

研究開発の状況と今後の方向性について

令和5年3月24日

福島における日本原子力研究開発機構(JAEA)の研究拠点

福島における基礎・基盤研究の中核である廃炉国際共同センター(CLADS)の機能を強化し、オンサイト／オフサイト研究を一つの指揮命令系統の下で進めるため、令和2年4月より、別の組織であった福島環境安全センター(三春町、南相馬市)を廃炉国際共同研究センターに統合し、「**廃炉環境国際共同研究センター(CLADS)**」に名称を変更。

廃炉環境国際共同研究センター(CLADS)

【オフサイト研究】

廃炉環境国際共同研究センター (CLADS) 【三春町】

【三春町】

福島の実環境回復に係る
環境動態研究等を実施

※福島県環境創造センター
研究棟に入居し活動



研究棟

廃炉環境国際共同研究センター (CLADS) 【南相馬市】

【南相馬市】

福島の実環境回復に係る環境
モニタリング・マッピング
技術開発等を実施

※福島県環境創造センター
環境放射線センターに入居し活動



環境放射線センター

【オンサイト研究】

廃炉環境国際共同研究センター (CLADS) 【富岡町】

【富岡町】

国内外の英知を結集し、
安全かつ確実に1Fの廃
止措置等を実施するた
めの研究開発、人材育
成等を実施



国際共同研究棟

大熊分析・研究センター (経産省所管) 【大熊町】

【大熊町】

1Fの廃止措置推進のため
の放射性廃棄物や燃料
デブリの分析・研究を
行う施設の整備



放射性物質分析・研究施設(完成イメージ図)

