



Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science

東京電力HD(株)福島第一原子力発電所 国際・国内廃炉研究拠点

2019年8月30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 廃炉国際共同研究センター

- 廃炉とは
- 福島第一を安全に片付ける事
 - 福島第一内部に存在する危険なデブリを取り出して、安全に管理する事
 - 大量の放射性廃棄物を安全に管理

はやぶサ2／リュウグウ調査

ONC-W1による撮影

ONC-W2による撮影



http://www.hayabusa2.jaxa.jp/topics/20190726_TD2_images/
 JAXA、千葉工大、東京大、高知大、立教大、名古屋大、明治大、会津大、産総研

福島第一／2号機格納容器内調査

ペDESTラル下部

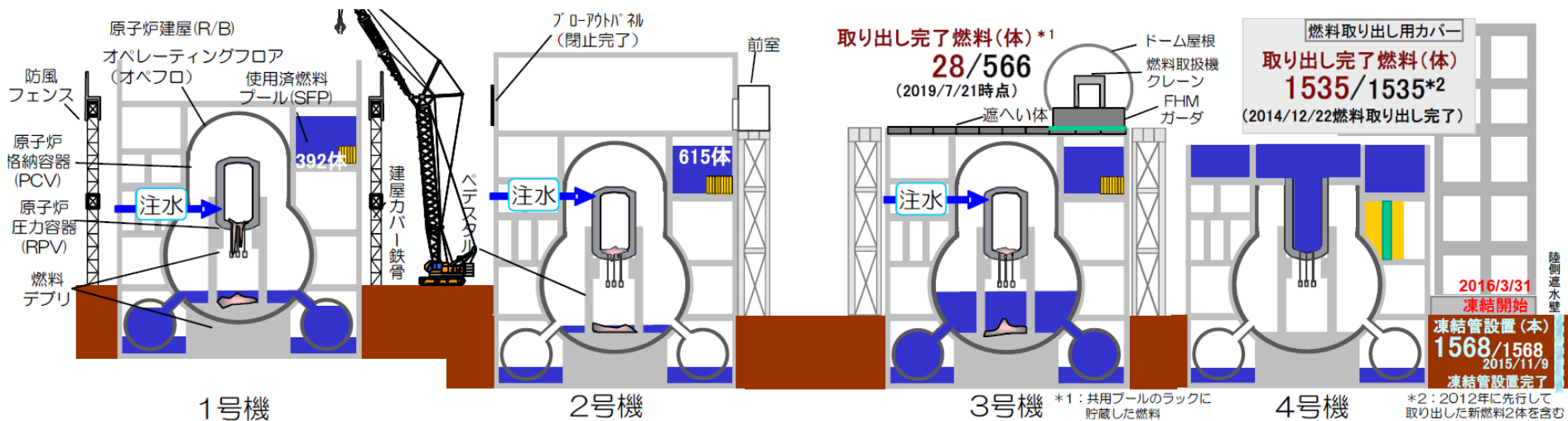
ロボットによる堆積物接触



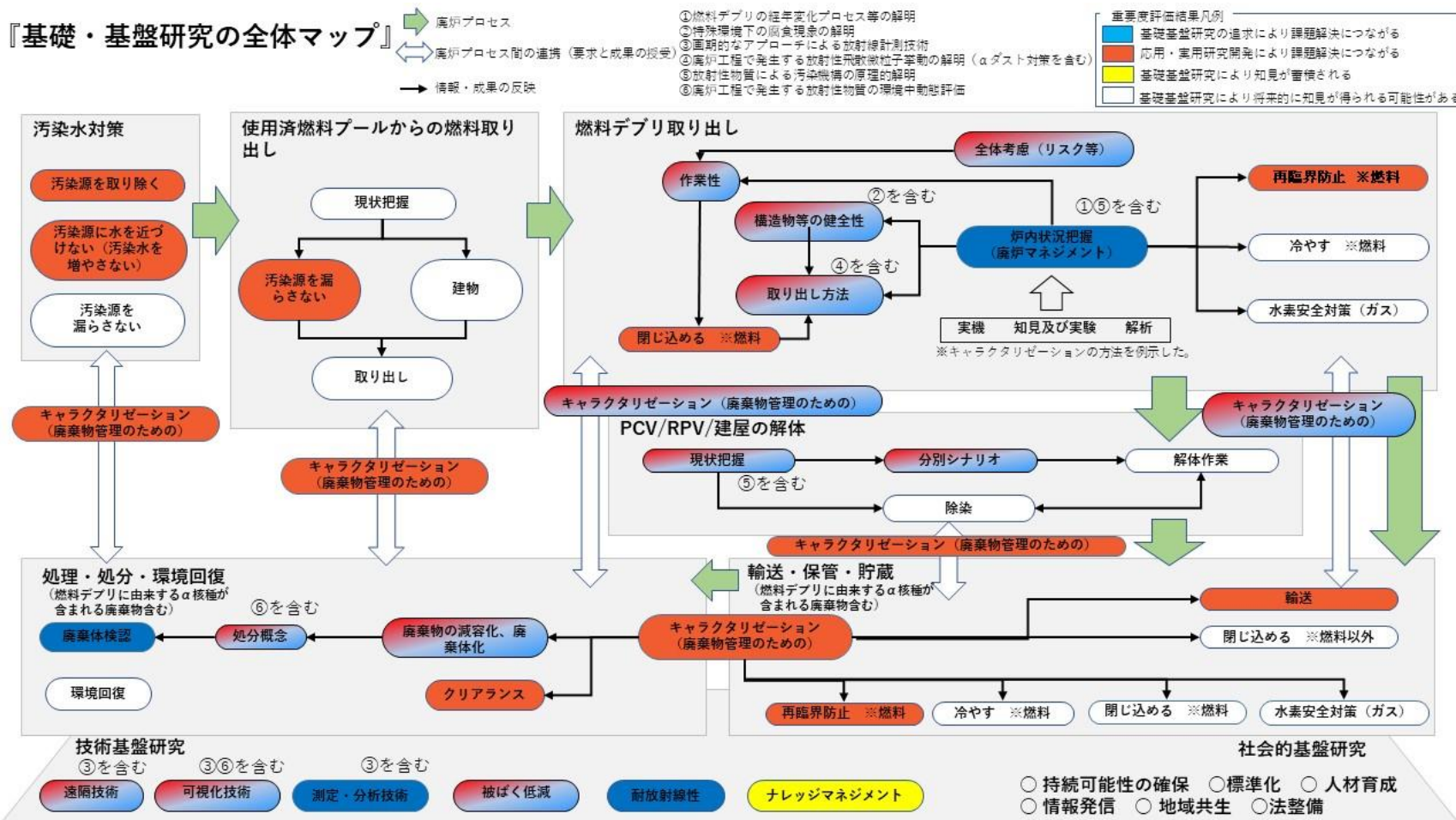
<https://photo.tepco.co.jp/cat2/03-j.html> 東京電力ホールディングス

