

廃炉・汚染水対策事業費補助金

「燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出し技術の開発」

令和2年度実施分報告 (報告資料)

2021年8月

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

1. 研究の背景・目的	ページ
1.1 本研究が必要な理由	2
1.2 本研究の成果の反映先と寄与	3
2. 目標	4-5
3. 実施項目とその関連性、他研究との関連	
3.1 本研究の実施項目	6-7
3.2 実施項目間、他研究との関連性	8-9
4. 実施スケジュール	10-11
5. 実施内容	12
5.1 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出し技術の開発計画、取り出し計画の策定	12
5.2 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発	15
5.3 燃料デブリ取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の要素技術開発・設計	31
5.4 燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車の開発	41
5.5 研究管理の運営	42
6. まとめと今後の対応	43

1. 研究の背景・目的

1.1 本研究が必要な理由

- 福島第一原子力発電所1～3号機の燃料デブリ取り出しに向けて、装置開発や臨界評価等に燃料デブリ性状に関する情報が必要となる。これまでにTMIやチェルノブイリでの事故データや解析結果等から推定した値を使用している。しかしながら、装置開発を適正に進めるに当たり、推定値が妥当なのか(安全側かどうかも含め)を確認するには現場の燃料デブリを取り出し、分析することが必要である。
- このため、令和2年度は主として以下の作業を実施した。
 - 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出し技術の開発計画、取り出し計画の策定、更新
 - 燃料デブリ取り出しのための装置、システムの詳細設計、試作機製作
- 上記の作業で得られた成果や新たに見つかった課題、福島第一原子力発電所の最新状況を踏まえ、燃料デブリ取り出しの位置付けや目標を見直しながら、段階的に規模を拡大した取り出し技術の開発を進める必要があり、本研究にて実施した。

1.2 本研究の成果の反映先と寄与

PCV*1内部調査技術の開発PJ

(原子炉格納容器内部調査技術の開発)

2号機A2', A2'' 調査

PCV*1内部調査の結果を反映する。

PCV*1内部詳細調査技術の開発PJ

(X-6ペネトレーションを用いた内部詳細調査技術の現場実証)

調査装置の開発進捗を反映する。

*1: PCV=原子炉格納容器

本PJ「燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出し技術の開発」

燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出し技術の開発計画、取り出し計画の策定

燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出し・分析

硬さ等の物性データ
切削の速度、ダスト飛散状況

U, Pu, Gd等の
成分データ

燃料デブリ
分布データ

水素発生量
等の成分データ

廃棄物インベントリ
データ

燃料デブリ・炉内構造物の取り出し規模の更なる拡大に向けた技術の開発PJ
(臨界管理を含む)

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、
燃料デブリ臨界管理技術の高度化

- ・ 取り出しセルの系統設計、システム設計への反映
- ・ 燃料デブリ取り出し工具の設計及び改良
- ・ 臨界評価の妥当性確認

燃料デブリの性状把握のための分析・推定技術の開発PJ

事故進展解析及び実機データ等による炉内状況把握の高度化

炉内の解析結果の信頼性の確認

燃料デブリの収納・移送・保管技術の開発PJ

燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発

収納缶の安全性確認

固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発PJ

固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発

廃棄物の全体計画への反映

燃料デブリ取り出しの工法・装置等の詳細設計に係る各研究PJ

段階的に規模を拡大した取り出し
(東電HD実施予定)

段階的に規模を拡大した取り出し装置等の詳細設計

2. 目標 (1/2)

