

PROGRESS
REPORT
2020

IRID



国内外の叡智を結集し、廃炉のための研究開発に、 一元的なマネジメントで取り組んでいます。

世界的にも前例のない極めて困難な廃炉作業。私たちIRIDは、乗り越えるべき技術的課題を見据えながら、世界の叡智を結集して技術開発を行っています。

Greeting ご挨拶

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 (IRID) は、2013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います。2014年8月に原子力損害賠償支援機構が原子力損害賠償・廃炉等支援機構 (NDF) に改組されてからは、廃炉戦略の立案・研究開発プランを策定するNDF、現場作業を担う東京電力、廃炉に必要な技術の研究開発を実施するIRID、という役割分担が明確化され、国を含む4者が密接に連携しながら福島第一原子力発電所の廃炉に取り組んでいるところです。

その結果、原子炉格納容器の内部調査技術の開発や、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。

この廃炉作業は、国の「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止措置等に向けた中長期ロードマップ」(以下、中長期ロードマップ) およびその技術的根拠になる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」に従って進められています。そこでは、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等が示されています。IRIDは、国やNDFの方針に従って、格納容器内部の更なる詳細調査技術やデブリ取り出し技術等の実現に向け研究開発に鋭意取り組んでいるところです。

福島第一原子力発電所の安全・確実な廃炉作業を進める上で、IRIDは研究開発の分野において国内外の叡智を結集し、着実な成果を上げる責任を果たすことで、福島復興に微力ながら力を尽くしてまいりたいと考えています。

また、研究開発を通して次世代の活躍にも貢献したいと考えています。

これからも皆様方のご支援ならびにご指導、ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

2019年12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



私たち IRIDが目指すこと

目 的

原子力発電所の廃炉に関する試験研究、
その他組合員の技術水準の向上および実用化を図るための事業を行うこと。

基 本 理 念

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に向けた
技術の研究開発に全力を尽くします。

行 動 理 念

- 1 極めて難しい多くの技術課題に直面している中、早期に現場に適用できる最良の技術・システムを開発・提案するための統合的なマネジメントを進めながら、効果的・効率的に研究開発に取り組めます。
- 2 組合員はもとより関係機関との協働を進め、国内外の叡智を結集することにより、最善の研究開発体制を構築します。
- 3 大学・研究機関との連携等を含め、廃炉や関連技術の分野で次世代を担う人材の育成・確保を図るための取り組みを積極的に推進します。
- 4 福島をはじめとする国民の皆さまや国際社会からの理解・安心を得るために、研究開発活動・成果に関する情報の発信・公開に努めます。
- 5 これらの研究開発活動を通して、国際的な研究拠点(センター・オブ・エクセレンス)を形成し、廃炉、福島復興の加速化、国際社会における技術力の向上に貢献していきます。

C O N T E N T S

◆IRID組織情報	02
・組織概要	
・組織体制	
◆IRIDの役割	04
・IRIDの活動	
・福島第一原子力発電所の廃炉に関する役割分担	
・IRIDの取り組み年表	
・中長期ロードマップの概要	
・IRIDの研究開発スコープ	
・国の補助金を活用したIRIDの研究開発一覧	

◆事業内容1- 廃炉に関する研究開発	08
IRIDの研究開発	
・CLOSE UP 燃料デブリ取り出し方針と当面の取り組み	
IRID研究開発プロジェクト概要図	
主な研究開発トピック	
・CLOSE UP 大学と連携した研究開発(実績)	
◆事業内容2- 研究開発を通じた人材育成	15
・大学・研究機関等への情報発信	
・IRIDシンポジウムの開催	
◆事業内容3- 海外機関との研究開発の取り組み	16
・CLOSE UP 国際機関との協力・関係強化	

IRID組織情報

組織概要

1. 名称

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
略称：IRID[アイリッド] (International Research Institute for Nuclear Decommissioning)

2. 組合本部所在地

〒105-0003
東京都港区西新橋2-23-1 3東洋海事ビル5階
電話番号：03-6435-8601 (代表)

3. 設立年月日

2013年8月1日 技術研究組合法に基づき、
経済産業大臣により設立認可。

4. 事業内容

- 廃止措置に関する研究開発
- 廃止措置に関する国際、国内関係機関との協力の推進
- 研究開発に関する人材育成

< 設立までの経緯 >

2011年3月に福島第一原子力発電所の事故が発生して4か月が経った同年7月、福島第一原子力発電所の中長期対策の最初の答申が作られました。その際に、国としてこの廃炉に専任的に当たる組織が必要であるとの意見が専門家等から出され、原子力委員会で取り上げられました。

この流れを受け、2013年3月の東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議において、具体的新組織設立の表明がなされました。その後、準備組織を立ち上げて検討を進めてきた結果、同年7月下旬、経済産業省にIRIDの設立認可申請を行い、8月1日に同省大臣から認可をいただきました。その後、8月8日に組織の自主的な議決機関である総会を開催し、活動を開始いたしました。

5. 組合員(18法人)

国立研究開発法人：
日本原子力研究開発機構、産業技術総合研究所

プラント・メーカー等：
東芝エネルギーシステムズ(株)、
日立GEニュークリア・エナジー(株)、
三菱重工業(株)、(株)アトックス

電力会社等：
北海道電力(株)、東北電力(株)、
東京電力ホールディングス(株)、中部電力(株)、
北陸電力(株)、関西電力(株)、中国電力(株)、
四国電力(株)、九州電力(株)、日本原子力発電(株)、
電源開発(株)、日本原燃(株)

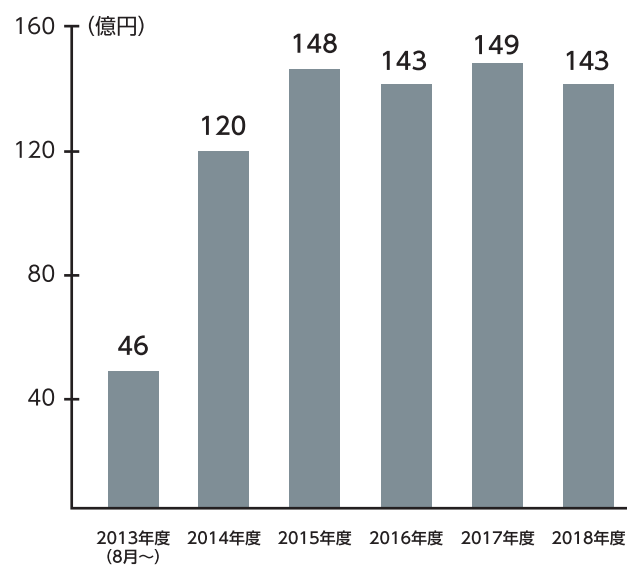
6. 役員

理事長：石橋 英雄
副理事長：新井 民夫
専務理事：平家 明久
理事：山本俊二、有馬博、上田諭、加藤顕彦、
関口智嗣、野田耕一、福田俊彦、柳瀬悟郎
監事：中西 昌夫

