

令和2年度 福島研究開発部門 成果報告会

櫛葉遠隔技術開発センターの取組み

令和2年12月5日

**国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
福島研究開発部門 福島研究開発拠点
櫛葉遠隔技術開発センター**

伊藤 倫太郎

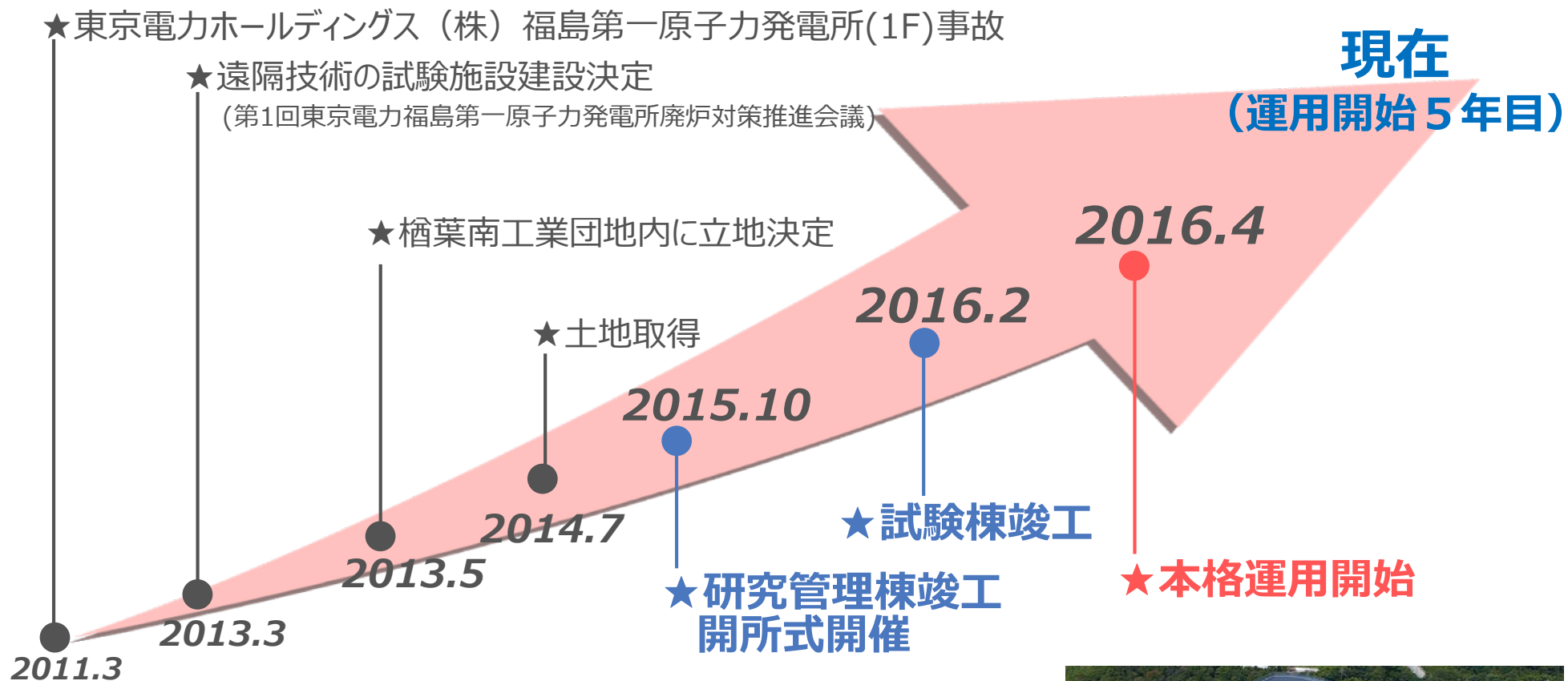
- センターの概況
- 施設利用事例・実績
- NARRECにおける技術開発
- 今後の展開
- まとめ

梶葉遠隔技術開発センター

NARaha center for RE mote Control technology development



NARREC
ナレック



2014.07.23

土地取得



2015.8.25

建設時



2015.8.25

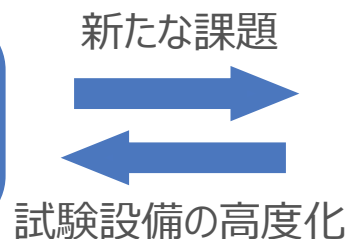


榎葉センター全景

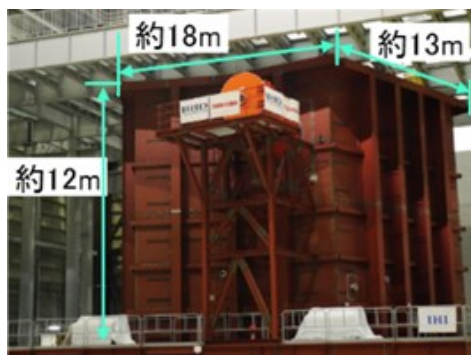
遠隔技術開発の中核拠点として廃炉及び福島復興へ貢献

遠隔操作機器・装置(ロボット等)の研究開発・実証試験

試験環境整備
及び施設供用



遠隔操作機器等
の技術開発



1F廃止措置への貢献
(1F実規模モックアップ試験)



