





〒105-0003 東京都港区西新橋2-23-1 3東洋海事ビル5階 TEL 03-6435-8601(代) http://www.irid.or.jp







# ごあいさつ

昨年9月、原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF)の「東京電力ホールディングス(株)福島第一原子 力発電所の廃炉のための技術戦略プラン2017 の更新を踏まえて、政府により「東京電力ホールディン グス(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ|が改訂されました。

その中で、「燃料デブリ取り出し方針」として、「気中・横|工法に軸足を置き、格納容器底部のデブ リ取り出しを先行的に行うことが示されました。

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構(IRID)は、平成25年8月の設立以来、廃炉技術の基盤強化を視 野に、当面の緊急課題である福島第一原子力発電所の廃炉作業に必要な技術の研究開発に取り組んでま いりました。

その結果、原子炉格納容器の内部調査技術や燃料デブリの位置を宇宙線で検知する技術の開発等に より、原子炉および原子炉格納容器内の状況が明らかになってくるとともに、克服すべき技術的な課題 も明らかになってきています。

この冊子は、IRIDが平成29年度に取り組んできた研究開発プロジェクト(補助事業15件と自社研究2 (件)の成果を取りまとめ、ご紹介させていただくものです。本冊子がIRIDの研究開発成果をご理解いた だく一助となれば幸いです。

東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故から7年余が経過し、発電所の状況は、事故直後に 比べ大きく改善されてきましたが、廃炉作業はこれからが正念場を迎えます。私どもIRIDは着実かつス ピード感をもって廃炉に向けた研究開発に邁進し責任を果たしてまいります。

引き続きご支援並びにご指導、ご鞭撻を賜りますよう、お願い申し上げます。

平成30年3月



技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 いしばし ひでお 理事長 石橋 英雄

E	次	

燃料デブリ取り出し準備に係る研究開発	
原子炉格納容器内部調查技術の開発	
原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発	
原子炉圧力容器内部調査技術の開発	
総合的な炉内状況把握の高度化	8
燃料デブリの性状把握・分析技術の開発	
原子炉格納容器漏えい箇所の補修技術の開発	
原子炉格納容器漏えい箇所の補修技術の実規模試験	
燃料デブリ・炉内構造物の取り出し工法・システムの高度化	
燃料デブリ・炉内構造物の取り出し基盤技術の高度化	
燃料デブリ・炉内構造物の取り出しに向けたサンプリング技術の開発	
燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発	
燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業(小型中性子検出器の開発)	
燃料デブリ臨界管理技術の開発	
圧力容器/格納容器の耐震性・影響評価手法の開発	
放射性廃棄物の処理・処分に係る研究開発	
固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発	
主要な研究成里 — 白社研究	
二 2 3 6 1 7 6 2 4 1 1 2 5 1	
	J
その他 - 情報一覧	
平成29年度 主な研究成果の発表・公表一覧	
平成29年度 共同研究・委託研究一覧	
主な研究設備・装置一覧・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	



主要な研究成果

補助事業

主要な研究成果

自社研究

その他

情報

覧

# 原子炉格納容器内部調査技術の開発

# ▶ 背 景

福島第一・1~3号機では、炉心が溶融し、核燃料が炉 内構造物の一部とともに燃料デブリとして原子炉圧力容器 (RPV)内および原子炉格納容器(PCV)内に存在していると 考えられます。燃料デブリは、RPV底部からRPVを支持す るペデスタル内に落下した後、ペデスタル底部の開口から ペデスタル外まで広がり、PCV底部に分布していると考え られていますが、燃料デブリの状況はまだ把握できていま せん。

# ▶目 的

PCV内部の状況については、1号機においてX-100Bペ ネトレーションから、2号機および3号機においてX-53 ペネトレーションから、それぞれPCV内部へアクセスし、 PCV内の目視映像、線量、温度の情報が取得されています。 その環境は、高線量、高湿度と過酷であり、さらに暗闇の 中で蒸気や滞留水が存在するため、視界が制限されること が確認されています。また、事故による落下物や干渉物が 存在する可能性もあります。

このため、これらの課題を解決して、PCV内部の調査を 可能にする技術を開発する必要があります。

# ▶ 主な取り組みと成果

#### 1 特定部位へのアクセス・調査装置およびシステムの開発

#### ① 2号機を対象としたペデスタル内調査(A2/A2 調査)

2号機X-6ペネトレーションからPCV内へアクセスし、ペデスタル内のプラットフォーム上の状況を調査するA2調査装置 とプラットフォーム下の状況を調査するA2<sup>´</sup>調査装置を開発し、装置の実証試験としてペデスタル内の状況調査を実施しま した。調査の結果、プラットフォーム上に一部のグレーチング脱落部、ペデスタル底部の全体に小石状・粘土状に見える堆 積物を確認しました。また、燃料集合体の一部がペデスタル底部に落下しており、その周辺に燃料デブリと思われる堆積物 を確認し、実証試験を完了しました(図1)。

#### ② 3号機を対象としたペデスタル内調査(3号機調査)

3号機X-53ペネトレーションからPCV内へアクセスし、ペデスタル内の状況を調査する水中遊泳型装置を開発し、装置の実 証試験としてペデスタル内の状況調査を実施しました。調査の結果、複数の構造物の損傷や、溶融物が凝固したと思われるも のがペデスタル内の構造物等に付着している状況を確認しました。また、ペデスタル内の複数箇所で塊状の堆積物を確認し、 実証試験を完了しました(図2)。

#### ③ 地下階調査のための計画策定、要素試験

平成28年度に引き続き、計測技術に係る要素試験を行いました。この試験で、CdTe半導体検出器の高線量率環境場での 単体性能を確認しました。また、1 号機のPCV内部の最新状況を踏まえ、ペデスタル壁面残厚測定技術を衝撃弾性波法から 低周波超音波法に変更し、骨材エコーと底面エコーの識別に係る知見を収集しました。

# ▶ 今後の展開

PCV内部の更なる情報の取得に向けて、本事業で得たデータをもとに「原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発」で詳細設 計・試作・丁場内検証を行い、1号機と2号機の現地実証の準備を進めます。







補助事業

主要な研究成果

# 原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発

# ▶ 背 景

福島第一・1~3号機では、炉心が溶融し、核燃料が炉 内構造物の一部とともに燃料デブリとして原子炉圧力容器 (RPV)内および原子炉格納容器(PCV)内に存在していると 考えられます。これまでにPCV内部調査として、1号機の ペデスタル外調査(B1/B2調査)、2号機のペデスタル内調 ペデスタル内調査が実施され、貴重な情報が得られました が、既設貫通口等の制約があるため、デブリ取り出しに向 けて十分なニーズに応えられていない面がありました。

# ▶ 目 的

従来の[PCV内部調査]に続く[PCV内部詳細調査]では、 燃料デブリ取り出しに向け必要なデータを得るために、調 査装置の規模の大型化とそれらに搭載する計測技術の高度 化を図り、より大きなPCV内アクセスルートから調査を行 う必要があります。

このため、燃料デブリ取り出しに向けて差し迫っている 「燃料デブリ取り出し工法の確定」や「燃料デブリ取り出し 装置の詳細設計」に向けた情報取得を優先に、これらの調査 を可能にするためのPCV内部へのアクセスルート構築と PCV内部の詳細調査に係る技術を開発する必要があります。

# ▶ 主な取り組みと成果

## アクセス・調査装置の開発

#### ① X-6ペネトレーションからのPCV内アクセスルート構築

平成28年度「原子炉格納容器内部調査技術の開発」で検討した隔離部屋の中で遠隔操作によりX-6ペネトレーションに接続 するX-6ペネトレーション接続構造(図1)の基本設計を行い、詳細設計・試作を開始しました。

#### X-2ペネトレーションからのPCV内アクセスルート構築

X-6ペネトレーション周辺が高線量エリアの1号機を対象に、X-2ペネトレーション(エアロック)からのPCV内へのアクセス ルート構築に係る装置類(エアロック内扉やグレーチングなどを穿孔するアブレシブウォータージェット装置など)の詳細設計 と試作を行い、工場内検証(機能試験)を開始しました(図2)。

#### ③ アクセス・調査装置

2号機についてはX-6ペネトレーションからPCV内へアクセスし、デブリ形状やガンマ線分布など燃料デブリの範囲を特 定するために、空中を移動できるアーム型アクセス装置を選定し、詳細設計・試作を開始しました(図3)。

#### 2 要素技術の適用性検証

調査計画の更新に伴いアクセス装置に搭載する計測技術の見直しを行い、寸法・形状測定技術と放射線計測技術の適合性 検証に向けて試作を開始しました。

## ▶ 今後の展開

引き続きPCV内へのアクセスルート構築とPCV内部の詳細調査に係る装置類の詳細設計、試作および工場内検証を実施し、 1号機と2号機での現地実証の準備を進めます。



#### 図1 X-6ペネトレーション接続構造



## 図2 X-2ペネトレーション(エアロック)内扉等の穿孔装置



図3 アーム型アクセス装置



主要な研究成果

# 原子炉圧力容器内部調査技術の開発

# ▶ 背 景

原子炉圧力容器(RPV)内部の燃料デブリ・炉内構造物を 取り出すためには、それらの位置・形状や状況等の情報を 事前に把握しておく必要があります。しかし、RPV内は、 構造が複雑で放射線量も極めて高いため、情報を直接取得 することが困難な状況です。

# ▶ 目 的

燃料デブリ取り出しをはじめとする今後の廃止措置を、 安全かつ円滑に進めるため、現状不明確な個所の情報収集 が求められており、このため必要な情報を整理し調査対象 を明確にし、RPV上部あるいは側面から炉心に穴を開ける 工法で、要求される調査を可能とする技術を開発します。

# ▶ 主な取り組みと成果

### 1 炉心にアクセスする装置の開発

#### ① 上部からアクセスする装置の開発

#### ① - 1 RPVヘッドまでのアクセス用穴開け装置の開発

RPV上部のオペレーションフロアから、RPV内の炉心までの調査に必要な装置を投入するアクセスルートを設けるため、ウェ ルカバー、原子炉格納容器(PCV)ヘッド、RPVのヘッドに穴を開けることを想定し、作業計画、装置仕様の検討、装置の試作によっ て工法の実現性を確認しました。また、RPVヘッドを加工する装置について、RPV内の炉内構造物との干渉回避のために、アクセ スルート上に存在するRPVヘッド予備ノズルの撤去工法について要素試験を行い、遠隔での加工性・作業性を確認しました。

#### ① - 2 バウンダリ機能維持装置・作業用アクセス装置の開発

負圧環境を維持してPCVによるバウンダリ機能(汚染拡大防止システム)を損なわずにRPV内へアクセスするために、オペ レーションフロアへ作業用アクセス装置(作業セル)の設置およびPCVヘッドにガイドパイプで接続することを想定し、作業 計画、装置仕様の検討、シール性を確認する要素試験によって工法の実現性を確認しました。

また、作業セルについて、加工装置、調査装置を格納するツールボックスとの取合い方法、各装置の搬出入および搬送方法、 ユーティリティ供給について設備仕様をまとめました。

#### ①-3 上部格子板までの穴開け装置の開発

オペレーションフロアから、RPVヘッドの穴開け位置の直下の上部格子板までの炉内構造物(蒸気乾燥器、気水分離器、シュ ラウドヘッド)に穴を開けることを想定し、作業計画、装置仕様の検討、装置の試作によって工法の実現性を確認しました。 RPV内の遠隔、狭隘部での加工を想定し、アブレシブウォータージェット(AWJ)切断装置および作業セルに格納するアク セス装置を組み合わせた構成で、模擬試験体について要素試験を行い、遠隔切断が可能なことを確認しました。

#### ② 側面からアクセスする方式の開発

原子炉建屋側面から炉心にアクセスする場合のアクセスルートを設定し、掘削やシール作業に適したツールの選定や主な作業ス テップ等、工法の概念を確立しました。また、装置のメンテナンスを行う施設設計も含め、装置全体の仕様をまとめました。

### 2 炉心部までの調査方式の開発、選定

調査ステップ別に、小径開口後のアクセスルート事前確認用と大径開口後の本格調査用の2種類の調査装置仕様を検討し、 視認性、耐放射線性を要素試験にて確認しました。また、装置の試作を行い、各開口を模擬したモックアップ体にてアクセス性 確認試験を行い、遠隔での施工性を確認しました。シュラウドヘッド内の上部格子までの空間にて調査装置を炉心中心まで 横展開してアクセスし炉心最深部を調査する装置について展開機構の試作、要素試験を行い、機構の成立性を確認しました。

### 3 調査装置全体システムの設計と工法計画

調査時の被ばく評価を実施し、側面穴開け調査においては、PCV内は現状の微正圧環境にて、また、上部穴開け調査工法 においては、放射性物質が付着していると想定される炉内構造物の加工量が多いため、ダスト飛散による汚染拡大の観点か ら負圧環境を構築後に実施する計画としました。

### ▶ 今後の展開

現地調査に適用する実機向け装置の設計に向けて、現地の作業場所の状況や環境情報を収集することで、現場施工性につ いて必要に応じて要素試験を実施し、試験結果を装置設計の検討へ反映します。その他、装置設計に必要な関連工事との調整、 現地調査に必要となる設備やユーティリティ供給システム、付帯システムの適用性を検討します。