- 廃炉は、世界初の挑戦
 - リスクが規模・時間・空間的に分散し、**総合的に**捉えなくてはならない
 - **国際・国内**の能力を結集し、対応する事が必須
 - **人材育成**が極めて重要

日本原子力研究開発機構 廃炉国際共同研究センター (CLADS)

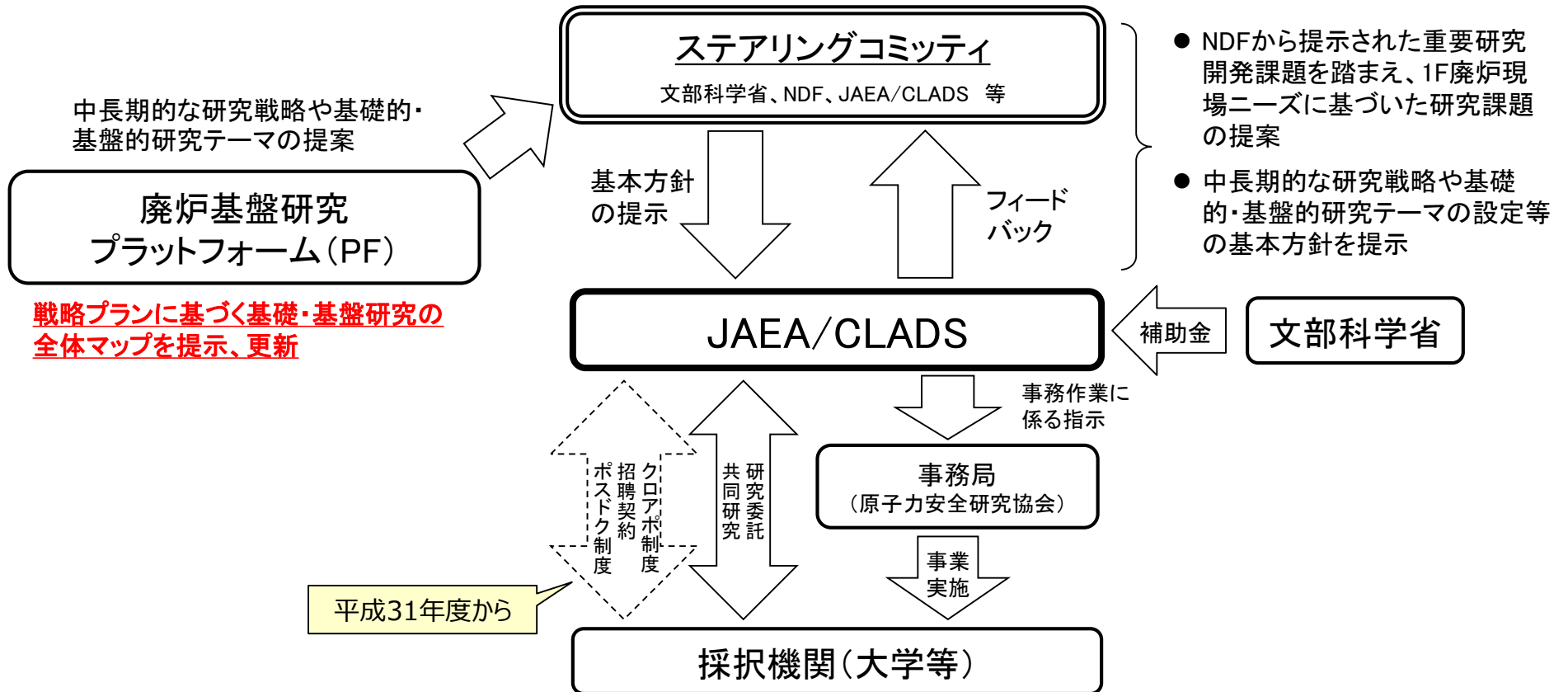


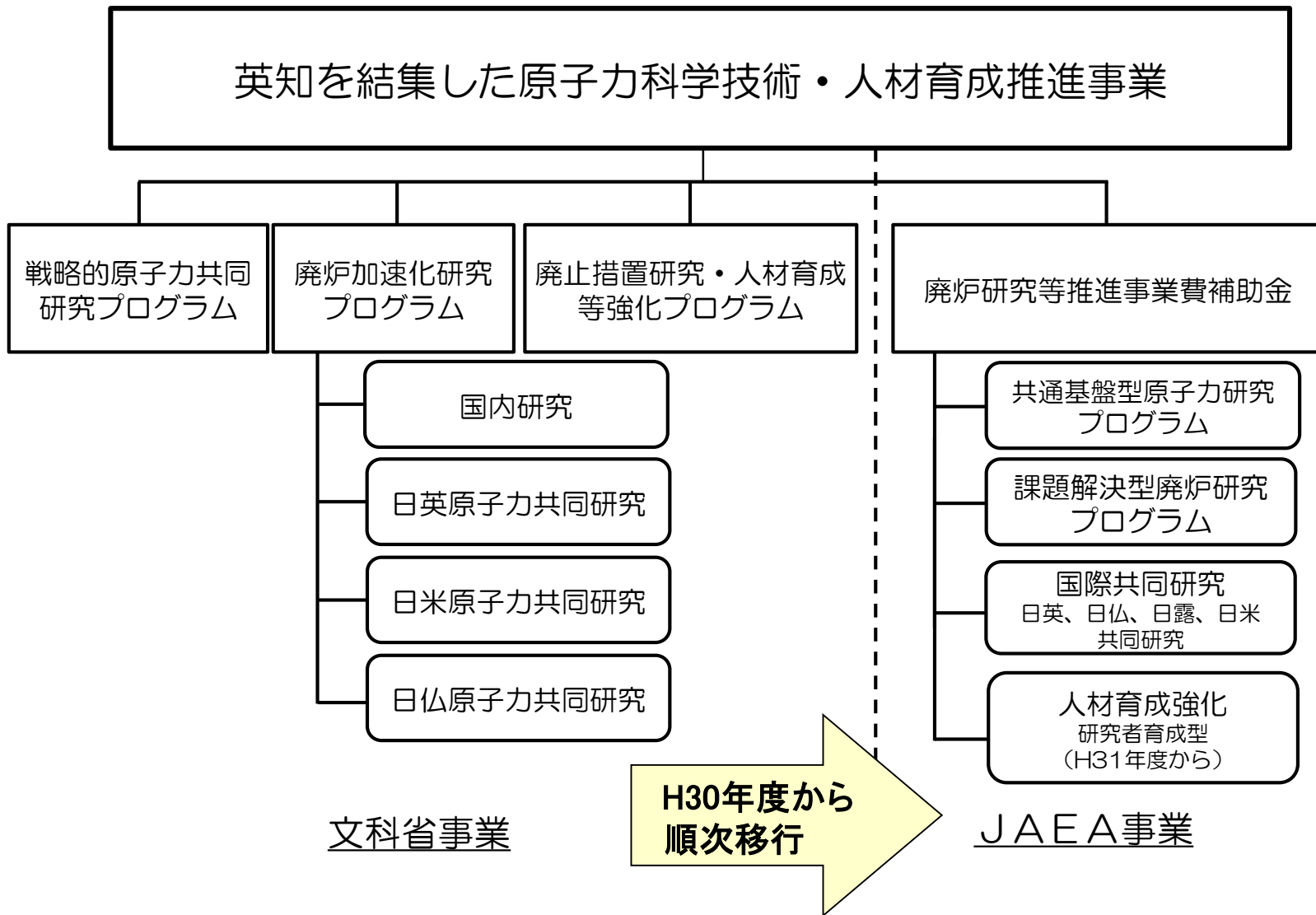
- ・ 廃炉を俯瞰した研究戦略策定
 - ⇒ 基礎・基盤研究の全体マップの策定
- ・ 国内外の英知の結集による廃炉基礎・基盤研究の遂行と人材育成
 - ⇒ 英知事業
- ・ 人材育成ネットワークの構築
 - ⇒ 戦略的人材ネットワーク形成事業