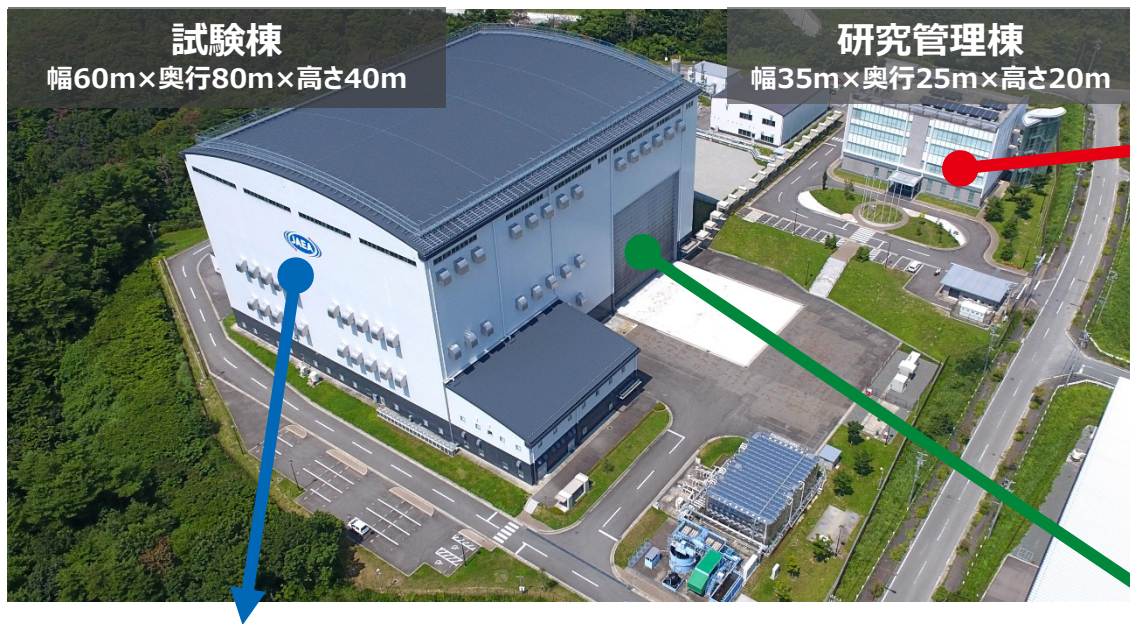
福島復興への貢献
(災害物質輸送UAV開発)



人材育成への貢献
(ロボット操作実習プログラム)



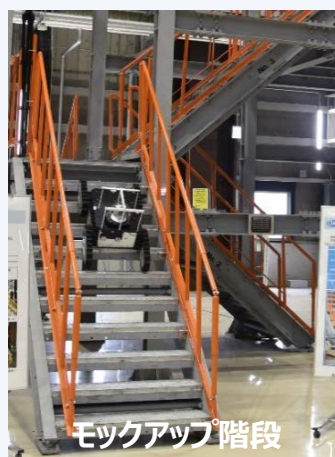
試験設備の高度化
(試験法の開発)



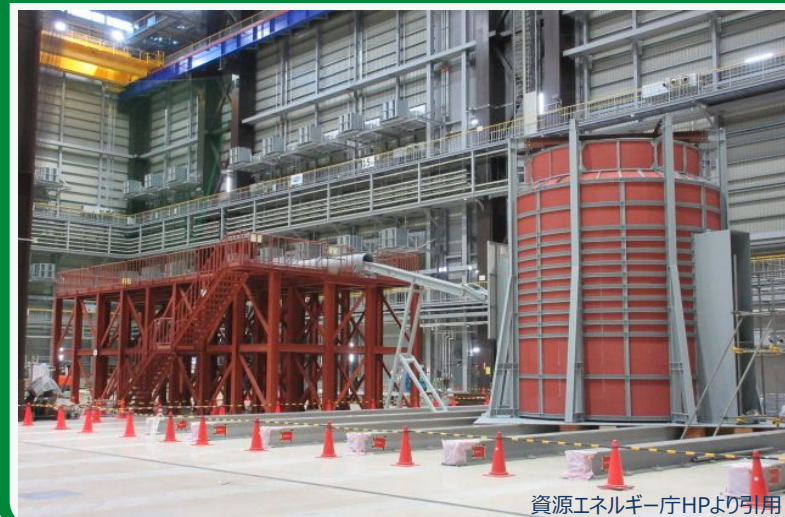
バーチャルリアリティ(VR)システム



ロボット性能評価のための要素試験エリア

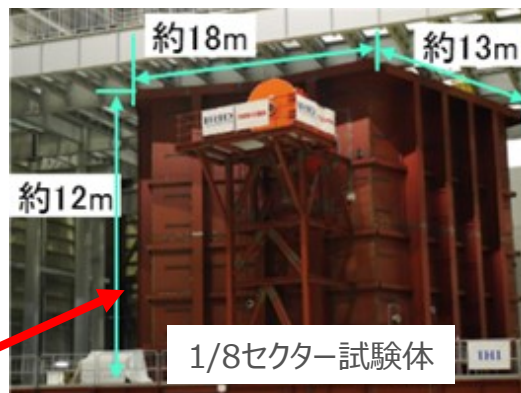
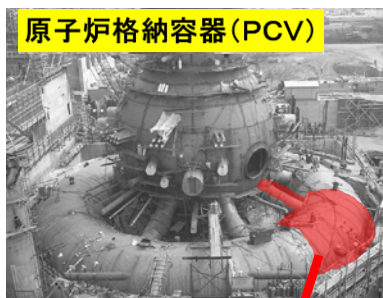


