



PROGRESS
REPORT
2019

IRID



国内外の叢智を結集し、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、世界の叢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まいりました。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。

2017年9月、「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)に技術的根拠を与える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2017」の更新を受け、政府により中長期ロードマップが改訂されました。

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や、2019年度に初号機の燃料デブリ取り出し方法を確定することが表明され、燃料デブリ取り出しに向けた研究開発は、まさに正念場を迎えつつあると言えます。

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叢智を結集し、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1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、国内外の叢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。

CONTENTS

- ◆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、原子力委員会でも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、具体的に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)

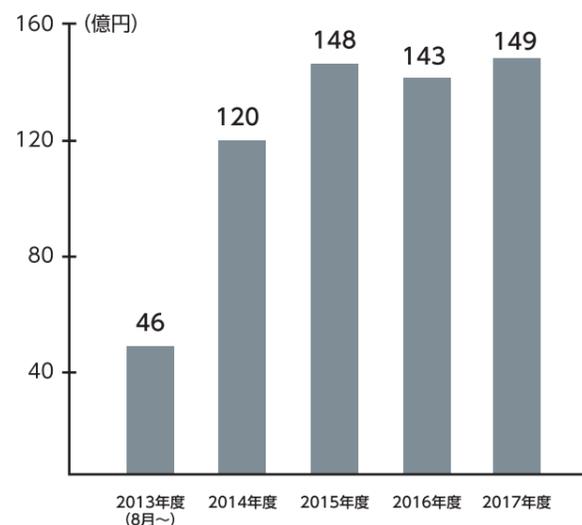
6. 役員

理事長: 石橋 英雄
副理事長: 新井 民夫
専務理事: 川村 忠
理事: 山本俊二、有馬博、上田諭、加藤顕彦、鈴木成光
関口智嗣、野田耕一、柳瀬悟郎
監事: 中西昌夫

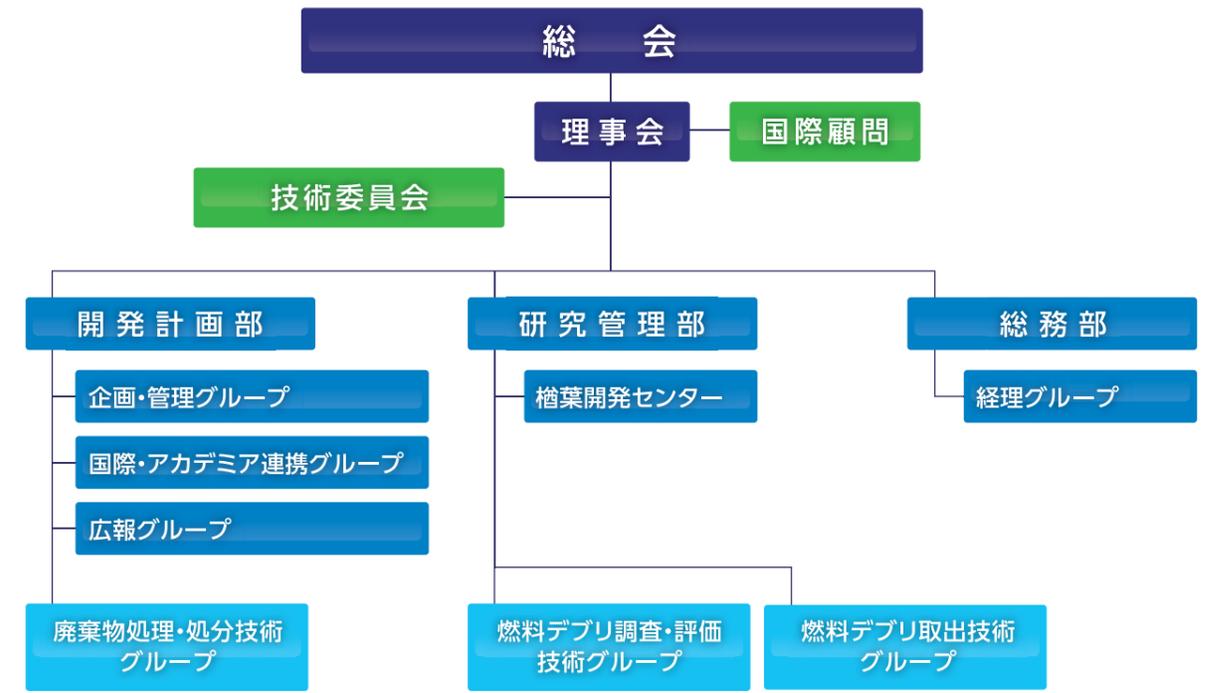
7. 職員数

847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
(2018年10月1日現在)