※ https://fukushima.jaea.go.jp/hairo/platform/map_2019.html

- ・ 1F廃炉を俯瞰できるマップを作成し、JAEAのWEB上(※)で公開。
- ・ 基礎・基盤研究の全体マップ(2019年版)の課題を解決するH31年度英知事業公募を実施。

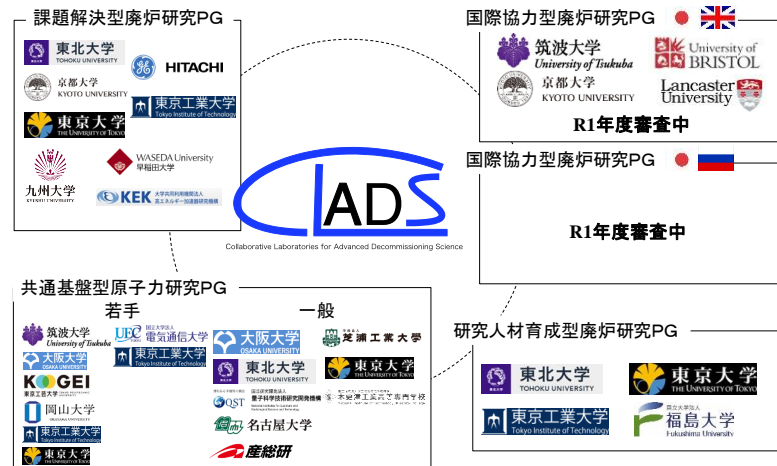




分類	平成30年度	令和元年度
研究人材育成型廃炉研究プログラム		
研究人材育成型	—	4 (12)
共通基盤型原子力研究プログラム		
若手研究	6 (6)	2 (1)
一般研究	5 (10)	5 (5)
課題解決型廃炉研究プログラム		
課題解決型	6 (13)	4 (7)
国際協力型廃炉研究プログラム		
日英原子力共同研究	2 (6)	審査中
日露原子力共同研究	—	審査中

