



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

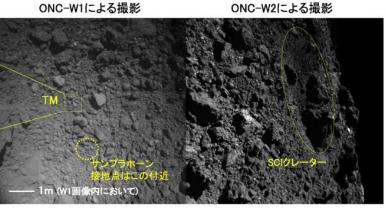


Fukushima Challenge for Renovation

- 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

ハヤブサ2/リュウグウ調査





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号機格納容器内調查



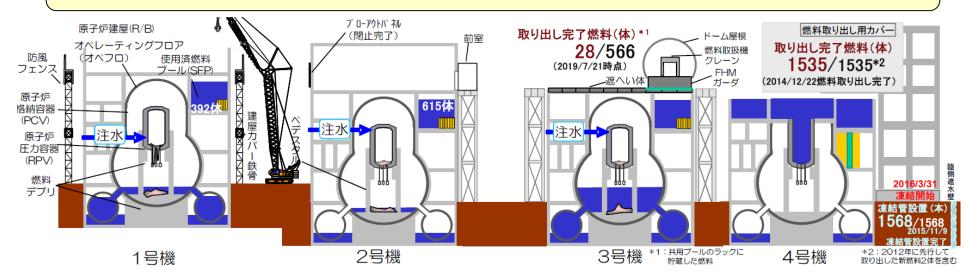
https://photo.tepco.co.jp/cat2/03-j.html 東京電力ホールディングス



Fukushima Challenge for Renovation

- 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・汚染水対策チーム会合/事務局会議資料2より(2019/7/25)



福島研究開発部門の研究開発体制

福島研究開発部門

%1

福島研究開発拠点(福島県)

廃炉国際共同研究センター

国内外の英知を結集し、安全かつ確実に廃止措置等を実施するための研究開発と人材育成等

楢葉遠隔技術開発センター

廃止措置推進に必要不可欠な遠隔操作機器の開発 及びロボット開発のための施設利用等

大熊分析・研究センター

廃止措置推進に必要不可欠な放射性物質の分析・研究を行う施設の整備等

福島環境安全センター

環境における放射線状況の把握、環境回復に向けた 研究開発

福島環境安全センター 南相馬市 福島事務所 東京電力ホールディングス 福島市 福島第一原子力発電所 (1F) 大熊分析・研究センター 大熊町 福島環境安全センター 三春町 廃炉国際共同研究センター 楢葉遠隔技術開発センター 富岡町 楢葉町 いわき事務所 いわき市

- ※1 JAEA全体で横断的に取り組む福島対応業務に係る関係組織の連携を図るため、核燃料・バックエンド研究開発部門、原子力科学研究部門の各企画調整室及び高速炉・新型炉研究開発部門の戦略・計画室に「福島研究開発推進室」を附置
- ※2 福島県が整備した福島県環境創造センター(三春町)、福島県環境放射線センター(南相馬市)に入居し活動



廃炉国際共同研究センター (国際共同研究棟)



%2

楢葉遠隔技術開発センター



大熊分析・研究センター (施設管理棟)



福島環境安全センター (福島県環境創造センター (三春) 内)



廃炉国際共同研究センターの目指す姿

- 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。 国内外の廃炉研究の強化
- 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。 中長期的な人材育成機能の強化
- 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。 国内外の英知を結集する場の整備、情報発信機能の整備



大熊分析・研究センター 楢葉遠隔技術開発センター 廃炉基盤研究プラットフォーム 福島環境安全センター 原子力科学研究所 核燃料サイクル工学研究所 連携・協力 大洗研究所、等