< 事業費の推移 >



組織体制

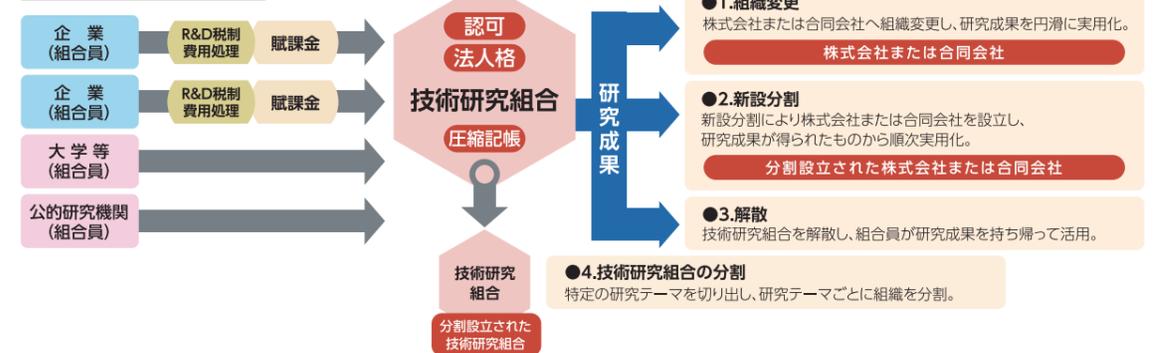


(2018年4月現在)

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。

(出典) 経済産業省ホームページ「技術研究組合とは」より抜粋

IRIDの役割

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まいります。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。

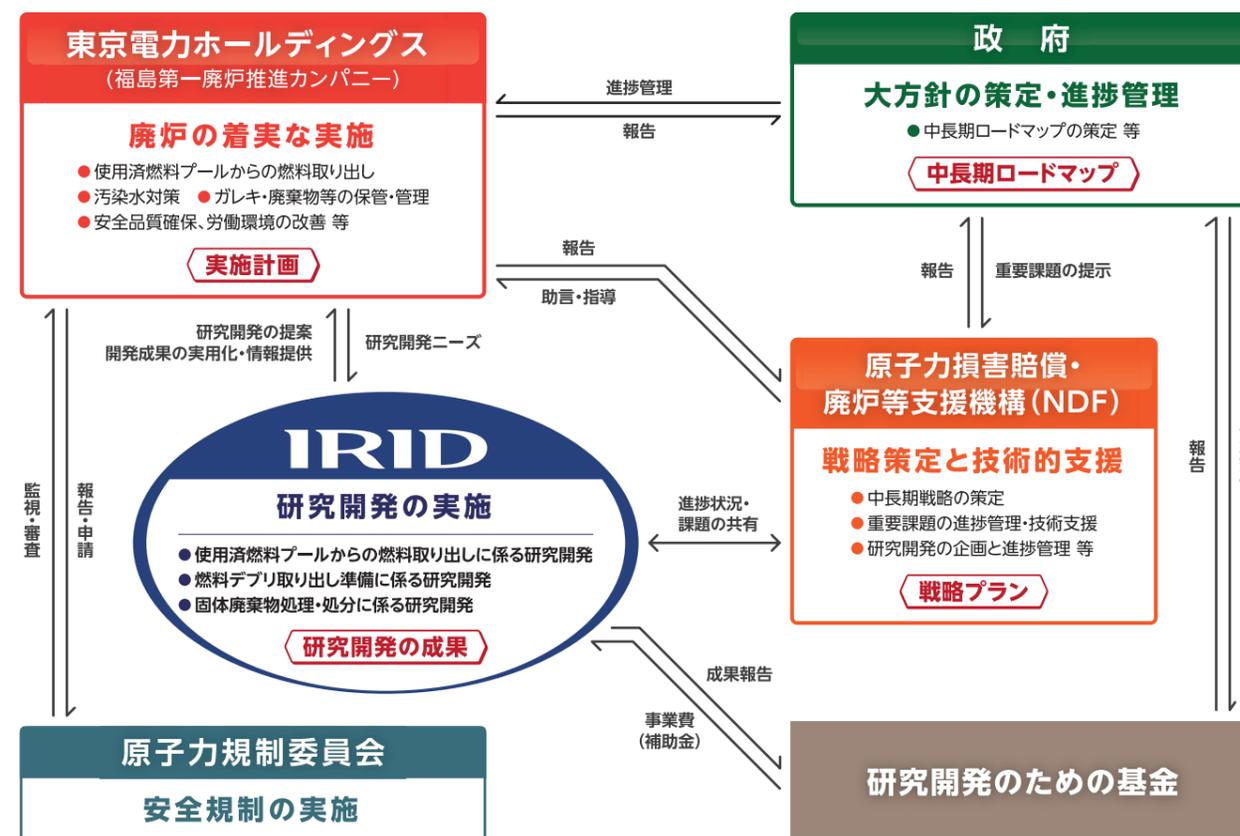
福島第一原子力発電所の廃炉に向けた役割分担については、廃炉戦略の立案・研究開発プランの策定を行う「原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF)」、現場作業を担う「東京電力ホールディングス」、研究開発を実施する