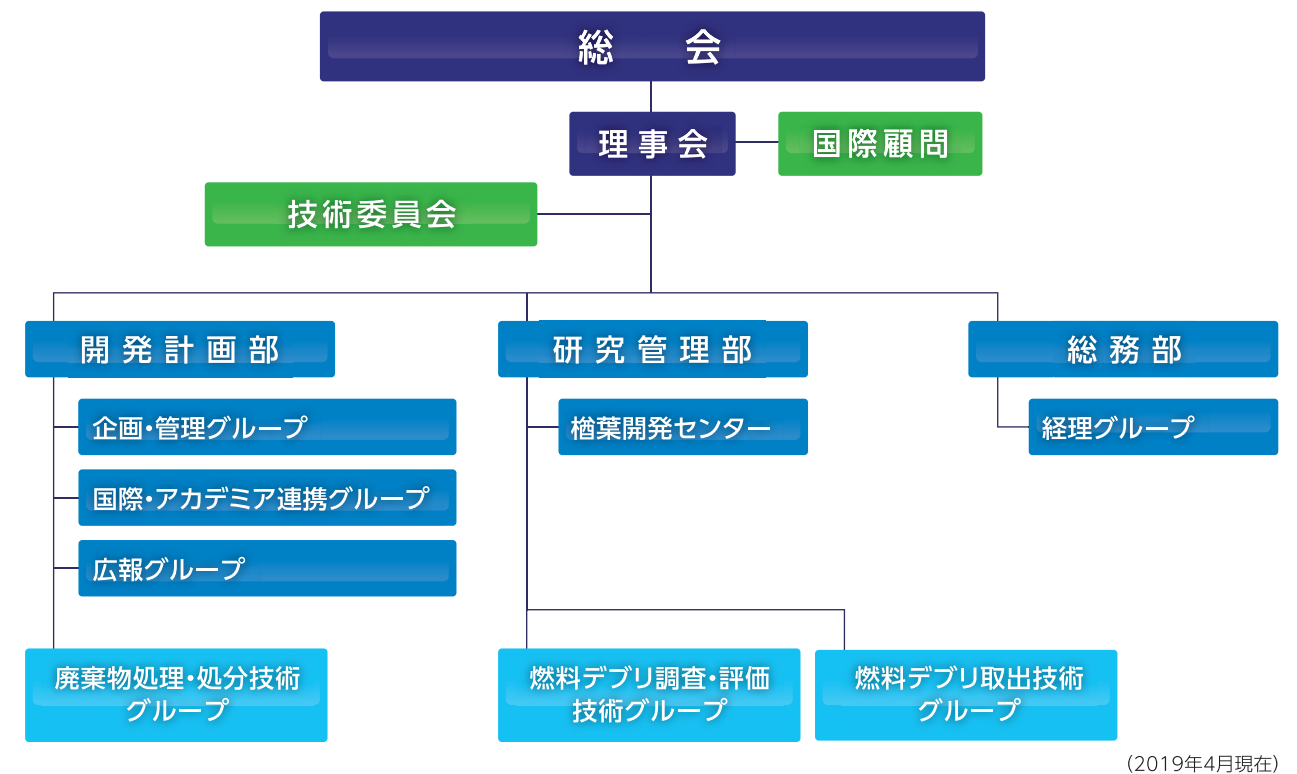
7. 職員数

792名※(役員を除く) ※組合員法人において当組合の研究に従事する者を含む
(2019年11月1日現在)

< 事業費の推移 >



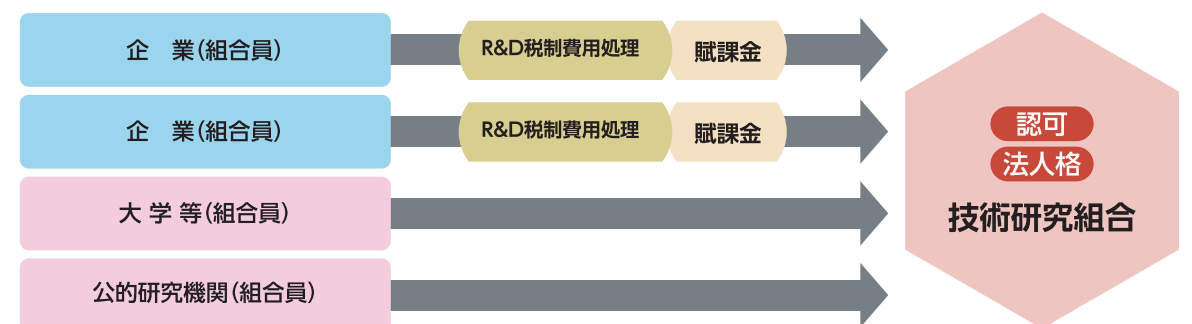
組織体制



参考：技術研究組合とは

技術研究組合は、産業活動において利用される技術について、組合員自らのために共同研究を行う相互扶助組織(非営利公益法人)です。IRIDは組織化の検討にあたって、「技術研究組合」を選択しました。これは迅速に組織化できることに加え、組織運営の透明性・柔軟性といったメリットを勘案したものです。

技術研究組合制度の概要



技術研究組合の特徴

- 各組合員は、研究者、研究費、設備等を出しあって共同研究を行い、その成果を共同で管理し、組合員相互で活用します。
- 組合員から独立した法人格を有する共同研究組織です。
- 主務大臣への設立認可申請や届出、組合員総会・理事会の開催等を通じて、組織運営の透明性と信頼性が高まります。
- 共同研究の成果を直接または間接に利用する者(法人・個人、外国企業・外国人を含む)が組合員になることができます。
- 大学や試験研究独立行政法人、高専、地方公共団体、試験研究を主たる目的とする財団等が組合員として参加できるため、産学官連携の器として活用できます。

※経済産業省ホームページ「技術研究組合とは」を参考に作成

IRIDは、政府の大方針のもと、福島第一原子力発電所の廃炉に係る関係機関と緊密に連携しながら、廃炉の研究開発に取り組んでいます。また、廃炉に関する研究開発、国際・国内関係機関との協力、人材育成を3本の柱として活動しています。

IRIDの活動

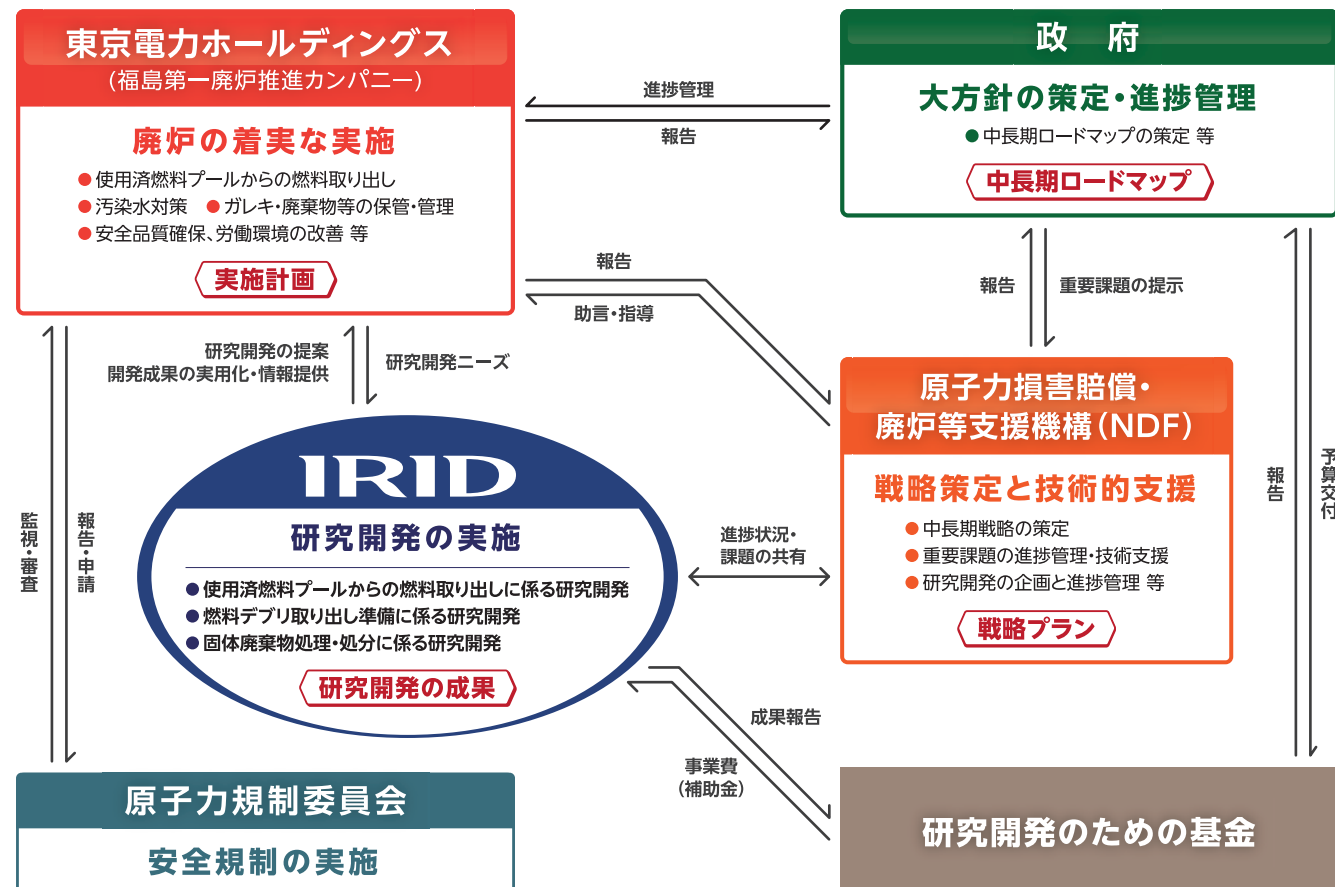
IRIDは、福島第一原子力発電所の廃炉の研究開発に中心的に関わる18法人で結成した組織体です。

