



平成28年度福島研究開発部門 成果報告会

廃炉のための研究基盤の整備

平成29年2月14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 福島研究基盤創生センター
中山 真一

1. 檜葉遠隔技術開発センター

- 檜葉遠隔技術開発センターの概要
- 檜葉遠隔技術開発センターの状況
- 利用促進に向けた取組

2. 大熊分析・研究センター

- 大熊分析・研究センターの概要
- 大熊分析・研究センターの整備スケジュール
- 分析技術者の確保・育成

3. 地域との協力の取組

- これまでの協力の取組
- 今後の地元企業との協働

1. 櫛葉遠隔技術開発センター

- 櫛葉遠隔技術開発センターの概要
- 櫛葉遠隔技術開発センターの状況
- 利用促進に向けた取組

○廃炉作業等に必要なた遠隔操作機器・装置(ロボット等)に関する技術基盤を確立するための実証試験や要素試験を行う施設。また、廃止措置推進のための施設利用を目的とした技術開発も実施中(2016年4月より本格運用を開始)。



試験棟

研究管理棟

【実規模実証試験エリア】
実規模の試験体を設置可能。

【要素試験エリア】



モックアップ階段



ロボット試験用水槽

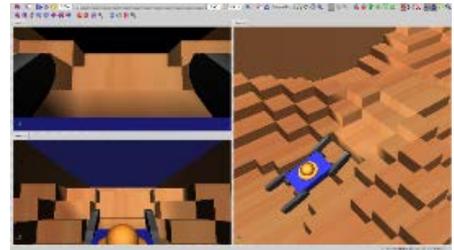


モーションキャプチャ

【仮想空間訓練システムの開発・整備】



バーチャルリアリティシステム



ロボットシミュレータ

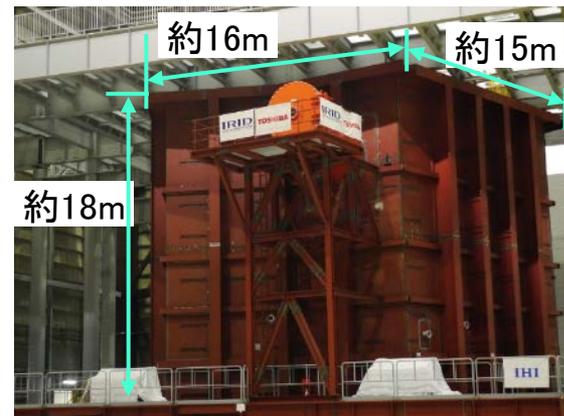
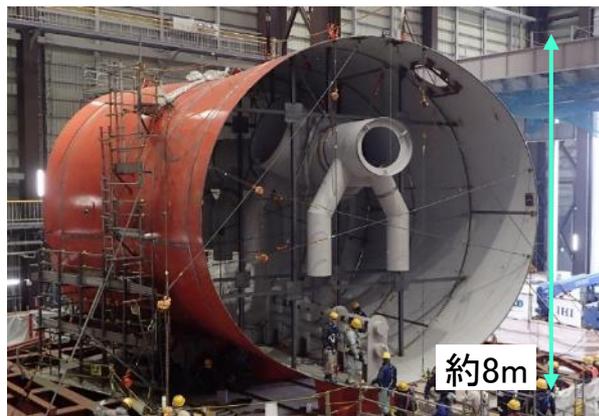
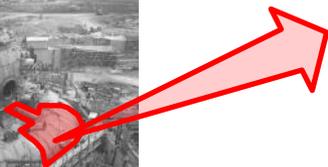
福島第一原子力発電所(1F)の2号機1階及び地下階のデータを備えており、作業訓練を実施可能。1号機及び3号機の1階及び地下階のデータも今年度内に整備。

