下部の原子炉ウェル内の調査を5月20日、24日に実施したが、線量の測定値の再検証を行うため、再調査を6月23日に実施。調査結果の速報を紹介する。



※原子炉キャビティ差圧調整ライン：運転中に原子炉キャビティで、原子炉建屋換気空調系

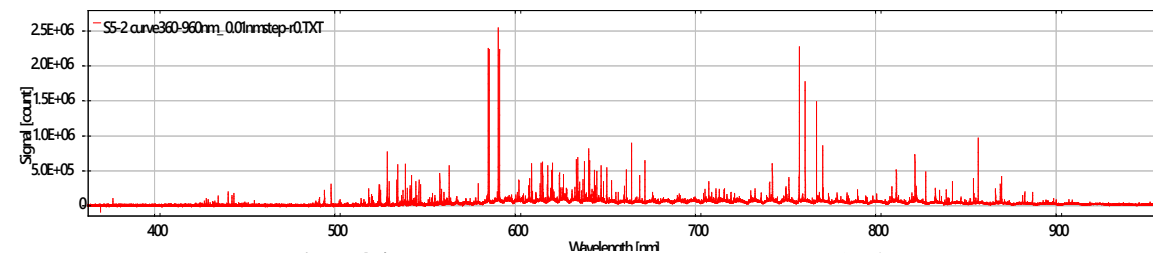
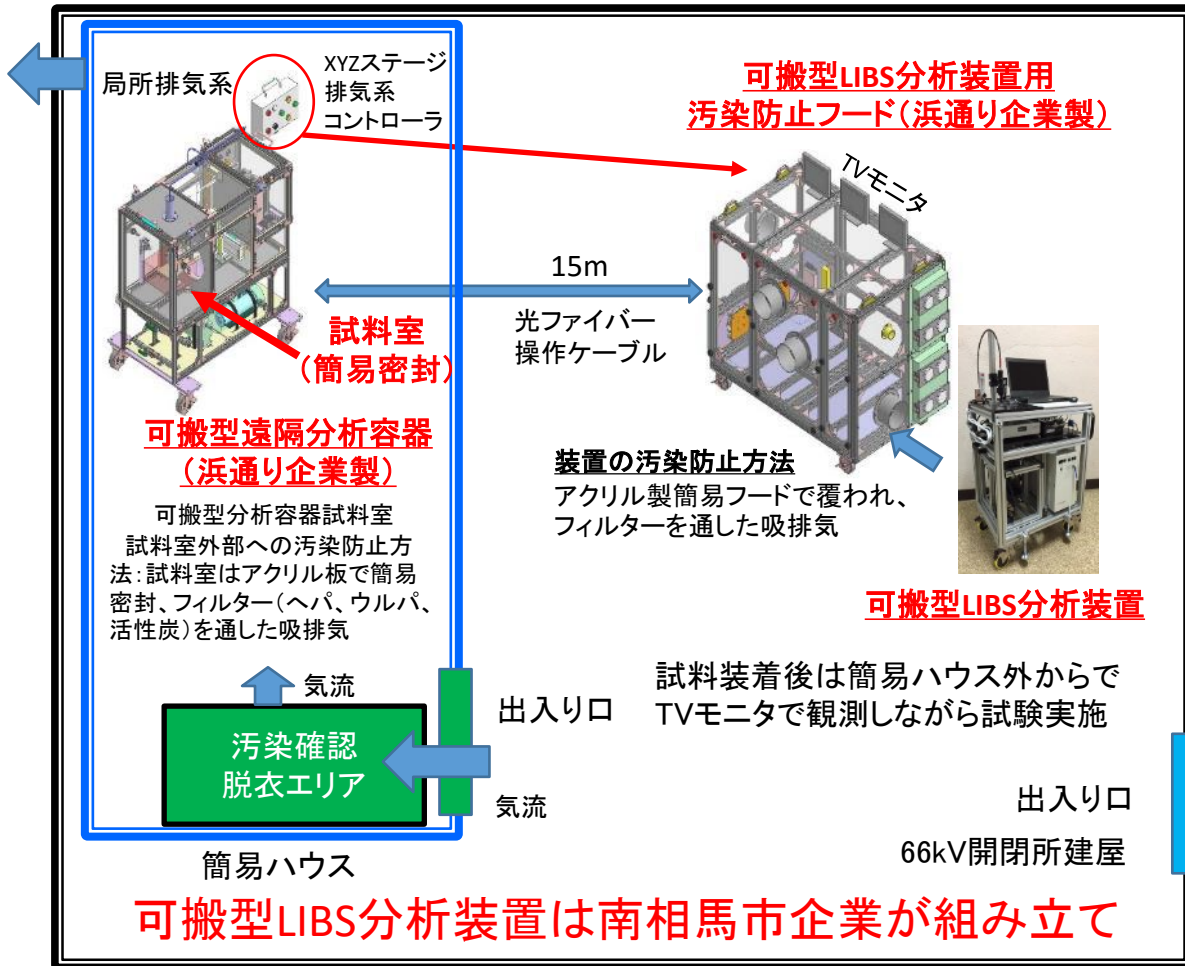
■ 前回投入した水中線量計 (同一型式の別のもの) に加えて、ポータブル線量計等をウェル内へ投入した。