将来的には、わが国全体の廃炉に必要な技術の涵養・蓄積と高度化を目指していきますが、当面は福島第一原子力発電所の廃炉を喫緊の課題として、国の中長期ロードマップに基づく研究開発に取り組んでいます。

また、世界的に前例のない極めて困難な福島第一原子力発電所の廃炉の推進には国内外の叡智の結集が必要で、そのためIRIDは、国際・国内の関係機関との協力も進めています。さらに、長期間にわたる福島第一原子力発電所の廃炉作業の継続に必要な人材育成につながる活動にも取り組んでいます。

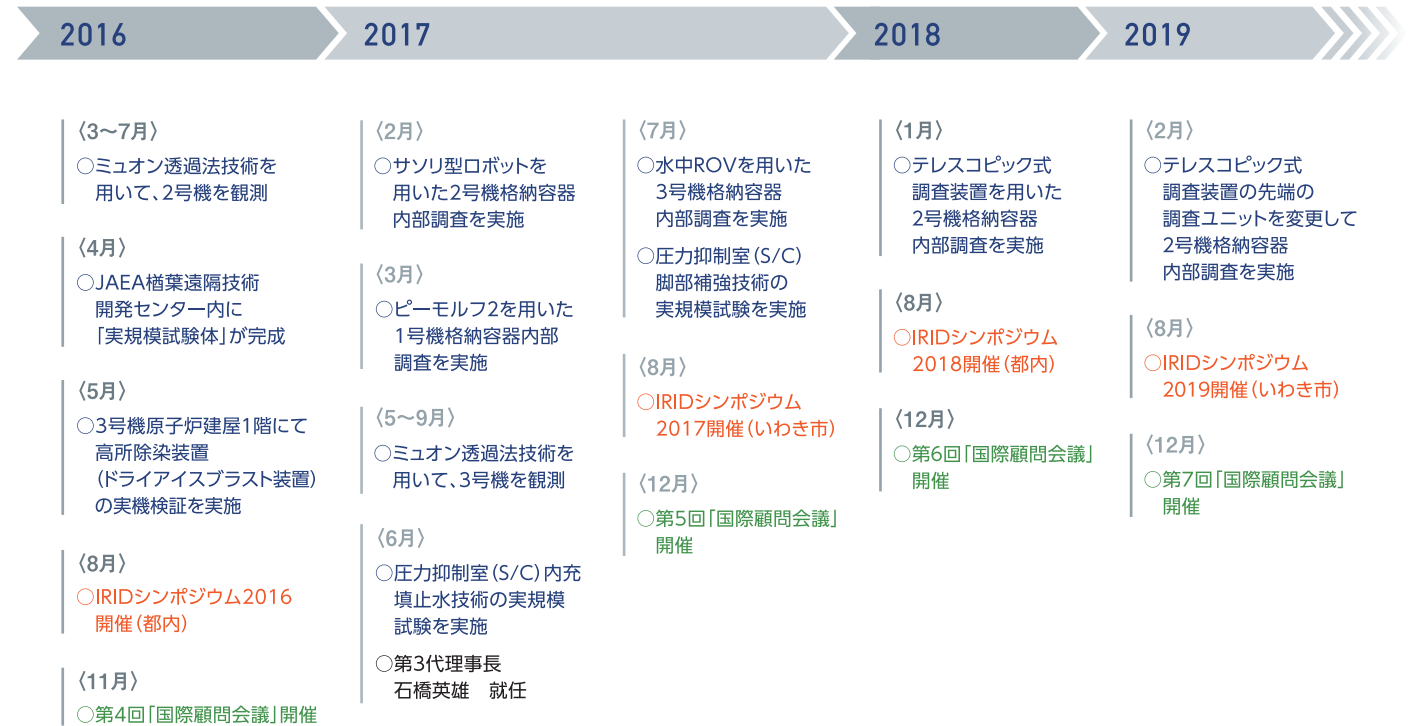


福島第一原子力発電所の廃炉に関する役割分担



HISTORY IRIDの取り組み年表

■…組織全般 ■…研究開発 ■…人材育成 ■…国際関係



IRIDの役割

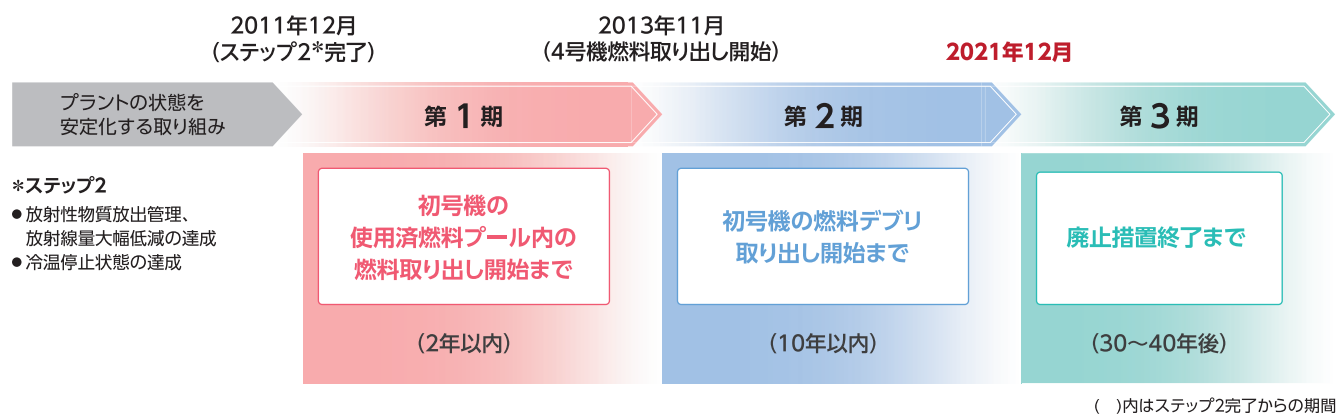
中長期ロードマップの概要 (2017年9月26日改訂)

福島第一原子力発電所の廃炉は、政府が決定する「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」(以降、中長期ロードマップ)に基づいて進められています。

中長期ロードマップでは、廃炉作業終了までの期間を第1期～第3期までの3つに区分し、現在は第2期の「燃料デブリ取り出し準備のための研究開発」にあたります。

なお、現在の中長期ロードマップは、2017年9月に改訂(第4回改訂)されたもので、そこでは、今後の現場状況や研究開発成果等によって見直しが行われることを前提に廃炉の目標工程の目安(マイルストーン)が示されており、2021年内に初号機の燃料デブリ取り出し開始を目指しています。

中長期ロードマップにおける期間区分



これまでにIRIDは、中長期ロードマップの下、さまざまな研究開発に取り組んできています。その成果として、遠隔操作ロボットでの原子炉格納容器内部の調査や、宇宙線ミュオンを活用した原子炉内の透視などにより、原子炉内部の状況を視覚的に確認することに成功した一方、乗り越えるべき技術的課題も明らかになってきています。

IRIDは、今後もこの課題に挑戦し続け、2021年内の初号機燃料デブリ取り出し開始に必要な技術の研究開発に全力を尽くします。

○目標工程(マイルストーン)の明確化

燃料デブリ取り出し関係

- 燃料デブリ取り出し方針の決定 2017年 9月
- 初号機の燃料デブリ取り出し方法の確定 2019年度
- 初号機の燃料デブリ取り出しの開始 2021年内

※2017年9月26日中長期ロードマップ(第4回改訂)をもとに作成

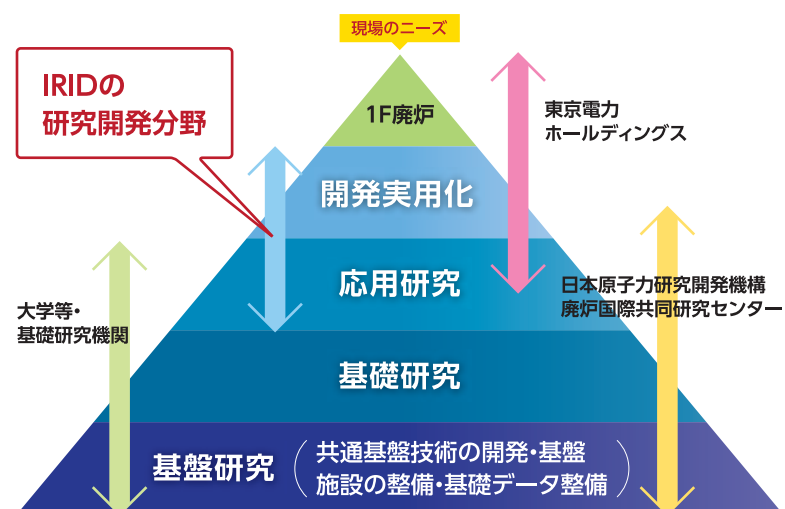
IRIDの研究開発スコープ

廃炉事業

- 原子炉の冷温停止状態の継続
- 滞留水処理(汚染水対策)
- 発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止
- 使用済燃料プールからの燃料取り出し
- 燃料デブリ取り出し
- 固体廃棄物の保管・管理と処理・処分に
向けた計画
- 原子炉施設の廃止措置計画

