

燃料デブリ取り出し代替工法 についての 情報提供の状況

2014年2月27日

国際廃炉研究開発機構(IRID)

無断複製・転載禁止 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

情報提供依頼(RFI)の目的

- IRIDでは、経済産業省より「燃料デブリ取出し代替工法の検討のための技術調査事業」を受託しており、本技術調査事業の一環として情報提供依頼(RFI)を実施。
- 本RFIは、中長期ロードマップの記載*1に従い、燃料デブリ取出しに向けた代替工法を検討し、そのために必要となる技術を特定する際に、関連する情報を産業界、学界及び政府系機関等から広く求めるもの。
- 収集した情報は、今後行われる概念検討(C/S) や、技術的なフェージビリティ調査(F/S)*2に活用される。
- また、本RFIが世界各国の関係者との協働と連携の機会となることも期待。

*1:「過酷な事故の影響を受けた原子炉格納容器の上部まで冠水させるための技術は、多段階で難しい課題を抱えており、原子炉格納容器上部まで冠水することが困難となる場合も想定される。このため、原子炉格納容器に水を張らずに燃料デブリを取り出す代替工法についても併せて検討を進めていく。」(中長期ロードマップより)

*2:政府予算の状況によるが、2014年の春/夏頃に開始される予定。

RFIの内容

トピックA: PCV/RPV内部調査

-A-1:概念検討 (以下、例)

- ① カメラ等の調査装置の内部への挿入方法
 - a. 配管/ペネトレーション等の既存の貫通孔の活用
 - b. 新たな貫通孔の穿孔
 - c. 作業員の被ばく低減の観点から考えた、貫通部の遮蔽方法及び機器操作方法
- ② 外部からの測定による燃料デブリ位置の推定方法等

-A-2:必要とされる技術 (以下、例)

- ① 高度計測技術(カメラ、線量計、温度計等)
 - a. 高性能光学機器(カメラ等)、その他の計測技術(超音波、レーザー等)
 - b. 計測機の制御技術、情報伝送技術
- ② 炉内にある物質が燃料デブリか否かを判別するための技術

トピックB: 燃料デブリ取り出し

-B-1:概念検討 (以下、例)

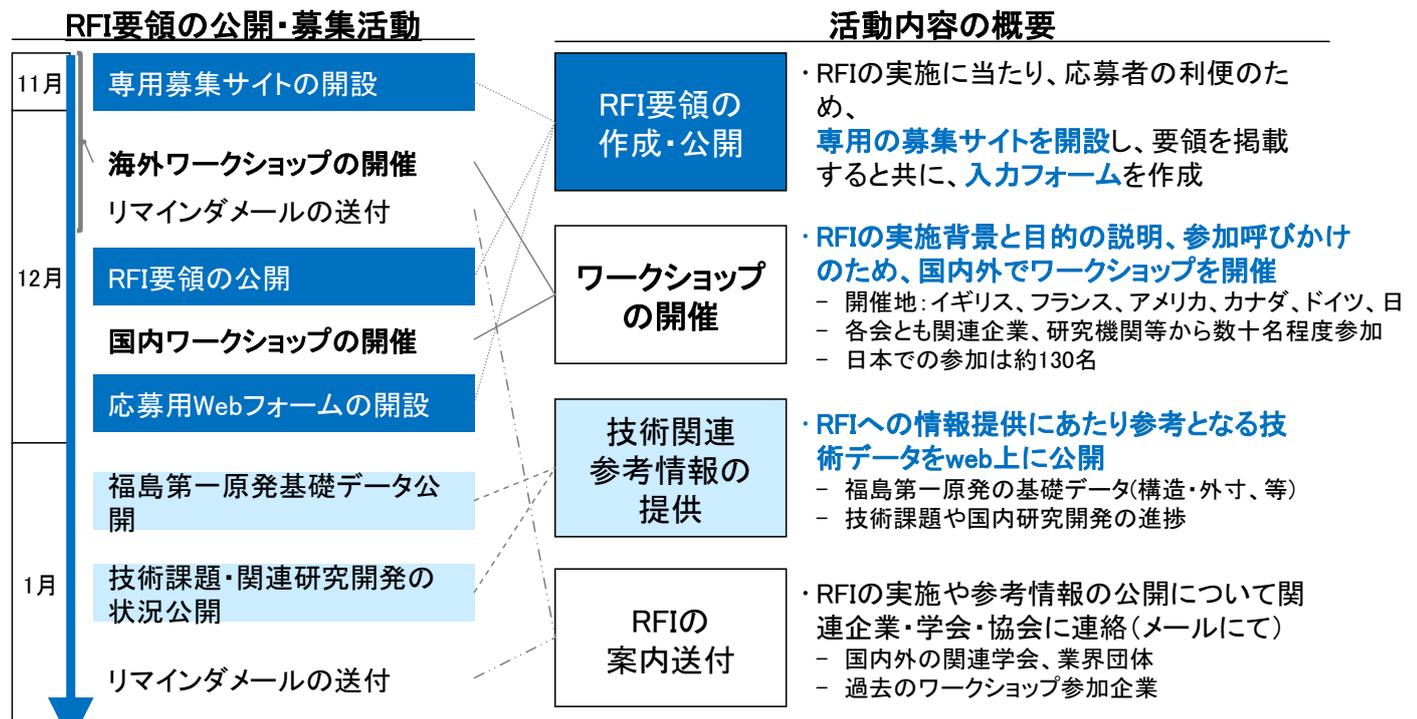
- ① PCV上面から燃料デブリへ水中でアクセス
 - ② PCV上面から燃料デブリへ気中*1でアクセス
 - ③ PCV側面から燃料デブリへ気中*1でアクセス
 - ④ PCV下面から燃料デブリへ気中*1でアクセス
- *1 部分的冠水を含む