廃炉作業を実証するための 実規模試験エリア



技術研究組合 国際廃炉研究開発機構(IRID)

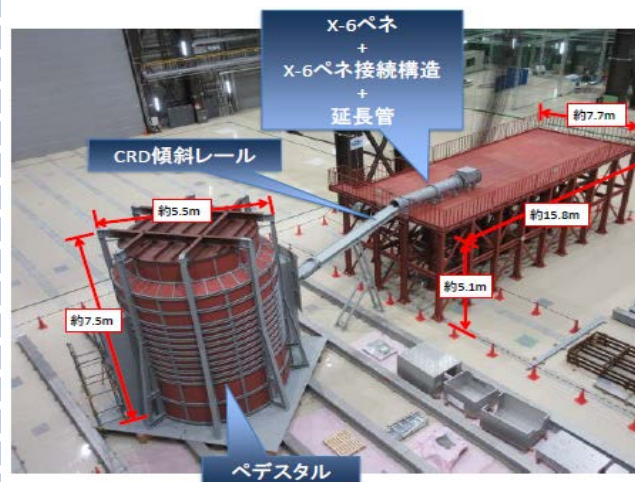
- ・原子炉格納容器漏えい箇所の補修技術の実規模試験
- ・原子炉格納容器内水循環システム構築技術の実規模試験



試験体を屋外に移動し
分解・調査後解体



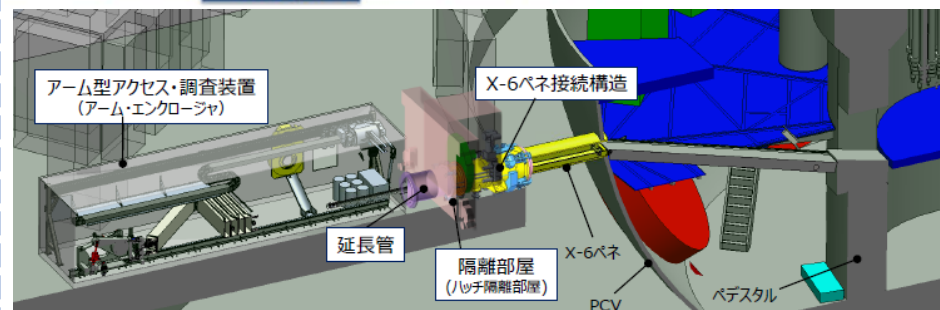
- ・原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発
(X-6ペネトレーションを用いた内部詳細調査の現場実証)



X-6ペネ(接続構造+延長管接続後)の様子



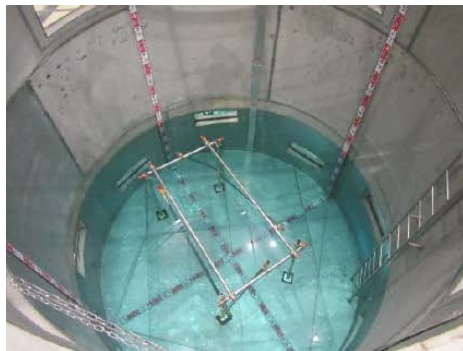
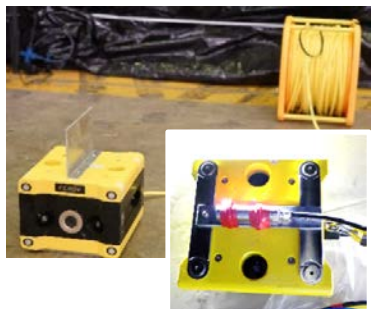
ペDESTAL内部の様子



令和3年2月以降に装置が搬入され、2号機の燃料デブリの試験的取り出しモックアップ試験が予定されている

株式会社アトックス

高温焼却炉建屋（HTI）地下階の線量調査のための
試験・操作訓練



ROV走行時の障害物回避操作訓練



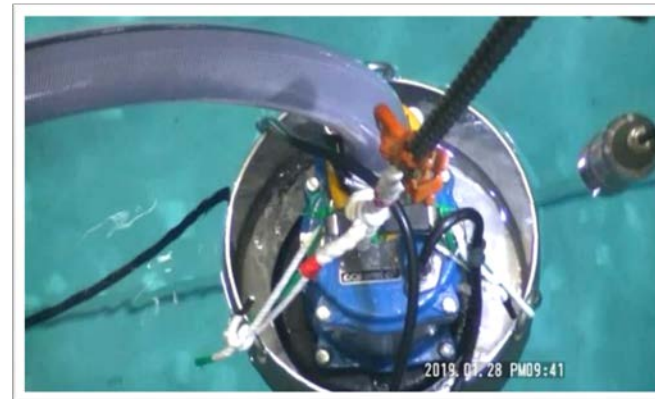
ROV走行時の堆積物舞い上がり確認試験

株式会社エイブル

1F建屋における1階から地下階の滞留水汲み上げ及び
油回収の模擬試験



汲み上げ状況の確認



水中ポンプによる汲み上げ

福島イノベーション・コースト構想は東日本大震災及び原子力災害によって失われた浜通り地域等の産業を回復するため、当該地域の**新たな産業基盤の構築を目指す国家プロジェクト**

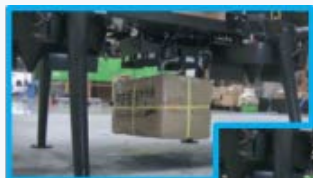
NARREC ➡ 本構想における廃炉分野の拠点

株式会社IHI

災害救援物資輸送ダクトド・ファンU A Vの実用化開発
(改良機の全機試験)