楡葉遠隔技術開発センター (NARREC;経産省所管) 【楡葉町】

【楡葉町】

1Fの廃止措置推進のため
の遠隔操作機器ロボット等
の開発・実証試験を実施



試験棟

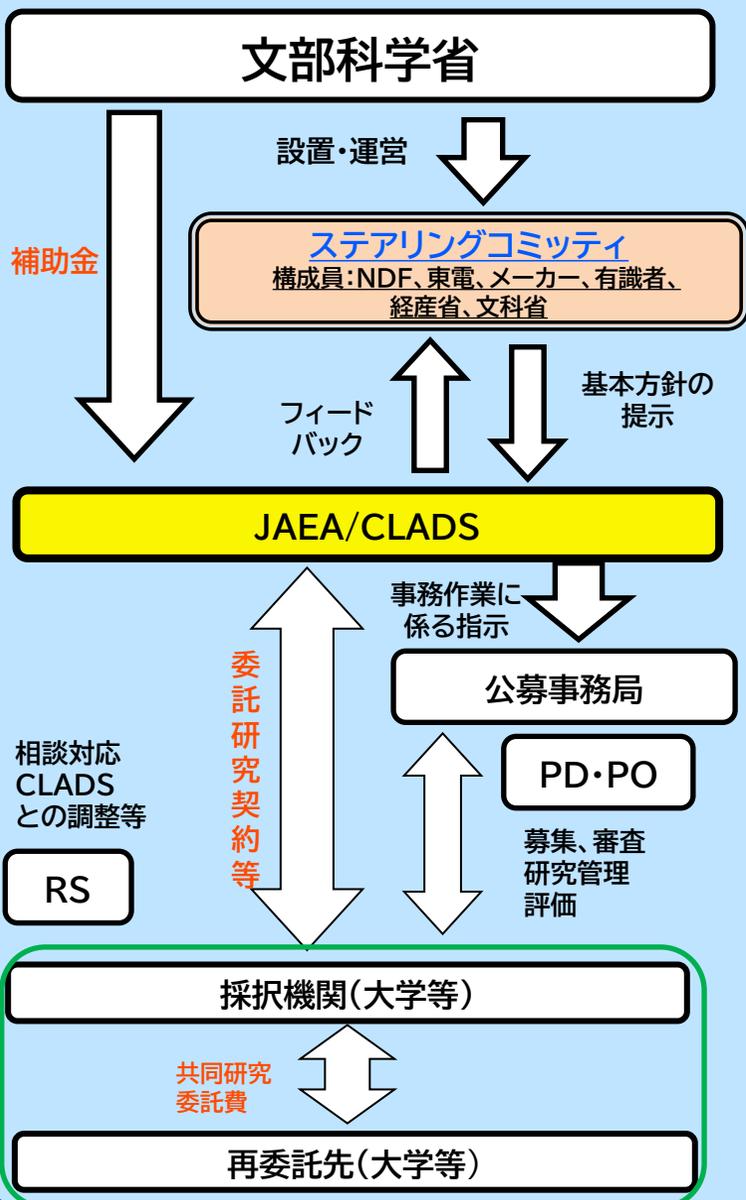
研究管理棟

東京電力ホールディングス
福島第一
原子力発電所1F)



英知事業の体制について

■英知事業実施体制



◎ステアリングコミッティの役割

- 事業運営に関する**全体方針の決定**
- POの研究マネジメント状況の**確認・助言・評価**
- 事業の適正な執行・管理のための**JAEAの体制の確認**
- CLADSの取組も含めた**JAEAの活動評価 等**

◎ステアリングコミッティの構成員

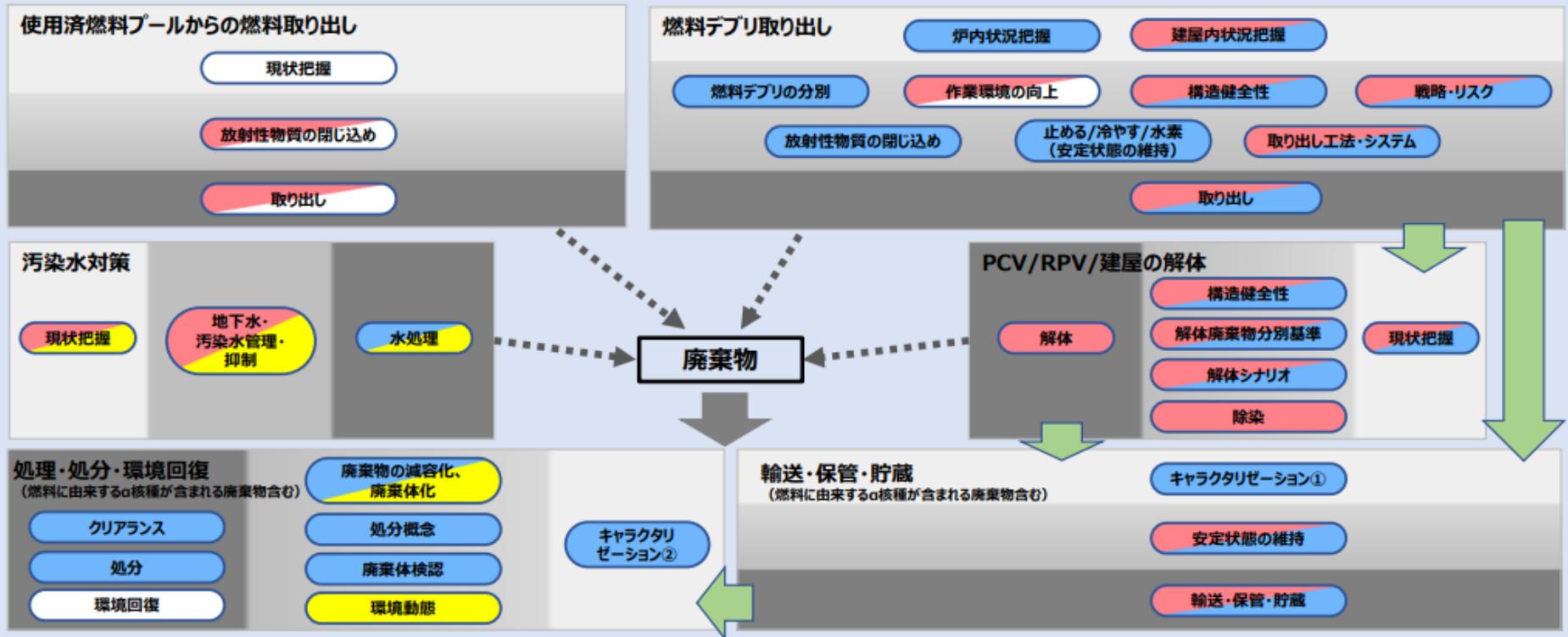
<議長>	山名元	NDF 理事長
<文部科学省>	阿部陽一	研究開発局原子力課 放射性廃棄物企画室長
<経済産業省>	福田光紀	資源エネルギー庁 原子力発電所事故収束対応室長
<CLADS>	岡本孝司	JAEA/CLADS センター長
<NDF>	伊藤浩行	NDF 執行役員
<東電>	小野明	東京電力HD(株) 常務執行役福島 第一廃炉推進カンパニープレジデント
<IRID>	新井民夫	国際廃炉研究開発機構 副理事長
<メーカー>	三牧英仁	三菱重工業株式会社 シニアフェロー 原子力セグメント 副セグメント長
<有識者(大学等)>	岩田修一	東京大学名誉教授
<有識者(福島)>	小沢喜仁	福島大学名誉教授・客員教授