「IRID」の三者が緊密に連携し、一体となって取り組む体制が確立されました。

IRIDは、その一翼を担う組織として、研究開発を通じて福島第一原子力発電所の廃炉に積極的に取り組んでいます。

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

2013	2014	2015	2016	2017	2018	
<p>(8月) ○技術研究組合 国際廃炉研究開発機構(IRID)設立(17法人でスタート) 初代理事長 山名元</p> <p>(9月) ○研究開発に資する人材育成として 第1回ワークショップを開催</p> <p>(12月) ○第1回「技術委員会」開催</p>	<p>(1月) ○第1回「国際顧問会議」開催</p> <p>(3月) ○吸引・プラスト除染装置の実証試験を実施</p> <p>(4月) ○低所除染装置(ドライアイスプラスト装置)実機検証を実施 ○低所除染装置(高圧水除染装置)実機検証を実施</p>	<p>(5月) ○圧力抑制室(S/C)上部調査装置を用いた1号機圧力抑制室(S/C)上部調査を実施 ○アトックスが加わり 現在の18法人体制になる</p> <p>(7月) ○IRIDシンポジウム2014開催(第1回)(都内) ○水中遊泳ロボットと床面走行ロボットを用いた2号機トラス室壁面調査を実施</p> <p>(8月) ○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 ○第2代理事長 剣田裕史 就任</p> <p>(9月) ○圧力抑制室(S/C)下部外面調査装置を用いた2号機圧力抑制室下部外面調査を実施</p> <p>(11月) ○4号機使用済燃料プールから共用プールに輸送された使用済燃料の調査を実施 ○第2回「国際顧問会議」開催</p>	<p>(2~5月、5~9月) ○ミュオン透過法技術を用いて、1号機を観測</p> <p>(4月) ○ピーモルフ1を用いた1号機格納容器内部調査を実施</p> <p>(7月) ○IRIDシンポジウム2015開催(福島市)</p> <p>(12月) ○上部階用除染装置を開発 ○第3回「国際顧問会議」開催</p>	<p>(3~7月) ○ミュオン透過法技術を用いて、2号機を観測</p> <p>(4月) ○JAEA楡葉遠隔技術開発センター内に「実規模試験体」が完成</p> <p>(5月) ○3号機原子炉建屋1階にて高所除染装置(ドライアイスプラスト装置)の実機検証を実施</p> <p>(8月) ○IRIDシンポジウム2016開催(都内)</p> <p>(11月) ○第4回「国際顧問会議」開催</p>	<p>(2月) ○サンリ型ロボットを用いた2号機格納容器内部調査を実施</p> <p>(3月) ○ピーモルフ2を用いた1号機格納容器内部調査を実施</p> <p>(5~9月) ○ミュオン透過法技術を用いて、3号機を観測</p> <p>(6月) ○圧力抑制室(S/C)内充填止水技術の実規模試験を実施 ○第3代理事長 石橋英雄 就任</p> <p>(7月) ○水中ROVを用いた3号機格納容器内部調査を実施 ○圧力抑制室(S/C)脚部補強技術の実規模試験を実施</p> <p>(8月) ○IRIDシンポジウム2017開催(いわき市)</p> <p>(12月) ○第5回「国際顧問会議」開催</p>	<p>(1月) ○テレスコピック式調査装置を用いた2号機格納容器内部調査を実施</p> <p>(8月) ○IRIDシンポジウム2018開催(都内)</p> <p>(12月) ○第6回「国際顧問会議」開催</p>

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

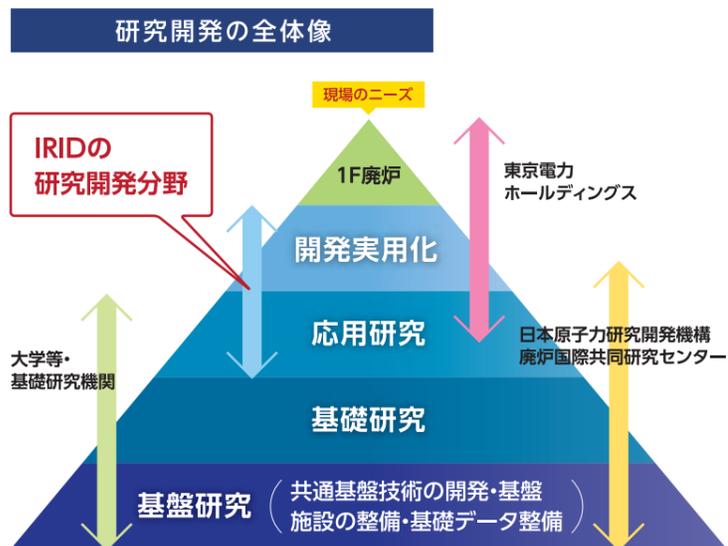
※2017年9月26日中長期ロードマップ(第4回改訂)をもとに作成

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



※NDF技術戦略プラン2018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28年度補正予算および平成29年度補正予算 廃炉・汚染水対策事業費補助金