IRIDのR&D 担当分野

研究開発の全体像



※NDF技術戦略プラン2019を参考に一部修正

国の補助金を活用したIRIDの研究開発一覧

平成29年度補正予算および平成30年度補正予算 廃炉・汚染水対策事業費補助金



(2019年6月末 現在)*1

事業名	主な事業内容	事業期間	予算	補助金上限額 (補助率)*2
原子炉圧力容器内部調査技術の開発	(1)調査計画・開発計画の策定 (2)工法計画の立案 (3)調査用付帯システムの検討 (4)アクセス装置・調査装置の開発	2018年4月1日から 2020年3月31日まで	平成29年度補正	13億円 (1/2以下)
原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発 (X-6ベネを用いた内部詳細調査技術の現場実証)	(1)調査計画・開発計画の策定 (2)アクセス・調査装置及び調査技術の現場実証	2018年4月27日から 2020年3月31日まで	平成29年度補正	40億円(定額)
原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発 (堆積物対策を前提とした内部詳細調査技術の現場実証)	(1)調査計画・開発計画の策定 (2)アクセス・調査装置及び調査技術の現場実証	2018年4月27日から 2020年3月31日まで	平成29年度補正	26億円(定額)
原子炉格納容器内水循環システム構築技術の開発	(1)PCV 内水循環システムの高度化のための技術仕様の整理、 作業計画の検討及び開発計画の立案 (2)PCV 内アクセス・接続等の要素技術の開発・検証	2018年4月1日から 2020年3月31日まで	平成29年度補正	5億円 (1/2以下)
原子炉格納容器内水循環システム構築技術の開発 (実規模試験)	(1)補助事業「原子炉格納容器内水循環システム構築技術の開発」で開発するPCV アクセス・接続技術等の 実規模スケールでの検証	2018年4月1日から 2020年3月31日まで	平成29年度補正	10億円(定額)
燃料デブリの性状把握のための分析・推定 技術の開発	(1)燃料デブリ性状の分析に必要な技術開発等 (2)燃料デブリ微粒子挙動の推定技術の開発	2019年4月1日から 2021年3月31日まで	平成29年度補正 平成30年度補正	10億円(定額)
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	(1)燃料デブリサンプリング技術の開発計画、 サンプリング計画の策定 (2)PCV内燃料デブリサンプリングのための装置、 システムの開発	2019年4月1日から 2021年3月31日まで	平成29年度補正 平成30年度補正	35億円(定額)
燃料デブリ・炉内構造物の取り出しに向けた 技術の開発	(1)燃料デブリ取り出し工法の開発 (2)燃料デブリ取り扱い技術の開発 (3)燃料デブリ取り出し作業時の安全確保に関わる技術開発	2019年4月1日から 2021年3月31日まで	平成30年度補正	40億円 (定額、一部の 事業内容につい ては、1/2以下)
燃料デブリ・炉内構造物の取り出しに向けた 技術の開発 (燃料デブリのダスト集塵システムの技術 開発)	(1)燃料デブリ加工時に発生するダストの集塵システム、気中拡 散を抑制するシステムの概念検討・要素試験	2019年5月10日から 2021年3月31日まで	平成30年度補正	3億円(定額)
燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発	(1)収納・移送・保管に係る調査及び研究計画立案 (2)収納技術の開発 (3)移送技術の開発 (4)乾燥技術/システムの開発	2019年4月1日から 2021年3月31日まで	平成30年度補正	13億円 (定額、一部の 事業内容につい ては、1/2以下)
固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発	(1)保管管理方法の検討 (2)処理・処分概念の構築と安全評価手法の開発 (3)性状把握の効率的な分析手法の開発 (4)研究開発成果の統合	2019年4月1日から 2021年3月31日まで	平成30年度補正	27億円(定額)

※1 IRID「事業計画書」に記載されている事業

※2 補助金上限額および補助率は、公募要領に記載の数値

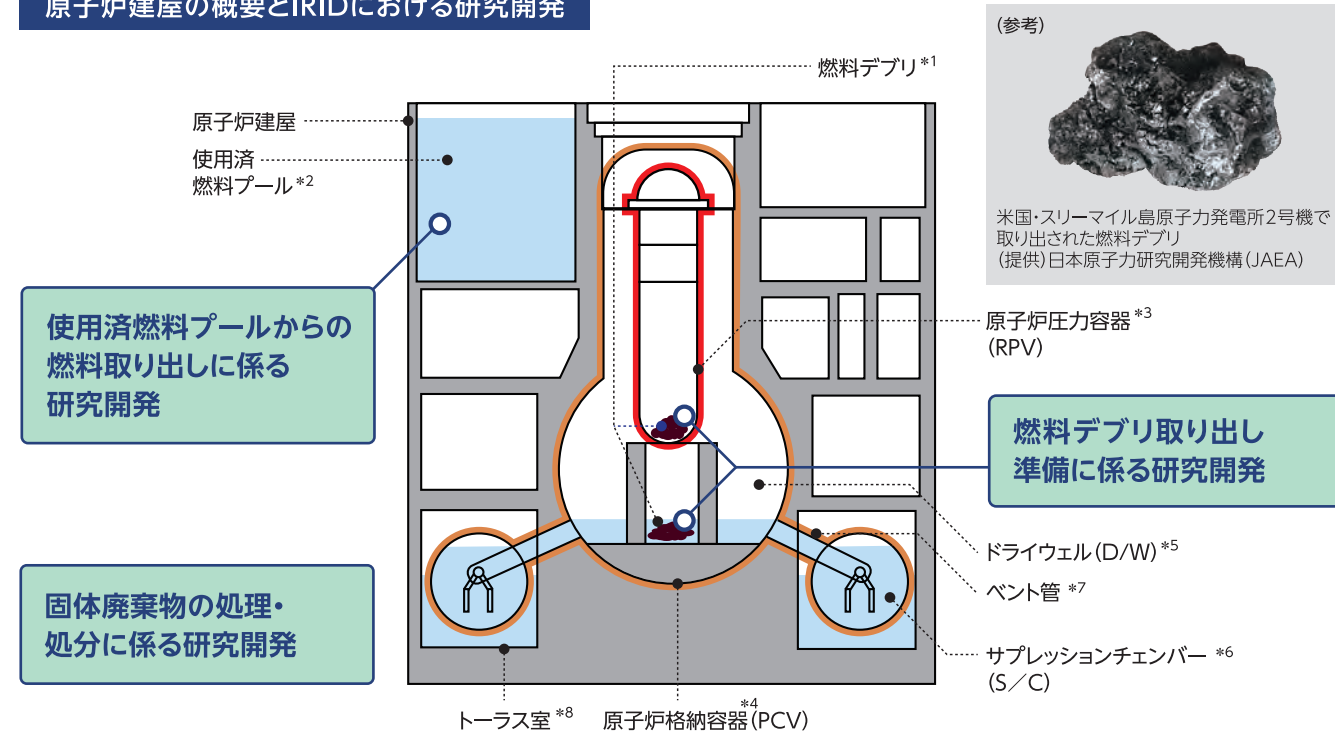
IRIDの主要な研究開発は、「使用済燃料プールからの燃料取り出しに係る研究開発」、「燃料デブリ取り出し準備に係る研究開発」、「固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発」です。2017年「燃料デブリ取り出し方針」が公表され、それを基にさらなる研究開発を進めます。