1F建屋内の作業環境や災害現場を模擬するための各種試験設備、模擬物(ガレキ、扉等)を備え、ロボット等の試験を実施可能。

クレーンやフォークリフト等の荷役運搬機材、計測機器、工具類及び工作機械等を備え、荷役運搬機材、工作機械の操作等の支援はJAEAにて実施。

1Fの廃止措置に係るものに限らず、災害対応を含むロボット等の開発・実証試験を行うことができ、一般の利用も可能。利用申込はホームページより随時受付中。

【実規模試験エリアの利用状況(国際廃炉研究開発機構)】



※福島第一原子力発電所と
同型炉の原子炉格納容器
(Browns Ferry1号機)

ドーナツ型の原子炉格納容器下部を実寸大で1/8に切り出した
試験体を用いて、漏えい箇所への補修・止水技術の試験を実施。

○実規模試験の実施項目

- ・ベント管止水技術
- ・圧力抑制室(S/C)内充填止水技術
- ・圧力抑制室(S/C)脚部補強技術

※それぞれについて、施工性確認試験
及び打設試験を行う予定



S/C脚部補強技術の
施工性確認試験の様子

写真提供: IRID

【要素試験エリアの利用状況の例】

第1回廃炉創造ロボコン (平成28年12月3日)



福島高専「廃炉に関する基盤研究を通じた創造的人材育成プログラム」の一環として実施。

全国の13高専・15チームより参加。原子炉建屋内を想定したモックアップ階段及びロボット試験場をフィールドに協議を実施。

福島県内企業廃炉・除染ロボット関連技術展示実演会(平成28年12月7日)



福島県廃炉・除染ロボット技術研究会(事務局:福島県ハイテクプラザ)が1F廃炉・除染に携わる事業者との技術マッチングの場として利用。

※ロボット実演:4団体、技術・製品等の展示:16団体、出展者プレゼンテーション:4社
【来場者数:539名】

今年度の施設全体の利用件数は、利用済み20件、利用中3件(平成28年12月末現在)

ロボットシミュレータ、バーチャルリアリティ(VR)及び ロボット等試験法の連携による遠隔技術の開発

ロボットシミュレータの開発

- ▶ ロボット開発支援およびオペレータの操作訓練
 - ✓ 設計終了時でのシミュレーションによる評価
 - ✓ 製作段階でのオペレータ訓練
 - ✓ 過酷条件下でのシミュレーション評価



VRによる遠隔操作機器の表示と工法検討への活用
(IRID/JAEA 公開資料より作成)