#### 上部穴開け調査工法概要



側面穴開け調査:外観

主要な研究成果

補助事業

IRID

# 総合的な炉内状況把握の高度化

# ▶ 背 景

燃料デブリの取り出し方法の立案や安全対策の策定に は、炉内・格納容器内の状態の把握が欠かせません。しか し、福島第一・1~3号機の炉内は放射線量が極めて高い ため、直接調査や観察をすることが困難な状況です。

# ▶ 目 的

本事業では、福島第一原子力発電所の廃止措置に向けた 取り組みを着実に行うため、事故進展解析および他の研究 開発の成果、事故時の圧力・温度等の測定データの分析、 現場から得られた情報等を活用し、これらの情報を総合的 に分析・評価することで、炉内・格納容器内の状態の推定 を進めました。なお、本事業は一般財団法人エネルギー総 合工学研究所との共同提案により実施しました。

# ▶ 主な取り組みと成果

#### ■ 炉内状況の総合的な分析・評価

#### ① 実機データおよび他プロジェクトの成果を踏まえた総合的な分析・評価

各号機の炉内・格納容器内の状態を推定するにあたり、原子炉圧力容器(RPV)、原子炉格納容器(PCV)、原子炉建屋の各 所における様々な情報を網羅的に集約した情報集約図を作成しました。これらの情報を総合的に分析・評価することで、燃 料デブリ分布の推定図(図1)、FP(Fission Products:核分裂生成物)分布の推定図、線量分布の推定図を作成しました。

#### ② 総合的な分析・評価に必要なデータベースの構築

海外機関の知見活用を加速するため、データベースの英語検索機能を追加し、事故後3週間を中心に計測データ等のグラフ 表示機能を改良しました。加えて、本事業で構築したデータベースへの検索タグ付き資料・情報の追加を継続し、10に記載 した総合的な分析・評価の効率的な実施に貢献しました。

#### 2 総合的な分析・評価に資する燃料デブリの挙動や FP の挙動および特性の推定・評価

#### ① 解析手法を活用した不確かさの低減

事故進展解析コードを用いて、炉内で生じたと推定される事象について境界条件や解析モデルを考慮した感度解析等を行い、 10に記載した総合的な分析・評価に資する知見を得ました。例として、昨年度に続き、模擬燃料集合体プラズマ加熱試験(図 2)を実施し、BWR燃料集合体体系における炉心溶融・移動といった現象の不確かさ低減に繋がる知見を拡充しました。

#### ② FPの化学特性の評価

FPの化学特性の評価にあたっては、廃炉時の線量の寄与が大きいCsに着目し、標準的な化学種であるCsI、CsOHに加えて 考慮すべき化学種の特定、環境で確認された不溶性Cs粒子の生成量、原子炉圧力容器上部構造物との反応に伴うCsの偏在の可 能性など、Csの分布および化学的特性について検討を進めました。また、現場で取得された試料を分析し、炉内状況把握の観 点からウランやFPの組成、空間分布など検討を実施しました(図3)。

#### ③ 国際共同研究を通じた国内外の知見の活用

国際共同研究(OECD/NEA BSAF Phase2)プロジェクトを運営する中で、12で構築したデータベースを活用して海外 機関と事故進展シナリオやプラント関連情報を共有し、参画機関による事故後3週間の事故進展・デブリ分布・FP分布の評 価結果を実測値・現場調査結果と比較しました。その結果、Phase1と比べて、事故進展、プラント状況に関する共通理解 が深まり各機関の解析結果のばらつきも大きく低減し、FP放出量の評価結果も環境に放出された量と概ね整合する結果とな ることが確認できました。事故進展の理解の深化を通じて、燃料デブリ分布の推定精度の向上に貢献しました。海外機関と の議論を通じて得た知見を、10に記載した総合的な分析・評価に活用しました。

# ▶ 今後の展開

本事業は、平成29年度末(平成30年3月末)にて終了いたしました。

今後は、東京電力ホールディングス株式会社にて、現場調査の結果を炉内・格納容器内の状態の推定に反映するなど、総 合的な分析・評価を継続していくこととなります。





図2 模擬燃料集合体プラズマ加熱試験



分析試料外観

電子顕微鏡画像

主要な研究成果 補助事業

# 燃料デブリの性状把握・分析技術の開発

# ▶ 背 景

福島第一原子力発電所において炉内調査が行われ、燃料 デブリの取り出し工法、取り出し後の収納・保管などの検 討が進められています。この廃炉作業を安全かつ着実に実 施するためには、炉内で生じている燃料デブリの性状を把 握する必要があります。また、そのための燃料デブリサン プルの分析技術を開発する必要があります。

# ▶ 目 的

取り出し装置の検討に有用な硬さや、収納・保管などの 検討に必要な燃料デブリ乾燥時の挙動などの燃料デブリの 性状を調査・推定し、実際の廃炉作業を検討するプロジェ クトに提供することを目的としています。また、燃料や構 造材、コンクリートなどが複雑に混じった燃料デブリの性 状を迅速かつ正確に把握し、「燃料デブリ特性リスト」を更 新するための分析技術を準備します。

## ▶ 主な取り組みと成果

### 1 燃料デブリの性状の推定

燃料デブリの表面線量率の評価方法を検討し、燃料デブリの一つのケースの表面線量率の試評価を行いました。さらに、 平成29年度に得られた大型MCCI(溶融炉心・コンクリート反応)試験生成物の分析結果をもとに、燃料デブリの性状を推定 した「燃料デブリ特性リスト」を更新しました。

# 2 模擬デブリを活用した特性評価

## ① 性状不均一MCCI生成物の特性に係る評価

フランス原子力・代替エネルギー庁(CEA)が有する試験設備を使用して平成28年度に作製した大型MCCI試験生成物の分 析を行い、MCCI試験生成物の層ごとの元素マップ(図1)、結晶構造および硬さなどの情報を取得しました。福島第一原子 力発電所の条件を考慮した場合においても、これまでの基礎試験などにおける想定から大きく変わらないことを確認しまし た。また、MCCI試験時の測定データを解析し、コンクリート浸食形状の時間変化に関する知見を得ました。

#### ② 乾燥熱処理における核分裂生成物の放出挙動評価

燃料デブリを保管する際の前処理として検討している乾燥処理について、設備のオフガス設計に反映するために、核分裂 生成物 (FP) の放出挙動の検討を行いました。平成29年度は加熱によるFPの放出挙動について文献などを調査し、環境放出 評価に対して影響の高い中揮発性FPの候補を選定しました(図2)。また、挙動が明らかなRuを含有した試料を用いて、熱 重量・示差熱分析装置による放出開始温度/放出速度の測定が可能であることを確認しました。

### 3 燃料デブリなどの分析要素技術の開発

燃料デブリの分析に対し、開発すべき分析要素技術を選定し技術開発を進めています。燃料デブリの溶解および多元素分 析手法の開発においては、Cr2O3. Fe3O4など燃料デブリの構造材由来の成分についてもアルカリ融解法にて溶解できるこ とを確認しました。また、MOX模擬デブリを用いた誘導結合プラズマ発光分光分析装置(ICP-AES)による多元素同時分析手 法において再現性の高い分析結果が得られました。

X線CTによる燃料デブリ分析技術開発においては、模擬デブリ試料を用いてX線CTによる気孔率の測定を行い、光学顕微 :鏡観察での気孔率と同等の測定ができました。使用済み燃料と被覆材を混合溶解した試料(混在試料)を用いて、X線CTとγ 線トモグラフィを組み合わせた手法により試料の構成成分を識別することができました。

誘導結合プラズマ質量分析装置(ICP-MS)による多核種合理化分析方法の技術開発においては、測定対象核種に対する妨 害イオンの特定および除去の目標値を設定し、Zrの測定に対する妨害核種 (Nb. Mo)の影響低減手法を検討しました。除去 方法について検討を継続しています。

これらの成果も含め、燃料デブリサンプルの分析準備として、茨城地区の既存分析施設で行うことを想定して分析項目を 検討し、分析要領の作成に着手しました。

## ▶ 今後の展開

燃料デブリの性状の推定では、燃料デブリ表面の線量率評価を継続して行い、「燃料デブリ特性リスト」に反映します。また、 乾燥熱処理時のFP放出挙動評価は、選定した中揮発性FPについて放出挙動の評価を行います。さらにICP-MSによる多核種 合理化分析方法の開発では妨害イオンの影響を低減する方法の確立を目指します。分析要領の作成は全体的な分析フローの 検討と併せて継続的に実施していきます。また、燃料デブリサンプルの輸送に係る検討を行います。



底部境界断面の元素マップ

#### 図1 大型MCCI試験生成物の元素分布

平成28年度に作製した大型MCCI試験生成物について、不均一な状態で多孔質な領域や金属層などが観察されま した。各層における分析の結果、上部クラストや下部酸化物層などのように主に酸化物からなる試料では、Si含有 率の高い(Ca, Alを含有)マトリックス中に、U-Zr酸化物などが析出していることがわかりました。また、底部境 界における金属ブロックは、主にFeを主成分とする合金からなることがわかりました。



#### 図2 酸化物の蒸気圧計算結果

環境への影響が大きい核種に対し、生成が推定される酸化物の蒸気圧を計算しました。燃料デブリ乾燥熱処理に おいては、燃料であるウラン酸化物が揮発する条件は選定されないと考えられるため、UO3の蒸気圧よりも高い 蒸気圧を持つ化合物に着目しています。一方Csなどの高揮発性FPは全量放出するものとしてオフガス処理に対す る検討が必要になると考えます。そこでCsよりも蒸気圧が低く、UO3よりも高い蒸気圧を持つ化合物を中揮発性 FPの候補としてTe, Sn, Cdを選定しました。



IRID

上部クラスト断面の元素マップ



下部酸化物層断面の元素マップ

# 原子炉格納容器漏えい箇所の補修技術の開発

# ▶ 背 景

福島第一原子力発電所では、溶け落ちた燃料が原子炉圧 力容器内にとどまらず、格納容器まで至ったと推定されて います。この燃料デブリを取り出すために格納容器に水を 溜める、あるいは水をかけ流す計画ですが、そのためには 格納容器からの漏水を可能な限り防ぐ必要があります。

# ▶ 目 的

本事業では、燃料デブリを冠水あるいは水をかけ流して いる状態で取り出す方法の実現に向けて、原子炉格納容器 (PCV)からの水の漏えい箇所の補修技術を確立することを 目的としています。

# ▶ 主な取り組みと成果

### 1 原子炉格納容器 (PCV) 水張りまでのプロセス検討および計画

気中でのデブリ取り出しへ向けて、PCV補修の目的、安全要求、作業被ばく量、耐震性等を指標として、実現性の高い PCV水位を複数案提示し、個別の補修技術の止水性能の目標を設定しました。

#### 2 PCV下部補修技術の開発

#### ① サプレッションチェンバー(S/C)およびベント管の補強・止水技術

#### 1 S/C脚部の補強技術

平成29年度に実施された実規模試験体への補強材打設後の強度と、流動解析・シミュレーションによる評価結果から、補 強の有効性を確認しました。

#### ① - 2 ベント管内埋設による止水技術(図1)

止水性能確保のため、耐放射線性ゴムおよび自己充填コンクリート\*による止水材開発と重泥水による補修材の開発を行 いました。止水材として選定した自己充填コンクリートによる1/1スケール試験にて施工性と止水性能の確認を行いました。

#### ①-3 S/C内埋設による止水技術(図1)

S/Cからの水抜き、水位制御やコンクリート充填用ホース挿入に必要なS/Cガイドパイプ施工の機能検証試験を実施し、 施工成立の可能性を確認しました。

#### ② 真空破壊ライン埋設による止水技術(図2)

止水プラグおよび止水プラグ挿入装置のフレキシブルガイドパイプからのインストール性を改良し、1/1スケール試験体を 用いた施工試験を実施し、施工性と止水性能の確認を行いました。耐水圧試験では、0.45MPa(完全冠水条件)において漏えい のないことを確認しました。

#### ③ 接続配管のバウンダリ構築技術

各種接続配管の内外への止水材や補修方法の開発と、遠隔施工およびアクセス装置の要素開発を実施し、工法の成立性を 確認しました。

#### 3 PCV上部他補修技術の開発

#### シール部の止水技術(機器ハッチ)

機器ハッチ止水装置の研剤、溶接などの各ヘッドとアクセス装置の改善検討を行い、シール工法の施工性向上の見通しを 得ました。

#### 4 補修工法の実機適用に向けた環境改善の概念検討(図3)

PCV下部補修止水作業の被ばく線量評価を実施し、打設箇所や止水作業削減による被ばく線量低減工法の検討と課題の抽 出を実施しました。また、環境改善による被ばく低減の効果も確認しました。

### ▶ 今後の展開

各号機のデブリ取り出し方針の確定へ向け、PCV内部調査やデブリ取り出し工法検討の中で、前提条件や状況などが変化 した場合には、補修・止水技術の再評価を行います。







ゴム材耐圧試験







主要な研究成果

補助事業

# 燃料デブリ取り出し準備に係る研究開発

# 原子炉格納容器漏えい箇所の補修技術の実規模試験

# ▶ 背 景

福島第一原子力発電所は、高線量、狭隘等の過酷な環境 であり、人が近づいて廃炉作業を行うことが極めて難しい 場所が多数存在しています。このため、燃料デブリ取り出 しに向けては、原子炉格納容器(PCV)の漏えい箇所を対象 とした補修や止水を行う工法、遠隔装置などを開発する必 要があります。