福島第一原子力発電所廃炉のための『基礎・基盤研究の全体マップ』

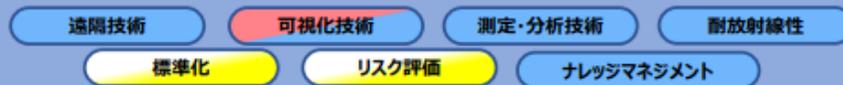
→ 大まかな廃炉作業の流れ



廃炉を合理的に進めるための全体戦略（プロセスの全体最適、リスク管理、経済合理性）



技術基盤研究



社会的基盤研究

- 法整備 ○人材育成 ○地域共生 ○情報発信
- 持続可能性の確保 ○労働環境管理

- 国内外の大学等の有する多様な分野の優れた知見を、廃炉研究の国際的な中核であるCLADSに結集し、廃炉現場のニーズに応じた基礎・基盤研究を推進。
- 令和5年度新規公募は、令和4年度公募に引き続き現場ニーズに直結する、(A)課題解決型廃炉研究プログラムと、(B)国際協力型廃炉研究プログラム(日英)についてを、今年度同規模の計9課題程度採択予定。
- **課題解決型廃炉研究プログラム**については、毎年度行う「基礎・基盤研究の全体マップ」の改定段階で廃炉現場のニーズから可視化技術や燃料デブリ取り出し、放射性物質等の遮蔽について、以下①～④の特定ニーズを抽出し、1F廃炉を着実に進展させるためのニーズに基づいた研究開発を推進。
 - ① AI等を導入した動画情報から迅速かつ自動的に空間情報を三次元デジタル化できる技術
 - ② オンサイトでの配管等の内部を透視または探索により把握する技術
 - ③ オンサイトでの多様な配管内を除染できる技術
 - ④ PCVの気相の漏洩をオンサイトで検知できる技術
- **国際協力型廃炉研究プログラム(日英)**については、国際共同研究により国外の知見を廃炉に向けて取り込むための研究開発を引き続き推進。

分類	R2		R3	R4	R5(予定)
(A)課題解決型廃炉研究プログラム(課題解決型)	若手	2(4)	8(25)	6(19)	1件4,000万円×3年×6課題 1件2,000万円×3年×1課題※ ※特定ニーズ④についてのFSを想定
	一般	6(20)			
(B)国際協力型廃炉研究プログラム(日英)	2(6)		2(6)	2(3)	

()内
連携機関数

原子力分野にとどまらない多くの分野への周知、課題の明確化、国内外アカデミア等とのマッチングに向けた取組を試行

公募に関する情報の周知
(認知度・応募数向上)

国内、国外との交流の場を企画
(ニーズ・シーズマッチング、応募課題の実現性向上)

JAEAイノベーションハブと連携

大学・研究機関・企業等の
産学連携部署に対して
英知事業の説明会を開催

英知事業の認知度を高めるとともに、幅広い分野から応募数を増やすことを目指す

国内WSの開催
(R4.11、R5.2)