IRIDの研究開発

IRIDでは、中長期ロードマップに沿った福島第一原子力発電所の廃炉を進めていくための研究開発を行っています。廃炉戦略をより高度化していくために、東京電力や関係機関等とタイアップして、エンドステート（最終の最適姿）をどうしていくのかを見据えながら、他に最適な方法がないか、リスクを下げるにはどうしたらよいのか、といったことを検討しています。

なお、IRIDの行う廃炉に関わる主な研究開発は、「使用済燃料プールからの燃料取り出しに係る研究開発」、「燃料デブリ取り出し準備に係る研究開発」、「固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発」の3つです。

原子炉建屋の概要とIRIDにおける研究開発



*1 燃料デブリ：高温となった燃料が、制御棒や原子炉圧力容器内の構造物等とともに溶け、冷えて再び固まった物質。

*2 使用済燃料プール：原子炉で使用した燃料（使用済燃料）を核分裂生成物の崩壊による発熱が弱まるまでラックに挿入して水中貯蔵・保管するための水槽で、原子炉建屋の最上階に設置されている。

*3 原子炉圧力容器（RPV）：燃料集合体を収める鋼鉄製の円筒形容器。原子炉圧力容器の中では核分裂エネルギーによって高温・高圧の水や水蒸気が生じるため、それに耐えることができる容器で、冷却系統設備などとともに原子炉格納容器内に収納されている。

*4 原子炉格納容器（PCV）：原子炉圧力容器や冷却系統設備など重要な機器を覆う鋼鉄製の容器。原子炉の事故、原子炉冷却系の破損などの異常時の際、放射性物質が外部に放出されるのを防ぐ役目をする。なお、福島第一原子力発電所1～3号機の原子炉格納容器は、フラスコ型のドライウェル、ドーナツ型のサプレッションチェンバー、それらを接続するベント管で構成される。

*5 ドライウェル（D/W）：原子炉格納容器のうち、原子炉圧力容器等を格納するフラスコ型の容器で、事故時に放射性物質を閉じ込める安全設備。

*6 サプレッションチェンバー（S/C）：圧力抑制室。原子炉建屋の地下階にあるドーナツ型の容器で水を貯蔵した設備。原子炉配管破断事故時に発生した蒸気を凝縮し、過大圧力を抑制する設備。また、炉心冷却水喪失事故時に緊急炉心冷却装置（ECCS）の水源の一部になる重要な部分。

*7 ベント管：原子炉配管破断事故時に発生した蒸気をドライウェルからサプレッションチェンバーへ導くための接続配管であり、福島第一原子力発電所1～3号機の原子炉格納容器には各8本ずつ設置されている。

*8 トラス室：原子炉建屋の地下階に、トラス形状（ドーナツ状）の圧力抑制室（サプレッションチェンバー）が配置されている部屋のこと。

CLOSE UP

燃料デブリ取り出し方針と当面の取り組み

燃料デブリ取り出しについては、NDFが戦略プランの中で検討した工法の実現性評価およびそれらに基づく提言を踏まえ、以下の「燃料デブリ取り出し方針」に基づいて、今後の取り組みを進めます。

1 ステップ・バイ・ステップのアプローチ

取り出しは小規模なものから始め、作業を柔軟に見直しつつ、段階的に取り出し規模を拡大

2 廃炉作業全体の最適化

準備工事から取り出し工事、搬出・処理・保管及び後片付けまで、全体最適化を目指した総合的な計画として検討

3 複数の工法の組み合わせ

格納容器底部には横からアクセス、圧力容器内部には上からアクセスすることを前提に検討

4 気中工法に重点を置いた取り組み

止水の難易度と作業時の被ばく量を踏まえ、現時点では冠水工法が難しく、気中工法に軸足
※冠水工法については、遮へい効果等の利点を考慮し、将来改めて検討の対象とすることも視野。

5 原子炉格納容器底部に横からアクセスする燃料デブリ取り出しの先行

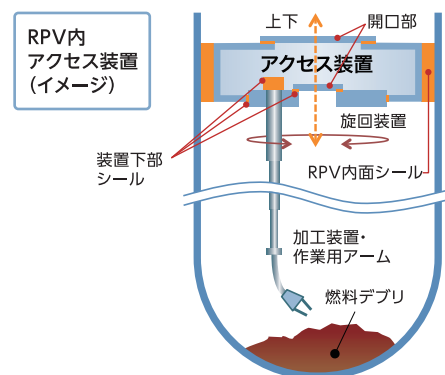
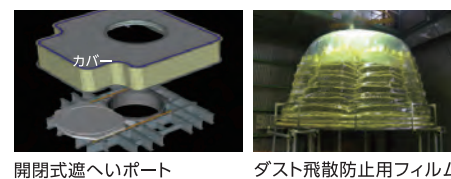
各号機ともに、格納容器底部及び圧力容器内部の両方に燃料デブリは存在
取り出しに伴うリスク増加を最小限とし、迅速にリスクを低減するため、以下を考慮し、格納容器底部・横取り出しを先行

- ①格納容器底部へのアクセス性が最もよく、内部調査で知見が蓄積
- ②より早期に開始出来る可能性、③使用済燃料の取り出し作業と並行し得ること

燃料デブリ取り出し方針を踏まえたIRIDの当面の取り組み

内部調査の継続的な実施と
研究開発の加速化・重点化

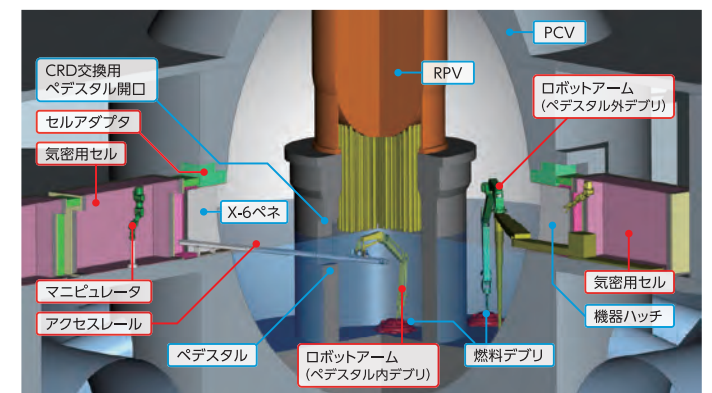
上アクセス工法 ～デブリ取り出しイメージ～



AR 横アクセス工法：アクセスレール方式 ～取り出しイメージ～

- ペDESTAL「内」デブリ⇒X-6ペネからアクセスレールをペDESTAL内に挿入させ、ロボットアームを使って回収。
- ペDESTAL「外」デブリ⇒機器ハッチからロボットアームを使って回収。

2/3号機のイメージ※



注）赤枠は新設機器 ※1号機はX-6ペネ位置が2/3号機とは異なる

※ AR マークのある説明部分や写真をCOCOAR2でスキャンしてください。

IRID研究開発プロジェクト概要図

中長期ロードマップに沿い、炉内調査ロボットや
取り出し技術の開発など、
燃料デブリを取り出すための研究開発を進めています。

- 1 …使用済燃料プール燃料取り出しに係る研究開発 3 …固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発
2 …燃料デブリ取り出しに係る研究開発

1 a 使用済燃料プールからの燃料の取り出しに係る研究開発

- 燃料集合体の長期健全性評価
(燃料集合体表面の堆積物の評価や
乾式保管時の燃料健全性評価)
- 長期健全性に係る基礎試験

2 除染・線量低減技術

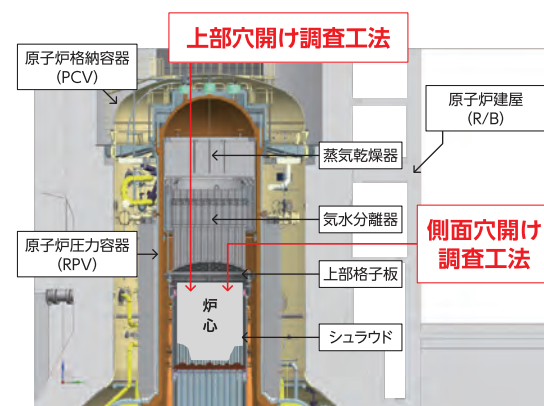
原子炉建屋内の
遠隔除染技術



2 炉内調査技術

b 原子炉圧力容器内部調査技術

2つの工法の実現性に関する評価(調査工法の概念図)