## ▶ 目 的

開発した補修・止水技術(工法や遠隔装置など)を現場適 用するために、開発技術の検証および操作訓練等を目的と した実規模大の試験を実施しています。なお、本事業は国 立研究開発法人日本原子力研究開発機構の楢葉遠隔技術開 発センター内で実施しています。

# ▶ 主な取り組みと成果

#### PCV 下部補修技術の実規模試験等

試験体(図1)を用いて、下記項目の実規模試験を実施しました。

#### ① サプレッションチェンバー(S/C) 脚部補強

流動性の高い補強材をS/C下部に打設・充填する試験を実施し、実機を想定した手順で施工できることを確認しました。 また、打設高さなどの施工監視の成立性も確認しました(写真1)。

#### ペント管止水

遠隔操作による干渉物撤去やベント管への穴あけを行う施工性確認試験を行い、実機を想定した環境で施工対象へアクセ スできることを確認しました(写真2)。

#### ③ S/C内充填止水(ダウンカマ止水)

施工性確認試験を実施し、高線量下での作業、遠隔操作による作業およびPCV補修開発で準備した設備の適用性に問題が 無いことを確認しました。また、試験を通じて得られた知見を基に、作業性の改善を検討しました。

S/C内に流動性の高い止水材を充填し止水する打設試験を実施し、実機を想定した施工手順で施工できることを確認しま した。また、打設高さなどの施工監視の成立性についても確認しました(写真3)。

#### 2 予備シミュレーション試験用の VR データの整備

ベント管止水で使用する遠隔装置をバーチャルリアリティ (VR)システム上で再現し、操作訓練ができる環境構築を行って いる中で

・モーションキャプチャ等を用いて遠隔装置の動作計測

・その動作データを反映したVRシステムと遠隔装置との動作比較検証

を行い、操作訓練でのVRシステムの有効性評価を実施しました(写真4)。

## ▶ 今後の展開

S/C脚部補強、ベント管止水およびS/C内充填止水は、実規模試験の結果を踏まえて、実機適用に向けた課題を抽出・整理 し実機適用に備えます。予備シミュレーション試験用のVRデータの整備を完了させ、遠隔装置操作者の訓練環境を整えます。





写真2 ベント管止水施工性確認試験の

写真4 VRシステムの操作卓と

3次元スクリーン

実施状況



写真1 S/C脚部補強打設試験の実施状況



止水材供給状況



主要な研究成果

補助事業

# 燃料デブリ・炉内構造物の取り出し工法・システムの高度化

# ▶ 背 景

福島第一原子力発電所の原子炉圧力容器(RPV)および格 納容器 (PCV) 内部の燃料デブリは、現在、安定冷却を確保 した状況です。一方で事故によって原子炉建屋、RPVや PCV等は損傷しており、プラント自体は不安定な状態です。 この不安定な状態から燃料デブリを取り出し、放射性物質 を拡散させず安定な状態にすることを目標としています。

# ▶ 目 的

燃料デブリや炉内構造物の取り出し工法・システムの高 度化に向けた技術のうち安全確保上の課題である、閉じ込 め機能の確保、燃料デブリ由来のダストの捕集・除去、α 核種(α線を放出する放射性核種の総称)のモニタリング等 について、解決のための技術開発を行い、安全確保に向け た工法・システムの最適化を実施します。

# ▶ 主な取り組みと成果

# 1 閉じ込め機能に関する技術開発

- 差圧管理による閉じ込め機能確保のための要素技術開発として、解析と要素試験を組み合わせた実施方針を作成しました。 引き続き解析、要素試験による確認を実施します。
- 損傷したPCVバウンダリの開口面積推定方法について検討を行い、実機における確認試験実施に向けた提案を実施しました。

## 2 燃料デブリ由来のダストの捕集・除去に関する技術開発

- ・気体系システムおよび液体系システムにおけるダストの捕集・除去技術について、既存技術の調査、ベンチマークを実施 し、優位技術の選定および要素試験による確認が必要な項目の抽出を行いました。今後、要素試験により知見の充実を図 ります。
- α核種が水に溶解する可能性も想定し、液体系システムにおける溶解性核種の捕集・除去技術について、既存技術の調査、 ベンチマークを実施し、優位技術の選定および要素試験による確認が必要な項目の抽出を行いました。今後、要素試験に より知見の充実を図ります。

## Β 燃料デブリ取り出しに伴うα核種モニタリングシステムの検討

- ・ α核種のモニタリング技術について、燃料デブリ取り出しにおける必要性、目的について整理するとともに、気体系モニ
   タリングにおける必要測定レンジの整理を行いました。
- ・気体系におけるα核種モニタリングの既存技術について調査を実施し、実機適用にあたっての課題の整理を行いました。

### 4 工法・システムの安全確保に関する最適化検討

- ・気中-横アクセス工法を主案として各号機への適用性を考慮した工法について設計条件を整理し、セルの設置工法などに ついて具体化しました(図2)。
- ・燃料デブリ取り出し時に必要となる安全要求、機能要求の再整理、ブラッシュアップを実施し、必要となるシステムの再 確認を行いました。
- 昨年度までに実施した公衆被ばく評価結果についての再確認を行うとともに、燃料デブリ取り出し時に重要となる作業者 被ばくについての検討に着手しました。

# 今後の展開

現在要素技術開発を進めている、閉じ込め機能の確保、燃料デブリ由来のダストの捕集・除去、α核種のモニタリングに ついての検討結果を、燃料デブリ取り出しの工法・システムの最適化検討に反映していきます。また、安全要求・機能要求 についての再確認を継続して実施するとともに、成立性の確認をします。気中-横アクセス工法を主案として各号機への適 用性を考慮した工法について検討を深め、成立性の確認をします。



図1 システム構築のために要素技術開発を実施する範囲





図2 燃料デブリ取り出しセルの設置イメージ



主要な研究成果 補助事業

IRID

# 燃料デブリ取り出し準備に係る研究開発

# 燃料デブリ・炉内構造物の取り出し基盤技術の高度化

# ▶ 背 景

燃料デブリ取り出し方針の決定を受けて、気中-横アク セス工法に軸足を置いた検討を行っています。本事業は、 工法の実現性を評価するために、要素試験や概念検討を実 施することで、必要なデータ・情報を取得することを目標 としています。

# ▶ 目 的

燃料デブリ・炉内構造物の取り出し工法・システムの高 度化に係る補助事業で机上検討されている工法について、 机上だけではなく、要素試験に基づくデータを取得して、 より実現性が高い検討につなげていくことを目的とします。 また、検討課題を抽出し、開発計画を策定します。

# ▶ 主な取り組みと成果

# ■ 燃料デブリの拡散防止に係る技術開発

#### ① 燃料デブリの回収システムの開発

- 粉状の燃料デブリ回収に関して、既存技術の整理を行い、適用可能な技術について概念検討を行いました。
- 原子炉格納容器 (PCV) 底部の燃料デブリ (切削により発生した燃料デブリを含む) の回収プロセスを想定し、粉状の燃料デ ブリ回収に関する概念図を作成しました。

#### ② 燃料デブリの切削・集塵システムの開発

- 切削・集塵の対象となる燃料デブリについて、どこにどのような性状で存在するか整理し、効果的な加工方法および回収 方法について検討しました。
- PCV底部に多く存在すると思われる燃料デブリのうちMCCI生成物について、効率的に加工することが可能と考える2つ の加工方法(チゼル加工、超音波コアボーリング)について、要素試験による確認が必要な項目の抽出を行いました。
- 模擬燃料デブリ加工試験に使用する試験体試作にあたり、MCCI生成物の成分や試験に必要な大きさおよび試作方法など について検討しました。

#### ③ 燃料デブリの拡散防止工法の開発

・燃料デブリ取り出し作業に伴い、PCV底部の燃料デブリが、ベント管、サプレッションチェンバー(S/C)等に拡散するこ とを防止するための技術について、PCV内部調査結果に基づき堰設置案を検討しました。

#### 2 取り出し装置設置のための要素技術開発

#### ① 作業セルに関する要素技術開発

- セルの閉じ込めおよびPCVと接続する技術について比較し整理しました。
- セルとPCV接続時のシール手段であるインフレートシールに関し、要素試験による確認が必要な項目の抽出を行い、試験 準備に着手しました。

#### ② 燃料デブリ取り出し時の干渉物撤去技術の開発

- 主に気中-横アクセス工法により、PCV底部の燃料デブリに到達するまでに撤去が必要となる干渉物について、加工手段を 整理しました。
- 干渉物の整理結果に基づき干渉物撤去に関する要素試験計画を具体化し、作業ステップおよび要素試験に必要となる設備に ついて検討しました。
- ロボットアームとアクセスレールを組み合わせた動作性確認について要素試験計画を具体化しました。

#### 3 燃料デブリ取り出し装置の遠隔保守技術の開発

 ・気中-横アクセス工法のセル内設備を例に遠隔保守の基本的な考え方を検討し、エリア区分や保守設備などについて整理 しました。

# ▶ 今後の展開

要素試験計画に基づいて試験準備や試験装置試作を行い、要素試験を実施する予定です。

燃料デブリ加工や燃料デブリを取り出すために撤去が必要となる干渉物の回収などに関する要素試験結果を燃料デブリ取 り出し工法検討に適用し、実現性を高めていく予定です。

粉状の燃料デブリを回収する技術など概念検討を実施しているものについては、検討内容を具体化するとともに、開発計 画を策定します。



#### 図1 チゼル加工予備試験状況



図3 ペデスタル内干渉物撤去要素試験



# 燃料デブリ取り出し準備に係る研究開発

# 燃料デブリ・炉内構造物の取り出しに向けたサンプリング技術の開発

# ▶ 背 景

燃料デブリ取り出しの安全管理や設備設計を適切なもの にするためには、格納容器下部や原子炉内の燃料デブリを 採取して、その成分や機械的特性を把握することが大切で す。本事業では、カメラ等では把握できない情報を取得す るためにデブリを採取して分析施設へ持ち出す方法を検討 しています。

# ▶ 目 的

本事業では、原子炉格納容器(PCV)内部調査の結果など を活用しつつ、サンプリング調査を実現するためのシナリ オを策定し、サンプリング装置の設計・試作、安全設備検討、 採取したサンプルを分析施設へ搬出するための設備検討を 進め、安全で速やかにデブリの情報を取得することを目指 しています。

## ▶ 主な取り組みと成果

### 1 燃料デブリの採取、サンプリングシナリオの検討および策定

以下の手順で燃料デブリ採取の全体シナリオを策定し、開発計画を検討・更新しました。

①ニーズや先行するPCV内部調査結果を踏まえ、採取場所・数量や様々な採取形態を検討しました。 ②サンプリング工具などの必要技術の開発計画を策定しました。 ③採取形態に応じたサンプリング時の安全システムを評価しました。

# 2 原子炉格納容器 (PCV) 内燃料デブリサンプリングシステムおよび装置の設計・試作

以下の項目について、他の技術開発の成果を活用しながら、燃料デブリサンプリング特有の必要技術について設計・試作 を進めました。

## ① 燃料デブリサンプリングシステムの基本設計

小石・砂状のデブリから切削した円柱状デブリまで採取形態に応じた被ばく・臨界安全のためのシステム要件をまとめま した。また、比較的大きな円柱状デブリ採取の臨界安全を確保するための中性子を検知する監視センサや、採取したサンプ ルを高放射線量の現場(原子炉建屋内のエンクロージャ)から分析施設への搬送に向けて安全に運び出すため専用構内輸送容 器および容器を遠隔で取り扱う技術について検討しました。

#### ② 燃料デブリ付近へのアクセス装置の設計・試作

デブリの採取形態に応じたアクセス装置を設計するために、PCV内部詳細調査用アーム型アクセス装置の流用可能性や、 サンプリング工具やセンサの取り付けに対応するためリンク機構の削減やモータ駆動力の増強等を施した改良型アクセス装 置について検討しました。

#### ③ 燃料デブリサンプル回収装置の設計・試作

小石・砂状のデブリ採取について、粘着やつかみ取り、すくい取りなどの要素について採取状況の確認試験を通して技術 評価を行い、回収装置の概念設計を実施しました。また、切削による粉状デブリを効率良く回収するための工具の概念設計 を実施して要素試験を行いました。

### ■ 原子炉圧力容器(RPV)内燃料デブリサンプリングシステムの概念検討

RPV内部調査の開発動向を踏まえ、原子炉建屋の上面および側面の2方向からのアクセスによって、原子炉内から燃料デ ブリを採取するシステム概念を検討し、技術課題を抽出して、要素試験計画などを策定しました。

# 今後の展開

平成29年度の進捗および最新のPCV内部調査結果を受け、平成30年度は早期デブリ採取に向けた工具・アーム型アクセ ス装置を開発していきます。

「PCV内部詳細調査向けの技術開発」等と連携し、合理的かつ迅速に開発を進めていきます。







つかみ式採取工具







粘着式採取装置



#### 切削採取工具

# 燃料デブリ取り出し準備に係る研究開発

# 燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発

# ▶ 背 黒

東京電力(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等に向け た中長期ロードマップによると、福島第一原子力発電所で 回収された燃料デブリは原子炉建屋から搬出後、処理・処 分方法が決定するまでの間保管する計画とされています。 そのため、燃料デブリの収納・移送・保管システムを確立 する必要があります。

# ▶ 目 的

米国スリーマイル島原子力発電所2号機(TMI-2)での実 績や既に確立している使用済燃料の輸送・貯蔵技術をベー スに、燃料デブリを安全かつ効率的に収納・移送・保管す る燃料デブリ収納缶(以下、「収納缶」)および収納缶取扱装 置を開発します。平成29年度は主に燃料デブリ取り出し 工法に対応した収納缶と収納缶取扱装置の仕様および形状 の適正化を図りました。