詳細化したニーズの提示や
現場とのディスカッションを
行うWSを開催

公募課題の目的、趣旨を明瞭化することで、広く研究者を取り込み、公募の実現性向上を目指す

日英WSの開催(R5.1)

海外との交流を深めるため
Webを活かした参加し易い
オンライン形式のWSを開催

マッチングを促進することで公募の壁となる海外との連携をサポートし、質の高い競争を促す

H26～R1年度:第1期人材育成プログラム

多様な分野の知見を1F廃炉に取り込むための拠点を全国の大学に構築

- 原子力分野だけでなく多様な分野の学生が、福島第一原子力発電所の廃炉に関心を持つことにより、長期的に廃炉を支える人材の育成に貢献するため、全国の大学等に人材育成の拠点を構築。
- 東京電力をはじめ廃炉に携わる企業との共同研究や廃炉に関する研修、ワークショップを開催する等、多様な分野の学生等が積極的に廃炉に関わるための契機となる取組を推進。

【採択機関】

(H26)東北大学、東京大学、東京工業大学
 (H27)福島大学、福井大学、福島高専、
 地盤工学会(千葉工業大学、早稲田大学)

【各大学における主な取組内容】

- 原子力に限らない、材料、建築、土木、機械、情報科学など異分野融合の体制を構築
- 燃料デブリの分析技術の習得等、廃炉に関する学生実験環境の充実 → 米国MITとの間で相互単位認定が可能に
- 廃炉に関する特別講義の開設
- 廃止措置に関する講義やサマーセミナー、1Fの見学等の実施
- 廃炉に携わる民間企業との産学連携講座の開設 等



廃炉に関する学生実験の様子



産学連携講座の開講



原子力発電所の視察

R1年度～ R5年度 :第2期人材育成プログラム

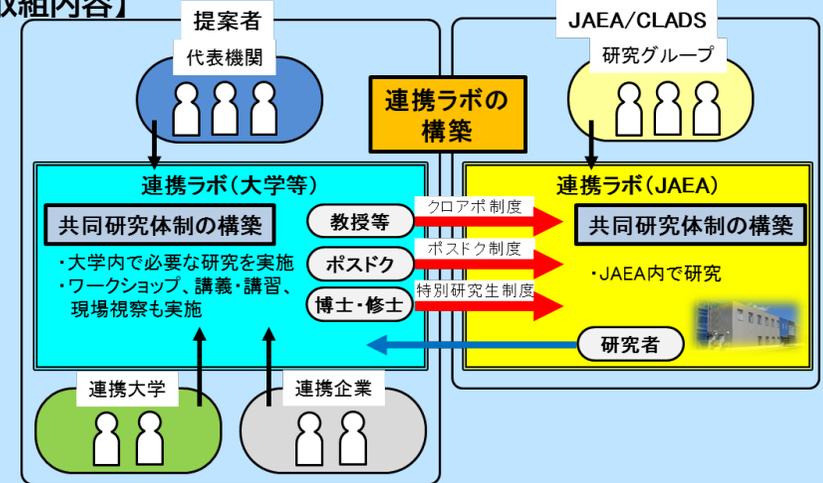
CLADSを中核に全国の大学の知見を結集する体制を構築

- これまで全国の大学において培ってきた多様な分野の知見や経験を、CLADSに結集させる体制を構築。
- CLADSと大学との間でクロスアポイントメントを活用した産学官連携ラボラトリーを設置することにより、将来の1F廃炉を支える多様な分野の研究人材層とCLADSが強力な連携体制を構築することを目指している。

【採択機関】

(R1)東北大学、東京大学、東京工業大学、福島大学

【取組内容】



- 当該プログラム修了者503名のうち約20%にあたる83名の学生が原子力関連の企業等を就職先に選択(平成30年度実績)。
- このような実績が高く評価され、東京大学、東北大学、東京工業大学、福島大学の拠点は英知事業終了後、東京電力等と4大学との間で包括協定を締結し、産学連携講座を開設(現在実施中)。
- 第2期人材育成プログラムはR5年度で終了するため、第3期人材育成プログラム立ち上げに向けて現在検討中。