-B-2:必要とされる技術 (以下、例)

- ① 燃料デブリ取り出しに関する技術(切り出し、吸引)
- ② 長い距離でも制御能力に優れる遠隔操作型のマニピュレーター等の機器・装置
- ③ 高線量の燃料デブリからの遮蔽技術
- ④ 高放射線環境下で作動する装置・設備
- ⑤ 横からまたは下部からのアクセスを実現するために建屋コンクリート、PCVの穴を開けるための機器・装置
- ⑥ PCV/RPV中で取出し前に燃料デブリを安定保管する技術

RFI要領の公開と募集活動の経緯

2013年秋より、RFI要領の公開、検討に必要な参考情報の提供とともに、周知・募集活動を実施した。



情報提供の状況

提供頂いた情報194件中、海外からの応募が約4割を占めた。

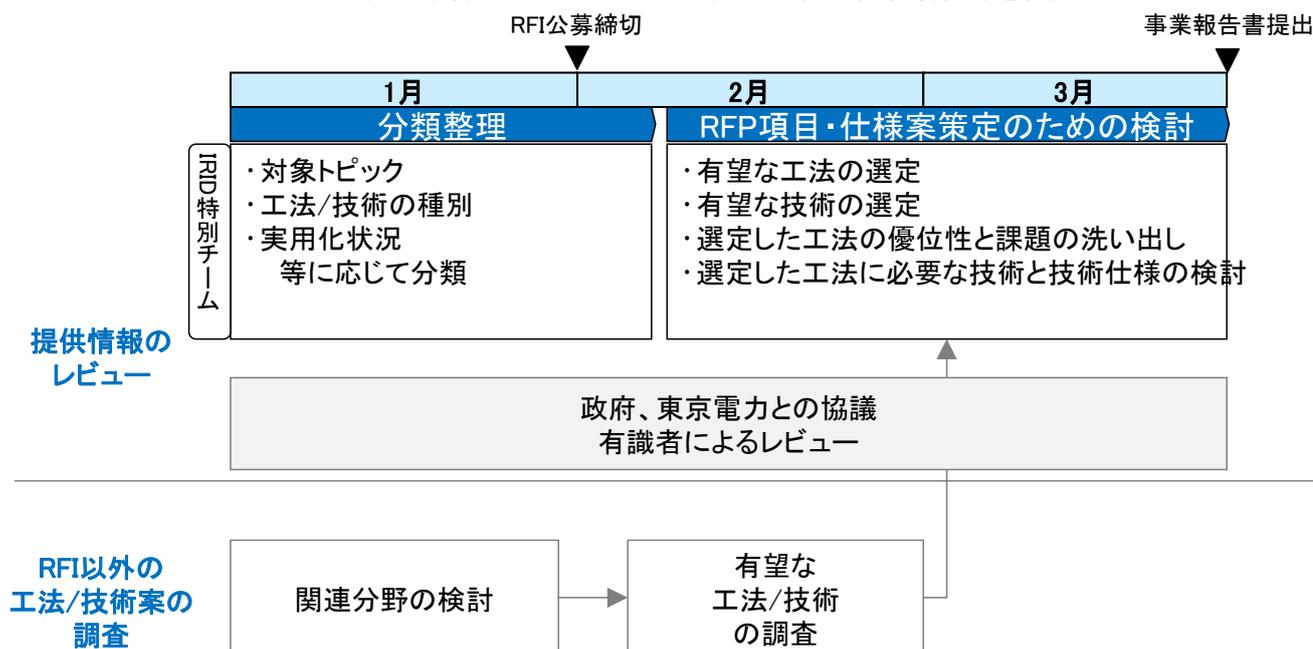
RFIの募集分野	合計	国別内訳								
		日	米	英	独	仏	ベルギー	加	露	
PCV/RPV内部調査 トピックA	A-1: 概念検討	33	20	7	3	-	2	-	1	-
	A-2: 必要とされる技術	58	32	6	10	6	2	2	-	-
燃料デブリ取り出し トピックB	B-1: 概念検討	43	23	8	3	2	5	-	1	1
	B-2: 必要とされる技術	60	41	7	3	4	2	2	-	1
合計(情報件数)		194	116	28	19	12	11	4	2	2
合計(組織・機関数)*		95	61	13	8	4	4	1	2	2