国内外アカデミア、研究機関

論文·学会·FRC·分科会等 ホームページ プレス 成果報告会 等

情報発信•収集

東京大学 英国 福島大学 東北大学 仏国 Fukushima University 東工大 露国 QST 等 米国 福島県等





連携 協力

富岡町



大熊町



楢葉町 等





浜通り市町村

福島県内団体、企業等



連携 協力

福島相双復興推進機構

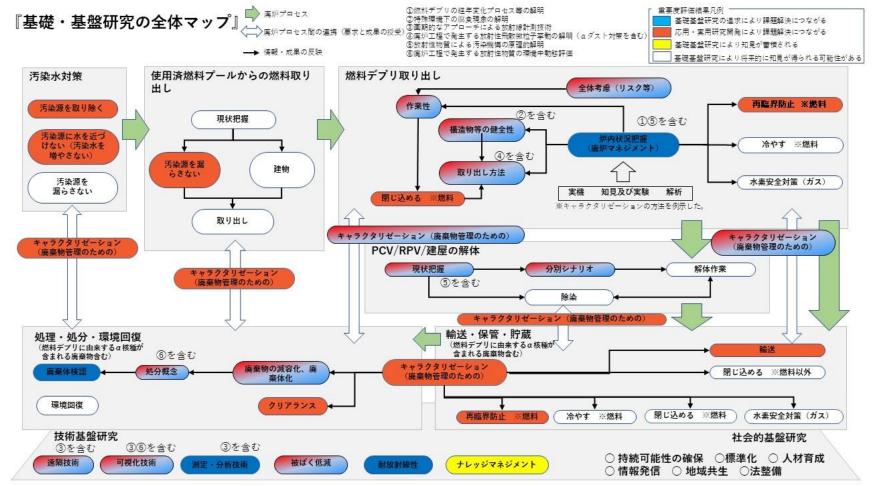




- ・廃炉を俯瞰した研究戦略策定
 - ⇒ 基礎・基盤研究の全体マップの策定
- ・国内外の英知の結集による廃炉基礎・基盤研究 の遂行と人材育成
 - ⇒ 英知事業
- ・人材育成ネットワークの構築
 - ⇒ 戦略的人材ネットワーク形成事業



基礎・基盤研究の全体マップ(2019年版)