#### ▶ 主な取り組みと成果

#### ■ 輸送・貯蔵に係る調査及び研究計画立案

後述2~4の検討に資すると考えられる日本原燃(株)六ヶ所廃棄物管理施設の許認可資料の調査および平成28年度までに 入手した国外施設(米国Idaho国立研究所など)における破損燃料の輸送・貯蔵に関する情報を再精査し、放射性廃棄物の輸 送・貯蔵に係る規制上からの安全要件や管理項目等に関する技術知見を得ました。

# 2 燃料デブリ収納缶の移送・保管に係る安全要件・仕様及び保管システムの検討

燃料デブリ取り出し・収納・移送・保管(乾燥処理含む)の一連のプロセスフロー案を作成し、前提条件に基づくスルー プット(要求処理物量、収納缶本数、保管面積含む)の一次評価を行い、収納缶(図1)本数低減に向けた見直し案を抽出しま した。また、平成28度検討の燃料デブリの湿式・乾式保管システムについて、関連プロジェクトの最新情報等を踏まえ、現 時点で見直しの必要がないことを確認しました。

### 日安全評価手法の開発および安全性検証

TMI-2燃料デブリの実績と異なり、福島第一原子力発電所では、海水成分の含有が想定される燃料デブリやMCCI生成物 も含めて安全に収納・移送・保管するため、臨界、構造、材料の経年劣化、水素発生に対する収納缶の安全性を検証するこ とが求められます。

平成28年度に引き続き、これらの収納缶の安全性検証を行うための未臨界評価(燃料デブリ取り出しの作業性向上に向け た収納缶内径拡大のための水分量制限の適用性や未臨界条件緩和の検討)、収納缶構造の検討(取扱いフローおよび安全要件) を考慮した収納缶蓋構造の検討)、材料の経年劣化評価(環境条件を考慮した腐食評価)および水素ガス対策の検討(使用済燃 料を用いた水素発生量測定試験(図2)、水素再結合触媒の有効性評価のための収納缶内対流評価(図3))を実施し、安全評 価手法確立に必要となる知見を拡充しました。

#### 4 燃料デブリの収納形式の検討

平成28年度に設定した収納缶の基本仕様について、前述2、3に示す安全要件および安全性検証結果を踏まえ、燃料デブ リ性状に対応した収納形式を検討し、収納缶仕様を更新しました。

## ▶ 今後の展開

燃料デブリ取り出し工法・システムプロジェクト、基盤技術高度化プロジェクト等関連プロジェクトによる燃料デブリの 取り出し・回収等の検討結果を収納缶仕様に反映するとともに、安全性・取扱い性・スループット評価の更新により取扱装 置仕様を適正化します。また、収納缶の移送・保管システムに対する要求仕様を明確化します。



#### 図1 収納缶の基本計画形状案

モックアップ試験用収納缶形状案の一例を示します。今後、燃料 デブリ取り出し工法・システムPJと連携して形状の最適化を行い ます。

燃料デブリについて、α線の有無による水素発生への影響を確認 するため、α線源として使用済燃料を用いて水素発生量測定試験 を行い、取得した試験データを水素発生量評価へ取り込みます。



### 図3 収納缶内の対流状態の評価

収納缶内に発生した水素濃度は爆発限界以下とする必要があることから、収納缶内の対流状態を確認するため、 数値流体力学(CFD)による熱流動解析を行い、得られた解析結果を水素再結合触媒の配置等の水素ガス対策の有 効性評価へ取り込みます。







#### 図2 使用済燃料を用いた水素発生量測定試験の状況

主要な研究成果 補助事業

# 燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業(小型中性子検出器の開発)

# ▶ 背 景

燃料デブリを取り出すには、その位置や量を把握する必要があります。その手法の一つとして、燃料デブリ内の元素が自発核分裂により発する中性子を計測する方法が挙げられます。しかし、既存のセンサは寸法制約上、使用できない場合があり、小型のセンサが必要になります。

# ▶目 的

燃料デブリを検知するには、検出器を燃料デブリ近傍に アクセスし、高γ線量下で微弱な中性子を計測する必要が あります。燃料デブリ近傍にアクセスするためのルートは 狭隘であり、センサは小型であることが求められます。本事 業では、このニーズに対し小型中性子検出器を開発します。

# ▶ 主な取り組みと成果

# 1 福島第一原発における燃料デブリ取り出し等に適用可能な中性子検出技術の特定およびその実現可能性調査(フェーズ1)における要素試験結果

CMOS型半導体タイプの中性子検出器について要素試験を実施し、性能を検証しました(図1)。

- ①中性子単一場において、基礎特性試験を実施し、中性子カウントから中性子束を求めることが可能なセンサであることを 確認しました(図3)。また、ガンマ線の単一場においてもガンマ線に対して得られる信号強度が線形であることを確認し ました(図2)。
- ②ガンマ線と中性子線の複合照射環境下での検出性能を確認し、複合場においても中性子起因のアルファ線によるクラスタ パターンを識別できることを確認しました(図4)。
- ③耐放射線性を評価した結果、ガンマ線の集積線量が1000Gy程度までは、中性子の誤検知が無いことを確認しました。また、 中性子を単独で照射した結果、6.5e+6n/(cm<sup>2</sup>・s)・s以上照射しても、カウントの顕著な増加が無いことがわかりました。
- ④長距離信号伝送性の確認として、50mケーブル長による中性子カウントは、16mケーブル長とほぼ同等であり、50m以上、 伝送可能であることを確認しました。
- ⑤反応層の効果を確認するために、本センサの反応層である6Liを被膜しないセンサに中性子を照射しました。その結果、反応層が無いと殆ど中性子を検知しないことが確認されました。
- ⑥方向依存性を評価するため、センサ面の法線と中性子の発生方向をパラメータとして、中性子束を計測した結果、センサ面の角度が45度までは大きな変化は無く、それ以上になると、中性子束が低下することがわかりました。

# 2 フェーズ1におけるその他の検討

フェーズ1において、要素試験後、福島第一への適用実現性について評価しました。

- ①実現しうる中性子検出装置の性能および仕様等の検討として、要素試験による性能検証結果を整理し、実機向けの中性子検出器の性能および仕様を検討しました。
- ②当該中性子検出装置の概念設計として、1号機ペデスタル外地下階調査(1階グレーチングからセンサを降下させる方式) により、中性子を測定するシステムを想定し、小型中性子検出器の概念設計を実施しました。
- ③当該中性子検出装置の開発計画の立案、実機適用に向けた量産時期までのスケジュール、コスト、納期等の検討、開発した検出器の扱い(事業者のみで計測可能か、事前トレーニングが必要か等)を検討し、実機への適用可能性があることを判断しました。

#### 3 要素技術の適用性検証

フェーズ1の検討結果を用い、小型の中性子検出器の試作を開始しました。

①センサ設計および製作として、具体的にCMOSセンサの設計、センサ配置、CMOSセンサ単体での性能確認方法検討、周辺機器、ソフトウェアの設計等を開始しました。

②センサユニットの試作および評価として、センサユニットの基本設計、周辺機器の設計、性能評価試験の計画等を開始し ました。

# ▶ 今後の展開

引き続きフェーズ2において、センサおよびセンサユニットの製作、性能評価を実施し、平成30年度第2四半期末までに、 小型中性子検出器を完成させます。特に、従来の中性子検出器と比較し、小型であるメリットを活かせる適用先の調査、必 要な仕様検討を実施し、本プロジェクト完了後は、格納容器内部詳細調査や、燃料デブリ取り出し時のモニタリング等、福 島第一原子力発電所の廃止措置にかかわるプロジェクトへの適用を具体化させていきます。



10

中性子束(n/(cm<sup>2</sup>/s))

図3 中性子単一場での検出性能

1

100

1000

プロヤッサ



0.1



図2 ガンマ線単一場での検出性能



王要な研究成果自社研究

その他情報一覧

# 燃料デブリ臨界管理技術の開発

# ▶ 背 景

現状の燃料デブリは臨界になっていないと推定されてい ますが、今後の燃料デブリ取り出し作業等に伴って予想さ れる燃料デブリ形状や水量の変化によっても臨界を着実に 防止できるとともに、万が一臨界が発生した場合でも安全 に終息できるよう臨界管理手法の開発を進めています。

# ▶ 目 的

臨界シナリオの策定や臨界時挙動評価手法等の開発によ り、臨界による影響評価手法を確立するとともに、臨界近 接検知・再臨界検知技術等の臨界監視技術、溶解性・非溶 解性の中性子吸収材を用いた臨界防止技術を開発し、その 技術的成立性を確認します。

# ▶ 主な取り組みと成果

#### 1 臨界評価手法の確立

炉内状況評価や内部調査、ミュオン測定結果により得られた燃料デブリ分布の推定情報に基づき、号機ごとに燃料デブリ 取り出し時の臨界管理の重要度を相対的に評価しました(表1)。これらは、今後、臨界防止技術や臨界監視技術の具体的な 展開の検討に活用していきます。

被ばく評価モデル付の臨界時挙動評価手法の開発を行い、臨界発生から終息までの挙動および一般公衆や作業員への被ば く影響を評価できる手法を確立しました(図1)。これらは、今後、万が一の臨界による影響を緩和するための手順や安全対 策設備の検討に活用していきます。

#### 2 臨界近接監視手法の開発

中性子計測に基づく未臨界測定手法の開発を進めてきました。現場環境下での成立性を確認するため、平成28年度は放射 線環境下でのB-10中性子検出器の動作性確認試験を実施し、適切な遮へいにより中性子線とγ線の弁別が可能であることを 確認しました。平成29年度は、京都大学臨界集合体実験装置(KUCA)で、種々の燃料デブリ状態を模擬した炉心を構成し、 取得した中性子信号から炉雑音法による評価で未臨界度を推定できることを確認しました(図2)。以上より、中性子計測に 基づく臨界近接監視技術の技術的成立性を確認できました。

#### 3 再臨界検知技術の開発

早期に再臨界を検知するため、原子炉格納容器内に存在する微量なFPガス濃度を監視するガス管理システム(図3)を改良 し、現在監視中のXe-135に加え臨界時に早く応答するKr-88を検知できるよう技術開発を進めてきました。

- 本技術は、ゲルマニウム (Ge) 検出器による γ 線測定をベースとしているため、Ge検出器を装備した福島第一・1 号機に て、γ線エネルギーの計測範囲を3MeVまで拡張してγ線データを収集した結果、高γ線エネルギー領域に妨害核種の影響 がなくKr-88のピークを確認することができました(図4)。これにより、ガス管理システムの高度化により早期の臨界検知 の可能性を確認できました。

### 4 臨界防止技術の開発

臨界発生を防止するための中性子吸収材として、水への溶解性タイプと非溶解性タイプの吸収材開発を進めてきました。 非溶解性吸収材では、基礎物性や耐放射線性能試験にて絞り込まれた候補材(図5)を対象として、KUCAでの核特性確認 試験や長期照射時溶出試験、施工性試験(図6)を実施し、吸収材候補としての見通しを得ました。

また、溶解性中性子吸収材(五ホウ酸ナトリウム)については、保守的な仮定のもとでは、必要ホウ素濃度は6,000ppm程 度と得られています。これは、発電炉での設計実績のある濃度を超えているため、KUCAにて核特性試験を実施し、従来と 同等の精度で核特性を評価できることを確認しました。また、ホウ素濃度維持設備の基本仕様を検討しました。これにより、 ホウ素濃度評価や濃度維持設備の技術的設備の技術的成立性の見通しを得ました。

# ▶ 今後の展開

燃料デブリ取り出しに対する臨界評価手法の確立や臨界管理技術の成立性の見通しが得られたことから、今後はこれまで の開発成果を活用し、燃料デブリ取り出し装置やシステムへの実装に向けた検討と安全確保に関する最適化検討を行います。

部位	主な形状変化	1号機	2号機	3号機
炉心部	•残存燃料の水没	<b>極小</b> (残存燃料ほとんどなし)	中 (炉心領域、外周部に 燃料残存の可能性)	/)( (外周部に燃料残存の 可能性)
RPV下部	<ul> <li>デブリの水没</li> <li>取り出し時状態 変化</li> </ul>	水没:小 取り出し:極小 ( <sub>残存量少</sub> )	水没:中 取り出し:小 (残存量多くかつ露出)	水没:中 取り出し:小 (残存量多くかつ露出)
CRD ハウジング	・付着デブリ水没	小~極小 (付着形状と付着量から)	小~極小 (付着形状と付着量から)	小~極小 (付着形状と付着量から)
PCV底部	<ul> <li>・露出デブリ水没</li> <li>・取り出し時状態 変化</li> <li>(含、巻き上がり)</li> </ul>	水没:小 取り出し:小 (存在量多い、露出量少)	水没:中 取り出し:小 (存在量多い、露出量大)	水没:小 取り出し:小 (存在量多い、露出量少)