()内連携機関数

国内外のアカデミア・研究機関・企業。
34研究代表、再委託含め延べ94研究機関と連携



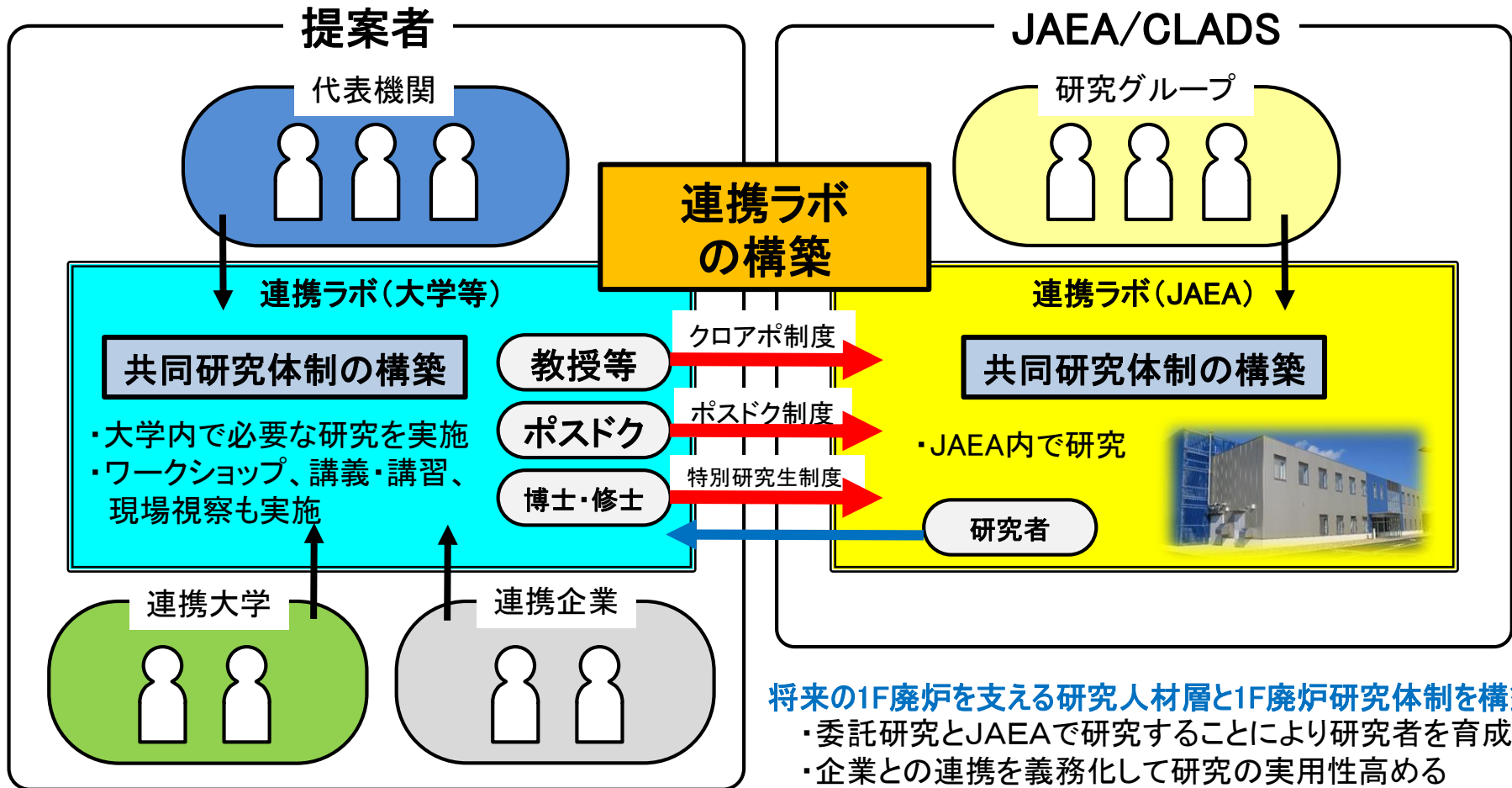
平成30年度採択



令和元年度採択



【目的】 **クロスアポイントメント制度等を積極的に活用した人材流動化を図るとともに**、幅広い分野から必要な人材を求め、**JAEA/CLADSが中核となり、大学や民間企業と緊密に連携する「産学官連携ラボラトリ(「連携ラボ」)」を形成する。**



燃料デブリ取り出し時における炉内状況把握のための遠隔技術に関する研究人材育成

研究代表: 浅間 一(東京大学) 福島大学、神戸大学

JAEA連携先: 福島研究開発部門 櫛葉遠隔技術開発センター(櫛葉) 川端 邦明

キーワード: ロボット、画像処理、3D

燃料デブリ分析のための超微量分析技術の開発

研究代表: 永井 康介(東北大学) 九州大学、長岡技術大、日本核燃料開発(株)

JAEA連携先: 高速炉・新型炉研究開発部門 大洗研究所(大洗) 前田 宏治

キーワード: 燃料デブリ分析、ICP-MS/MS、ホットラボ

化学計測の構築に基づく廃炉インフォマティクスとタイアップ型人材育成

研究代表: 高貝 慶隆(福島大学) (株)パーキンエルマージャパン、(株)化研

JAEA連携先: 福島研究開発部門 福島環境安全センター(三春) 飯島 和毅

キーワード: 化学分析、インフォマティクス、AI

放射線・化学・生物的作用の複合効果による燃料デブリ劣化機構の解明

研究代表: 大貫 敏彦(東京工業大学) (株)ヴィジブルインフォメーションサービス

JAEA連携先: 福島研究開発部門 廃炉国際共同研究センター(富岡) 池田 篤史

キーワード: 微生物腐食、放射線作用、MCCI

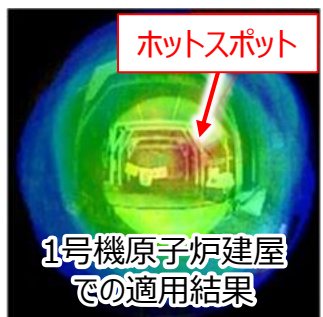
技術意見交換

福島部門内外の技術を対象に、1F廃炉作業への導入を目指し、東京電力及び関連企業との技術意見交換を実施中（14回／H30年度実績）

小型軽量コンプトンカメラ



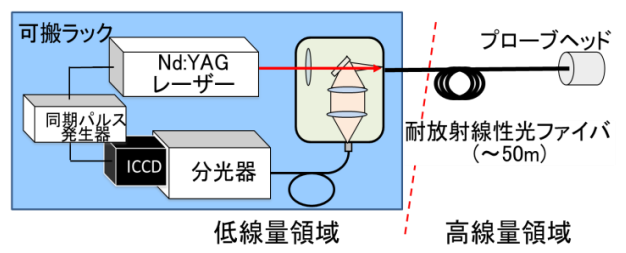
カメラ搭載ロボット



ホットスポット
1号機原子炉建屋での適用結果

現場作業適用に向けた製品化を調整中
広範囲計測用のシステムを開発

LIBS (レーザー誘起発光分光)