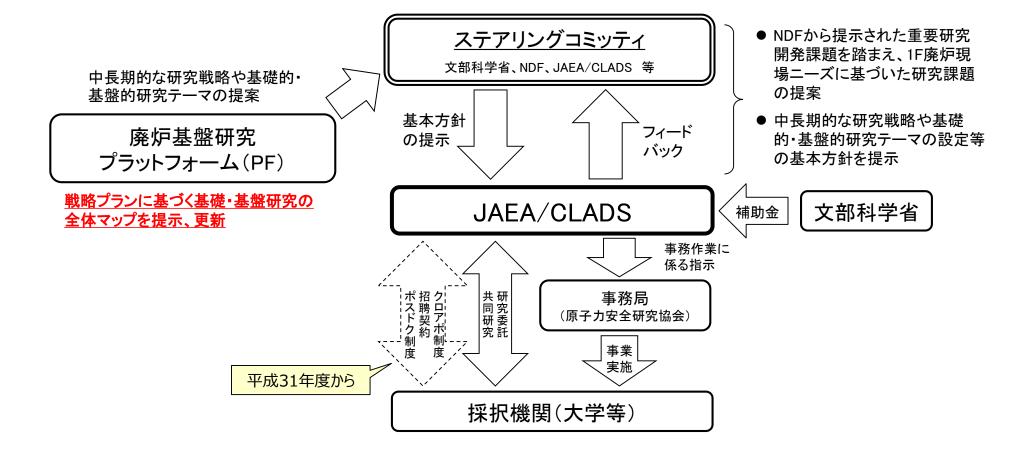


* https://fukushima.jaea.go.jp/hairo/platform/map 2019.html

- ・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。

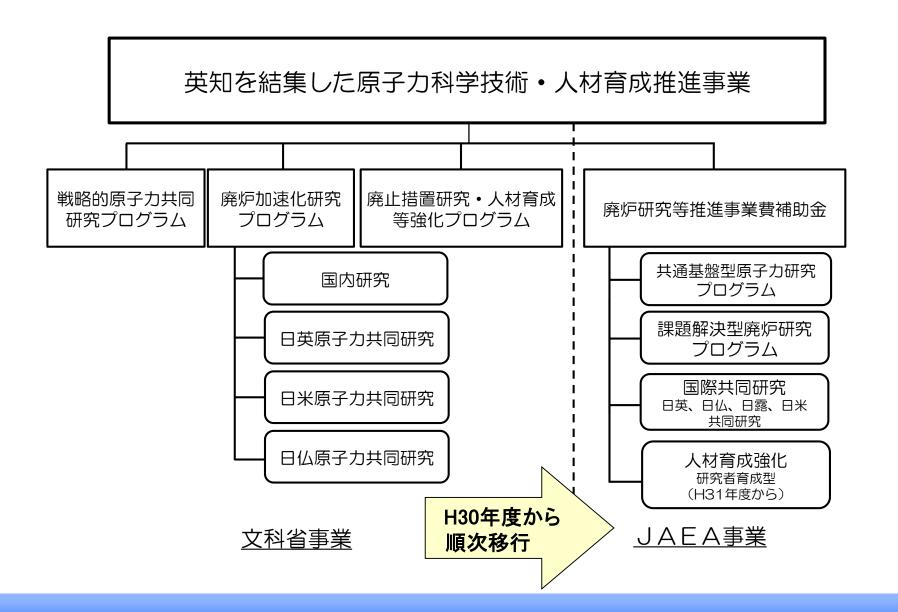


廃炉研究等推進事業費補助金のスキーム





英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業





英知事業 採択数と連携体制

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

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



()内連携機関数



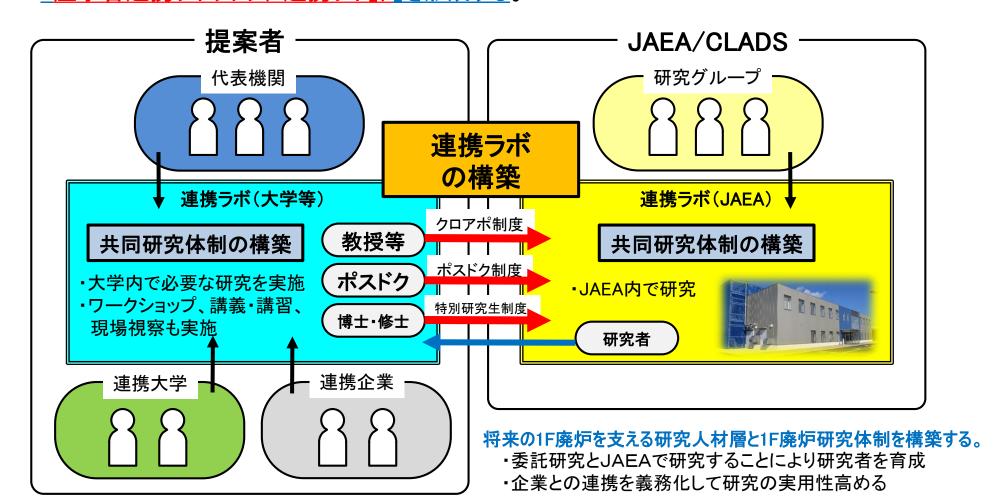




連携ラボの活用

(研究人材育成型廃炉研究プログラム)

【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:淺間 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 楢葉**遠隔技術開発センター(楢葉**) 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ッ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、インフォマティックス、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

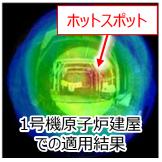
ニーズとシーズを引き合わせる取り組み(独自研究)

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)

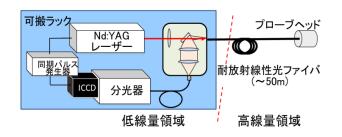
小型軽量コンプトンカメラ





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





排水路でのモニタリング

地下水

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

- > q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







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

溶融 除去 冷却 回収 回収可能 マナーゲー光による溶融 ウォータージェットによる除去 急冷・固化 回収可能な状態へ

ウォータージェットレーザーはつり

地下水データの可視化



福島リサーチカンファレンス (FRC)

★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 1 F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

・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

・R1/12/59-10 デブリ取出しに向けた構造材の腐食と対策





まとめ

<u>廃炉は世界初のチャレンジ</u>

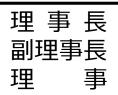
- ➤ CLADSは、廃炉を俯瞰した研究の拠点として、 富岡の研究棟を中心として活動を進める
- ▶国際・国内の廃炉研究の連携ハブとなる
- ▶人材育成事業について、4大学との連携ラボを 中心として、積極的に参画





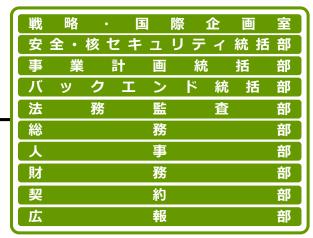
ご参考





監事

(運営管理組織)



(共通事業組織)

研究連携成果展開部建設部システム計算科学センター原子カ人材育成センター核不拡散・核セキュリティ総合支援センター敦質事業本部

(部門組織)