「次世代イニシアティブ廃炉技術カンファレンス」(NDEC※)

※NDEC: Conference for R&D Initiative on Nuclear Decommissioning Technology by the Next Generation

<NDEC概要>

○ロボットや計測、燃料デブリ処理・処分、設備健全性評価等、廃止措置に関連する研究に取り組む全国の大学院生、大学生及び工業高等専門学校生が参加し、口頭発表とポスターセッションを実施。



研究発表の様子

主催:次世代イニシアティブ廃炉技術カンファレンス実行委員会

共催:日本原子力研究開発機構

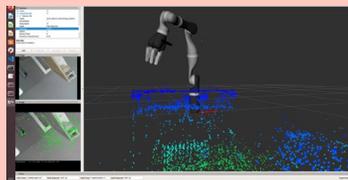
後援:原子力損害賠償・廃炉等支援機構、日本原子力学会

「NEST ARTERD ※プログラム」

※NEST:Nuclear Education, Skill and Technology
ARTERD:Advanced Remote Technology and Robotics for the Decommissioning

<NEST ARTERD概要>

○NESTは、原子力分野での若手への知識や技術等の継承を行うことを目的としたOECD/NEAの枠組みであり、JAEA及び東京大学を代表機関とする7参加機関が原子炉施設廃止措置のための高度遠隔技術とロボティクスの研究領域で訓練プロジェクト。



訓練プログラムの成果・デモ

「廃炉創造ロボコン」

<廃炉創造ロボコン概要>

○福島第一原発建屋での作業を想定した環境(暗闇、遠隔操作、時間制限)で競技を行うことにより、ロボット制作等を通じて学生に廃炉に関する興味を持たせるとともに、高専生の創造性の涵養を目指す。

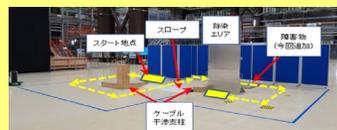
○本ロボコンで提案された優れたアイデア・技術については1F廃炉現場での適用を検討。

場所:檜葉遠隔技術開発センター

主催:JAEA、廃止措置人材育成高専等連絡協議会

協賛:日立GEニュークリア・エナジー 他

事務局:福島工業高等専門学校



競技フィールド
(檜葉遠隔技術開発センター)



競技の様子

実施期間:2022年8月~2023年2月

サポート:所属研究機関と訓練先との旅費及び訓練先での滞在費

参加機関:JAEA/CLADS、東京大学、テネシー大(米)、マクマスター大(加)、ミュンヘン工科大(独)、POSTECH(韓)、ENEAC(伊)

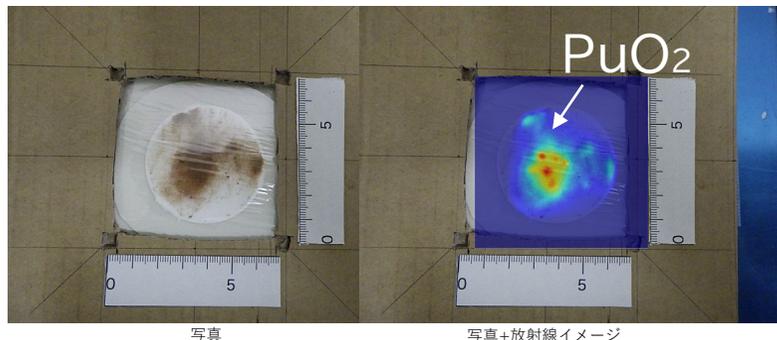
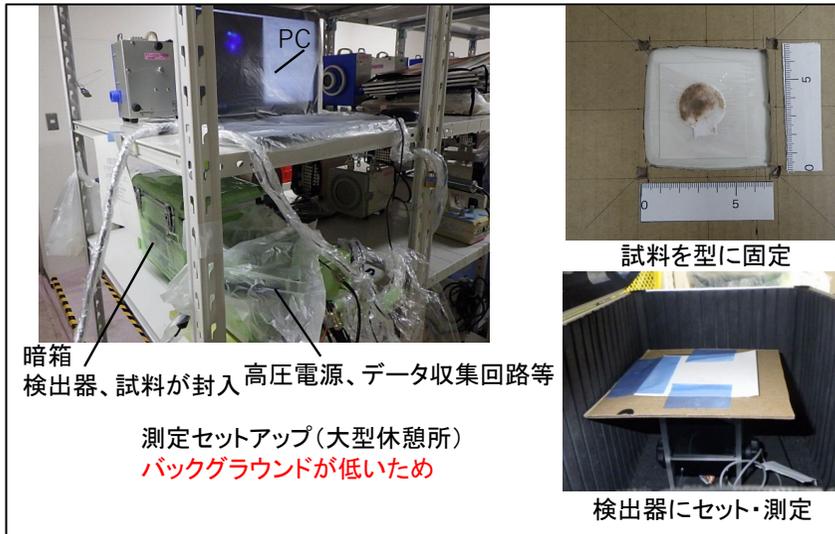
採択人員:国内外合わせて9名