東京電力が実施のデブリサンプリング事業に貢献⇒取出し時に使用するセル内でのサーベランス技術として具体化を開始

PSF (ファイバー型) 検出器



汚染水タンクでの実証



排水路でのモニタリング

1F構内の排水溝モニタリングシステムとして採用され、現場に実装済み。
排水溝モニタリング用βγ弁別型も開発

その他技術例

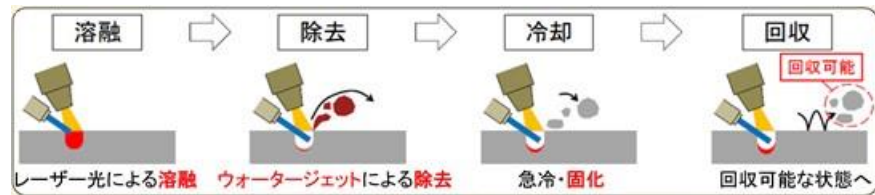
- α核種位置検出器
- ウォータージェットレーザーはつり
- 試料サンプリングマニプレータ
- ストロンチウム吸着のための改良アパタイト
- 無人観測船
- 地下水データの可視化システム など



α核種位置検出器



無人観測船と搭載センサー



ウォータージェットレーザーはつり



地下水
護岸地下水が有するCs-137の総量の経時変化の把握が容易

地下水データの可視化

★平成29年度：6回

- ・H29/6/20-21 廃棄物管理に関するワークショップ
- ・H29/7/5-6 過酷事故時における燃料と材料の損傷挙動
- ・H29/9/5-6 燃料デブリに関するワークショップ
- ・H29/11/27-29 過酷環境における腐食挙動評価と対策
- ・H29/11/29-30 原子力施設における遠隔技術に関するカンファレンス
- ・H30/3/4 放射性セシウムの陸域環境や生態系における移行



★平成30年度：5回

- ・H30/6/19-21 廃棄物の分析技術に関する研究
- ・H30/9/18-20 1F事故の知見に基づく炉心溶融挙動の解明と燃料破損現象に関する国際セミナー
- ・H30/10/30-31 原子力施設における遠隔技術に関する研究カンファレンス
- ・H30/11/5 損傷燃料及び燃料デブリの取扱いに関する知見の共有
- ・H30/11/26-28 耐放射線化と計測技術の高度化



★令和元年度：5回（予定含む）

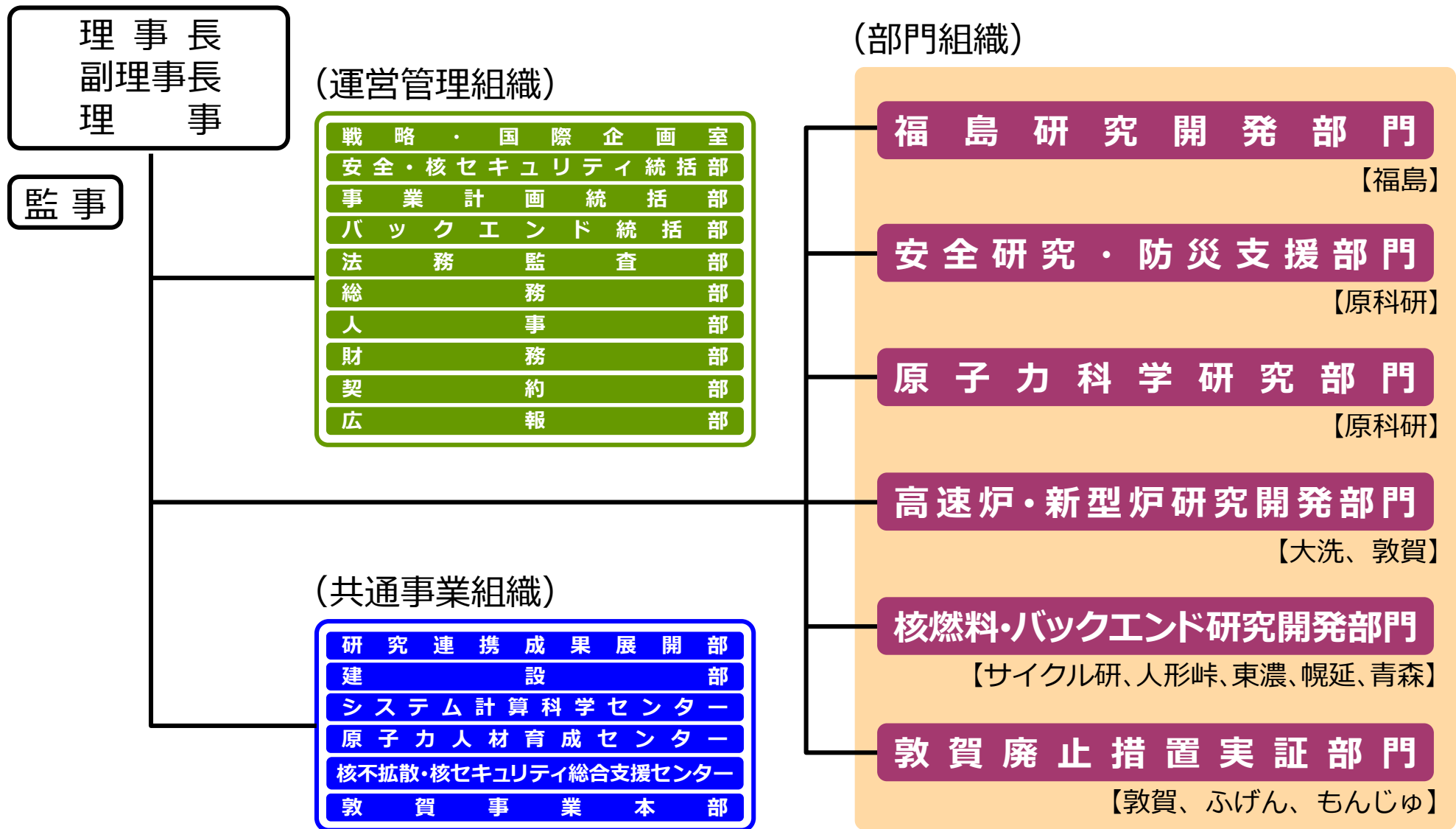
- ・R1/5/24-27 廃炉研究の進捗に係る分野横断の国際ワークショップ
- ・R1/7/10-12 シビアアクシデント解析と1F廃炉のための材料科学ワークショップ
- ・R1/10/17-18 廃棄物保管容器内の水素安全に関する研究
- ・R1/10/23-24 原子力施設における遠隔技術に関する研究
- ・R1/12/5-10 デブリ取出しに向けた構造材の腐食と対策