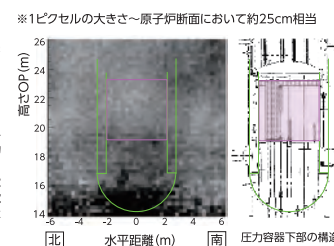
c 原子炉格納容器内部調査技術

内部調査ロボットの開発

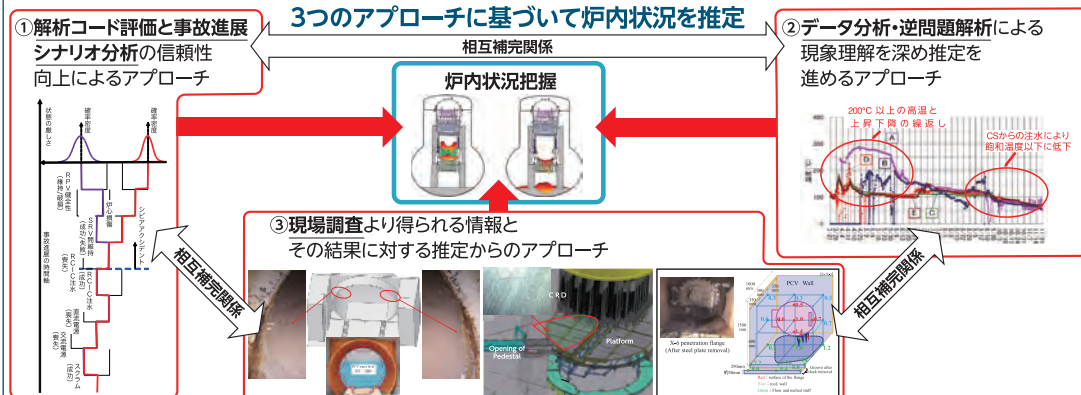


d 燃料デブリ検知技術

宇宙線ミュオンを活用した圧力容器内部の燃料デブリ分布の調査技術
2号機圧力容器底部に燃料デブリと思われる高密度物質の影を確認した。
※2号機における測定は、IRID事業の一環として東京電力ホールディングス(株)により実施されました。

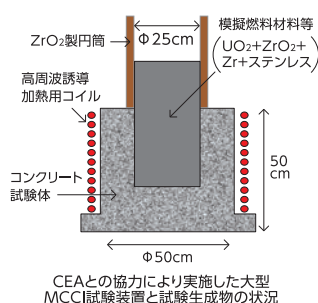


2 炉内調査・解析(性状把握)技術



e 燃料デブリ性状把握

模擬デブリを用いた性状把握



溶融炉心・コンクリート反応(MCCI)の模擬試験の実施

数10kg規模のウランを用いた溶融炉心とコンクリートとを反応させた試験をフランスの研究機関との協力で実施

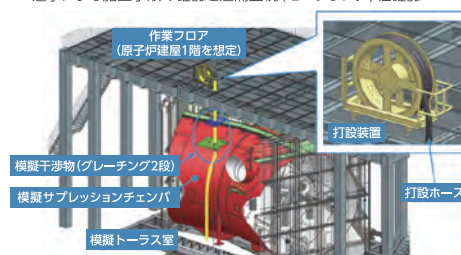
2 f 格納容器補修・止水技術

実規模試験 試験実施状況



S/C脚部補強施工性確認試験

・作業フロアから打設装置を用いた打設ホース設定・回収の作業確認
・通水による施工手順の確認と遠隔監視(モニタリング)性確認



※ AR マークのある説明部分や写真をCOCOAR2でスキャンしてください。

主な研究開発トピック

2019年には、2号機原子炉格納容器内部調査や原子炉格納容器内部詳細調査装置の開発等の研究開発成果がありました。
また、燃料デブリ取り出しに向けた研究開発や固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発を進めています。

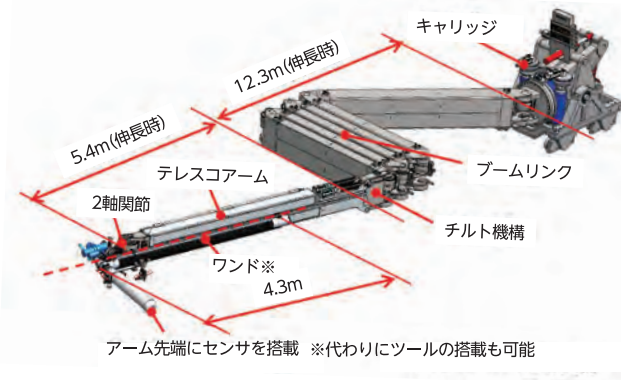
原子炉格納容器(PCV)内部詳細調査技術

調査装置の開発

1号機 AR 水中遊泳型ROVの開発



2号機 アーム型アクセス装置の開発

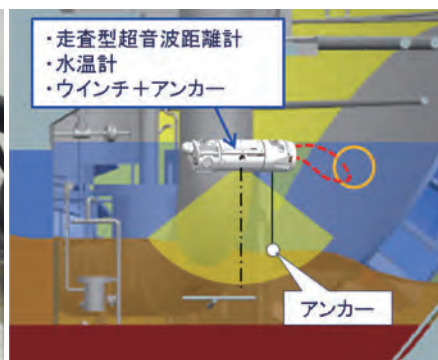


1号機

走査型超音波距離計



堆積物3Dマッピングのイメージ図



2号機

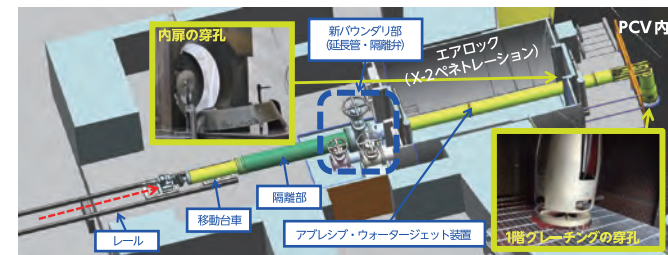
AR 少量サンプル回収装置



PCV内部アクセスルート構築に係る開発

1号機

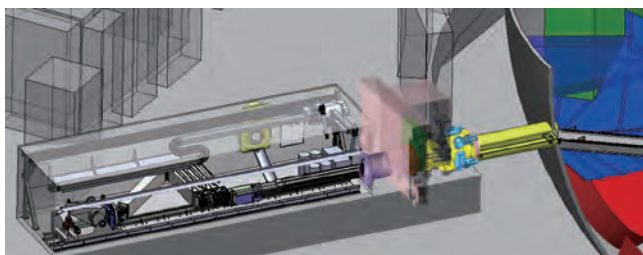
PCV内と隔離する新バウンダリ部、PCV内と隔離しながら内扉、PCV内のグレーチングなど穿孔するアプレシブ・ウォータージェット装置などの開発



X-2ペネトレーション新バウンダリ部とグレーチング穿孔時の状況

2号機

PCV内と隔離しながら、遠隔でX-6ペネトレーションのハッチを解放しアクセス装置を接続する技術の開発



X-6ペネトレーション前のアクセス構造体の状況

原子炉格納容器(PCV)内部調査技術

堆積物接触調査

2018年1月の福島第一原子力発電所2号機のPCV内部調査で使用した調査ユニットを変更し、堆積物にフィンが構造を動作させることで機械的な力を加え、堆積物の状態の変化を確認しました。

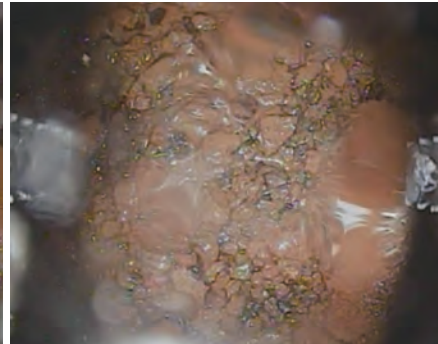
堆積物接触前



堆積物接触中



堆積物接触後

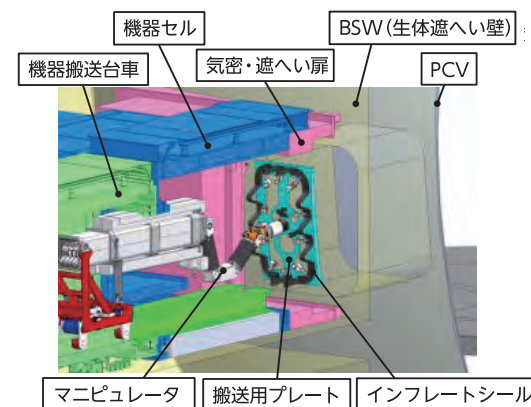


ペダスタル底部の小石状・構造物の一部と推定される堆積物について動くことを確認しました。また、プラットホーム上の小石状・構造物の一部と推定される堆積物も動くことも確認しました。