(2018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
燃料デブリの性状把握・分析技術の開発	(1)燃料デブリ性状の推定 (2)模擬デブリを活用した特性評価 (3)燃料デブリ等の分析要素技術の開発 等	2017年4月1日から 2019年3月31日まで	平成28年度補正	6.5億円(定額)
原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発	(1)調査計画・開発計画の策定 (2)アクセス・調査装置及び要素技術の開発 (3)研究開発の運営	2018年4月1日から 2019年3月31日まで	平成28年度補正	34億円(定額)
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	(1)閉じ込め機能に関する技術開発 (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 (3)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 (4)工法・システムの安全確保に関する最適化検討 等	2017年4月3日から 2019年3月31日まで	平成28年度補正	20億円(定額)
燃料デブリ・炉内構造物の取り出し基盤技術の高度化	(1)燃料デブリの拡散防止に係る技術開発 (2)取り出し装置開発のための要素技術開発 (3)燃料デブリ取り出し装置の遠隔保守技術の開発 (4)燃料デブリ取り出し時の監視技術の開発 等	2017年4月3日から 2019年3月31日まで	平成28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サンプリング技術の開発	(1)燃料デブリの採取、サンプリングシナリオの検討及び策定 (2)原子炉格納容器内燃料デブリサンプリングシステム及び装置の設計・試作 (3)原子炉圧力容器内燃料デブリサンプリングシステムの概念検討	2018年4月1日から 2019年3月31日まで	平成28年度補正	15億円(定額)
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)	(1)福島第一原子力発電所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及びその実現可能性調査 (2)中性子検出器の開発	2017年4月24日から 2018年9月28日まで	平成28年度補正	20億円(定額)
燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発	(1)輸送・貯蔵に係る調査及び研究計画立案 (2)燃料デブリ収納の移送・保管に係る安全要件仕様及びシステム検討 (3)安全評価手法の開発及び安全性検証 (4)燃料デブリの収納形式の検討 等	2018年4月1日から 2019年3月31日まで	平成28年度補正	6億円(1/2以下)
固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発	(1)性状把握 (2)処分前管理に関わる検討 (3)固体廃棄物の特徴に適した処分概念及び安全評価手法の検討 (4)研究開発成果の統合 等	2017年4月1日から 2019年3月31日まで	平成28年度補正	20億円(定額)
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)
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(臨界管理方法の確立に関する技術開発)	(1)未臨界測定・臨界近接監視のための技術開発 (2)再臨界を検知する技術開発 (3)臨界防止技術の開発 (4)工法・システムの安全確保に関する最適化検討(臨界管理関連)	2018年4月1日から 2019年3月31日まで	平成29年度補正	2.5億円(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	(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)
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)
固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発(先行的処理手法及び分析手法に関する研究開発)	(1)実績のある処理技術の固体廃棄物処理への適用性に係る見通しの評価 (2)固体廃棄物の保管・管理関連技術の開発	2018年4月1日から 2019年3月31日まで	平成29年度補正	9億円(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

事業内容 1 廃炉に関する研究開発

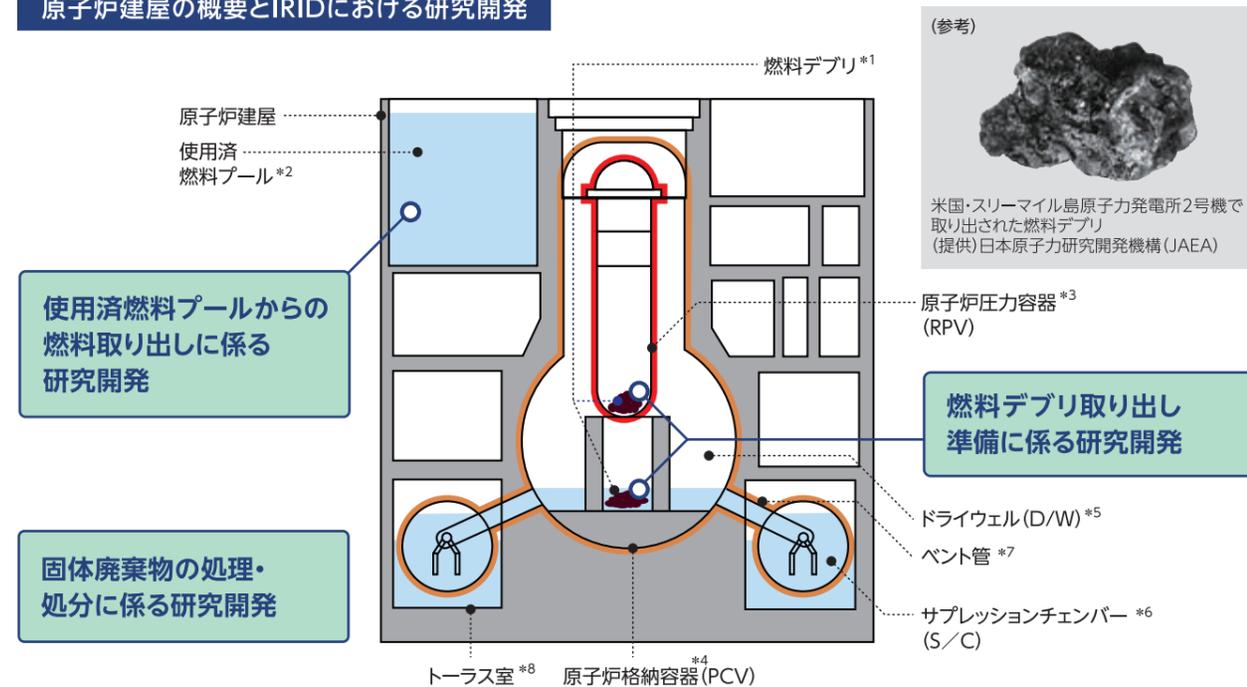
IRIDの主要な研究開発は、「使用済燃料プールからの燃料取り出しに係る研究開発」、「燃料デブリ取り出し準備に係る研究開発」、「固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発」です。2017年「燃料デブリ取り出し方針」が公表され、それを基にさらなる研究開発を進めます。

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(最終の最適な姿)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