離陸

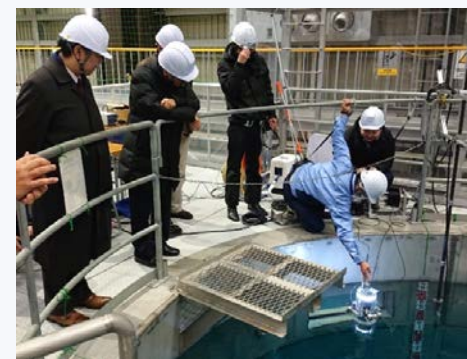


水平移動

着陸後、遠隔操作により物資を放出

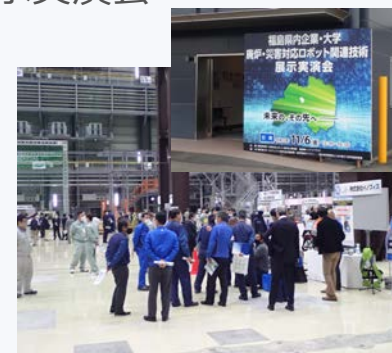
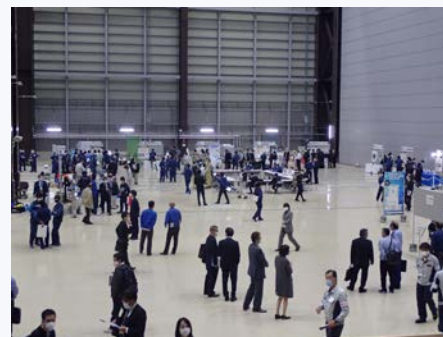
タカワ精密株式会社

PCV内部調査を想定した小型水中探査ロボット「ラド
ほたるⅡ」開発に伴う機能性試験



福島県廃炉・災害対応ロボット研究会

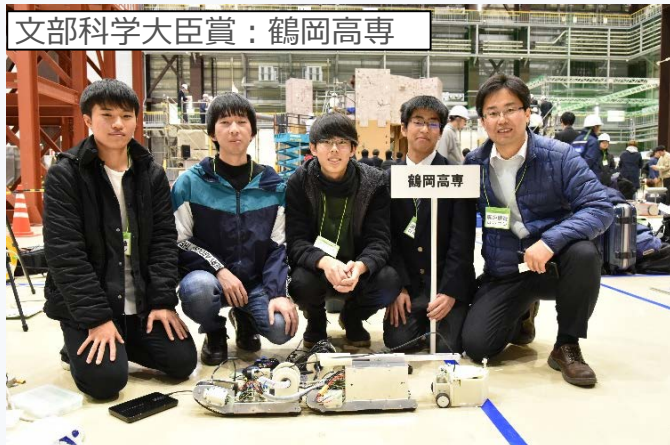
福島県内企業・大学 廃炉・災害対応ロボット
関連技術展示実演会



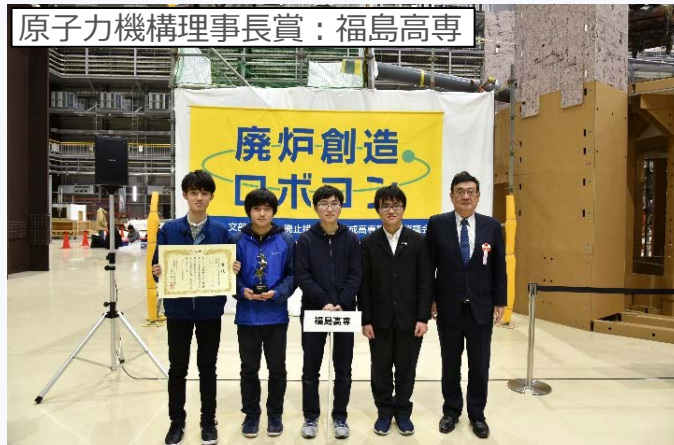
第4回廃炉創造ロボコン (17校・18チーム参加)

将来の福島第一原子力発電所廃炉を担う人材の育成を目指したロボット技術の競技会

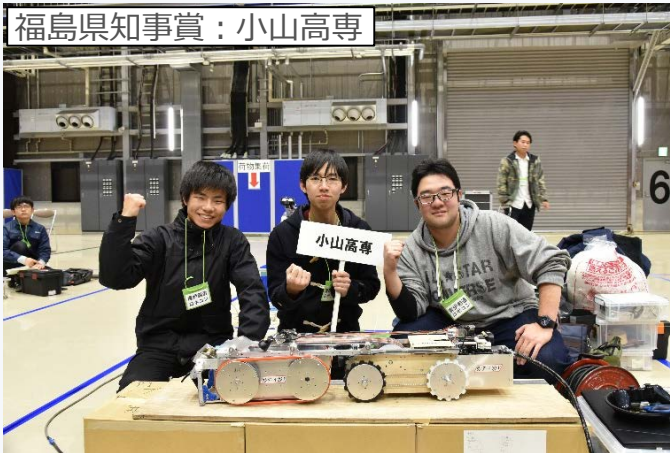
文部科学大臣賞：鶴岡高専



原子力機構理事長賞：福島高専



福島県知事賞：小山高専



【参加校】

- | | |
|----------|-------------|
| ● 旭川高専 | ● 鈴鹿高専 |
| ● 一関高専 | ● 舞鶴高専 |
| ● (2チーム) | ● 奈良高専 |
| ● 鶴岡高専 | ● 大阪府大高専 |
| ● 福島高専 | ● 神戸市立高専 |
| ● 小山高専 | ● 高知高専 |
| ● 茨城高専 | ● 呉高専 |
| ● サレジオ高専 | ● 熊本高専 |
| ● 富山高専 | ● マレーシア工科大学 |