廃炉は世界初のチャレンジ

- CLADSは、廃炉を俯瞰した研究の拠点として、富岡の研究棟を中心として活動を進める
- 国際・国内の廃炉研究の連携ハブとなる
- 人材育成事業について、4大学との連携ラボを中心として、積極的に参画

ご参考



福島地区

東京電力福島第一原子力発電所(1F)事故
関連の対応業務を実施



廃炉国際共同研究センター



大熊分析・研究センター



楢葉遠隔技術開発センター



福島環境安全センター

敦賀地区

- もんじゅは政府方針に従い廃止措置に移行
- ふげんにおける廃止措置研究を実施



もんじゅ



ふげん

人形峠地区

ウラン濃縮関連施設の
廃止措置研究等を実施



播磨地区

放射光利用研究を実施



©RIKEN

東濃地区

高レベル放射性廃棄物処分技術に関する
研究開発(結晶質岩系対象)を実施



幌延地区

高レベル放射性廃棄物処分技術に関する
研究開発(堆積岩系対象)を実施



青森地区

原子炉施設の廃止措置、環境試料等の
極微量元素分析・分析技術開発を実施



東海地区

- 安全研究
- 原子力基礎・基盤研究
- 中性子利用研究
- 高レベル放射性廃棄物処分技術に
関する研究開発
- 高速炉燃料加工開発
- 軽水炉燃料再処理技術開発
- 原子力研修・防災研修
を実施



原子力科学研究所



核燃料サイクル工学研究所

世界最高クラスの大強度陽子加速器と、
陽子ビームで発生させた中性子、ミュオン、
K-中間子等を利用し、物質科学、生命科
学、原子核素粒子等に関する研究を実施



J-PARCセンター

大洗地区

- 常陽や照射後試験施設等による
高速炉サイクル技術開発
- HTTR等による核熱利用研究 等
を実施



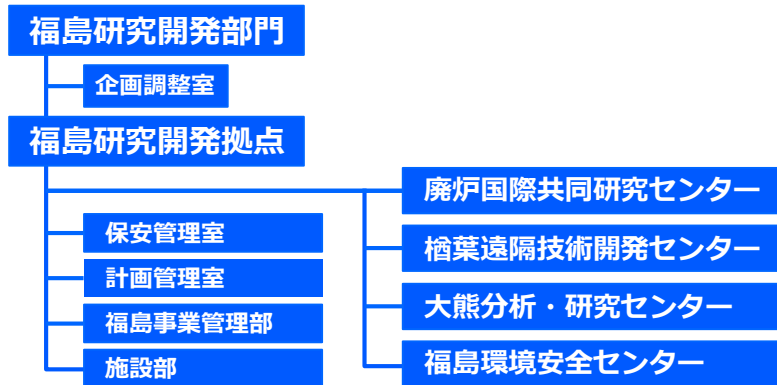
東京・柏地区

計算科学研究等を実施



組織図

2019年4月 現在



沿革

2011.3

- 東北地方太平洋沖地震
- 福島第一原子力発電所(1F)事故

2011.12

- 政府と東京電力による中長期ロードマップ策定

2011

- 1F事故直後から環境モニタリング・除染活動への支援、国・自治体への支援を実施
- 福島支援本部 設立 (同年、福島技術本部に組織再編)
- 福島事務所 開設

2013

- 1Fの廃止措置に向けた研究開発を行う福島廃炉技術安全研究所を設置
- 国際廃炉研究開発機構に参画 (IRID)

2014.4

- 福島研究開発部門として組織再編

2014

2015

- いわき事務所 開設
- 福島県環境創造センター環境放射線センターでの業務開始



2016

- 楡葉遠隔技術開発センター運用開始



- 福島県環境創造センター研究棟での業務開始



2017

- 廃炉国際共同研究センター (CLADS) 国際共同研究棟 運用開始



2018

- 大熊分析・研究センター施設管理棟 運用開始



- **CLADSを中核とした基礎・基盤から応用までの研究開発を通じ、廃炉において直面する課題に貢献。**
- **CLADSの本部を国際共同研究棟に設置し、**廃炉の研究開発及び人材育成の拠点**を構築。**
- **国際共同研究棟は、**国内外の大学・研究機関等が、共同研究のために利用できる施設。****

楢葉遠隔技術開発センター
 (平成28年4月本格運用開始)
 -遠隔操作機器開発等-

福島県楢葉町

廃炉国際共同研究センター
 -国内外の英知を結集する拠点-
国際共同研究棟
 (福島県富岡町 平成29年4月運用開始)

JAEA特有の核燃料・放射性物質の使用施設、照射施設等の活用 (茨城地区)

『オフサイトからオンサイトへ』 **成果の適用**

大熊分析・研究センター
 (建設中：平成29年度～)
 (一部運用開始)
 -放射性核種分析等-

施設管理棟 第2棟 第1棟

福島県大熊町 (1F敷地隣接)