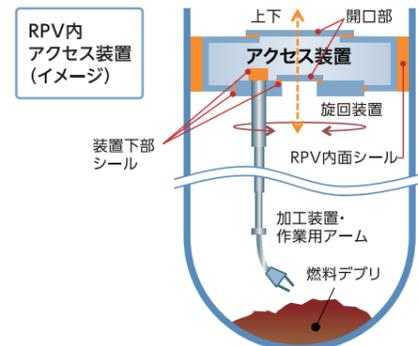
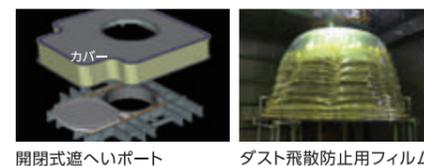
燃料デブリ取り出し方針と当面の取り組み

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、気中工法に軸定
*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

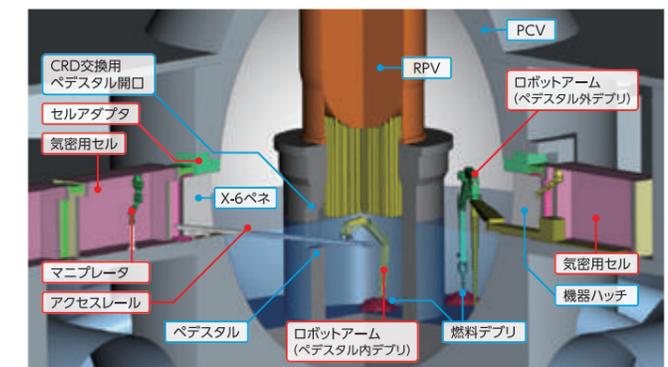
上アクセス工法 ~デブリ取り出しイメージ~



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
- 2 ...燃料デブリ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

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 炉内調査・解析(性状把握)技術

3つのアプローチに基づいて炉内状況を推定

- ①解析コード評価と事故進展シナリオ分析の信頼性向上によるアプローチ
- ②データ分析・逆問題解析による現象理解を深め推定を進めるアプローチ
- ③現場調査より得られる情報とその結果に対する推定からのアプローチ

e) 燃料デブリ性状把握
模擬デブリを用いた性状把握

融炉炉心・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融炉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

3 固体廃棄物の処理・処分技術

ALPSスラリーの脱水処理を検討するための加圧ろ過試験装置



2 g 燃料デブリ取り出し技術

燃料デブリ収納・移送・保管技術

圧力容器/格納容器の耐震性・影響評価手法の開発

- 大規模地震時における安全シナリオの構築
- 安全シナリオ構築のための耐震性・影響評価手法の開発
- 安全シナリオの高度化

燃料デブリ臨界管理技術の開発

AR 燃料デブリ・炉内構造物の取出技術

2 f 格納容器補修・止水技術

実規模試験 試験準備状況

S/C脚部補修施工性確認試験

- 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。

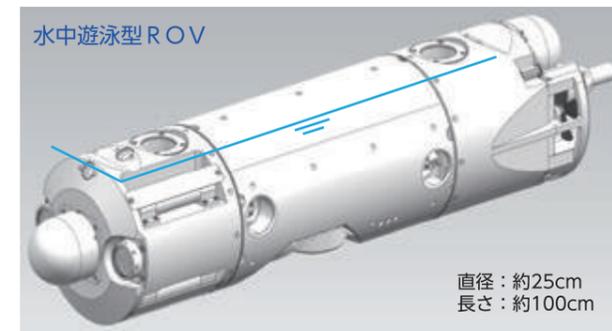
主な研究開発トピック

2018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漏えい箇所への補修技術の開発などの研究開発成果がありました。また、原子炉格納容器内部詳細調査や燃料デブリ取り出しに向けた研究開発を進めています。

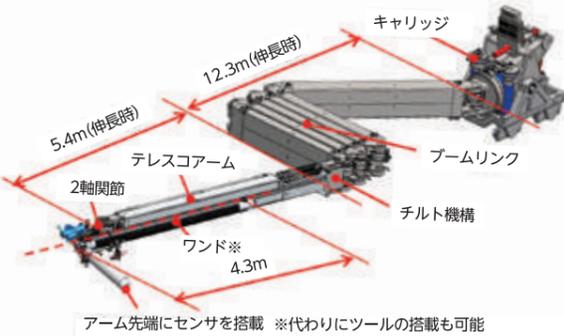
原子炉格納容器 (PCV) 内部詳細調査技術

調査装置の開発

1号機 地下階の広範囲を移動できる水中遊泳型ROVの開発



2号機 アーム型アクセス装置の開発



PCV内部アクセスルート構築に係る開発

1号機

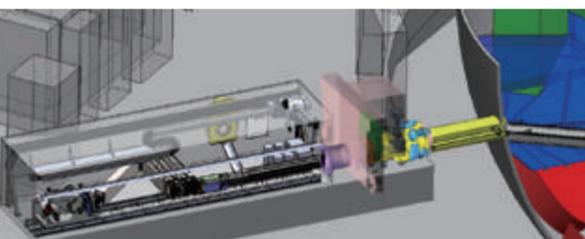
PCV内と隔離する新バウンダリ部、隔離しながら内扉、PCV内のグレーチングなど穿孔するアプレシブ・ウォータージェット装置などの開発



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内部と隔離しながら、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