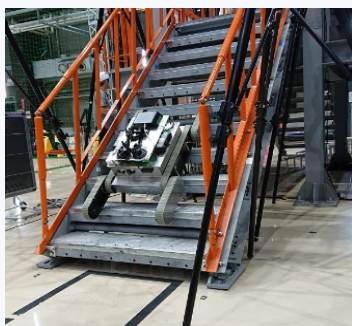
審査員特別賞：マレーシア工科大学



教育機関による研究開発

東京工芸大学

レスキューロボットの階段走行性能の確認、LiDARによる物体計測とロボットの移動経路を用いたSLAMによる3次元地図作成用データ取得



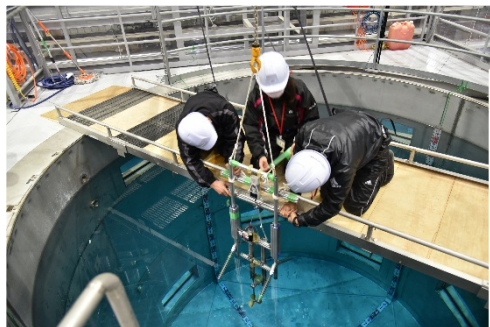
東京大学

慣性センサーにおける慣性情報（加速度、角速度）による位置推定の精度を検証するためにモーションキャプチャでの人間の移動（歩行、走行、這い歩き等）を計測



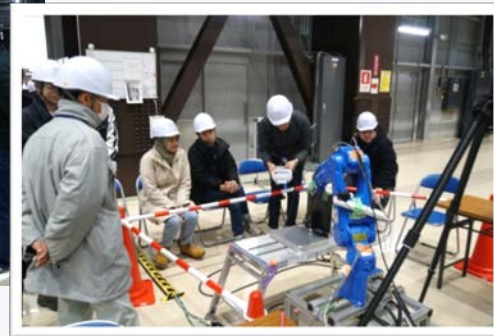
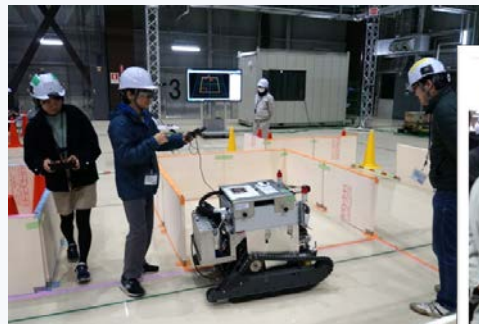
福島大学

水中ロボットの推力発生装置に使用するスクュースラストの特性試験



若狭湾エネルギー研究センター

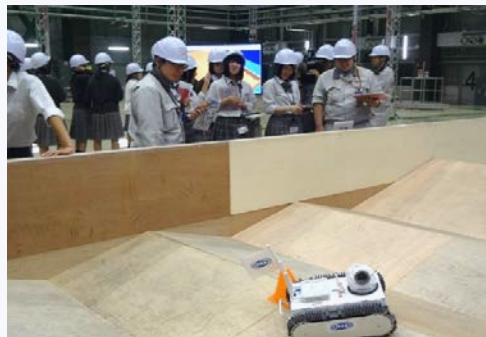
廃止措置セミナーにおけるモーションキャプチャを用いた「ロボットレーザー除染機実習」と「ロボット軌道計画実習」



○ ロボット操作実習プログラム

ロボット等の遠隔技術に係る人材育成の一環として2019年度よりロボット操作実習プログラムを開設
福島イノベーション・コースト構想推進機構と連携し、県内高校を中心とした人事育成に貢献

福島県立相馬高校



福島工業高等専門学校
(The GREEN Program)