- 3Dモデルデータ(1F環境データ(H27:2号機、H28:1,3号機)、モックアップ階段等)の整備
- 通信遅延模擬機能の開発

↑ 実環境条件のうち、
すべき項目の抽出、
評価 ↓

↑ 2次元画像からの3次元
空間認識能力の向上のため
のオペレータ教育訓練等 ↓

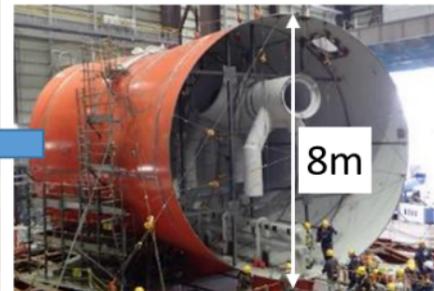
ロボット等試験法の開発

- ▶ ロボットの性能等を定量的に評価
 - ✓ 原子力災害対応ロボット用試験方法の開発・設計

試験場



実規模試験体



バーチャルリアリティシステムの整備

- ▶ 作業訓練やアクセス方法の検討
 - ✓ 作業手順等妥当性の直感的確認

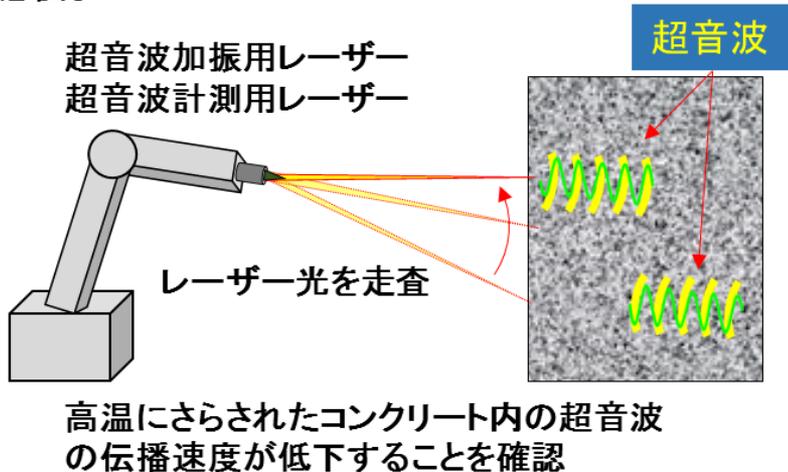


デブリ取出し支援のためのレーザー診断技術等の開発

作業者が燃料デブリ取出し等に向けた安全な作業をするために、遠隔・非接触で物理的・機械的物性評価

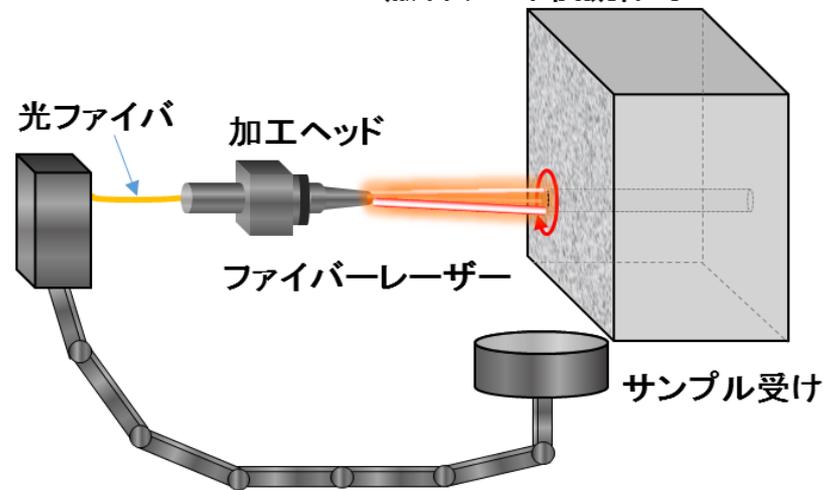
遠隔操作機器と組み合わせた診断技術の開発

1F建屋内では遠隔で超音波発生、受診を行う。診断装置の投入にはロボットや放射線計測等と連携したシステム開発が必要。



遠隔コア抜きサンプル取得技術の開発

原子炉構造物(コンクリート、金属)
燃料デブリ模擬体等



○外部有識者を交えて策定した計画に基づき、利用促進活動を実施。活動の進捗に伴い、適宜見直しを行う。

項目	平成28年度											
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
利用に係るスケジュール	本格運用開始											
	平成28年度下期利用公募 随時受付 手数料改定(4月1日遡り) 利用料金改定(免税反映) 平成29年度利用公募 随時受付											
1. 実規模試験エリアの利用促進活動	新規国プロ(H30~)提案支援 IRIDとの意見交換(5/11,23,6/20,7/11) 新規国プロ(H30~)提案項目の立案											
2. 要素試験エリア等の利用促進活動	学会・イベント等での周知 光国際会議 2016*1 ロボ・メカ講演会*2 D&RS2016*3 日本ロボット学会、日本原子力学会 SICE SI 2016*4 レーザー学会 日本原子力学会 ロボットテストフィールドシンポジウム(6/12) Groupe INTRA workshop 視察・見学者の受入 改善・高度化の検討 改善・整備											
情報発信等	施設公開(7/30) 国際ワークショップ(遠隔技術; 11/24,25) 成果報告会											