令和元年度に開始した実施項目

No.	事業内容	令和2年度末時の目標技術成熟度(TRL)	
5.1	燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出し技術の開発計画、取り出し計画の策定	5.1.1および5.1.2 PCV内部調査結果や現場現状等を踏まえて、PCV内の燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出し技術の開発計画、取り出し計画を策定し、必要に応じて更新されること。 (情報整理のため技術成熟度(TRL)目標設定の対象外とする)	
5.2	燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発	5.2.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発	① 取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等) 想定されるエンクロージャ内でのデブリ取扱作業の要領を具体化し、 マニピュレータによって所定のスペース内での作業性が確認されていること(※1) 。また作業に必要な治工具が具体化されていること。(終了時目標TRL:レベル5)
			② 取り出し用アクセスルート構築装置(X-6ペネ接続構造等) 令和元年度に実施した基本設計に基づき、試作機を製作し、 工場内検証試験が完了していること(※1) 。(終了時目標TRL:レベル4~5) X-53ペネよりアームをPCV内で洗浄する技術、それを設置する工法およびPCV内でのアームの動きを俯瞰する監視カメラの設置の概念を検討し、成立性が得られること。 (終了目標TRL:レベル2)
			③ 燃料デブリ切削・回収装置 令和元年度に試作した小石・砂状燃料デブリ回収用、粉状燃料デブリ切削・回収用、円柱状燃料デブリ切削・回収用の各燃料デブリ回収装置について、工場内検証を踏まえて、必要に応じ改良し、検証が行われていること。燃料デブリ回収要領が具体化されていること。 (終了時目標TRL:レベル4~5)
			④ 中性子モニタシステム 令和元年度に実施した基本設計に基づき、中性子モニタが試作され、 工場内検証試験が完了していること(※1) 。 (終了時目標TRL:レベル4~5)
			⑤ 燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車 令和元年度に実施した基本設計に基づき、デブリの構内輸送容器を搬送・接続・離脱できる台車システムの製作に向けた詳細設計が完了していること。 (終了時目標TRL:レベル4)

※1: 令和3年度上期に実施

2. 目標 (2/2)

令和2年度より開始した実施項目

No.	事業内容	令和2年度末時の目標技術成熟度(TRL)
5.3	燃料デブリ取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の要素技術開発・設計	<p>5.3.1 取り出し用アームに搭載する要素技術 水平オフセット機構、テレスコ及びワンドまで詳細・製作設計が完了していること。</p> <p>※ 令和3年度末時の目標技術成熟度 水平オフセット機構、テレスコ及びワンドまで試作し、組合せ試験を行い単体性能が確認されていること。 (終了時目標TRL:レベル5)</p>
		<p>5.3.2 取り出し用エンクロージャに搭載する要素技術 ダブルドアシステムについて、信頼性確認の要素試験が完了し、試作機製作に向けた詳細設計を実施していること。</p> <p>※ 令和3年度末時の目標技術成熟度 ダブルドアシステムを試作し、単体性能試験が確認されていること。 (終了時目標TRL:レベル5)</p>
		<p>5.3.3 取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の全体設計 先行事業(令和元年度開始事業)の基本設計結果及びPCV内部詳細調査PJで製作、工場内検証されたアクセス装置の成果を取り込み、取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の全体設計を行い、装置全体での成立性が確認されること (終了時目標TRL:レベル4)</p>
5.4	燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車の開発	<p>5.4.1 燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車 先行事業(令和元年度開始事業)で実施した詳細設計に基づき、試作機を製作していること。</p> <p>※ 令和3年度末時の目標技術成熟度 試作機を製作し、工場内検証試験が完了していること。 (終了時目標TRL:レベル5)</p>

3. 実施項目とその関連性、他研究との関連

3.1 本研究の実施項目(1/2)

令和元年度に開始した実施項目

No.	実施項目		令和2年度の実施範囲	ページ	
5.1	燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出し技術の開発計画、取り出し計画の策定	5.1.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの技術開発計画の策定、更新	PCV内部詳細調査PJの開発状況を見ながら、燃料デブリ取り出しのための装置、システムの開発計画を更新する。	No.13	
		5.1.2 安全・システムの観点からの全体シナリオの策定、更新	PCV内部詳細調査PJでのアーム・エンクロージャの開発状況及び取り出し用システムの検討結果を踏まえて、燃料デブリ取り出し計画を更新する。	No.14	
5.2	燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発	5.2.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発	① 取り出し用アクセス装置	・ エンクロージャ内のマニピュレータ作業の検証	No.15
			② 取り出し用アクセスルート構築装置	・ 試作機の製作 ・ 試作機の工場検証試験 ・ X-53ペネトレーション活用の概念検討	No.16-19
			③ 燃料デブリ切削・回収装置	・ 試作機の改良 ・ 燃料デブリ切削・回収手順の具体化	No.20-23
			④ 中性子モニタシステム	・ 試作機の製作	No.24-25
			⑤ 燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車	・ 製作に向けての詳細設計	No.26-29