福島研究開発部門

【福島】

安全研究・防災支援部門

【原科研】

原子力科学研究部門

【原科研】

高速炉•新型炉研究開発部門

【大洗、敦賀】

核燃料・バックエンド研究開発部門

【サイクル研、人形峠、東濃、幌延、青森】

敦賀廃止措置実証部門

【敦賀、ふげん、もんじゅ】



原子力機構の研究開発拠点

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







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



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



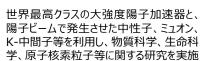
青森地区

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









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 を実施



東京·柏地区

計算科学研究等を実施





福島研究開発部門の組織・沿革

組織図

2019年4月 現在

福島研究開発部門

企画調整室

福島研究開発拠点

保安管理室

計画管理室

福島事業管理部

施設部

廃炉国際共同研究センター

楢葉遠隔技術開発センター

大熊分析・研究センター

福島環境安全センター

<u>沿 革</u>

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

2013

2011

- 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)
- 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

2014.4

2014

■ 福島研究開発部門 として組織再編

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

● 楢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



大熊分析・研究センター 施設管理棟 運用開始



2018

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













廃炉国際共同研究センターの取組み

- 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

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





国際共同研究棟の整備 経緯

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」)

ガス・冷却水 ヘッダー



国際共同研究棟の概要

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

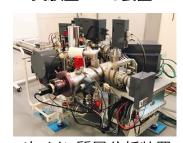
- ・走査型電子顕微鏡/エネルギー分散型 X 線分光計
- ·多目的X線回析装置
- ・二次イオン質量分析装置
- ·実験室 XAFS装置(X線吸収微細構造分析装置)
- ・光ファイバーLIBS分析装置
- ・ガンマ線エネルギー分析装置
- ・蛍光イメージングリーダー
- ・顕微ラマン分光装置
- ・制御棒ブレード破損試験装置
- ・水蒸気雰囲気での急速昇温反応炉等



国際共同研究棟



実験室XAFS装置



二次イオン質量分析装置



多目的試験棟



制御棒ブレード破損試験装置



廃炉国際共同研究センターでの具体的な取組

(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

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 センター長:岡本孝司 センター長:茶谷恵治

研究推進室 室長代理: 芦田敬

国際共同研究棟運営管理室 室長:芦田敬 室長代理:木原伸二

燃料デブリ研究ディビジョン

ディビジョン長: 小山真一

廃棄物処理処分ディビジョン

ディビジョン長: 駒義和

炉内状況把握ディビジョン

ディビジョン長:倉田正輝

遠隔技術ディビジョン

ディビジョン長:若井田育夫

CLADS: Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science 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)

(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











国際共同研究棟で実施中の研究例(1)

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

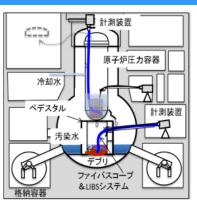
の反映

分析基礎課程、発光スペクトル解明

0.0060-0.0080 0.0040-0.0060

プラズマ発光 の様子

発光スペクトル評価



可搬型遠隔分析装置開発

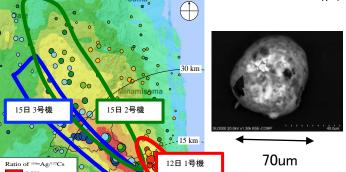
炉内現位置での組成分析への適用

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



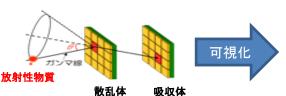
多核種同位体比分析 を利用した環境中の粒 子分布(左)と、

土壌から分離した放射 性微粒子(右)

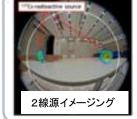
放射線可視化検出技術に関する 研究

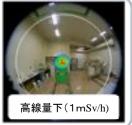
実施内容:密封線源による基本動作確認

期待成果:可視化センサの小型 高性能化



小型高分解能のセンサー開発





線源からの放射線イメージング



国際共同研究棟で実施中の研究例(2)

プラント内線源・線量率分布評価手法

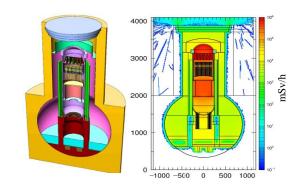
の開発

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 口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

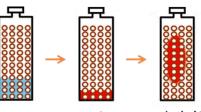
実施内容:放射線照射装置の導入による材料腐

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



中央部へ 使用•洗浄後 下部へ の状態 塩分濃縮 塩分濃縮

セシウム吸着塔内の残留水の塩分濃縮の例

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

水蒸気流量:少

BWR炉燃料破損メカニズムの解明

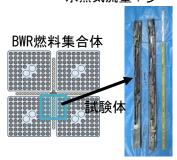
実施内容:制御棒ブレード破損試験、被覆管材

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)