*1 光国際会議2016 : OPTICS & PHOTONICS International Congress 2016, *2 ロボ・メカ講演会 : ロボティクス・メカトロニクス講演会
 *3 D&RS : Decommissioning and Remote Systems 2016, *4 SICE SI 2016 : 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会

【知ってもらう活動】

- 視察・見学、取材を通じた櫛葉遠隔技術開発センターの事業紹介、利用案内
- 地元の方々等を対象とした施設公開等の実施
- 廃炉のための遠隔技術に関する国際会議の開催
- 学会等での事業紹介、成果発表による周知活動



施設公開(H28.7.30)



廃炉のための遠隔技術に関する国際会議(H28.11.24, 25)

【使ってもらう活動】

- 文部科学省「廃止措置研究・人材育成等強化プログラム」の採択大学等との連携
- 見込み利用者への個別対応
⇒見込み利用者との意見交換・打合せによる利用促進



東京大学「遠隔操作技術及び核種分析技術を基盤とする俯瞰的廃止措置人材育成」サマースクール(H28.8.8～8.10)

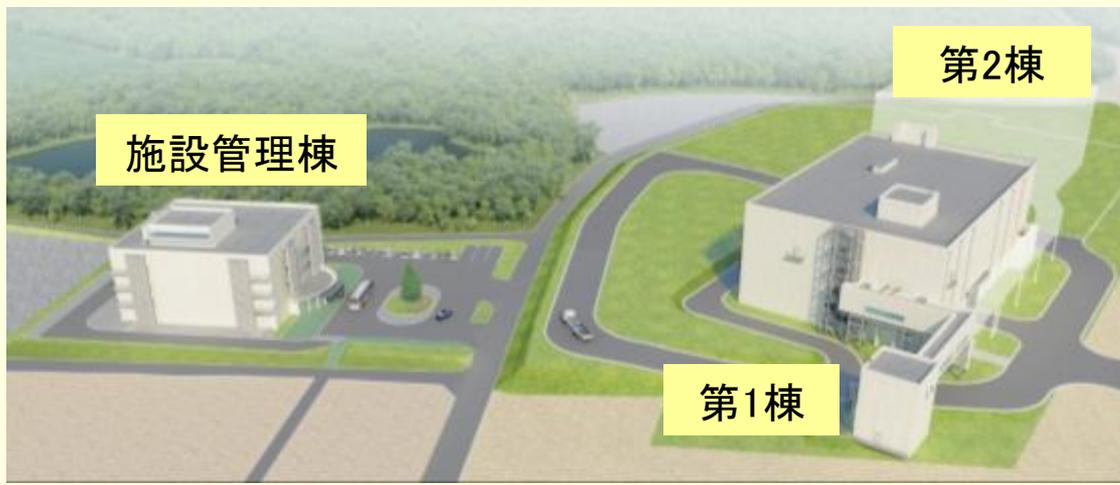
【満足してもらう活動】

- 利用者や見込み利用者の要望を踏まえた設備の改良・整備
⇒利用者に対するアンケート調査、フォローアップを実施中

2. 大熊分析・研究センター

- 大熊分析・研究センターの概要
- 大熊分析・研究センターの整備スケジュール
- 分析技術者の確保・育成

- 廃止措置等に向けた放射性廃棄物の処理・処分のため、放射性廃棄物の性状の分析・評価や保管中の安全性の評価などに関する技術開発を行う施設。
- 2017年度内の施設管理棟の運用開始を目指し、大熊町の1F隣接地に整備を開始（2016年9月：施設管理棟の建設開始、第1棟の実施計画の変更認可申請を実施）。



- 施設管理棟：分析作業員居室、事務室等から構成
- 第1棟：低・中線量のがれき類、焼却灰、樹木、水処理二次廃棄物等进行分析
- 第2棟：燃料デブリ、高線量のがれき等进行分析