#### 表1 号機・部位ごとの臨界管理の重要度(相対評価)

臨界管理の重要度に応じて、臨界防止や臨界近接検知技術の具体的な展 開を検討します。





<KUCA試験の様子>

KUCAは燃料や減速材の量を試験目的に応じ可変であり、種々の燃料デブリ状態を模擬す



局所的な臨界監視は中性子検出器で、PCV内の全体監視はガス管理シ ステム(希ガスのガンマ線監視)で担う考えです。







#### 図1 被ばく評価モデル

これらの評価モデルは安全対策設備の仕様検討等に用いられ、万が一の 臨界にも過剰な被ばくが生じないよう設計に反映します。

ることができるため、臨界近接検知や核特性試験に使用しました。

#### 図4 ガス管理システムによるガンマ線測定試験結果



図6 水ガラスタイプ吸収材の施工性確認試験の例

# 燃料デブリ取り出し準備に係る研究開発

# 圧力容器/格納容器の耐震性・影響評価手法の開発

# ▶ 背 景

東日本大震災による過酷事象により、福島第一原子力発 電所の圧力容器(RPV)や格納容器(PCV)は、高温や海水、 燃料デブリの落下等の影響で、材料の劣化が懸念されてい ます。炉心から燃料デブリを取り出すまでの間、長期にわ たってPCV/RPVの構造健全性を維持するための方策が必 要です。

# ▶ 目 的

デブリ取り出し作業時に想定されるPCV内の水位や建屋 内の重要機器の設置状況等において、大規模地震の発生時 におけるRPV/PCV内の重要機器の損傷とその波及的影響 を明らかにします。その影響を防止または抑制できる対策 案を考案し、耐震性の評価によりその有効性を確認します。

## ▶ 主な取り組みと成果

#### 1 大規模地震時における安全シナリオの構築

大規模地震による大型機器の損傷を起因とする潜在的なリスクに対して、燃料デブリ取り出し開始までに実施すべき設備 対策および準備すべき機動的対応をまとめ、安全シナリオ(安全機能の維持または事故収束における対応の流れ)を構築しま した。

#### 2 安全シナリオ構築のための耐震性・影響評価手法の開発

耐震性・影響評価手法の開発では、図1に示すフローとフィードバックにより、開発を進めてきました。

#### ① 圧力抑制室(S/C)脚部の耐震性・影響評価手法の開発

S/C内充填止水でのダウンカマ止水時の耐震性評価のため、2/3号機のベント管とS/C系を連結した連成解析モデル(図 3)を作成し、時刻歴地震応答弾性解析を実施しました。重要評価部位であるコラムサポート、耐震サポート、ベントヘッダー について、さらに図4に示す詳細FEMモデルを作成し弾塑性解析による評価を行い、ダウンカマ埋設条件を確認しました。

#### ② ペデスタル部の耐震性・影響評価手法の開発

想定されるペデスタル温度履歴と分布および燃料デブリによる侵食の影響評価のための下記評価手法の開発と材料データ を取得しました。

- 侵食量をパラメータとした簡易評価と図5に示す3次元FEM弾塑性解析モデルによる詳細評価手法
- RPVペデスタルの侵食を想定した剛性低下をパラメータとした原子炉建屋/大型機器系連成モデル(図2)による地震応答 影響評価手法
- コンクリート内鉄筋の強度劣化推定のための高温腐食と強度低下量

# 3 安全シナリオの高度化

上記2の評価手法の高度化のために解析や試験等の確認方策を検討し、以下の詳細解析と材料試験を実施しました。

- 1号機におけるS/C脚部の時刻歴弾塑性地震応答解析による評価
- 事故時の温度履歴を考慮したPCVの材料試験データの取得

# ▶ 今後の展開

安全シナリオについては、関連するプロジェクト(燃料デブリ取り出しシステム、PCV内部調査など)の進捗状況により、 反映と見直しを行っていきます。









ベント系の詳細FEM解析モデル

図4 弾塑性解析用のベント管及びS/C系の詳細解析モデル(2/3号機)

主要な研究成果

補助事業

# 放射性廃棄物の処理・処分に係る研究開発

# 固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発

# ▶ 背 景

福島第一原子力発電所においては、既に保管されている 瓦礫や伐採木のほか、燃料デブリの取り出しなどが進むに つれて今後も多くの廃棄物が発生する見通しです。そうし た中で、廃棄物の性状把握を進めながら、これと並行して 保管、処理、処分の方法を開発し、事業に移すことが必要 です。

▶ 目 的

廃棄物の分析とそれに基づくインベントリ評価などによ る性状把握、固化処理技術や水処理二次廃棄物の安定化に 関する検討、処分概念や安全評価手法に関する検討などか ら研究開発成果を統合し、事故により発生した固体廃棄物 を安全に処理・処分するための技術を開発します。

# ▶ 主な取り組みと成果

### 1 性状把握

瓦礫類、汚染水や水処理二次廃棄物の分析を継続して実施し、データを蓄積しています。また、核種の汚染挙動を調べる ために、これまでに得られた分析データを用い、種々の核種の濃度をCs-137と比較しています。その結果、原子炉建屋内 瓦礫試料において、Sr-90とCs-137濃度が号機に係わらず相関する傾向が示され(図1)、同様の挙動が他の核種にも観察さ れています。更に、放射性核種による汚染の頻度分布が対数正規分布であることを見出し、これを利用した放射性廃棄物が 含む放射能量(インベントリ)の推定も試みています(図2)。

## 2 処分前管理

#### ① インドラム式ガラス固化処理技術の適用性評価

水処理二次廃棄物の処分前管理に必要となる安定化技術の一つとして、汚染拡散防止や装置の大きさの観点からインドラ ム式ガラス固化処理技術に着目しました。汚染水処理に用いたゼオライトと他の水処理二次廃棄物の模擬廃棄物を同時に溶 融した固化体を作製しました(図3)。これらの固化体について化学分析や浸出試験などの基礎データを収集し、工学規模試 験に用いる組成や固化体製作条件を提示しました。

#### ② 除染装置スラッジ安定化検討(試料採取含む)

除染装置で発生したスラッジが貯蔵されているプロセス主建屋内の貯槽Dの内部状況を調査し、実スラッジを採取しまし た(図4)。水中カメラでの観察により、沈降したスラッジ層の厚さは約40cmであることがわかり、体積は約37m3と見積 もられました。また、スラッジの抜出し検討のため、模擬スラッジを作製して流動性に係る基礎データを取得しました。

## 3 固体廃棄物の特徴に適した処分概念および安全評価手法の検討

固体廃棄物の特徴に適した処分概念および安全評価手法の構築に向けた情報整備として、海外の処分場(英国低レベル放 射性廃棄物処分場[LLWR]、スウェーデン低中レベル短寿命放射性廃棄物処分場[SFR]、米国低レベル放射性廃棄物処分場 [WCS]、他)の詳細調査(図5)を行うとともに、国内処分事例および固体廃棄物の特徴を考慮して、様々な事例を基に福島 第一原子力発電所の固体廃棄物への適用性を検討しました。

#### 4 研究開発成果の統合

廃棄物ストリームに関して、既往研究で得られた最新の成果を反映し、進捗、成果の整合性および残された課題を統合す る手法の構築に着手しました。

### ▶ 今後の展開

分析を継続し、インベントリ推定モデルの改良に反映するとともに、水処理二次廃棄物の安定化に関する試験等を行いま す。また、海外の処分概念や評価方法、設定根拠や背景の詳細な調査を継続し、福島第一原子力発電所の固体廃棄物への適 用性の検討を行います。以上の結果から、廃棄物ストリームを繰り返し検討します。















によるガラス固化体の製作

図3 模擬廃棄物を用いたガラス固化基礎試験の実施

#### 図4 プロセス主建屋内貯槽D内部調査と除染装置スラッジの採取



# 福島第一原子力発電所3号機における原子炉内燃料デブリ分布測定と評価

# ▶ 背景と目的

燃料デブリ取り出しに向けた炉内状況把握の取り組みとして、これまでに福島第一・1,2 号機において、燃料デブリ分布 に関する情報を取得するための手段の1つである原子炉を透過するミュオンの透過率から原子炉圧力容器内の物質量分布な どを把握するミュオン透過法測定\*を実施してきました。この度、3号機についても測定と評価を行いました。

図3

\*高エネルギー加速器研究機構の技術をベースとしています。

測定装置

図2 原子炉建屋を透過するミュオン測定の

図4 ミュオン測定による物質量分布(密度

長)の評価

(2017年9月8日時占

イメージ(南北断面図)

マービン建屋

定装置

東

図1 原子炉建屋を透過するミュオン測定の イメージ(東西断面図)

シミュレーションによる物質量分布(密

度長)の評価(炉心域、および炉底部に燃

料デブリありのケース)

# ▶ 主な取り組みと成果

### 13号機の測定結果

原子炉建屋を透過するミュオンの測定により、格納容器 外周の遮へいコンクリート、使用済燃料プール、原子炉建 屋の壁などの主要な構造物を確認しました。

### 23号機の評価結果

ミュオン透過法測定による原子炉圧力容器内の燃料デブ リ分布の評価結果は以下のとおりです。

もともとの炉心域には燃料デブリの大きな塊は存在していない。

②原子炉圧力容器の底部には、不確かさはあるものの一部の燃料デブリが残っている可能性がある。

#### 3 まとめ

今回の評価結果は、格納容器内部調査などで得られたその他の知見と併せて、今後の燃料デブリ取り出しに向けた 取り組みに活用されます。

# 遠隔協調移動制御システムの開発

# 背景と目的

平成25年度補正予算で開発した高所用ドライアイスブ ラスト除染装置と上部階用除染装置は複数台のクローラ台 車で構成されており、各台車それぞれの操作員が操作を行 います。

本研究では、操作員の削減を図るため、後続台車が先頭 台車を自動追従する技術を開発することとしました。

# ▶ 主な取り組みと成果

### 1 軌跡追従動作試験

原子炉建屋1階を模擬したテストコースで、先頭台車に 対する後続台車の軌跡追従動作(直進走行、狭隘部走行、障 害物回避、コーナー追従、先頭台車探索)試験を行い、一連 の動作に問題がないことを確認することができました。

## 2 今後の展開

複数台車からなる除染装置を現場で使用する場合には、 開発した遠隔協調移動制御システムを適用し、操作員の削 減を図ります。





その他-情報一覧

# 平成29年度 主な研究成果の発表・公表一覧

No.	発表・公表先	時期	内容
1	第50回 原産年次大会2017	平成29年4月11日	ロボット技術の活用
2	東京工業大学 原子炉廃止措置工学特論	平成29年4月21日	福島第一原子力発電所の現状と廃炉への道筋
3	2017 International Congress on Advances in Nuclear Power Plants (ICAPP2017)	平成29年4月26~ 28日	ロボット展示 講演:Overview of IRID R&D -Focusing on Debris Investigation-
4	Societe Francaise d'Energie Nucleaire, Les accidents graves (French Nuclear Society, The severe accidents)	平成29年5月10日	Fukushima Daiichi: Clarification of the accident progression, current plant status and R&D programs in Japan
5	電気評論 2017年夏季特別号	平成29年5月12日	原子炉格納容器内部調査装置の開発 ~形状変化型ロボット 「PMORPH(ピーモルフ)」~
6	京都大学「現代科学技術の巨人セミナー『知のひらめき』」	平成29年5月17日	放射線とすごす日々
7	NSC2017(チェルノブイリ・ワークショップ)	平成29年5月18日	Fuel debris and MCCI product characterization for Fukushima Daiichi NPS
8	第42回 廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議	平成29年5月25日	福島第一原子力発電所の固体廃棄物試料分析(現状までの成果報 告) 等2件
9	芝浦工業大学 ロボットコンソーシアム	平成29年5月26日	廃炉の未来とロボット技術
10	国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 (量研機構)	平成29年6月1日	防錆剤を添加した希釈人工海水中における炭素鋼の局部腐食に及 ぼすγ線照射の影響評価 等2件
11	NPO自動化推進協会総会	平成29年6月3日	廃炉の未来とロボット技術
12	廃止措置のための格納容器・建屋等信頼性維持と廃棄物処理・処分 に関する基盤研究及び中核人材育成プログラムにおける専門会議	平成29年6月12日	過酷事故を経た鉄筋コンクリート構造体の耐力評価
13	JOURNAL OF NUCLEAR SCIENCE AND TECHNOLOGY	平成29年6月12日	Development of the model for advection and diffusion of eroded concrete into debris in molten core-concrete interactions
14	日本原子力学会「水化学部会」第30回定例研究会	平成29年6月23日	希釈人工海水中における炭素鋼の局部腐食に及ぼす防錆剤の影響評価
15	「電気評論」平成29年度夏季増刊号	平成29年6月30日	災害対応ロボットの最前線 ~引火性ガス発生時の探査と大規模火災時の消防活動への取組み~
16	日本ナレッジマネージメント学会ナレッジイノベーション研究部会	平成29年6月30日	国際廃炉研究開発機構事業概況
17	ACTINIDES 2017 仙台 Progress in Nuclear Science and Technology	平成29年7月	Characterization of the VULCANO test products for fue debris removal from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant
18	ー般社団法人 日本フルードパワー工業会主催 国際見本市[1 FPEX2017]	平成29年7月	水が機械を動かす! 食の安全!身の安全!街の安全!国の安全!
19	第二回福島第一廃炉国際フォーラム	平成29年7月2~ 3日	福島第一原子力発電所における炉心・格納容器内の状況推定につ いて
20	国際会議Actinides2017及びProgress in Nuclear Science and Engineering	平成29年7月10日	Chemical state analysis of simulated corium debris by EXAFS 等2件
21	日本原子力学会 2017年第16回材料部会 夏期セミナー	平成29年7月12日	1F圧力容器/格納容器の腐食抑制技術の開発
22	日本保全学会第14回学術講演会	平成29年8月2日	原子炉格納容器内部調査装置の開発および実証 ~形状変化型ロボット (PMORPH) による地下階調査~
23	IRIDシンポジウム2017 in いわき	平成29年8月3日	基盤技術の高度化に関する要素技術の概念的な説明
24	原子力発電部会「第14回 原子力発電技術夏期セミナー」	平成29年8月4日	国内外原子力への取り組み①
25	技術情報センターセミナー	平成29年8月22日	廃炉・収束支援向け原子力プラントロボット最新技術開発
26	燃料デブリの性状把握に関する研究と人材育成カンファレンス (ConFDeC2017)	平成29年9月6日	Current Status of Fukushima Daiichi NPS and R&D for Fuel Debris Retrieval
27	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 -高専間ネットワークを活用した福島からの学際的なチャレンジ- 平成29年度 分科会及び第一回研究報告会	平成29年9月6日	国際廃炉研究開発機構における研究開発の状況について
28	廃止措置研究・人材育成強化等プログラム 平成29年度東大国内 サマースクール	平成29年9月6日	廃炉用遠隔技術とその設計論 等2件
29	The 3rd Asian Nuclear Fuel Society	平成29年9月8日	A study of cesium chemisorption onto surface of Stainless Steel