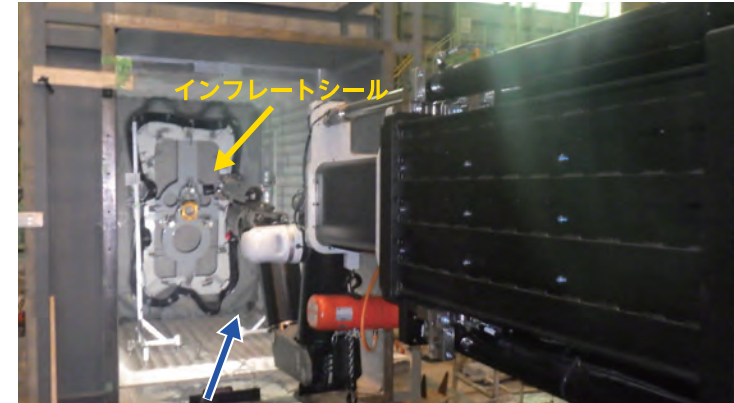
燃料デブリ取り出しに向けた研究開発

初号機の取り出し開始(2021年内)後の燃料デブリ取り出しの規模拡大に向けて、具体的な研究開発を進めています。

汚染拡大防止技術(例)



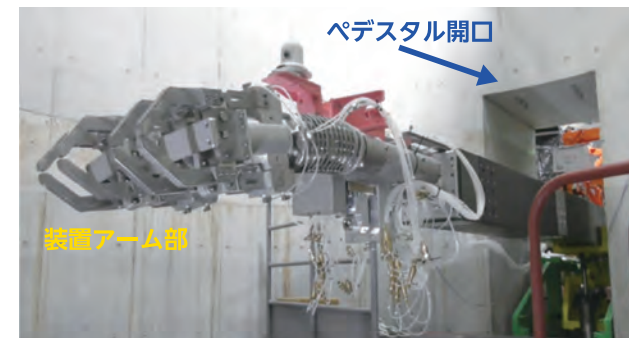
PCV壁とインフレートシールの気密性確保要素試験



マニピュレータ

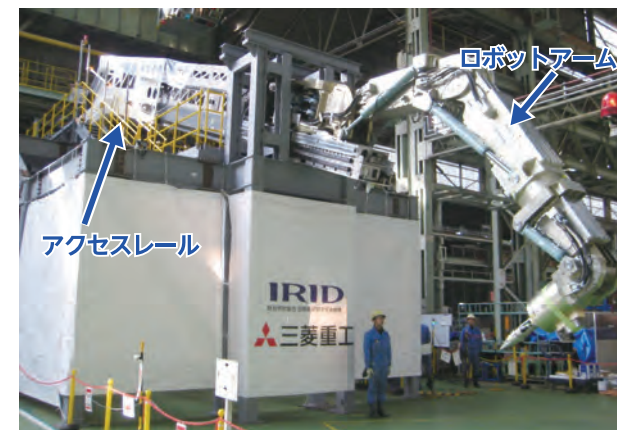
燃料デブリ・炉内構造物の取り出し技術(例)

ペダスタル内干渉物撤去要素試験



AR

デブリ加工取り出し用ロボットアームとアクセスレールの組合せ要素試験



※ AR マークのある説明部分や写真をCOCOAR2でスキャンしてください。

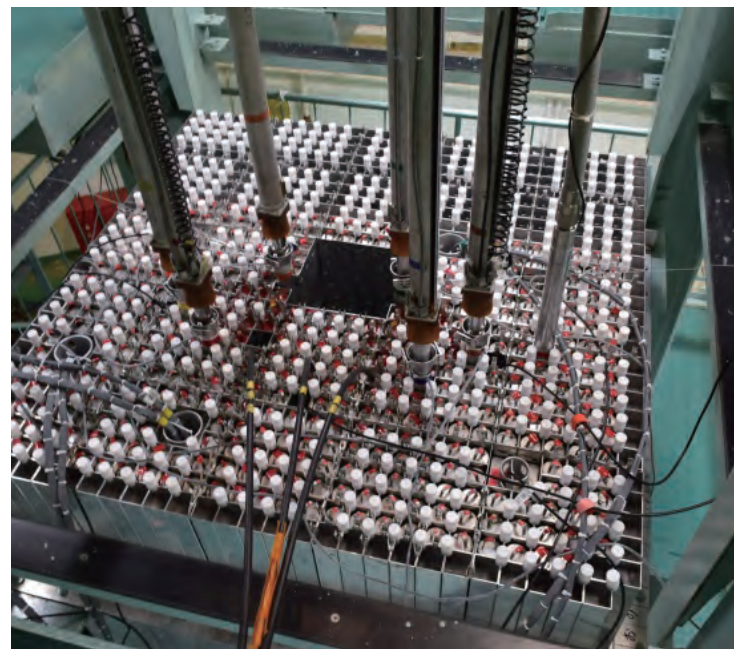
CLOSE UP

大学と連携した研究開発(実績)

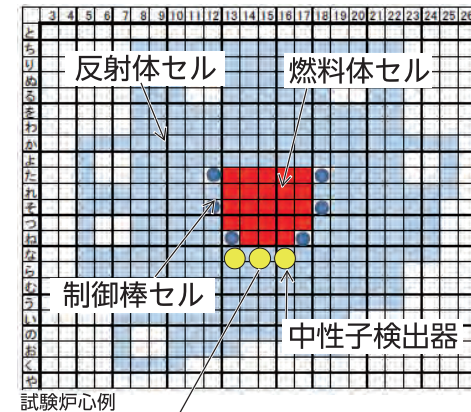
■臨界管理技術の開発【京都大学 三澤研究室】

臨界発生を防止するための中性子吸収材の核特性や、臨界近接の兆候を事前に捉える臨界近接監視技術の成立性確認を目的に、京都大学複合原子力科学研究所の三澤教授らと連携し、同研究所が所有する臨界集合体実験装置(KUCA)を用いて試験を行いました。

KUCAは燃料や減速材の量を試験目的に応じて可変であるため、種々の燃料デブリ状態を模擬する上で好適な実験装置であり、多くの有用なデータが取得でき、我々の開発中の臨界管理技術の実証を行うことができました。



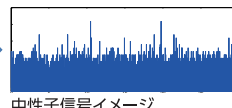
KUCA固体減速架台



試験炉心例



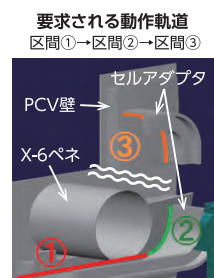
B-10中性子検出器



中性子信号イメージ

■多自由度ロボットの環境との干渉回避を考慮した動作計画手法の開発【神戸大学 横小路・田崎研究室】

多自由度ロボット(例えば、アクセスレール+ロボットアーム、または電動マニピュレータ+溶接ヘッド等)により、狭隘部での可動範囲を拡大させることは可能となりましたが、狭隘部へのアクセス操作は、求められる位置決め精度によりオペレータにとって非常に困難となる場合があります。そこで、多自由度ロボットによる狭隘部における細かい作業への適用を想定し、要求される連続した動作軌道(区間①→区間②→区間③)の要所における経路姿勢を操作者が指示することにより、周りに干渉しない連続的な軌道を自動的に計画する手法を開発しました。