※1 東北大学(英知事業)、CLADS (JAEA)、東電が開発中の線量計
 ※2 ガラスパッチのようなもの

※1 東北大学(英知事業)、CLADS (JAEA)、東電が開発中の線量計

**可搬型分析容器及び可搬型LIBS用汚染防止フードを試作し、
1 F構内66kV開閉所建屋に持ち込んだ可搬型LIBS装置により2号機から採取された試料の分析を実施**



試験の様子とLIBSによるスペクトル取得例

東京電力との共同研究に基づき66kV開閉所で試験(海水塩成分、鉄、一部でCsの元素を確認)

1F構内における2号機採取試料の測定に適用

アウトカム

- 1F現場適用可能な高耐放射線性を備えた遠隔・その場・迅速簡易分析LIBSシステムの開発とその場スクリーニング分析への適用
- 1F実機適用に向けた受託研究として廃炉・汚染水対策事業を開始

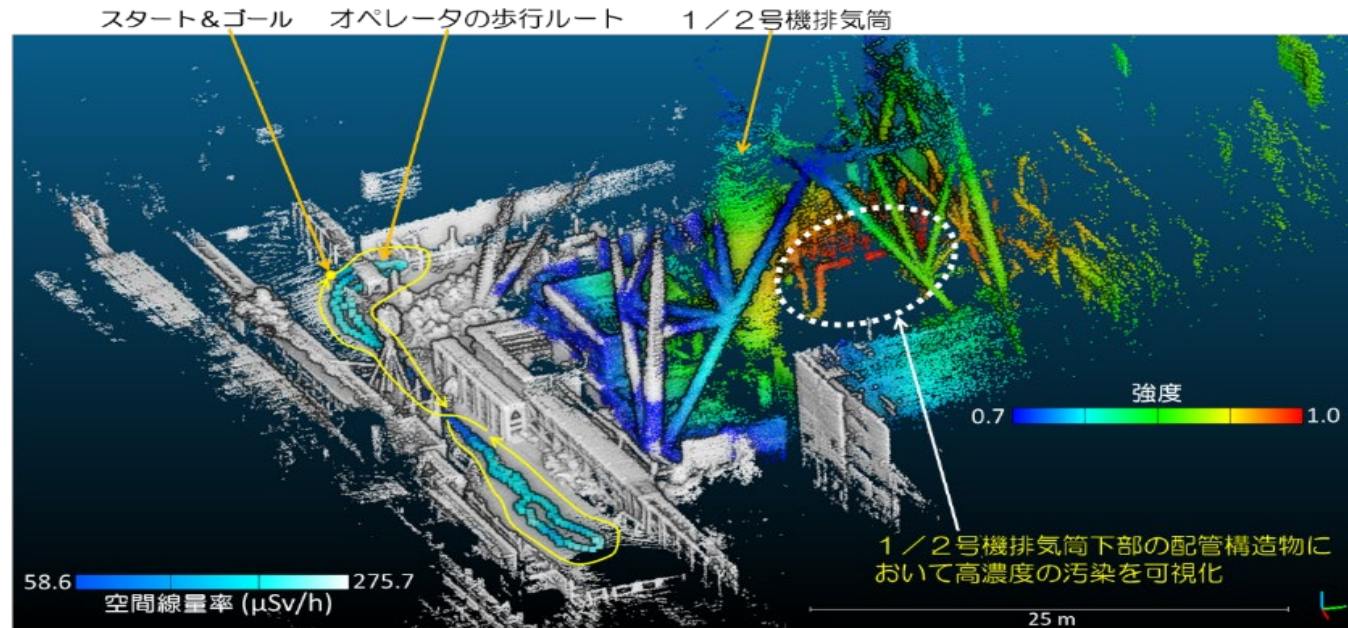
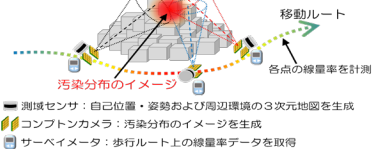
廃炉現場の汚染分布を3次元マップで“見える化” — 見えない汚染を仮想空間で把握し、作業員の被ばくを低減 —