紫文字:調査 黒文字:机上検討 青文字:試験 赤文字:モノづくり

3. 実施項目とその関連性、他研究との関連

3.1 本研究の実施項目(2/2)

令和2年度より開始した実施項目

No.	実施項目	令和2年度の実施範囲	ページ	
5.3	燃料デブリ取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の要素技術開発・設計	5.3.1 取り出し用アームに搭載する要素技術	<ul style="list-style-type: none"> 水平オフセット機構、テレスコ、ワンド等のアーム先端部の試作機の製作着手 	No.31
		5.3.2 取り出し用エンクロージャに搭載する要素技術	<ul style="list-style-type: none"> ダブルドアシステムの駆動機構部を模擬した試験装置を製作し、要素試験(信頼性試験)を行い、設計の妥当性を評価する。 試作機の製作に着手 	No.32-34
		5.3.3 取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の全体設計	<ul style="list-style-type: none"> 取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ)の全体設計を行い、装置全体の成立性を確認する。 	No.35-39
5.4	燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車の開発	5.4.1 燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車	<ul style="list-style-type: none"> 試作機の製作 	No.41

黒文字:机上検討 青文字:試験 赤文字:モノづくり

3.2 実施項目間、他研究との関係性(1/2)

PCV内部詳細調査技術
の開発PJ

燃料デブリ・炉内構造物の取り出し規模の更なる拡大に向けた技術の開発PJ(臨界管理を含む)
+ 燃料デブリの収納・移送・保管管理技術の開発PJ

段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システム
の技術開発計画の策定、更新(5.1.1)

安全・システムの観点からの全体シナリオの
策定、更新(5.1.2)

燃料デブリ取り出し用アクセス装置
(アーム・エンクロージャ等)の要素
技術開発・設計
(5.3)

燃料デブリの段階的に規模を拡大した
取り出しのための装置、システム
の開発(5.2)

燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台
車の開発(5.4)