自社研究

その他情報一覧

No.	発表・公表先	時期	内容
30	第35回 日本ロボット学会	平成29年9月11日	廃炉用ロボット技術と学会への期待 等3件
31	日本原子力学会 2017年秋の大会	平成29年9月13日	S/C内充填止水 (1) 1/1スケール実規模充填試験に関する概要 (2) 強め輪乗越えとコンクリート配合の関係(A配合、B配合) (3) 1/1スケール実規模充填試験に関する打ち上り状況および仕 上がり状況 (4) 1/1スケール実規模充填試験に関するコンクリートコアについて (5) 1/1スケール実規模充填試験に関する損傷孔、クエンチャお よびストレーナの止水性能
32	日本原子力学会 2017年秋の大会	平成29年9月13日	燃料デブリの臨界管理技術の開発(29)臨界管理方針 等12件
33	日本原子力学会 2017年秋の大会	平成29年9月13日	軽水炉重大事故時におけるCsと鋼材の化学反応の評価 (1) モデル化に向けたCsと鋼材との反応速度の評価
34	日本原子力学会 2017年秋の大会	平成29年9月13日	燃料デブリ用収納缶の開発 (1)燃料デブリの収納・移送・保管技術 等10件
35	日本原子力学会 2017年秋の大会	平成29年9月13日	過酷事故解析コードMAAPによる炉内状況把握に関する研究 (17)MAAPによる福島第一2号機事故進展詳細解析 等2件
36	日本原子力学会 2017年秋の大会	平成29年9月13日	ICP-QQQ-MS による多核種分析手法の開発 Development of simultaneous measurement for multi isotopes by ICP-QQQ-MS
37	日本原子力学会 2017年秋の大会	平成29年9月13日	取出した燃料デブリを乾式保管するための前処理にかかわる検討 -燃料デブリの形状に着目した乾燥特性の評価- Pre-treatment of defueling Fuel Debris for drying storage -Evaluation of Drying Characterization focused on form for Fuel Debris-
38	日本原子力学会 2017年秋の大会	平成29年9月13日	福島第一事故廃棄物のインベントリ評価手法の開発 (11)原子炉建屋内汚染状況の解析的な推算方法の検討
39	日本原子力学会 2017年秋の大会	平成29年9月13日	東京電力福島第一原子力発電所炉内状況把握の解析・評価 (91)炉内状況推定のための実機感度解析によるデプリ拡がり状態の評価
40	日本原子力学会 2017年秋の大会	平成29年9月13日	CFDツールを用いた福島第一3号機内部の温度分布解析
41	日本原子力学会 2017年秋の大会	平成29年9月13日	格納容器内部調査向け小型線量計の開発
42	日本原子力学会 2017年秋の大会	平成29年9月13日	水中不分離性コンクリート充填によるS/C内止水技術の開発 (11)実規模S/C模型を用いた不分離性コンクリートによる充填 性・止水性確認試験の概要
43	日本原子力学会 2017年秋の大会	平成29年9月13日	使用済燃料プールから取出した燃料集合体の長期健全性評価 (4)湿式保管時の燃料健全性評価
44	日本原子力学会 2017年秋の大会	平成29年9月13~ 14日	原子炉格納容器内部調査装置「PMORPH(ピーモルフ)」の開発
45	日本原子力学会 2017年秋の大会	平成29年9月14日	ICP-QQQ-MS による多核種分析手法の開発
46	日本原子力学会 2017年秋の大会	平成29年9月14日	取出した燃料デブリを乾式保管するための前処理にかかわる検討 -燃料デブリの形状に着目した乾燥特性の評価-
47	日本原子力学会 2017年秋の大会	平成29年9月15日	福島第一原子力発電所廃炉に向けたIRIDによる技術開発の現状
48	第3回福島第一原子力発電所の廃炉に関する戦略ワークショップ	平成29年9月16日	CEAにおける大型MCCI試験の知見からの廃炉への提言
49	6th Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry (APSORC17)	平成29年9月17日	Application of ICP-MS to analytical methods for samples from 1F site at Okuma Analysis and Research Center
50	HOTLAB2017 (Annual Meeting on Hot Laboratories and Remote Handling)	平成29年9月17~ 19日	International collaborations at JAEA/CLADS toward decommissioning of Fukushima Daiichi NPS 等4件
51	(財)原子力研究バックエンド推進センター デコミッショニング 技法	平成29年9月20日	福島第一原子力発電所の廃炉に向けた 燃料デブリ取り出し技術の研究開発の現況 -国際廃炉研究開発機構(IRID)が取り組む研究開発の概要-
52	東北大学集中講義「原子力廃止措置工学概論/特論」	平成29年9月23日	廃炉作業に伴うロボット技術の開発と現場適用の状況
53	関西原子力懇談会 「原子燃料の高度化技術に関する調査委員会」	平成29年10月11日	燃料デブリ取り出しに向けてのIRID研究開発状況
54	システム/制御/情報学会(ISCIE)学会誌	平成29年10月15日	制御研究者のためのROS入門
55	第34回日韓原子力専門家会合	平成29年10月16日	Overview of IRID R&D Focusing on Debris Retrievel
56	平成29年度 第2回廃炉地盤工学委員会	平成29年10月16日	福島第一原子力発電所の固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発
57		平成29年10月19日	R&D activityes for Fukushima Daiichi Nuclear Power

	祭主,八主生	時期	内容
v0.	<b>光</b> 衣・ム衣兀	可别	
58	第64回材料と環境討論会 (腐食防食学会)	平成29年10月24日	中性子吸収材を用いた燃料デブリ取り出し時の臨界防止対策と腐 食に及ぼす影響
59	MIT-Tokyo Tech workshop on Innovative Nuclear Energy Systems (TM-INES)	平成29年10月27日	Restoration and decommissioning activities for Fukushima Daiichi Nuclear Power Station by Toshiba
60	2017 IEEE/SICS International Symposium on System Integration (SII 2017)	平成29年10月30日	「複数台車の協調移動制御」の成果
61	東京大学・IRIDワークショップ	平成29年10月30日	福島第一の廃炉に向けた研究開発の現状と課題 等2件
62	腐食防食学会 第64回材料と環境討論会	平成29年11月8日	福島第一原子力発電所RPV/PCVの腐食抑制技術の開発:防錆剤の選定結果と管理要領について等3件
63	ロボットフェスタふくしま2017	平成29年11月9日	IRIDが取り組む研究開発の状況 「ロボットによる燃料デブリの調査・取り出し」
64	精密工学会 生産・経営知識学専門委員会開催「ロボット技術の成 果と課題」講演会	平成29年11月13日	福島第一の廃炉とロボット技術
65	日本ロボット学会 学会誌35巻9号	平成29年11月15日	燃料デブリ形状計測装置の開発
66	高分子学会 第26回ポリマー材料フォーラム	平成29年11月16日	福島第一原子力発電所廃炉に向けたIRIDによる技術開発の現状
67	第10回原子力科学技術国際シンポジウム	平成29年11月23日	Numerical Analysis for Fulushima-Daiichi Unit2
68	平成29年度第4回福島リサーチカンファレンス「福島第一原子力発電 所の主要コンポーネントの腐食予測と緩和に関するカンファレンス」	平成29年11月27~ 28日	Preliminary Evaluation of Radiolytic Hydrogen Amount in Fuel Debris Canister (燃料デブリ収納缶内での放射線分解による水素発生量の試算) 等4件
69	材料学会 X線材料強度に関する討論会	平成29年12月1日	ミュオン散乱法イメージングの非破壊検査
70	QST高崎サイエンスフェスタ2017	平成29年12月12日	汚染水処理二次廃棄物のセメント固化試料を対象としたγ線照射 に伴う水素ガス発生の評価
71	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	平成29年12月20日	VRを用いた福島第一原子力発電所の廃止措置に係る操作訓練シ ステムの開発
72	廃炉汚染水対策講演会	平成29年12月20日	IRIDにおける調査ロボット技術開発
73	平成29年度 東京工業大学廃止措置技術・人材育成フォーラム	平成30年1月10日	現実的な臨界リスクの評価手法の検討
74	一般社団法人 日本電機工業会機関紙「電機」	平成30年1月24日	福島第一原子力発電所の廃炉に向けた国際廃炉研究開発機構 (IRID)の研究開発の現況
75	高崎量子応用研究所研究年表2016(冊子)	平成30年2月	Investigation of Hydrogen Gas Generation by Radiolysis for Cement-Solidified Products of Used Adsorbents for Water Decontamination
76	Journal of Nuclear Engineering and Radiation Science	平成30年3月	Mechanical properties of cubic (U, Zr) O2



主要な研究成果補助事業

# 平成29年度 共同研究·委託研究一覧

No	プロジェクト名	事業区分	件名	相手先	期間
1	総合的な炉内状況把握の高度化	委託研究	炉心物質スランピング時の事象推移に関わる MELCOR解析	早稲田大学	平成29年4月1日~ 平成30年2月28日
2	総合的な炉内状況把握の高度化	委託研究	炉心物質スランピング時の配管変形解析	東京大学	平成29年4月1日~ 平成30年2月28日
3	総合的な炉内状況把握の高度化	委託研究	バーチャル原子炉による逆問題評価	東京大学	平成29年4月1日~ 平成30年2月28日
4	総合的な炉内状況把握の高度化	委託研究	セシウムの補足反応と拡散挙動の研究	大阪大学	平成29年4月1日~ 平成30年2月28日
5	総合的な炉内状況把握の高度化	委託研究	Cs-Si-(Fe)-O系化合物の熱力学諸量評価に関 する研究	東京工業大学	平成29年5月1日~ 平成30年2月28日
6	総合的な炉内状況把握の高度化	委託研究	材中のケイ素挙動の研究	東北大学	平成29年5月1日~ 平成30年2月28日
7	燃料デブリ・炉内構造物の取り出 し基盤技術の高度化	委託研究	多自由度ロボットの環境との干渉回避を考慮 した軌道生成の評価	神戸大学	平成29年6月15日~ 平成31年2月15日
8	燃料デブリ・炉内構造物の取り出 し基盤技術の高度化	委託研究	油圧駆動マニピュレータの手先負荷力の推 定・制御に関する調査	大阪大学	平成29年8月1日~ 平成31年2月15日
9	固体廃棄物の処理・処分に関する 研究開発	委託研究	解析的評価手法の精度向上に関する検討	電力中央研究所	平成29年7月1日~ 平成30年1月31日
10	固体廃棄物の処理・処分に関する 研究開発	委託研究	Co-operation in waste management technology fields on gas generation (ガス発生に関する廃棄物管理技術分野における協力)	National Nuclear Laboratory Limited (英国国立原子力研究所)	平成29年9月27日~ 平成30年2月28日
11	燃料デブリ臨界管理技術の開発	委託研究	燃料デブリを含む体系に適用する臨界近接検知 システム及び中性子吸収材の実証試験(その2)	京都大学	平成29年10月20日~ 平成30年1月31日
12	原子炉格納容器漏えい箇所の補修 技術の開発	委託研究	自己充填コンクリートの流動性向上	高知工科大学	平成29年10月1日~ 平成30年3月20日