英知事業の成果について

アルファ粒子の可視化

研究代表者:黒澤 俊介(東北大) 受託期間:平成30~令和2年度

○アルファ粒子の可視化を行うため、1Fスミア試料を用いて試験を実施



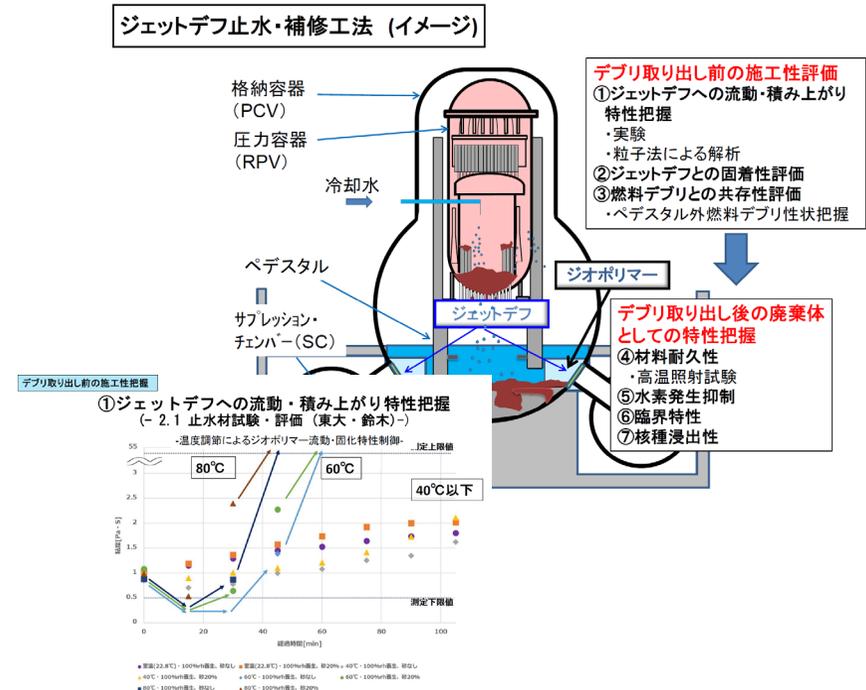
【成果の展開・応用】

○令和4年度、東京電力と共同研究により精度向上化を実施中

ジオポリマーによる止水技術

研究代表者:鈴木 俊一(東京大) 受託期間:平成30~令和2年度

○流動特性を把握し、デブリ取り出し時に1Fジェットデフにジオポリマーを流し込むことで、サプレッションチェンバーとの間で止水した上で燃料デブリを取り出す工法を提案



【成果の展開・応用】

○令和4年度、廃炉・汚染水対策事業補助金による「燃料デブリの取り出し工法の開発」(IRID)の中で実用化に向けた研究を実施。

- 令和4年8月26日に策定された新産業創出等研究基本計画に基づき、福島国際研究教育機構(F-REI)において、日本や世界の抱える課題、地域の現状等を勘案し、その実施において福島の優位性が発揮できる以下の5分野について、研究開発を実施する。
- 令和5年度の研究の実施にあたっては、令和4年度先行研究による成果や今後、F-REI設立時に主務大臣が策定・指示する中期目標及びF-REIが作成する中期計画も踏まえ、福島をはじめ東北の被災地の中長期の課題、ひいては世界の課題の解決に資する、国内外に誇れる研究開発を実施していく。