① 取り出し用アクセス装置

② 取り出し用アクセスルート構築装置

③ 燃料デブリ切削・回収装置

④ 中性子モニタシステム

⑤ 燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車

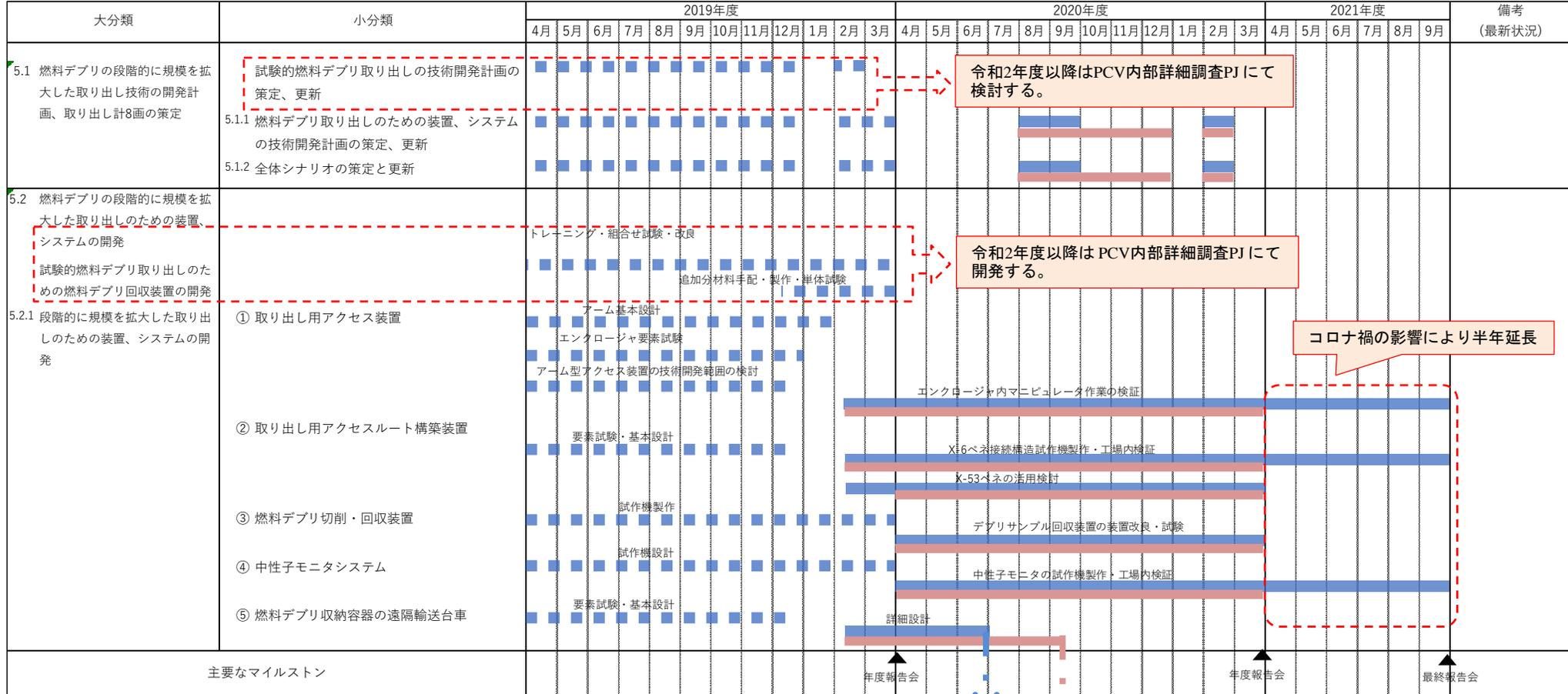
PCV内部詳細調査技術の開発PJ

燃料デブリ性状把握のための分析・推定技術の開発PJ

No.	連携先	連携内容	連携時期
1	燃料デブリの性状把握のための分析・推定技術の開発PJ	・試験的燃料デブリ取り出しに関する構外輸送の取扱いの調整	令和2年/6月～ 適宜実施
2	PCV内部詳細調査技術の開発PJ	・アクセスルート構築のため開発中の 隔離部屋を取り出し用設備設置時に流用する課題について協議。 ・ アーム型アクセス装置の開発状況を共有(*)	令和2年 (*は随時実施)
3	・燃料デブリ・炉内構造物の取り出し規模の更なる拡大に向けた技術の開発PJ(臨界管理を含む) ・燃料デブリの収納・移送・保管技術の開発PJ ・東電HD	・2号機PCV内で撮影された燃料デブリ外観写真を用いて 燃料デブリ回収箇所 のニーズ調査を実施 ・燃料デブリ取り出しの実施段階から分析結果取得までの間に得られる情報と、その活用先・活用方法・活用時期の具体的なイメージを深掘りするためのニーズ再調査を実施	平成30年度に実施 (令和2年度は必要に応じて実施することとしていたが、新たなニーズはなかった)
4	東電HD	・段階的に規模を拡大した デブリ取り出しシステムの基本設計結果 の共有 ・燃料デブリ輸送先である 受入/払出セルのインターフェース を調整 ・原子炉 建屋出口付近での燃料デブリ搬出エリア を調整 ・段階的に規模を拡大した取り出しで活用したい 燃料デブリ取り出し技術 を聴取	令和2年/4月～ 月例会議や個別打合せを適宜実施

4. 実施スケジュール (1/2)