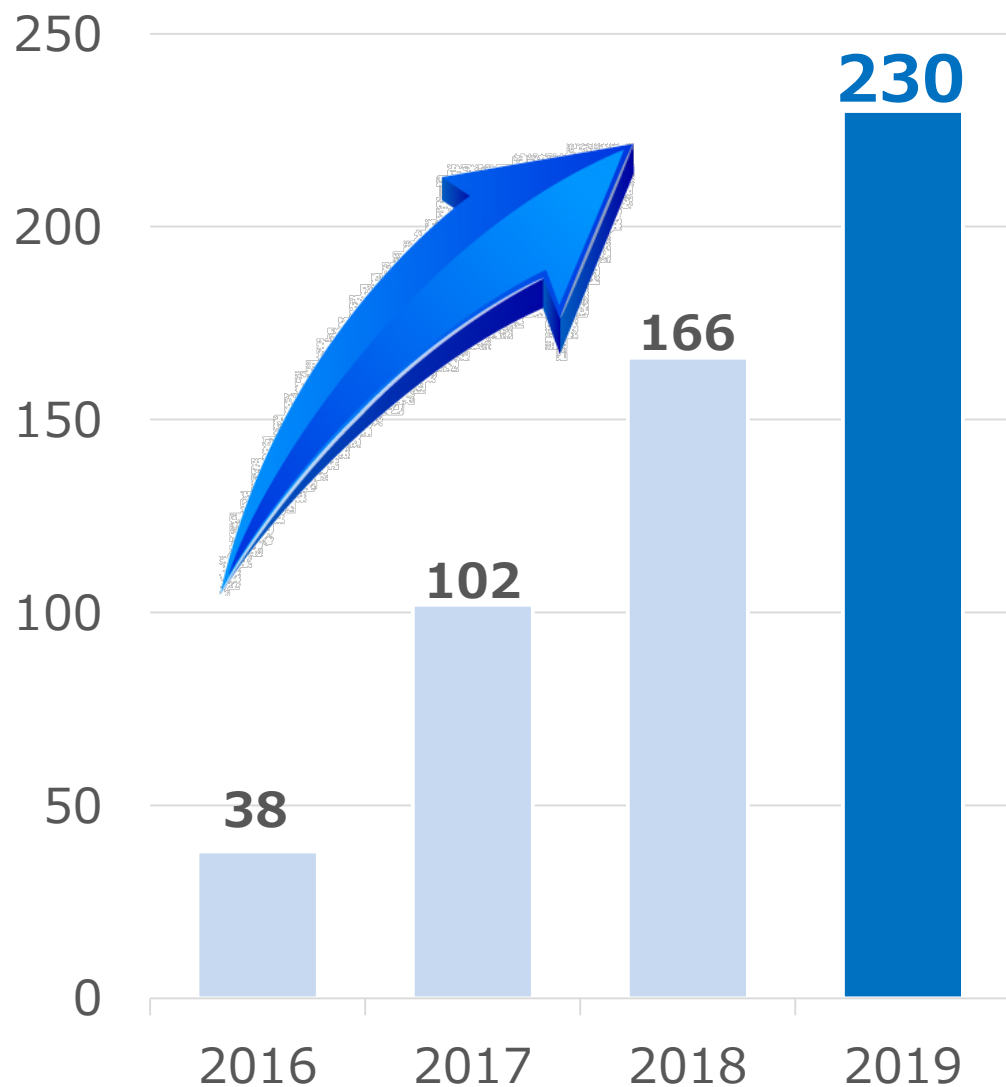
福島県立小高産業技術高校



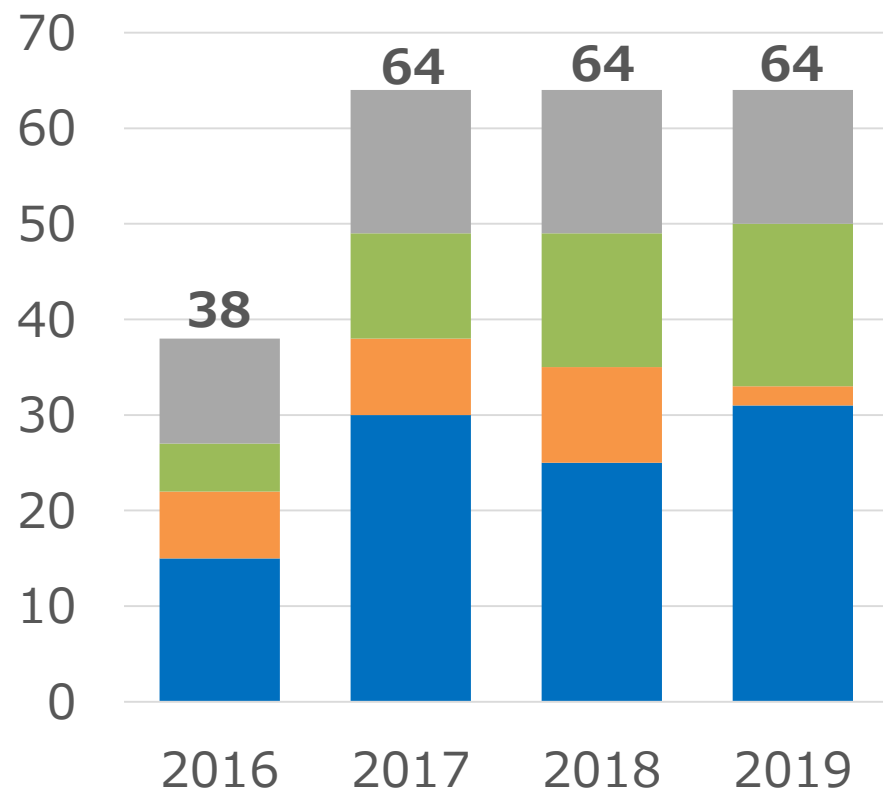
福島県立塙工業高校



累積利用件数



年度毎の目的別利用件数



- : 1F廃止措置に係る課題
- : 福島イノベーション・コースト構想に係る課題
- : 上記2項目に係る人材育成
- : その他

○ 実証試験とシミュレータ・VRの連携

実証試験

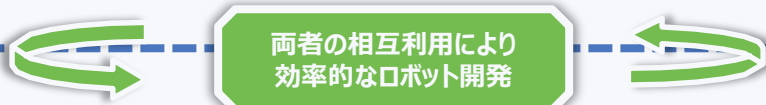
ロボットの性能等を定量的に評価する試験法の開発



モックアップ階段走行試験



配管走行試験



シミュレータ・VRの開発

ロボット設計等の検証、操作訓練の高度化



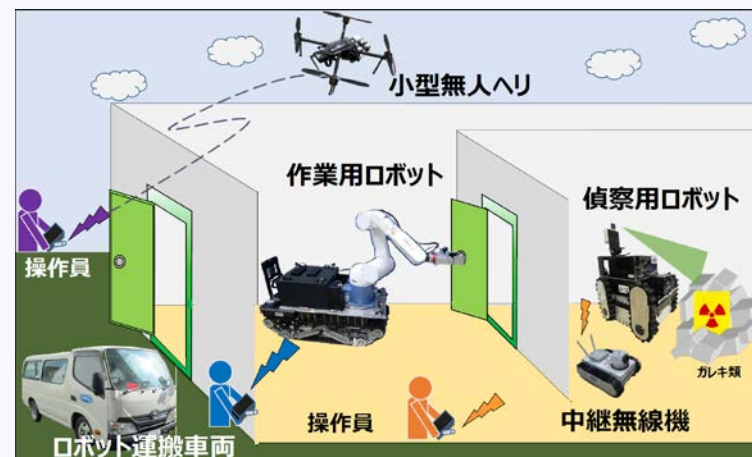
ロボットシミュレータ