# 主な研究設備・装置一覧

100万円以上

No.	プロジェクト名	名称
1	原子炉格納容器漏えい箇所の補修・止水技術の実規模試験	昇温·給水設備
2	原子炉格納容器漏えい箇所の補修・止水技術の実規模試験	濁水処理設備
3	原子炉格納容器漏えい箇所の補修・止水技術の実規模試験	作業フロア
4	原子炉格納容器漏えい箇所の補修・止水技術の実規模試験	試験体移動レール
5	原子炉格納容器漏えい箇所の補修・止水技術の実規模試験	実規模試験体
6	原子炉格納容器内部調査技術の開発	B1調查裝置
7	原子炉格納容器内部調査技術の開発	B1調查装置用飛散防止設備
8	原子炉格納容器内部調査技術の開発	B1調查装置用付带設備
9	原子炉格納容器内部調査技術の開発	B1調査装置 モックアップ試験用模擬体
10	原子炉格納容器内部調査技術の開発	遮蔽ブロック取外し装置
11	原子炉格納容器内部調査技術の開発	燃料デブリ形状計測装置
12	原子炉格納容器内部調査技術の開発	燃料デブリ形状計測装置 要素試験用機材
13	原子炉格納容器内部調査技術の開発	A2調査装置(チャンバー、ガイドパイプ含む)
14	原子炉格納容器内部調査技術の開発	X-6ペネ穴あけ装置 一式
15	原子炉格納容器内部調査技術の開発	ペネ内事前確認装置 一式
16	原子炉格納容器内部調査技術の開発	堆積物除去装置 一式(チャンバー含む)
17	原子炉格納容器内部調査技術の開発	A2調查用付帯機材 一式
18	原子炉格納容器内部調査技術の開発	ペデスタル内事前確認装置 一式
19	原子炉格納容器内部調査技術の開発	PCV内構造物模擬モックアップ体 一式
20	原子炉格納容器内部調査技術の開発	A3調查要素試験機 一式
21	原子炉格納容器内部調査技術の開発	ハッチ開放装置 関連機材 一式
22	原子炉格納容器内部調査技術の開発	B2調查装置
23	原子炉格納容器内部調査技術の開発	B2調查装置用飛散防止設備
24	原子炉格納容器内部調査技術の開発	B2調查装置用付带設備
25	原子炉格納容器内部調査技術の開発	B2調査装置 モックアップ試験用模擬体