令和元年度に開始した実施項目

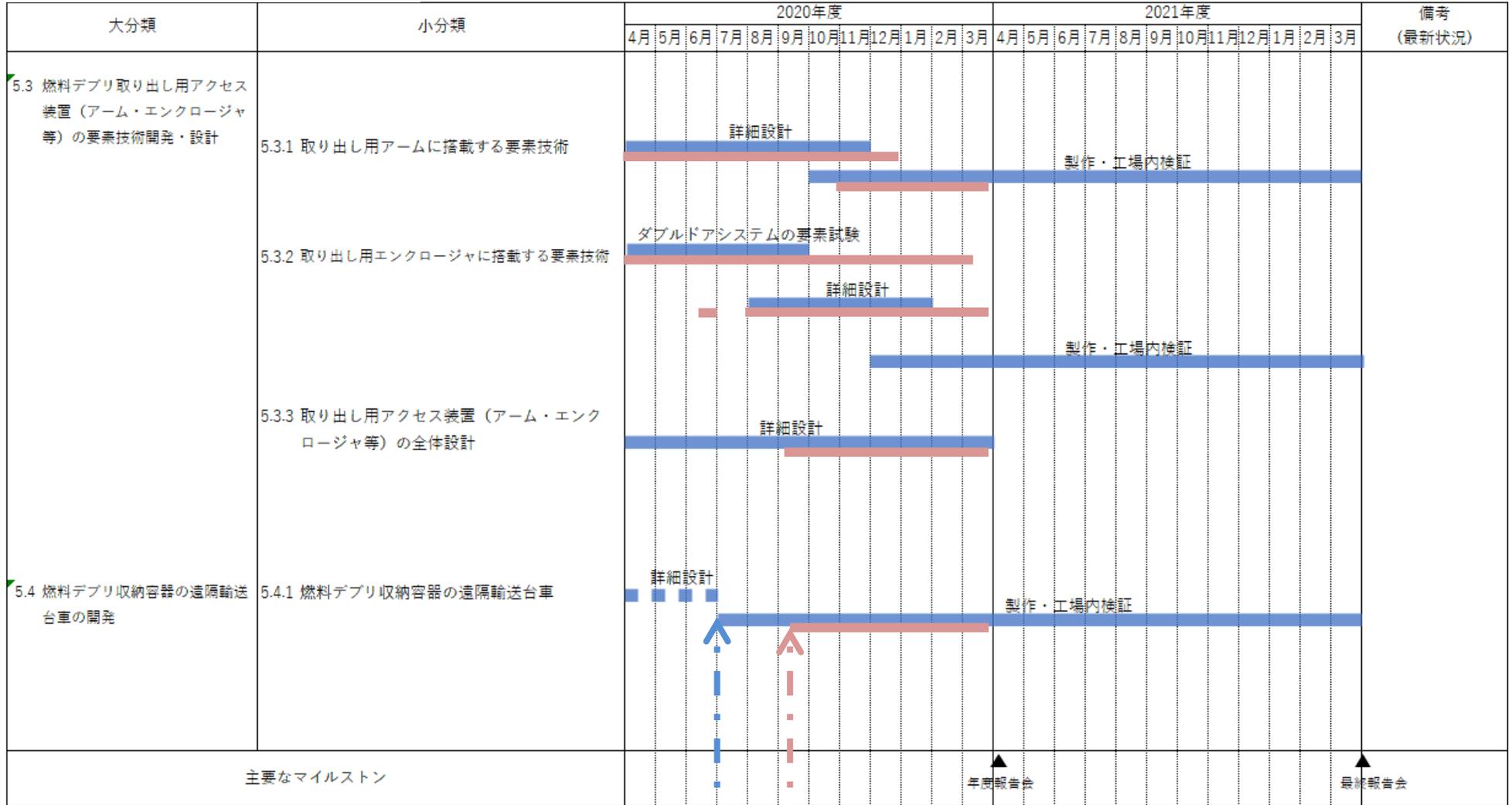


次ページのスケジュールに続く

■ :実績 ■ :令和元年度より開始した項目 ■ :平成29年度補正予算で実施

4. 実施スケジュール (2/2)