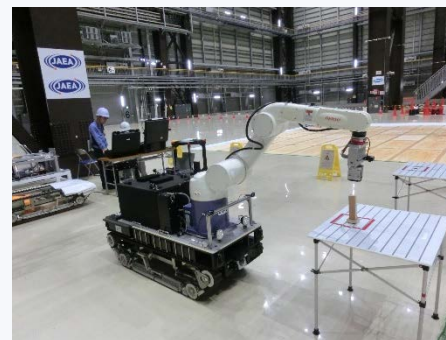
VRシステムによる3Dシミュレーション操縦訓練

○ JAEA施設の原子力緊急事態のための 遠隔機材の整備及び操作訓練

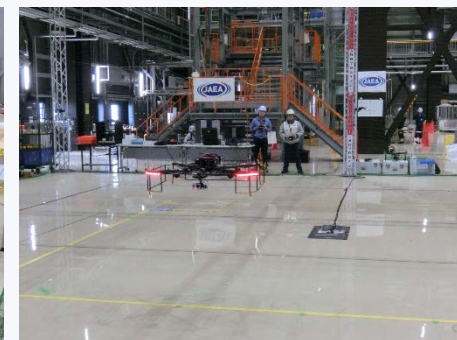
遠隔操作資機材による現場対応イメージ



訓練の様子



作業用ロボット



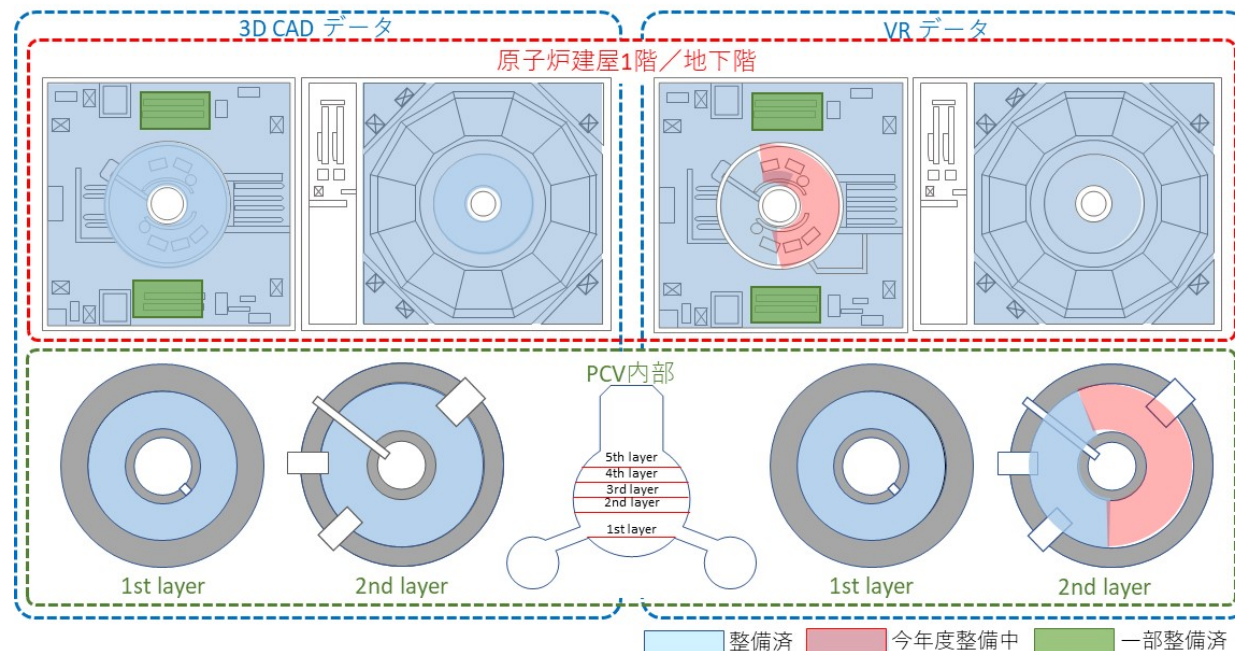
小型無人ヘリ

○ VRシステムの開発



- ✓ VR技術を用いて、1F現場を疑似体験できるシステムを開発
- ✓ 作業者訓練、作業計画の検討・立案をおこなえる環境を提供
- ✓ 3Dデータ持ち込んで実寸大でスクリーンに投影することも可能
- ✓ 現在1F1~3号機の原子炉建屋のデータを順次整備中
- ✓ 1Fデータは利用者の研究室等、センター外で利用することも可能