- 1Fでは機器やガレキが汚染しており、それらの汚染分布を正確に把握するためには汚染箇所を3次的に特定する必要がある。
- 放射性物質を可視化するコンプトンカメラに、サーベイメータおよびレーザー光を利用した3次元空間認識デバイスを組み合わせることにより、任意の視点から汚染箇所や空間線量率を俯瞰可能な3次元マップを描画するシステム(iRIS)を開発した。

コンプトンカメラ



統合型放射線イメージングシステム
Integrated Radiation Imaging System (iRIS)



Y. Sato and Y. Terasaka, J Nucl Sci Technol, in press, DOI: 10.1080/00223131.2021.2001391

1F廃炉現場に適用

アウトカム

成果

- 汚染箇所に近づくことなく5分未満のわずかな測定時間で、1Fの1/2号機排気筒付近の汚染分布や歩行ルート上の線量率分布を可視化したマップの描画を実証した。
- 汚染分布や線量率分布を可視化した3次元マップを仮想空間に投影し、線量率低減のための遮へいや除染効果のシミュレーションが可能となり、1F廃炉作業員の被ばく低減に期待できる。

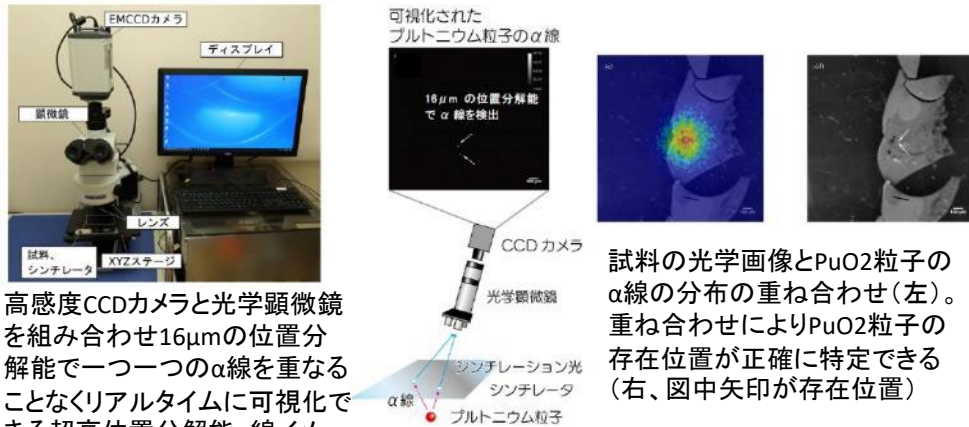
統合型イメージングシステム (iRIS)

● 作業環境の3次元モデリングと同時にγ線イメージを3次元化して表示することで、**空間線量率及び汚染箇所を鳥瞰図として可視化し、廃止措置等の現場における作業員の被ばく線量の低減や除染計画の立案に大きく貢献**することが期待される。