福島環境安全センター
 環境動態・放射線モニタリング等の研究開発

産学官との 連携・協力

【東京電力ホールディングス・IRID・NDF】
 東京電力ホールディングス、
 国際廃炉研究開発機構IRID、
 原子力損害賠償・廃炉等支援機構NDF
 との連携、協力

【国内外の大学・研究機関・産業界】
 東京大学、東北大学、
 東京工業大学等との連携講座
 国際機関、米仏英国研究所等、民間
 企業等との共同研究、情報交換

【福島県、環境省】
 福島県環境創造センター
 福島県環境放射線センター
 福島県ハイテクプラザ

経緯

H27年

- 4月 : CLADS発足、開所式開催
- 5月 : 国際共同研究棟の設計開始
- 8月 : 福島県富岡町王塚地区に立地を決定
- 12月 : 富岡町王塚地区内の建設地を決定

H28年

- 2月 : 施工業者決定(株式会社安藤・間)
- 3月 : 富岡町と用地売買契約を締結
- 4月 : 安全祈願祭及び起工式開催、着工

H29年

- 3月 : 国際共同研究棟 竣工
- 4月 : 開所式及び開所式記念講演会



開所式 (H29.4.23)



開所式記念講演会 (「学びの森」)

施設概要

用途 : 研究施設
構造・規模 : 鉄骨造、地上2階建て
建築面積 : 1,096㎡
延床面積 : 2,115㎡
高さ : 10.3m (屋上ルーパー12m)

主な設備

- ・走査型電子顕微鏡/エネルギー分散型X線分光計
- ・多目的X線回析装置
- ・二次イオン質量分析装置
- ・実験室 XAFS装置 (X線吸収微細構造分析装置)
- ・光ファイバーLIBS分析装置
- ・ガンマ線エネルギー分析装置
- ・蛍光イメージングリーダー
- ・顕微ラマン分光装置
- ・制御棒ブレード破損試験装置
- ・水蒸気雰囲気での急速昇温反応炉 等



国際共同研究棟



実験室XAFS装置



多目的試験棟



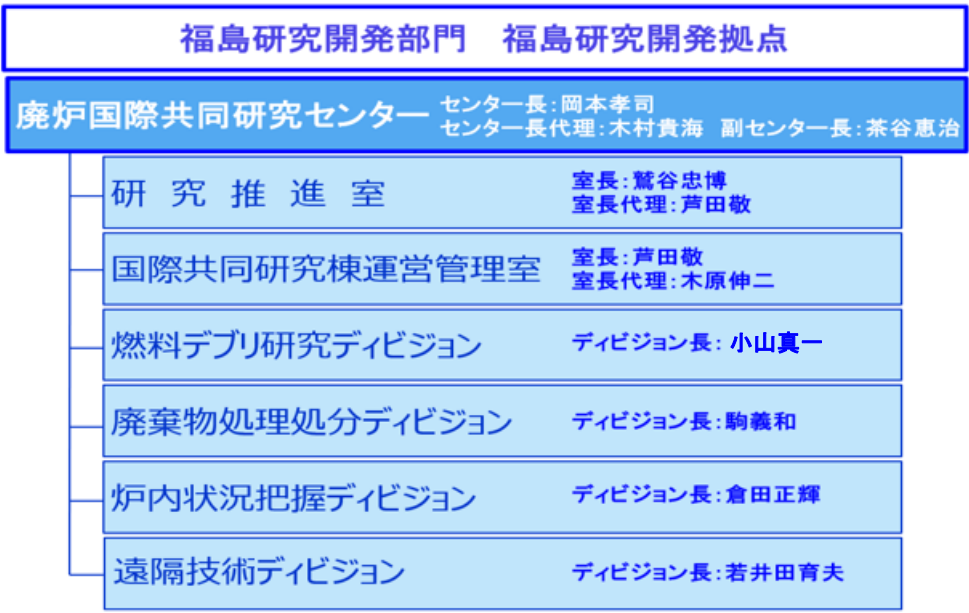
二次イオン質量分析装置



制御棒ブレード破損試験装置

(I) 国内外の英知を結集する場の整備

- 平成27年4月組織設置



CLADS : Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science

(II) 国内外の廃炉研究の強化

- 海外からの研究者の招聘
- 海外の研究機関等との共同研究
- 廃炉に必要な研究分野について、外部の研究者、専門家を含めたワーキンググループを形成し活動



シビアアクシデント時の燃料・炉心破損に係る、材料科学、熱力学、シビアアクシデント解析とモデリングの専門家ワークショップ（平成29年7月5-6日）

(III) 中長期的な人材育成機能の強化

- 文部科学省「廃止措置等基盤研究・人材育成プログラム」等での採択機関とともに、連携講座を開設し、異分野分析技術の統合、人材育成に取り組む
- 多様な人材を集めるためにクロスアポイントメント制度等を導入



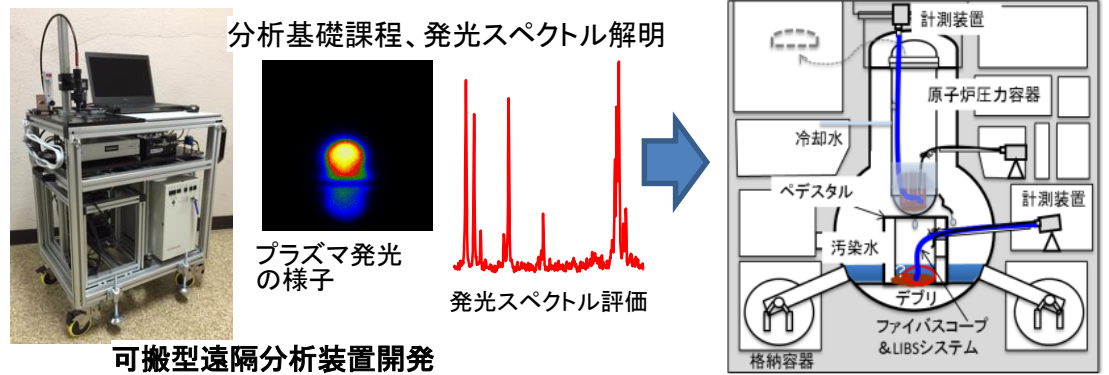
(IV) 情報発信機能の整備

- 国立国会図書館と連携し、国、東京電力、が発信する情報をIAEAの原子力事故情報分類に従って整理し、「JAEAアーカイブ（福島原子力事故関連情報アーカイブ）」として発信
- JAEAの研究成果を含む文献情報を発信