原子炉格納容器 (PCV) 内部調査技術

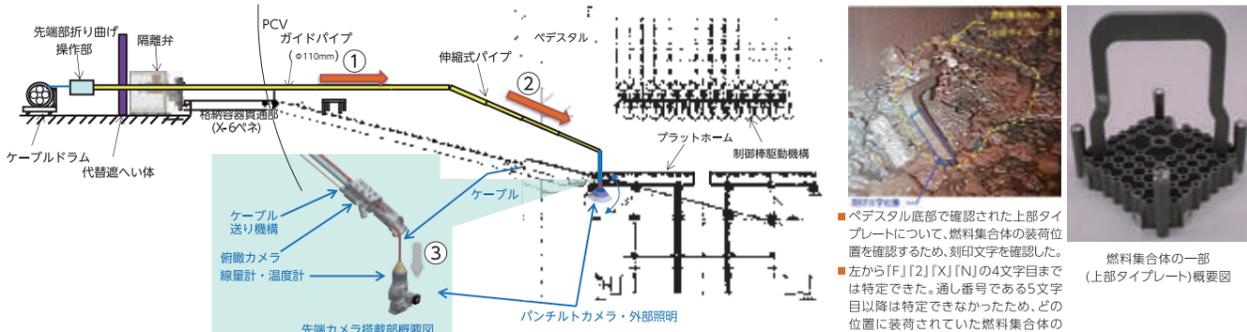
2号機PCV内部調査

プラットホーム下の状況確認

調査手順

①ガイドパイプ挿入 ⇒ ②伸縮式パイプ伸展 ⇒ ③パンチルトカメラ吊降し ⇒ ④調査

ペDESTAL底部で発見された燃料集合体の一部(上部タイプレート)



■ ペDESTAL底部で確認された上部タイプレートについて、燃料集合体の装着位置を確認するため、刻印文字を確認した。
 ■ 左から「F」「2」「X」「N」の4文字目までは特定できた。通し番号である5文字目以降は特定できなかったため、どの位置に装着されていた燃料集合体の上部タイプレートか分からなかった。

原子炉格納容器漏えい箇所の補修技術

ベント管内埋設による止水技術

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による止水性能確保を目的とした技術。

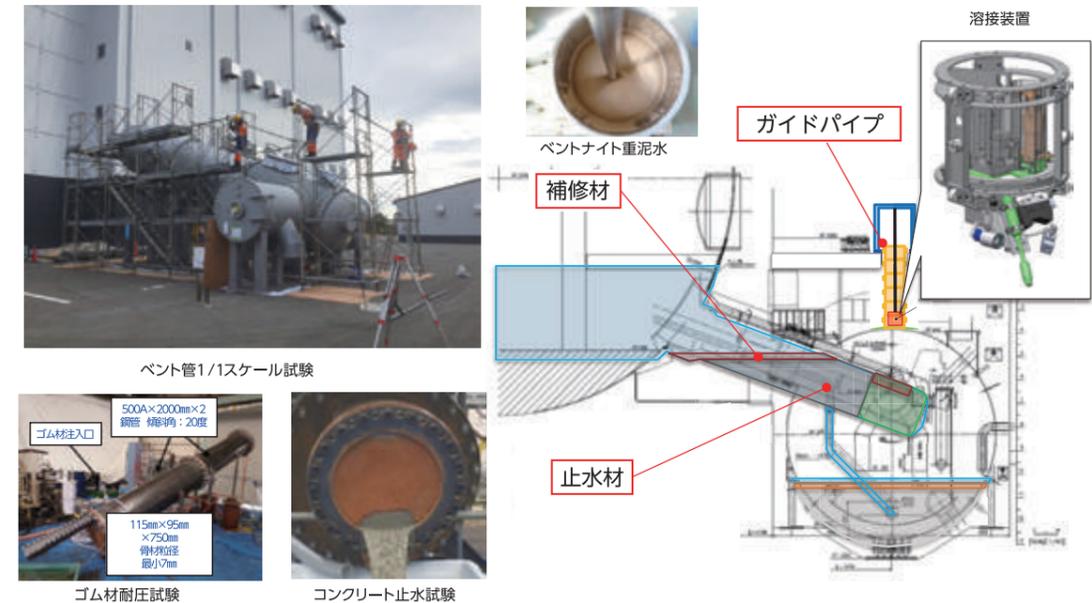
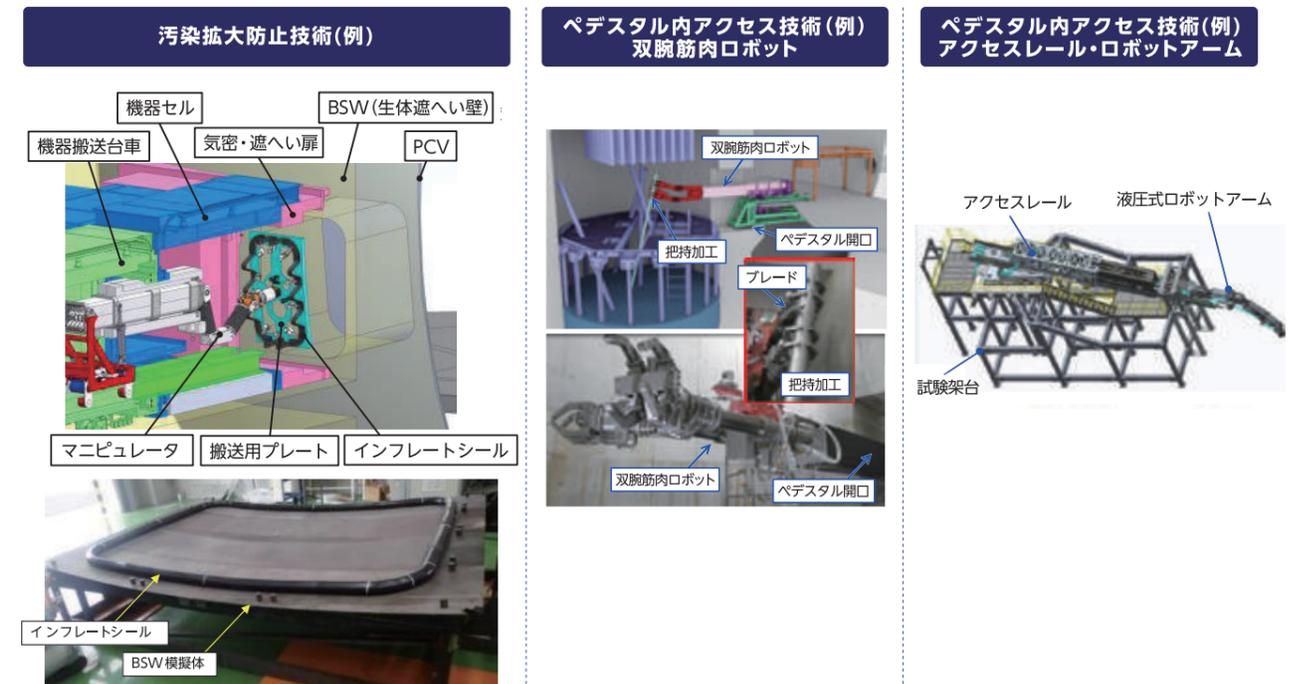