IRID

* 同組織・機関についても部署が異なる場合は1機関として扱った。

代替工法のレビューのプロセス

提供情報を分類整理し、政府や東京電力との協議および有識者によるレビューを踏まえ、工法の概念検討や技術のFSに向けたRFP項目・仕様案の策定につなげる
(国の予算の状況に応じ、RFP実施内容・時期・規模等を検討)



IRID

©International Research Institute for Nuclear Decommissioning

燃料デブリ取り出し代替工法についてご提供いただいた情報の分類とキーワード

トピックス	大分類	No.	中分類	提案件数 ^{*1}	キーワード	
A: PCV/RPVの内部調査	A-1: 概念検討	1	上部(新たに穿孔して)	1	コアボーリング、SFPアクセス	
		2	側面(既存のペネを通して)	7	内視鏡、3Dカメラ、放射線検出器、GM、プラズマ切断、空気圧式切削工具、電気切削工具、マニピュレータ、CFRP(炭素繊維強化プラスチック)、スネークアーム、水中からのアクセス、潜水艦型ハッチ、エアロック	
		3	側面(新たに穿孔して)	4	遠隔操作、マニピュレータ、ロングリーチデコミ、除染、ボーリング、高放射性設備、過去の経験	
		4	側面	3	ミュオン、γ線、X線、超音波	
		5	下部	1	音波	
	A-2: 必要とされる技術	直接測定	6	放射線	8	中性子、γ線カメラ、スネーク型ロボット、SiC半導体測定器、放射線強度マッピング、分光計、ダイヤモンドセンサ、耐放射線センサ、センサアセンブリ
			7	熱	1	崩壊熱
			8	元素分析	1	レーザー誘起ブレイクダウン分光(LIBS)、パルスレーザー、プラズマ、輝線、遠隔分析
		直接観察	9	カメラ	8	内視鏡測定ツール、PTZカメラ、放射線センサ、温度センサ、光導電膜、冷陰極、耐放射線性、解像度
			10	ファイバースコープ	2	レボルバー、石英ガラス、耐放射線
			11	超音波	6	ソナーマッピング、画像解析、UVP法、非線形法、水中センサ(WBS)、3Dマッピング
			12	レーザースキャナ	2	実寸法
			13	その他	1	燃料デブリ位置検索
		間接測定	14	ミュオン	4	3D、可視化
			15	X線、γ線、中性子	2	位置情報、γ線計測器、センサー
		環境整備	16	AE法	1	内部弾性エネルギー、音波、電気信号変換、非破壊的評価
			17	臨界管理・被ばく線量シミュレーション	5	3D、CRISTAL、SCALE、未臨界状態の確認、希ガス、Kr-88、シミュレーションソフト、パーチャルリアリティ
			18	水位	2	S/C、超音波探触子(UT)、中性子後方散乱探査機、壁面移動車両
			19	ホットセル	1	放射性試料、化学分析、隔離
		アクセス技術	20	光源	1	シンチレータ、硫化亜鉛、太陽光発電
			21	マニピュレータ	2	マルチセグメントアーム
	22		ロボット(水中)	2	潜水艇、潜水ロボットシステム	
	23		ロボット(陸上)	6	クローラー、潜水、測定器搭載	
	24		ロボット(水陸両用)	6	スネークアーム、磁石接着、ばね鋼、代理環境、試験設備、ロボット性能向上、遠隔操作無人探査機、スイングドライブ式、小型携帯式、アルキメデススクリュー	
	25		切断・穿孔	6	ハイスピードコアドリル、遠隔、超高压液体窒素吹き付けによる穿孔、研磨材混入による鋼板切断、レーザー切断、小反力、トンネル技術	