がれき類、水処理後の二次廃棄物及び燃料デブリ等の性状把握、処理・処分技術の開発等を進め、1F廃炉の放射性廃棄物の安全かつ確実な処理・処分に貢献。

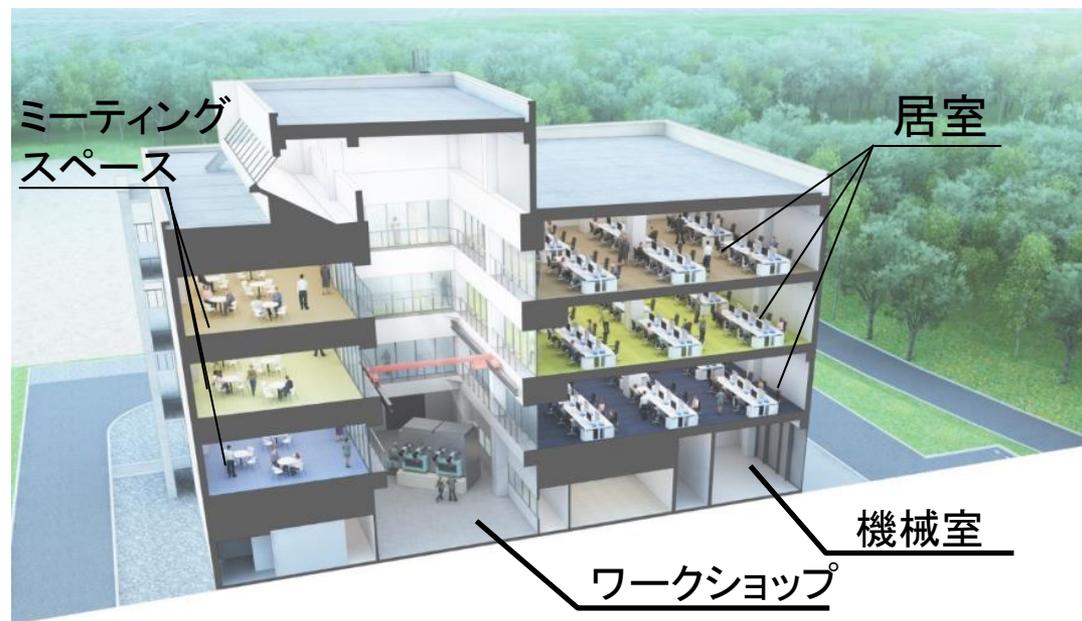
■ 建築概要

延床面積: 4,786m²

地上4階建

主要構造: 鉄筋コンクリート造、杭基礎

- 平成28年9月7日に施設管理棟の起工式を実施、建築工事開始。
- 平成28年10月3日に杭打設工事の準備を開始(平成28年10月18日完了)。
- 平成28年10月19日に杭打設工事を開始(平成28年11月25日完了)。
- 平成28年11月28日に杭頭補強工事を開始(平成28年12月15日完了)。
- 平成28年12月16日から基礎工事開始。



○平成29年度末運用開始予定

① 除染作業着手前状況(平成28年4月)



② 除染作業状況(平成28年5月)



③ 除染作業 伐採状況(平成28年6月)



④ 除染作業 アスファルト撤去状況(平成28年7月)



⑤ 除染作業完了状況(平成28年7月)



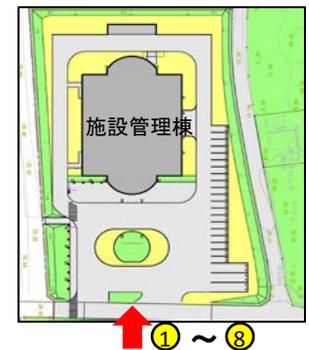
⑥ 仮設工事状況(平成28年9月)



⑦ 杭工事状況(平成28年10月)



⑧ 杭頭補強工事完了状況(平成28年12月)