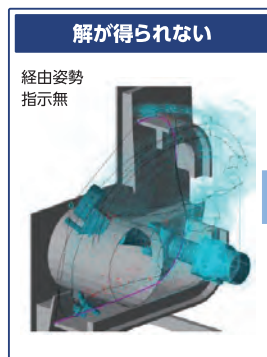


要求される動作軌道
区間①→区間②→区間③

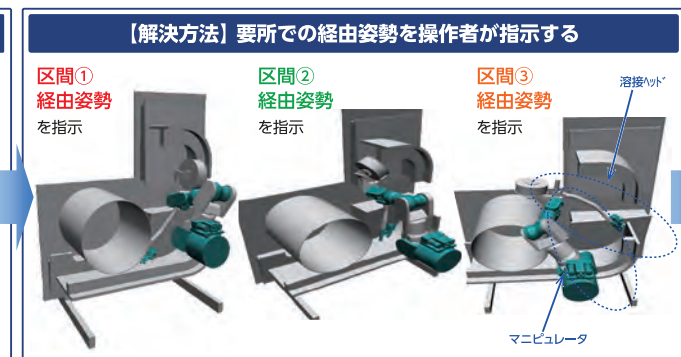
現場での試行錯誤による姿勢



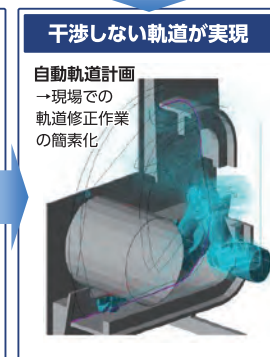
非常に手間がかかっていた。



解が得られない



【解決方法】要所での経路姿勢を操作者が指示する



干渉しない軌道が実現

廃炉事業は、30～40年にわたる長期事業であるため、若い人に廃炉技術に係わる仕事に携わっていただく必要があります。IRIDはこの分野に興味や関心を持っていただけるような人材の育成につながる取り組みを進めています。

1. 大学・研究機関等への情報発信

大学・研究機関等に出向き、情報発信を通じての人材育成に積極的に取り組んでいます。



東北大学 金属材料研究所量子エネルギー材料科学国際研究センター(茨城県大洗町)での講演



早稲田大学での講演



福井大学での講演

2. IRIDシンポジウムの開催

2019年度のシンポジウムは、「燃料デブリ取り出しに挑む-Ⅲ」と題して、IRIDの研究開発成果を報告するとともに、若手研究者、技術者の育成も目的として開催しました。2019年度は昨年に引き続き学生による研究成果発表を行いました。

またシンポジウム翌日には、シンポジウムに研究成果発表やパネル出展をした大学生や大学院生、高専生を対象として、福島第一原子力発電所およびJAEA楡葉遠隔技術開発センターのサイト見学を行いました。



シンポジウム講演会



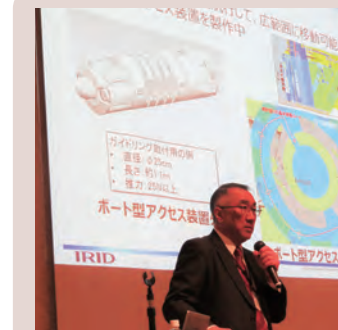
開会挨拶



学生の施設見学

3. 各種イベントへの参加

学会等、各種機関での講演やイベントに積極的に参加しています。



「神奈川県立産業技術総合研究所(KISTEC)」での講演(2019年3月)



「第37回日本ロボット学会」での講演(2019年9月)



「公益社団法人地盤工学会」での講演(2019年10月)



「ロボット・航空宇宙フェスタふくしま2019」への出展(2019年11月)

事業内容 3 海外機関との研究開発の取り組み

「開かれた体制」を運営方針に、海外の研究機関や専門家との関係を強化するとともに、研究開発成果の紹介など情報発信にも努めています。

CLOSE UP

国際機関との協力・関係強化

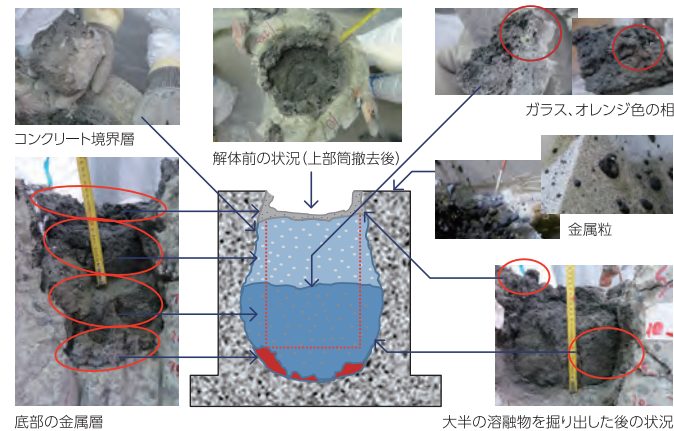
海外機関との研究開発を加速、
廃炉に向けて常に最新技術を投入します。

海外の研究機関との共同研究

■フランス原子力・代替エネルギー庁(CEA)

CEAとの国際共同研究で、MCCIの模擬試験として溶融燃料とコンクリートの反応試験を実施しました。その結果、外観がポーラスな部分や、酸化物質と金属層に分離した部分があるなど、生成物の特性を把握することができました。

生成物の状況



海外の原子力機関との技術協力

■米国・アイダホ国立研究所(INL)

IRIDが進めているプロジェクト「燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発」のうち、「収納・移送・保管に係る安全要件・仕様検討」への取り組みの一環として、INLにおいてワークショップを開催し情報交換や議論を行いました。TMI-2を経験された米国専門家の具体的な知見および教訓から多くの貴重な情報を獲得しました。



■英国・国立物理学研究所(NPL)

燃料デブリ取り出し時に万一臨界が発生しても、より早期に兆候をつかむためKr-88による検知技術の開発を進めています。Kr-88の計測精度を上げるためには、Kr-88のγ線計測と濃度の関係を校正する必要があります。標準作成の世界的権威のNPLにて、実際にKr-88を生成し、検出器の校正方法を確立しました。



国際顧問

国際顧問は、IRIDの理事会に対して、組織運営・マネジメント等についてアドバイスをを行うことを目的として設置した諮問組織で、海外の原子力関連の専門家3名で構成しています。

IRIDの国際的取り組みや運営の方針等に関して議論を行うとともに、今後の課題や改善点についてアドバイスをいただいています。

■メンバー

※写真左から

- メランニー・ブラウンリッジ教授(イギリス): 英国原子力廃止措置機関(NDA)技術・革新部長
- ルイス・エチャバリ氏(スペイン): OECD/NEA前事務局長
(IAEA国際原子力安全グループ
(INSAG)等の経験を有する)
- レイク・バレット氏(アメリカ): 独立コンサルタント(米国・スリーマイル島原子力発電所
事故時米国原子力規制委員会[NRC]現地責任者)



海外への情報発信

国際関係機関等が主催するフォーラム等でIRIDの研究開発成果を紹介しています。



OECD/NEA SAREF Joint WS on Fukushima daiichi decommissioning/PreADES Project(2019年1月)
燃料デブリ取り出し技術を含むIRIDによる技術開発の現状について説明しました。



英国国立物理学研究所(NPL)との技術セミナー(2019年1月)
計測標準作成の世界的権威であるNPLの研究者らと福島第一原子力発電所の廃炉にも役立てられる研究の相互紹介を行いました。



International Topical Workshop on Fukushima Decommissioning Research (FDR2019)](2019年5月)
福島第一原子力発電所廃炉ロボット技術について説明しました。



第9回 INMM/ESARDA/INMMJ 合同ワークショップ(2019年10月)
福島第一原子力発電所における燃料デブリ回収技術にかかわる技術開発の状況について説明しました。

海外機関との研究開発の取り組み(主要一覧)



IRID

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

〒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.iris.or.jp>

▶ スマートフォンアプリ「COCOAR2」で、廃炉の状況をもっと詳しく知ろう！

本誌に掲載している内容について、動画やWEBサイトで、さらに詳しい情報を閲覧することができます。

AR マークのある説明部分や写真をCOCOAR2でスキャンしてください。

最初に、スマートフォンアプリ「COCOAR2」をインストール！

※COCOAR2アプリは無料アプリです。

STEP
1

「COCOAR2」アプリのインストール



「App Store」もしくは「Google Play」で「COCOAR2」と検索し、インストールしてください。

または、左側のQRコードを読み込み、「COCOAR2」アプリをインストールしてください。

STEP
2

「COCOAR2」を起動してかざす



「COCOAR2」アプリを起動し、指定画像にかざしてスキャンしてください。

カメラマークを押すと撮影することもできます。

※掲載期間によって、撮影[スキャン]箇所が変わることがございます。ご容赦ください。