図 PCV下部補修の概要(ベント管内埋設、S/Cガイドパイプ施工)

燃料デブリ取り出しに向けた研究開発

初号機の取り出し方法の確定(2019年度)、および初号機の取り出し開始(2021年内)に向けて、具体的な研究開発を進めています。

基盤技術開発 取り出し工法の基盤となる技術を要素試験(縮尺モデル、実機サイズモデル)により確認する。

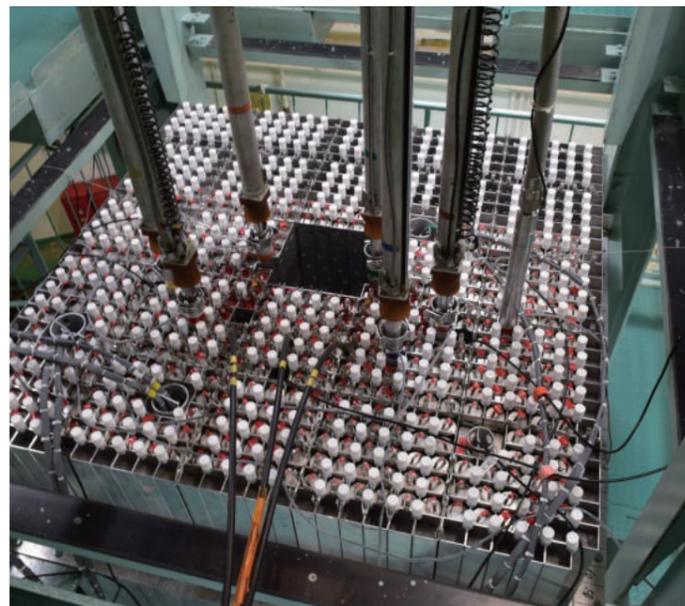


CLOSE UP

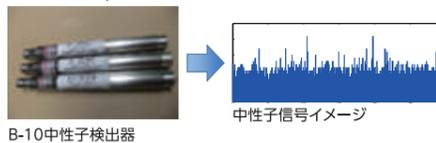
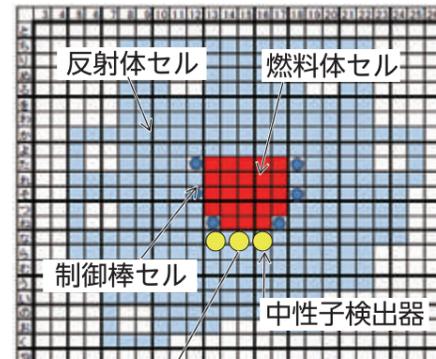
大学と連携した研究開発(実績)

■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最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。