	26		耐放射線部品	10	電子機器、環境対応型水圧駆動制御技術、無線LAN、通信用光ファイバケーブル、石英ガラス大口径ファイバ、高光エネルギー伝送、高出力レーザー光、1MGyの耐放射線性能、集積回路	
B: PCV/RPVからのデブリ取り出し	冠水法	27	上部	6	マニピュレータを用いた冠水法、炭酸水やバルーンで粉砕したデブリを浮上させ回収する工法、スラリーにより炉内を洗浄する工法、凍結させ止水する工法	
		28	下部	2	冠水させた状態で下からアクセスする工法	
	部分冠水法	29	上部	5	プラットフォームを下ろし上から順に解体する工法、部分冠水状態で上部からマニピュレータを用いる工法、グラウトで止水する工法、気中でデブリをキャニスタに収納する工法	
		30	上部・側面併用	2	吊り下げ式環状ワークプラットフォーム	
		31	側面	1	デブリをポンプにより吸引する工法	
	気中法	32	上部	2	上部から機器が収納されたカプセルを下す工法、鉄のキューブにより遮蔽する工法	
		33	上部・側面併用	3	プラットフォームを下ろし上から順に解体する工法、長尺ヒートパイプにより冷却する工法、開口部に遮蔽機能付きの部屋を設ける工法	
		34	側面	5	デブリ・炉内構造物を裁断しロボットアームで取り出す工法、新たなエアロックを設ける工法、その他凍結や装甲車による工法など	
		35	下部	4	建屋下に穴を掘って回収する工法など	
	その他	36	化学的方法	3	デブリを化学的に溶解させる方法、電気メッキ手法	
		37	RPV/PCV以外	1	RPV/PCV以外の場所にデブリがある場合の回収方法	
		38	その他	3	デブリを裁断し吸引する方法、凍結や埋設する方法	
	B-2: 必要とされる技術	デブリ切断	39	機械的	5	掘削機、カッター、ウォータージェット、超高压液体窒素、放電破砕
40			熱的(プラズマ)	1	アーク、ジェット	
41			熱的(レーザー)	10	遠隔、ファイバーレーザー、レーザー塗膜除去装置、レーザー切断、超音波による距離把握	
デブリ回収		42	安定固化	4	Hot Isostatic Pressing、Inprementable Graphite Mtrix、保管計画立案	
		43	分類	1	中性子/γ線によるデブリの同定	
		44	容器(一時保管)	4	輸送、処理、コンテナ、キャニスター	
環境整備		45	被ばく管理	2	表面汚染サーベイ装置、シミュレーションソフト、3Dパーチャルリアリティ	
		46	遮蔽	5	ガンマ線遮蔽材、中性子遮蔽材、黄鉄鉱を用いた重コンクリート、鉄スケール、遮蔽解析、液体状遮蔽材、高比重樹脂	
		47	除染	3	化学除染、RTVレジン	
		48	止水	2	流動性セメント、流動性グラウト材	
		49	水処理	3	ゲル化、スラッジ、ポリリン酸、キレート回収	
アクセス技術	50	マニピュレータ	13	テレスコープ式、昇降ワイヤ式、稼動脚付き、モバイルツールプラットフォーム、大型マストアーム、油圧式、双腕型グリッパー、耐放射線性能、CFRP製		
	51	ロボット(デブリ除去)	3	キャタピラ、稼動構造体自動施工		
	52	切断・穿孔	1	乾式穿孔ドリル、遠隔解体重機		
C: その他	調査戦略	53	調査戦略	1	調査戦略	
	テーマ外	54	テーマ外	6	スタック転倒防止、自立低高度空中放射線検出装置、空冷、公募方法など	

^{*1} トピックスの分類は、IRIDが独自に再評価したため、提案者の分類と異なる場合がある。