【凡例】
 : 撮影方向

■ 建築概要

延床面積: 9,671m²

地上3階建

主要構造: 鉄筋コンクリート造、杭基礎

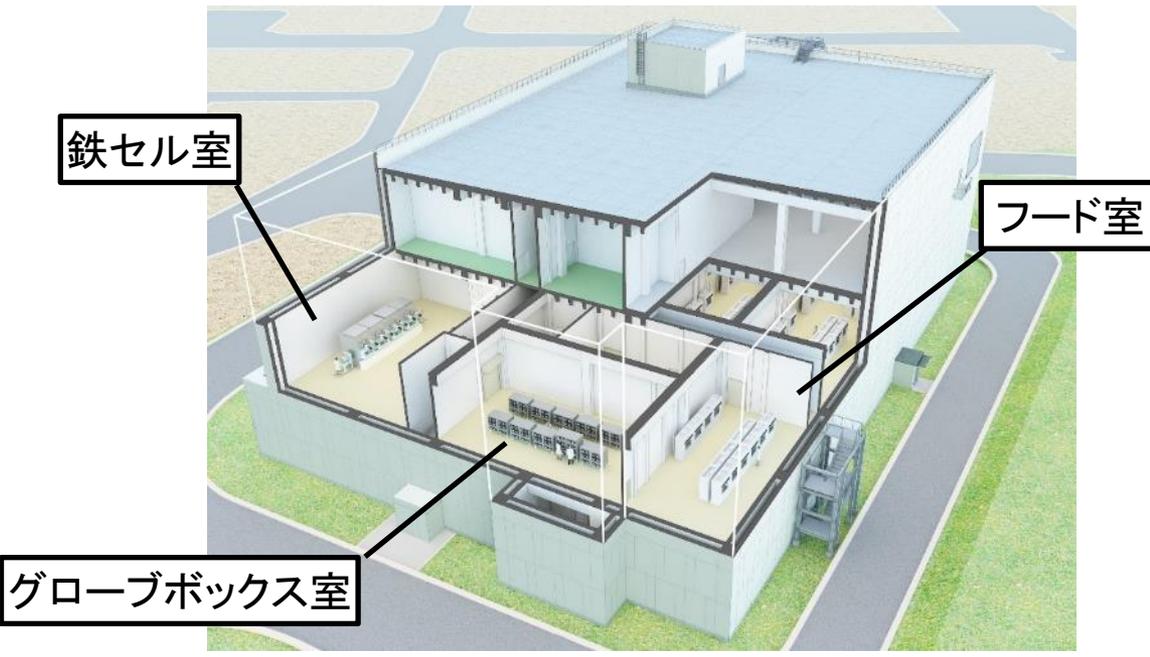
■ 内装設備概要

鉄セル: 4室、GB: 10基、フード: 56基

各種分析装置

○平成29年1月20日に建屋建設工事契約。

○内装工事契約手続き中



鉄セルの一例



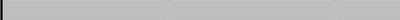
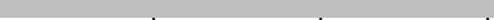
フードの一例



中継棟※

連絡通路

※中継棟からは、東京電力HDが検討中の西門入退域管理施設からの通路に接続する。

項目	平成27年度		平成28年度		平成29年度		平成30年度		平成31年度		
	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	
施設管理棟 <small>(一般の施設)</small>		詳細設計 		9/7 安全祈願祭・起工式 ▼ 						運用 	
第1棟 <small>(ガレキ類等を分析する施設)</small>		9/23 実施計画の変更認可申請 詳細設計 		11/22、1/20 補正申請 ▼ ▼ 						運用 	
第2棟 <small>(燃料デブリ等を分析する施設)</small>						詳細設計 				建築工事(平成33年度中に運用開始予定) 	

参考:燃料デブリ取り出し時期は, 2021年内

- 燃料デブリ等を分析する大熊分析・研究センター第2棟の運用開始時には、JAEA内外から約100名の分析技術員が必要。
- 分析・研究に必要な技術や手法、分析技術者に必要な要件と教育・訓練、訓練に利用する施設の考え方等を整理。一部、原科研(東海)にて実習を開始。