26         原子炉格納容器内部調査技術の開発         水中遊泳型装置           27         原子炉格納容器内部調査技術の開発         K-6ペネ遠隔穴           28         燃料デブリの性状把握         大容量熱電量元           29         燃料デブリの性状把握         米品圧電式4点           30         燃料デブリの性状把握         油圧式自動埋災           31         燃料デブリの性状把握         御立金属網微鏡           33         燃料デブリの性状把握         カーポンコー5           34         燃料デブリの性状把握         カーポンコー5           35         燃料デブリの性状把握         効料デブリの性状把握           36         燃料デブリの性状把握         金相固像解析           37         燃料デブリの性状把握         公相同常がいた           36         燃料デブリの性状把握         ガス配管           37         燃料デブリの性状把握         ガス配管           38         燃料デブリの性状把握         ガス配管           40         燃料デブリの性状把握         ガ料電帯プリの性状           41         燃料デブリの性状把握         ゴ料部局           42         燃料デブリの性状把握         シイモミック           43         燃料デブリの性状把握         ブス電           44         燃料デブリの中状光振電         リアレーデー回転           45         燃料デブリの伸状池酸取り出しの基盤技術開発事業         パムスケール           46         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         パムスケール           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業	No.	プロジェクト名	
27         原子炉格納容器内部調查技術の開発         X-6<×法隔穴           28         燃料デブリの性状把握         大容量熱量異天           29         燃料デブリの性状把握         X-81E電式4成           30         燃料デブリの性状把握         油圧式目動電空           31         燃料デブリの性状把握         加圧式目動電空           32         燃料デブリの性状把握         カーボンコーラ           34         燃料デブリの性状把握         丸ーボンコーラ           35         燃料デブリの性状把握         燃料デブリロ告           36         燃料デブリの性状把握         グイナミック領           37         燃料デブリの性状把握         ダイナミック領           38         燃料デブリの性状把握         グイシミック領           39         燃料デブリの性状把握         ガス配管バルン           40         燃料デブリの性状把握         ガス配管バルン           41         燃料デブリの性状把握         ガス配管バルン           42         燃料デブリの性状把握         レーザー回柄式           43         燃料デブリの性状把握         レーザー回柄式           44         燃料デブリの性状把握         レーザー回柄式           45         燃料デブリの性状把握         レーザー回航           46         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール           52         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤	26	原子炉格納容器内部調査技術の開発	水中遊泳型装置
28         燃料デブリの性状把握         大容量熟重算式           29         燃料デブリの性状把握         水晶圧電式4成           30         燃料デブリの性状把握         第日式目動埋込           31         燃料デブリの性状把握         角立金属開酸3           33         燃料デブリの性状把握         角立金属開酸3           34         燃料デブリの性状把握         角立金属開酸3           35         燃料デブリの性状把握         魚和デブリ白張           36         燃料デブリの性状把握         燃料デブリ白張           37         燃料デブリの性状把握         金相画像解析用           38         燃料デブリの性状把握         分イシミック           39         燃料デブリの性状把握         ガス配管バルブ           40         燃料デブリの性状把握         ガス配管バルブ           41         燃料デブリの性状把握         ガス配管バルブ           42         燃料デブリの性状把握         コア採取装置           43         燃料デブリの性状把握         シス配管バルブ           44         燃料デブリの性状把握         シス配管がの           45         燃料デブリの中が構造物取り出しの基盤技術開発事業         メ規な方の上           46         燃料デブリの中が構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール減           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1/4スケール           52	27	原子炉格納容器内部調査技術の開発	X-6ペネ遠隔穴る
29         燃料デブリの性状把握         ×晶圧電式4成           30         燃料デブリの性状把握         SEM用元素分析           31         燃料デブリの性状把握         油圧式自動理込           32         燃料デブリの性状把握         知口金属顕微鏡           33         燃料デブリの性状把握         丸ーボンコーク           34         燃料デブリの性状把握         魚工置換アーク           35         燃料デブリの性状把握         燃料デブリロ営           36         燃料デブリの性状把握         公科テマリの性状把握           37         燃料デブリの性状把握         ダイナミック税           38         燃料デブリの性状把握         ロ時熟分析シス           40         燃料デブリの性状把握         ロ時熟分析シス           40         燃料デブリの性状把握         ロド熱分析シス           41         燃料デブリの性状把握         ロド小の医激力           42         燃料デブリの性状把握         レーザー回桁式           43         燃料デブリの性状把握         レーザー回桁式           44         燃料デブリの性状把握         シスパ最高取り出しの基盤技術開発事業           45         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール           52         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール           56<	28	燃料デブリの性状把握	大容量熱重量天
30         燃料デブリの性状把握         SEAN用元素分析           31         燃料デブリの性状把握         油圧式自動埋込           32         燃料デブリの性状把握         カーポンコータ           33         燃料デブリの性状把握         カーポンコータ           34         燃料デブリの性状把握         気ー電器           35         燃料デブリの性状把握         燃料デブリの性状把握           36         燃料デブリの性状把握         分イナミック微           37         燃料デブリの性状把握         グイナミック微           38         燃料デブリの性状把握         プド取取装置           40         燃料デブリの性状把握         ガ料の酸           41         燃料デブリの性状把握         ガ料研帯機           42         燃料デブリの性状把握         ガ料研帯機           43         燃料デブリの性状把握         レーザー回析式           44         燃料デブリの性状把握         レーザー回析式           45         燃料デブリの性状把握         シボ料の装置           46         燃料デブリの性状把握         シボージの           47         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール版           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール版           52         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール           55         燃料デブリ	29	燃料デブリの性状把握	水晶圧電式4成分
31         燃料デブリの性状把握         油圧式自動理ジ           32         燃料デブリの性状把握         カーペンローS           34         燃料デブリの性状把握         カーペンローS           35         燃料デブリの性状把握         燃料デブリの性状把握           36         燃料デブリの性状把握         金相圖像解析用           38         燃料デブリの性状把握         金相圖像解析用           38         燃料デブリの性状把握         分イナミック領           39         燃料デブリの性状把握         ガス配管パルフ           40         燃料デブリの性状把握         ガス配管パルフ           41         燃料デブリの性状把握         ガス配管パルフ           43         燃料デブリの性状把握         レーザー回桁式           43         燃料デブリの性状把握         レーザー回桁式           44         燃料デブリの性状把握         レーザー回桁式           45         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           46         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール           52         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/14スケール           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/14スケール           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/14スケール	30	燃料デブリの性状把握	SEM用元素分析
32         燃料デブリの性状把握         カーボンコータ           34         燃料デブリの性状把握         丸ーボンコータ           34         燃料デブリの性状把握         営業           35         燃料デブリの性状把握         燃料デブリ自選           36         燃料デブリの性状把握         会相回像解析用           38         燃料デブリの性状把握         分イナミック微           39         燃料デブリの性状把握         ガス配管バルフ           40         燃料デブリの性状把握         ガス配管バルフ           41         燃料デブリの性状把握         ガス配管バルフ           42         燃料デブリの性状把握         ガス配管バルフ           43         燃料デブリの性状把握         レーザー回桁           44         燃料デブリの性状把握         レーザー回桁           45         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           46         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール           52         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/12ケール           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/12ケール           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/12ケール           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/12ケール           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/12ケール	31	燃料デブリの性状把握	油圧式自動埋込
33         燃料デブリの性状把握         カーボシコータ           34         燃料デブリの性状把握         興空置換アーク           35         燃料デブリの性状把握         燃料デブリ回進           36         燃料デブリの性状把握         金相画像解析用           37         燃料デブリの性状把握         分イナミック領           39         燃料デブリの性状把握         同時熱分析シス           40         燃料デブリの性状把握         ガス配管パルプ           41         燃料デブリの性状把握         ガス配管パルプ           42         燃料デブリの性状把握         レーザー回析式           43         燃料デブリの性状把握         レーザー回析式           44         燃料デブリの性状把握         レーザー回析式           45         燃料デブリの性状把握         シア採取装置           46         燃料デブリの性状把握         シア状取装置           47         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試算           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール減           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール版           52         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アレーレム           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール線           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール線           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン </th <th>32</th> <th>燃料デブリの性状把握</th> <th>倒立金属顕微鏡</th>	32	燃料デブリの性状把握	倒立金属顕微鏡
34         燃料デブリの性状把握         真空置換アーク           35         燃料デブリの性状把握         燃料デブリの性状把握         燃料デブリの性状把握           36         燃料デブリの性状把握         分イナミック微           39         燃料デブリの性状把握         グイナミック微           39         燃料デブリの性状把握         ガス配管バルク           40         燃料デブリの性状把握         ガス配管バルク           41         燃料デブリの性状把握         ゴ料研磨機           42         燃料デブリの性状把握         レーザー回析式           43         燃料デブリの性状把握         レーザー回析式           44         燃料デブリの性状把握         レーザー回析式           45         燃料デブリの性状把握         シス配換           46         燃料デブリの性状把握         シスに動影の使用           47         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           52         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アレムシーム           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アレンデクシーク           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール復           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           57         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤	33	燃料デブリの性状把握	カーボンコータ
35         燃料デブリの性状把握         燃料デブリの性状把握           36         燃料デブリの性状把握         金相画像解析用           37         燃料デブリの性状把握         ダイナミック領           39         燃料デブリの性状把握         グイナミック領           40         燃料デブリの性状把握         ガス配管パレク           41         燃料デブリの性状把握         試料研磨機           42         燃料デブリの性状把握         試料研磨機           43         燃料デブリの性状把握         レーザー回析式           44         燃料デブリの性状把握         シスド取取装置           45         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           46         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           48         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           52         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         2           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アレーレーレ           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           58         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           57         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           58         燃料デブリ・炉内構造物	34	燃料デブリの性状把握	真空置換アーク
36         燃料デブリの性状把握         金相画像解析用           38         燃料デブリの性状把握         ダイナミック領           39         燃料デブリの性状把握         ガス配管パレブ           40         燃料デブリの性状把握         ガス配管パレブ           41         燃料デブリの性状把握         ガス配管パレブ           42         燃料デブリの性状把握         コア採取装置           44         燃料デブリの性状把握         ローザー回析式           45         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           46         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           48         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           52         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アレン部水速率           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         マレーボ           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガシジン           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン	35	燃料デブリの性状把握	燃料デブリ圧縮
37         燃料デブリの性状把握         会相曲像解析用           38         燃料デブリの性状把握         同時熱分析シス           40         燃料デブリの性状把握         ガス配管バルフ           41         燃料デブリの性状把握         試料切断機           42         燃料デブリの性状把握         試料切断機           43         燃料デブリの性状把握         以料切断機           43         燃料デブリの性状把握         レーザー回桁式           45         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           46         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           48         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試験           52         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         RPV上部水遮           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         RPV上部水遮           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アレンボル           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザカウジン           57         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザカウジン           58         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザカウジン           59         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザカウジン           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザカウジン           51<	36	燃料デブリの性状把握	
38         燃料デブリの性状把握         タイナミック微           39         燃料デブリの性状把握         同時熱分析シス           40         燃料デブリの性状把握         試料切断機           41         燃料デブリの性状把握         試料切断機           42         燃料デブリの性状把握         試料研磨機           43         燃料デブリの性状把握         コア採取装置           44         燃料デブリの性状把握         レーザー回析式           45         燃料デブリの性状把握         乾式自動密度系           46         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           47         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           48         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール           52         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アレンレ友           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アレンレ友           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アレーザガウジン           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           57         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           58         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           59         燃料	37	燃料デブリの性状把握	金相画像解析用
39         燃料デブリの性状把握         ガス配管パルプ           40         燃料デブリの性状把握         試料切断機           42         燃料デブリの性状把握         試料切断機           43         燃料デブリの性状把握         試料研磨機           44         燃料デブリの性状把握         レーザー回析式           45         燃料デブリの性状把握         乾灯可りの性状把握           46         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           47         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           48         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール減           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           52         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アレントの板           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アレンレ友           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アレンレ友           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アレンレ友           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           57         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           58         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           59         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン	38		ダイナミック微
40         然料デブリの性状把握         ガス配管/ルレク           41         燃料デブリの性状把握         試料切断機           42         燃料デブリの性状把握         ゴア採取装置           44         燃料デブリの性状把握         コア採取装置           44         燃料デブリの性状把握         レーザー回析式           45         燃料デブリの性状把握         終力析装置用加           46         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用容           47         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           52         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         RPV上部水遮へ           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         R構造アーム           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アレンボ           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           58         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           57         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           58         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン <tr< th=""><th>39</th><th>燃料デブリの性状把握</th><th>同時熱分析シス</th></tr<>	39	燃料デブリの性状把握	同時熱分析シス
41         熟料ナブリの性状把握         試料研磨機           42         燃料デブリの性状把握         コア採取装置           44         燃料デブリの性状把握         レーザー回析式           45         燃料デブリの性状把握         乾式自動密度系           46         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用容           47         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用容           48         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         RPV上部水遮へ           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アビレン部           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アビレンタ           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           58         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           59         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           60         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           61         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アクセス装置           63         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アクセス装置           64         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アクセ	40	燃料テノリの性状把握	コス配管バルブ
42         認料サブリの性状把握         コア採取装置           43         燃料デブリの性状把握         コア採取装置           44         燃料デブリの性状把握         乾式自動密度系           46         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           47         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           48         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         RPV上部水違へ           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アレレーム           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アとレック           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           58         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           60         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           61         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           62         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           62         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           63         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           64         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業	41	除料デブリの性状問題     「たいのはないです。	1111日本##
43         熟料デブリの内状光理         コア採取装置           44         燃料デブリの性状把握         レーザー回析式           45         燃料デブリの性状把握         乾式自動密度界           46         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           47         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           48         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試験           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試験           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         2.4457-0.45           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         2.4457-0.45           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         2.4457-0.45           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         2.745.75           57         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           59         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール           60         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           61         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         ロボットアーム           62         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         ワクセス装置置           63         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         ワンマセス装置置           64         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アクセスレーザガウジン           65         燃料デブリ・	42	燃料テノリの性状把握	試料研焙機
44         無料デブリの性状把握         レーリー回析式           45         燃料デブリの性状把握         乾式自動密度系           46         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           47         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           48         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         RPV上部水遮へ           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         ス構造アーム           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         ア く い キャック           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           57         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール           58         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           52         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウシン           56         燃料デブリ・炉	43	燃料テノリの性状把握	
45         無科チブリの性状把握         乾力析装置用加           46         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           47         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           48         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           52         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         RPV上部水遮へ           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         RM造アーム           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アレンロシン           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         PCV内モック           57         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           58         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           59         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           60         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           61         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           62         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           63         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アノセス表           64         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           62 <t< th=""><th>44</th><th>※科テノリの性状 把握 燃料 デブリ の 株 体 把 提</th><th>レーリー回析式</th></t<>	44	※科テノリの性状 把握 燃料 デブリ の 株 体 把 提	レーリー回析式
46         無利利表価用加           47         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           48         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         実規模試験用器           49         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         RPV上部水遮へ           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         案構造アーム           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アくレカモック           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         PCV内モック           57         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           58         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           59         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           61         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           62         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           63         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           64         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           65         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           64         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事	45	ふ科テノリの住ん把握   始約2310の株体相相	R1日期名及未 教公长壮军田加
47         無料アブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         失死候乱破用差           48         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           52         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         柔構造アーム           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         そ構造アーム           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         ア C V内モック           57         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         セ つちがり           58         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           59         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           60         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           61         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           62         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アクセス装置           63         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           61         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           62         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           63         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         ロボットアーム           64<	40	燃料テノリの性状指達 燃料デブリー 「「「「「「「「「「」」」の其般は後期発声業	※万何表直用加 宝坦描試除田塔
40         無料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         2.50(候品装付品)           49         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           50         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール試           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           52         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         条構造アーム           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         P C V内モック           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         P C V内モック           57         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           58         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール電           60         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           61         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           62         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アクセスレール           63         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         P C V 2 2 表置           63         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アクセスレーザガウジン           61         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         P C V 2 2 表置           63         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         P C V 2 2 表置           64         魔体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         ア D V 2 7 板 2 2 5	47	燃料デブリ・炉内構造初取り山しの基盤技術開発事業 燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業	关风侯武殿用表 宝相描試驗田設
1       1/4スケール試         50       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       1/4スケール試         51       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       1/4スケール反         52       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       1/4スケール反         53       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       2/4スケール反         54       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       2/4スケール反         55       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       2/4スケール液         56       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       2/4スケール液         57       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       PC V内モック         57       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       1/1スケール液         59       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       1/1スケール液         59       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       レーザガウジン         60       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       レーザガウジン         61       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       ワクセス装置置         63       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       ワノモズ装置置         63       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       アノセスレール         65       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       ワノセスを         64       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       アノセスレール         65       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       アノセスレール         66       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       アルファマダセスシク         67       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発	40	燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業	2//フケール計
50         加州アジン加州市構造物取り出しの基盤技術開発事業         114モデル試験           51         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4モデル試験           52         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         RPV上部水遮へ           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         柔構造アーム           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         柔構造アーム           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         PCV内モック           57         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           58         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           59         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           60         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           61         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           62         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         ロボットアーム           63         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         ロボットアーム           64         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         ロボットアーム           65         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アノセスレール           66         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         アルファ核種グ           67         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         アルファ核種グ           68         国体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         エアロゾル移転           70         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         コア資料採取器           71        固体廃棄	50	燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業	1/4スケール試
51         第二日の日本の小田湾との取り出しの三部技術開発事業         日イモンルはあめ           52         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/4スケール反           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         RPV上部水遮へ           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         柔構造アーム           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         RFV上部水遮へ           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         PCV内モック           57         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         PCV内モック           58         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           59         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール電           60         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           61         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           62         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           63         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         ロボットアーム           64         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         ロボットアーム           65         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         PCV溶接置           66         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         アルファ核種分           67         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         アルファ核種分           68         国体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         エアロゾル移 70         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         コア資料採取署           71        固体廃	51	燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業	1/4モデル試験
52         加市地としなり出るの主題は初期が早来         加市のとりまた。           53         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         RPV上部水遮へ           54         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         柔構造アーム           55         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         柔構造アーム物           56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         PCV内モック           57         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         PCV内モック           58         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           59         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           60         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           61         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           62         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         ワクセス装置要           63         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         PCV溶接置           64         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         PCV溶接置           65         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         PCV溶接置           66         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         アルファ核種グ           67         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         エアロゾル移行           68         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         エアロゾル移行           70         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         コア資料採取要           72         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         コア資料採取要           71         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発	52	燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業	1/4スケール反
54       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       柔構造アーム         55       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       柔構造アーム         56       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       P C V内モック         57       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       P C V内モック         58       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       1/1スケール液         59       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       1/1スケール電         60       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       レーザガウジン         61       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       レーザガウジン         62       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       レーザガウジン         63       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       アクセス装置要         63       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       アクセス装置要         64       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       PCV溶接装置         66       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       アルファ核種グ         67       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       アルファ核種グ         68       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       エアロゾル移行         70       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       エアロゾル移行         71       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       コア資料採取器         72       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       ゼオライト試料	53	燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業	RPV上部水遮へ
55       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       柔構造アーム制         56       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       P C V内モック         57       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       P C V内モック         58       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       1/1スケール液         59       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       1/1スケール液         60       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       レーザガウジン         61       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       レーザガウジン         62       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       レーザガウジン         63       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       アクセス装置要         63       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       アクセスとしール         64       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       PCV溶接装置         66       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       アルファ核種分         67       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       エアロゾル移行         68       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       エアロゾル移行         70       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       エアロゾル移行         71       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       コア資料採取器         72       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       ゼオライト試料	54		柔構造アーム
56         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         P C V内モック           57         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         機器ハッチ搬入           58         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           59         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール電           60         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           61         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           62         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アクセス装置要           63         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         ロボットアーム           64         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         ロボットアーム           65         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         PCV溶接置           66         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         アルファ核種分           67         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         エアロゾル移行           68         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         エアロゾル移行           70         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         エアロゾル移行           71         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         コア資料採取器           72         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         コア資料採取器	55		柔構造アーム制
57       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       機器ハッチ搬入         58       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       1/1スケール液         59       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       1/1スケール電         60       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       レーザガウジン         61       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       レーザガウジン         62       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       レーザガウジン         63       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       ロボットアーム         64       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       アクセス装置要         65       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       PCV溶接装置         66       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       アルファ核種分         67       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       エアロゾル移行         68       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       エアロゾル移行         70       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       コア資料採取器         71       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       ジオライト試料	56	燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業	PCV内モック
58         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール液           59         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         1/1スケール電           60         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           61         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           61         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           62         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アクセス装置要           63         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アクセス装置要           64         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アクセスレール           65         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アクセスレール           65         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アクセスレール           65         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アノセスレール           65         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アノセスレール           66         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         アルファ核種分           67         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         エアロゾル移行           68         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         エアロゾル移行           70         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         コア資料採取器           71         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         コア資料採取器	57	燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業	機器ハッチ搬入
59       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       1/1スケール電         60       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       レーザガウジン         61       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       レーザガウジン         62       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       レーザガウジン         63       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       アクセス装置要         63       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       ロボットアーム         64       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       アクセスレール         65       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       PCV溶接装置         66       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       アルファ核種分         67       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       デジタルスペク         68       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       エアロゾル移行         70       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       コア資料採取器         71       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       コア資料採取器         72       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       ビオライト試料	58	燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業	1/1スケール液
60         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           61         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         レーザガウジン           62         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アクセス装置要           63         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         ロボットアーム           64         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         ロボットアーム           64         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         アクセスレール           65         燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業         PCV溶接装置           66         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         アルファ核種分           67         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         デジタルスペク           68         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         エアロゾル移行           70         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         エアロゾル移行           71         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         コア資料採取器           72         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         ビオライト試料	59	燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業	1/1スケール電
61       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       レーザガウジン         62       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       アクセス装置要         63       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       ロボットアーム         64       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       アクセスレール         65       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       アクセスレール         66       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       アルファ核種分         67       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       デジタルスペク         68       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       エアロゾル移行         70       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       エアロゾル移行         71       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       コア資料採取器         72       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       ビオライト試料	60	燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業	レーザガウジン
62       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       アクセス装置要         63       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       ロボットアーム         64       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       アクセスレール         65       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       アクセスレール         65       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       PCV溶接装置         66       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       アルファ核種分         67       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       デジタルスペク         68       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       エアロゾル移行         70       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       エアロゾル移行         71       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       コア資料採取器         72       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       ビオライト試料	61	燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業	レーザガウジン
63       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       ロボットアーム         64       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       アクセスレール         65       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       PCV溶接装置         66       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       アルファ核種分         67       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       デジタルスペク         68       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       エアロゾル移行         69       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       エアロゾル移行         70       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       コア資料採取器         71       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       コア資料採取器         72       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       ビオライト試料	62	燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業	アクセス装置要
64       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       アクセスレール         65       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       PCV溶接装置         66       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       アルファ核種分         67       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       デジタルスペク         68       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       ア線測定用効率         69       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       エアロゾル移行         70       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       エアロゾル移行         71       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       コア資料採取器         72       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       ゼオライト試料	63	燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業	ロボットアーム
65       燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業       PCV溶接装置         66       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       アルファ核種分         67       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       デジタルスペク         68       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       ア線測定用効率         69       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       エアロゾル移行         70       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       エアロゾル移行         71       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       コア資料採取器         72       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       ゼオライト試料	64	燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業	アクセスレール
66         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         アルファ核種分           67         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         デジタルスペク           68         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         ア線測定用効率           69         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         エアロゾル移行           70         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         エアロゾル移行           71         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         コア資料採取器           72         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         ゼオライト試料	65	燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業	PCV溶接装置
67       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       デジタルスペク         68       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       γ線測定用効率         69       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       エアロゾル移行         70       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       井戸型Ge検出器         71       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       コア資料採取器         72       固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発       ゼオライト試料	66	固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発	アルファ核種分
68         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         γ線測定用効率           69         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         エアロゾル移行           70         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         井戸型Ge検出           71         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         コア資料採取器           72         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         ゼオライト試料	67	固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発	デジタルスペク
69         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         エアロゾル移行           70         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         井戸型Ge検出器           71         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         コア資料採取器           72         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         ゼオライト試料	68	固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発	γ線測定用効率
70         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         井戸型Ge検出           71         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         コア資料採取器           72         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         ゼオライト試料	69	固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発	エアロゾル移行
71         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         コア資料採取器           72         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         ゼオライト試料	70	固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発	井戸型Ge検出器
72         固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発         ゼオライト試料	71	固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発	コア資料採取装
	72	固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発	ゼオライト試料
23   固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発   小型コア試料扱	73	固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発	小型コア試料採



	口小小
试作機 一式	
け装置(一式	
平及び同時熱分析装置	
切削動力計	
システム	
賤	

豬炉
【験装置
定装置
置
、硬度計
-4

粒度分布測定装置

熟炉
Ħ
<b>検用装置</b>
<b>検用設備</b>
设備
」保持機構組合せ試験体
い試験体
—式
卸装置
アップ用設備
式験用設備
E式反力保持機構
动式反力保持機構
ブパワー測定ユニット

ブヘッ	ĸ

要素試験用機材

所用チャンバー
トロメータ
計算プログラム
観察装置
ŀ

¥採取試験装置

和試作機

※平成29年度版より、研究開発が終了した主な研究設備・装置は一覧より削除しています。