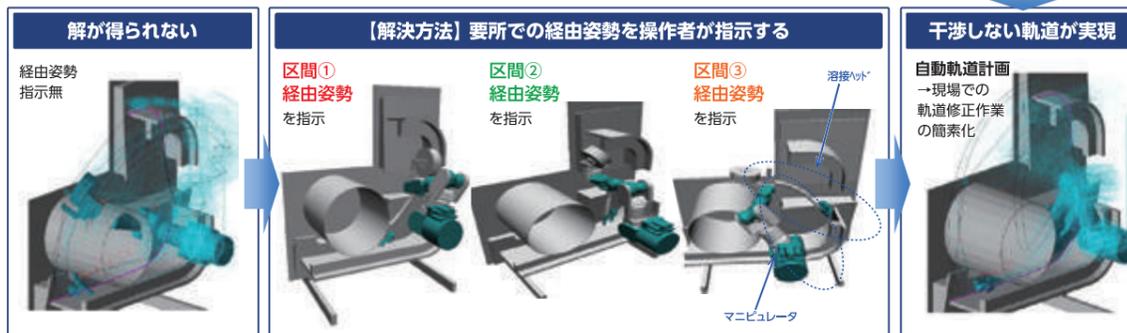


KUCA固体減速架台



■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。



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。



近畿大学での講義



神奈川県立産業技術総合研究所(KISTEC)セミナーでの講演



福島工業高等専門学校での講義

2. IRIDシンポジウムの開催

2018年度のシンポジウムは、「燃料デブリ取り出しに挑む-II」と題して、IRIDの研究開発成果を報告するとともに、昨年に引き続き若手研究者、技術者の育成も目的として開催しました。2018年度は初めて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学生や大学院生、高専生による、福島第一原子力発電所およびJAEA 楢葉遠隔技術開発センターのサイト見学が行われました。



シンポジウム講演会



開会挨拶



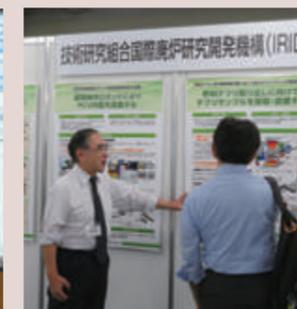
学生の施設見学

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。



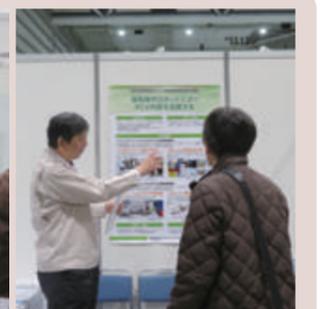
「2018年秋の原子力学会」での発表(2018年9月)



「RADIEEX2018環境放射能対策・廃棄物処理国際展」への出展(2018年10月)



「ロボット・航空宇宙フェスタふくしま2018」への出展(2018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

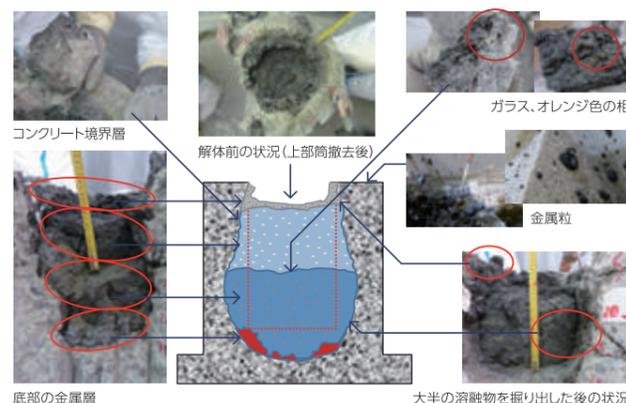
海外機関との研究開発を加速、
廃炉に向けて常に最新技術を投入します。

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の模擬試験として熔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、酸化層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・ハンフォード施設

燃料デブリを切り出す際、燃料デブリ内にある放射性物質を含むダストが発生します。そのため、発生したダストを原子炉格納容器・原子炉建屋内に閉じ込めるための換気システムを検討する必要があります。類似のシステムを持つ米国の研究関連設備を視察し、技術者と協議することによって、今後のシステム設計に反映します。



■ 米国・アルゴンヌ国立研究所 (ANL)

ANLは、過酷事故時のデブリ-コンクリート反応 (MCCI) に関して、DOE (米国エネルギー省) 他と多くの実試験を実施しています。この領域で世界トップレベルの知見を持った研究者との技術討論を通じて、今後のデブリ取り出し工法や加工技術等へ参考となる情報を得ました。



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

- メラニー・ブラウンリッジ教授 (イギリス): 英国原子力廃止措置機構 (NDA) 技術担当本部長
- 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・パレット氏 (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。



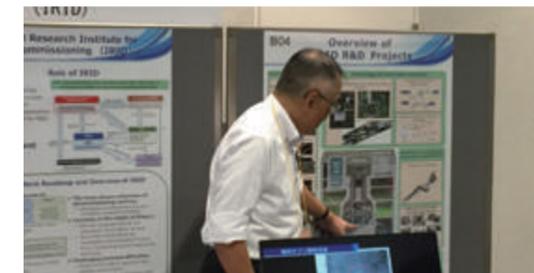
OECD/NEA SAREF/PreADES Project会合 (2018年1月)
福島第一原子力発電所の廃炉に向けたIRIDの技術開発の現状について説明しました。



ポーランドJICCワルシャワセミナー (2018年5月)
福島第一原子力発電所の原子炉格納容器内部調査の状況や廃炉に関する研究開発の状況を説明しました。



Nuclear Air Cleaning 35th Charleston SC (2018年6月)
福島第一原子力発電所の廃炉に向けたIRIDの技術開発の現状について説明しました。



ICMST-Tohoku2018 (2018年10月)
IRIDの研究開発の現状 [Overview of IRID R&D Projects] 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。

Check 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。