各研究領域の主な事業

【①ロボット】39.7億円

廃炉作業の着実な推進を支え、災害現場等の過酷環境下や人手不足の産業現場等でも対応が可能となるよう、ロボット等の研究開発を行う。

(令和5年度の研究内容)

- 廃炉を想定した遠隔操作の要素技術（触覚フィードバック等）の開発や放射性物質の分析手法の標準化
- 自然災害等の困難環境での作業ロボットの試作機開発
- 水素ドローンの実現に向け、水素ガスタービン等の概念設計・試作を実施



【②農林水産業】7.3億円

スマート農業やカーボンニュートラル等を通じた地域循環型経済モデルの構築を目指し、超省力・低コストな持続性の高い農林水産業に向けた実証研究を行う。

(令和5年度の研究内容)

- 多様な従事スタイルを実現する生産システムの構築・実証
- 農山漁村エネルギーネットワーク・マネジメントシステムの構築・実証
- 先端技術を活用した害虫防除・鳥獣被害対策システムの構築・実証
- 新たな農林水産資源の開発及び生産・活用



複数ほ場を自律的に移動、作業する農機制御システム

【③エネルギー】22.1億円

福島を世界におけるカーボンニュートラル先駆けの地とするため、水素エネルギーネットワークの構築や、ネガティブエミッション技術の研究開発を進める。

(令和5年度の研究内容)

- 多収性植物からバイオエタノール生産及び発酵ガスの回収をラボレベルで実施
- ネガティブエミッション技術（BECCS/ブルーカーボン）の動向調査及び吸収能向上技術を開発
- 再生可能エネルギーを利用した水素エネルギーシステムの全体設計及びプロトタイプの開発を開始



【④放射線科学・創薬医療、放射線の産業利用】19.6億円/14.1億円

オールジャパンの研究推進体制の構築と放射線科学に関する基礎基盤研究やRIの先進的な医療利用・創薬技術開発及び超大型X線CT装置等を中心とした技術開発による放射線の産業利用を実現する。

(令和5年度の研究内容)

- アルファ線放出核種等を用いた新たなRI医薬品の開発等、創薬医療分野における世界最先端の研究開発の推進
- 超大型X線CT装置の詳細設計や画像処理基盤技術の研究開発及び現物データ利活用へ向けた検討



アルファ線放出核種により前立腺がんが寛解



世界初のガントリー式超大型X線CT装置

【⑤原子力災害に関するデータや知見の集積・発信】9.0億円

自然科学と社会科学の研究成果等の融合を図り、原子力災害からの環境回復、原子力災害に対する備えとしての国際貢献、更には風評払拭等にも貢献する。また、原発事故被災地域における機構を核とした復興まちづくりを進め、活力ある地域づくりにつなげる。

(令和5年度の研究内容)

- 長期生態学研究の国内外事例調査及び環境影響評価シミュレーターのモデル開発
- 自然資源への放射性セシウム移行調査及び森林や河川等における放射線セシウムの移行挙動を再現する数値モデルの開発・精緻化
- ICRU（国際放射線単位測定委員会）の年会・シンポジウムの開催・ICRP（国際放射線防護委員会）等の国際会議の招致
- 被災者・コミュニティ・被災地域等の再生・創生研究、国際人材交流・育成、それらの実装化に向けたネットワークや様々な研究者が関わるハブ機能の構築



中長期的な環境動態研究の実施



ICRP等の国際会議を招致

【予算集約事業】14.3億円

- 農林水産分野の先端技術展開事業
- 被災地企業等再生可能エネルギー技術シーズ開発・事業化支援事業