α線を放出する粒子の大きさをリアルタイムに計測 — 超高位置分解能α線イメージング検出器を開発 —

研究代表者: 黒澤 俊介(東北大) 受託期間: 平成30~令和2年度

- α線を放出する粒子の大きさの測定は作業者の内部被ばく評価に必要だが、これまで作業現場でリアルタイムに測定できなかった。また、従来の手法ではα線とその他の線種の放射線との識別ができないことが課題であった。
- 医療分野の技術を応用し、16μmの位置分解能で一つ一つのα線のみをリアルタイムに可視化できる原子力用超高位置分解能α線イメージング検出器を、世界に先駆けて開発した。
- 個々のイメージの発光強度から、作業現場でのα線を放出する粒子の大きさの迅速な評価が可能になり、原子力発電所の廃止措置や核燃料施設の安全性の向上につながることを期待されます。



高感度CCDカメラと光学顕微鏡を組み合わせ16μmの位置分解能で一つ一つのα線を重ねることなくリアルタイムに可視化できる超高位置分解能α線イメージング検出器を開発しました。

【成果の展開・応用】

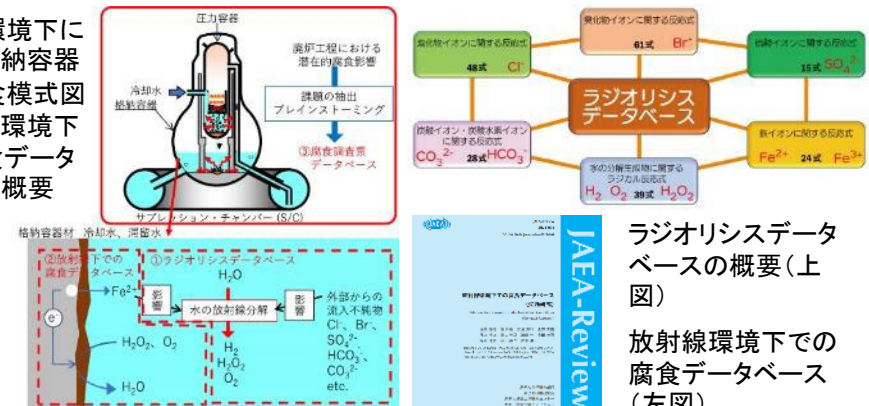
- 令和3年度、英知事業と東京電力双方から費用を出し、現場適用に向けた1F2号機調査時に採取された実試料により測定試験を実施中。

1Fの格納容器内にたまった水の中で金属材料はどう腐食するのか？—放射線環境下での腐食データベースの構築—

研究代表者: 加治 芳行(JAEA) 受託期間: 平成29~令和元年度

- 1F廃炉を安全かつ継続的に進めるためには、時間の経過とともに進行する原子炉などの材料の腐食を抑えることが重要である。しかし、1F特有の海水等の不純物成分が混入した高い放射線の環境における腐食反応に関するデータは十分に整理されていなかった。
- ①海水混入系ラジオリシスデータベース②放射線環境下腐食データベース③腐食調査票データベースからなる「放射線環境下での腐食データベース」を構築し広く公開した。
- その結果、原子炉格納容器内にたまっている滞留水の酸性度や海水由来および原子炉の材料から溶出するイオンなどの影響により、材料腐食を加速する原因となる酸化性の成分の濃度が大きく変化することが明らかとなった。

放射線環境下にある1F格納容器材の腐食模式図と放射線環境下での腐食データベースの概要



【成果の展開・応用】

- 令和3年6月26日、放射線環境下での腐食データベースを公開した。1F廃炉作業のみならず、学術的にも貴重なデータとして活用されている。

ラジオリシスデータベースの概要(上図)

放射線環境下での腐食データベース(左図)

<https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Review-2021-001.pdf>

□ 取組みの方向性について

□ より良い取組みへと発展させるには

- 大学内の異分野に応募情報を知ってもらうには
- 異分野が興味を示すテーマの示し方
- ある程度、興味を持った方が、1F廃炉に参画するには