2号機の原子炉建屋内の整備状況



距離計測



照明設定



線量率分布・
積算線量表示



物体投入・
干渉箇所提示

○ VR、シミュレータ、モーションキャプチャが連携した訓練機能の開発

IRIDが実施した「PCV下部漏えい箇所補修・止水技術の実規模試験」におけるマニプレータ（FRM）の一連の作業工程が訓練可能な機能を開発



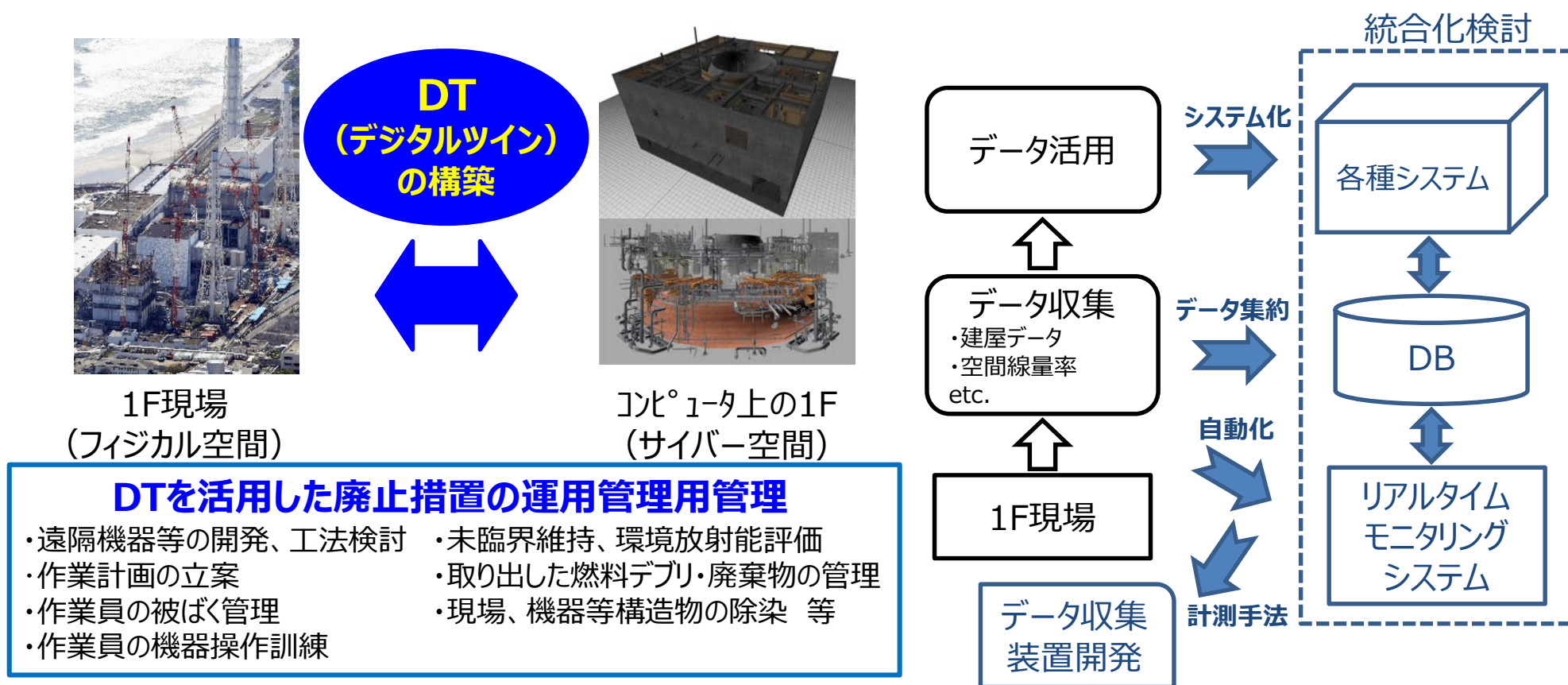
参考：実機操作卓

【シミュレータにより得られる効果】

- 周辺機器の稼働が不要なため**低コスト**に訓練可能
- 実機を**破損**させる**恐れがない**
- VRシステム上にシミュレータを投影することで操作時の**距離感**等を**効率的に習得可能**

○ NARRECにおけるデジタル技術の1F廃止措置への展開

これまでNARRECで得られたVR・シミュレーション等のデジタル技術に関する知見をもとに1F廃止措置の合理化・効率化のために廃炉作業のデジタル化開発を推進する。



- NARRECは、2016年度4月より本格運用を開始し、200件を超える利用に遠隔技術開発の実証フィールドとして貢献。
- これまでに原子炉格納容器漏えい箇所の補修技術の実規模試験等の大規模なモックアップ試験にも活用され、今後、2号機の燃料デブリの試験的取り出しモックアップ試験が予定されている。
- その他、1F廃止措置のみならず様々な遠隔技術の開発にも活用されている。
- 人材育成においては、大学の研究や高専機構が開催する廃炉創造ロボコンの場として活用されているほか、「ロボット操作実習プログラム」を開設し、県内高校を中心とした人材育成に貢献
- 今後は上記に加え、これまでのVR技術の知見や1F現場データの集約等より得られた知見をもとに1F廃止措置の合理化・効率化のために廃炉作業のデジタル化開発を推進する。

これらの活動を通して遠隔技術開発の中核拠点として、今後も1F廃止措置並びにふくしまの復興に貢献してまいります。