大熊分析・研究センター

- ①1Fの廃炉は今後、数十年単位で長期間継続。
- ②放射能分析ができる人材は減少。
- ③分析技術者の育成は一朝一夕には不可能。

- 分析対象物
 - ✓ 汚染水・ガレキ
 - ✓ 燃料デブリ
 - ✓ その他



- 分析技術者に必要な要件
 - ✓ 分析経験の無い廃棄物の分析
 - ✓ 低い定量下限値が要求される分析
 - ✓ 高精度が要求される分析
 - ✓ 多数の試料の分析

- JAEAが保有する原子力施設の廃止措置の本格化により、機構内外の分析技術者の確保が必要。
- 大熊分析・研究センターにおける分析技術者を皮切りに、分析技術者の育成と合理的な分析体制の構築に向けた検討を開始。

早急に解決すべき課題

1. 分析技術者の育成

- 指導者、育成場所の確保
- 合理的な育成システムの構築
- 分析技術の高度化、合理化による必要技術者数の削減

2. 分析施設・設備の確保及び管理

- 施設の集約化への対応
- 施設間の分析試料移動に必要な許認可等の対応
- 施設・設備の長期的な維持管理計画の策定

中長期的課題

3. 分析技術者の技量の確保

- 分析技術者認定制度

4. 長期間にわたる分析技術者の確保

- 育成計画の策定

5. 分析データの品質保証体制強化

- 品質保証体系への取り込み
- 分析技術の標準化
- 分析能力の確認

6. 放射能濃度評価法の確立

- 合理的な放射能濃度評価方法の考案による分析点数の削減

➡ 将来の原子力発電所の廃炉需要の拡大により、分析技術者育成の需要も拡大

3. 地域との協力の取組

- これまでの主な協力の取組
- 今後の地元企業との協働

○県内の産学官機関との連携協力により、人材育成を通じて浜通り地域の産業復興への貢献を目指す。

○福島県廃炉・除染ロボット技術研究会

- ・櫛葉遠隔技術開発センター見学、大熊分析・研究センターの概要紹介
- ・福島県内企業廃炉・除染ロボット技術展示実演会の開催

○いわき商工会議所

- ・いわきものづくり塾「廃炉コース」での櫛葉遠隔技術開発センター見学、講演

○福島高専

- ・講義「廃炉ロボット概論」、「放射線基礎」への講師派遣
- ・廃炉創造ロボコン サマースクールでの講義
- ・トビタテ留学JAPANの国内インターンシップ受入れ
- ・高専OB職員による学生への講演会
- ・高専生による櫛葉遠隔技術開発センター紹介パンフレット作成



○福島県ロボット産業推進室

- ・イノベーション・コースト構想で南相馬市に整備されるロボットテストフィールドと櫛葉遠隔技術開発センターとの連携に向けて意見交換を実施中

櫛葉遠隔技術開発センター

- ロボットシミュレータ、ロボット試験場等を用いたロボット等の開発や試験、バーチャルリアリティシステムを用いた作業の訓練
 - ロボット技術に関する展示会やフォーラム等を通じた廃炉の現場との技術や人のマッチングの場
- ⇒ **コーディネート機能を強化し、地元企業の1F廃炉作業、原子力を含む災害対応の技術開発への参画を目指す。**

大熊分析・研究センター

- 第1棟の内装設備は、現在一部契約手続き中（7件の製作・購入を公告中であり、今後も引き続き種々の契約を予定。）
 - 施設の運用には、分析要員のみならず、種々の運転保守業務に係る人員が必要
- ⇒ **地元企業の大熊分析・研究センターの整備・運用への参画を期待。**

- 大熊分析・研究センター施設管理棟及び第1棟の着実な工事の実施並びに第2棟の詳細設計の開始。
- 研究拠点の役割を認識し、各種取組みを継続
- 長期的視野での地域との連携を通じた人材育成と産業復興への貢献
- 研究開発や施設運営を通して、地元企業等との連携