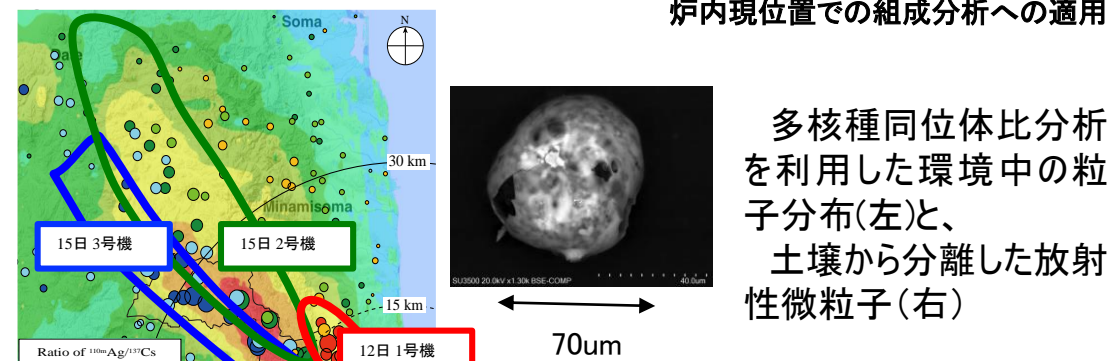
レーザー遠隔分析技術に関する研究

実施内容：分光分析原理の検証
 期待成果：核燃物質を用いた実証研究への反映



放射性微粒子の挙動解明に関する研究

実施内容：微粒子確認と性状観察
 期待成果：粒子起源・事故進展挙動解明への貢献



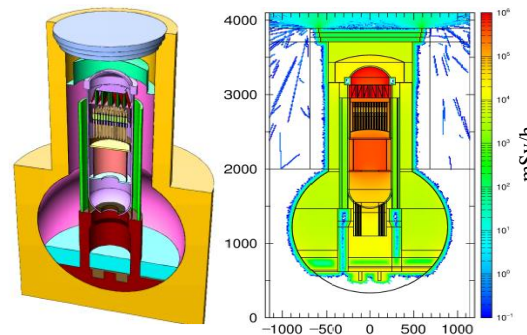
放射線可視化検出技術に関する研究

実施内容：密封線源による基本動作確認
 期待成果：可視化センサの小型 高性能化



プラント内線源・線量率分布評価手法の開発

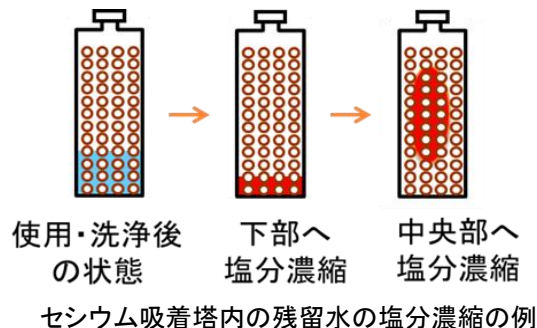
実施内容：理論計算と実測値を組み合わせたPCV内線源・線量率分布評価手法開発
 期待成果：最確評価手法の確立と1～3号機のPCV内線量率分布の推定



粒子輸送モンテカルロ計算コードによる線量率分布計算用3次元モデル(左)と1号機に対するプラント内線量率分布の評価例(右)

含水廃棄物の保管安全技術開発

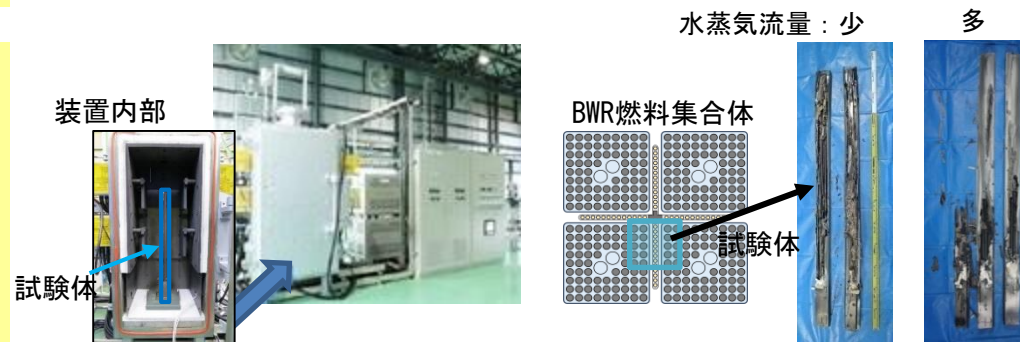
実施内容：放射線照射装置の導入による材料腐食研究、並びに廃棄物の水分蒸発挙動の解析（電中研共研）
 期待成果：含水廃棄物の合理的な保管等の検討に必要な評価手法の提示



崩壊熱の継時変化、残水の移動（ゼオライトによる吸い上げ、ゼオライト層内での還流）を考慮した、水分蒸発挙動を予測する解析コードを作成

BWR炉燃料破損メカニズムの解明

実施内容：制御棒ブレード破損試験、被覆管材の急速昇温試験
 期待成果：制御棒ブレードやチャンネルボックスの破損メカニズムの解明とモデル化、1F炉内状況把握への知見提供



水蒸気流量により事故進展傾向が異なる可能性
 制御棒ブレード破損試験装置（左）と加熱後試験体の状態（右）