令和2年度に開始した実施項目



■ :実績 ■ :令和2年度より開始した項目

前ページのスケジュールから続き

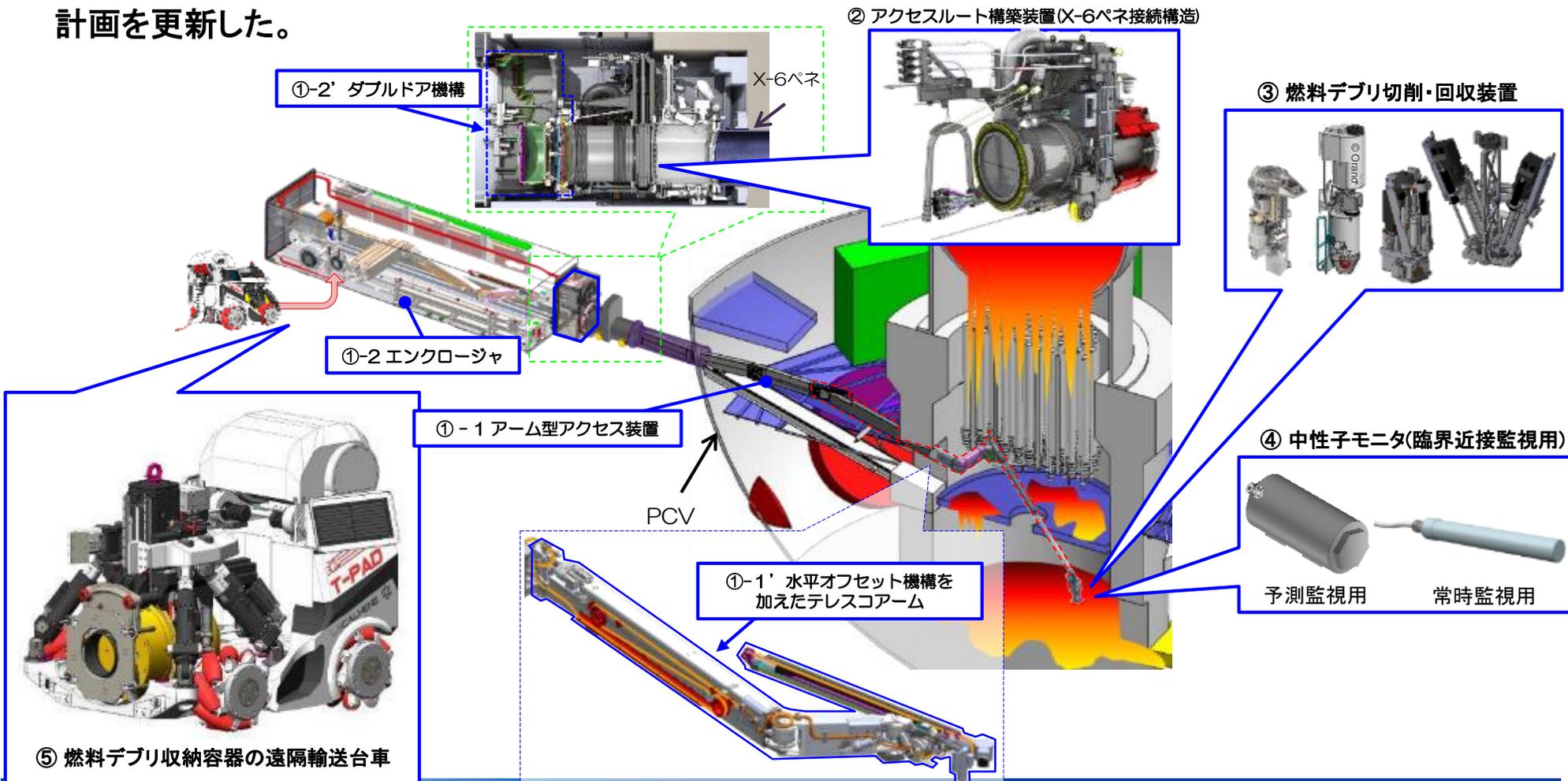
5. 実施内容

5.1 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出し技術の開発計画、取り出し計画の策定

5.1.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの技術開発計画の策定、更新

【今年度の成果 1/2】

✓ 段階的に規模を拡大したデブリ取り出しのための設備について下記の通り開発対象を具体化し、開発の計画を更新した。



5.1 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出し技術の開発計画、取り出し計画の策定

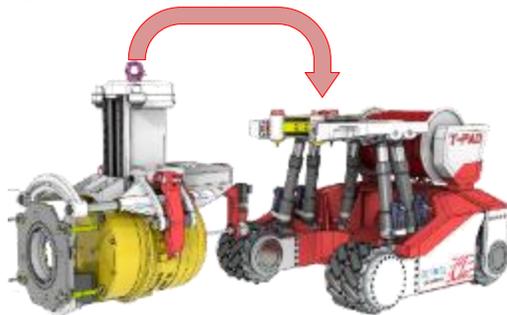
5.1.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの技術開発計画の策定、更新

【今年度の成果 2/2】

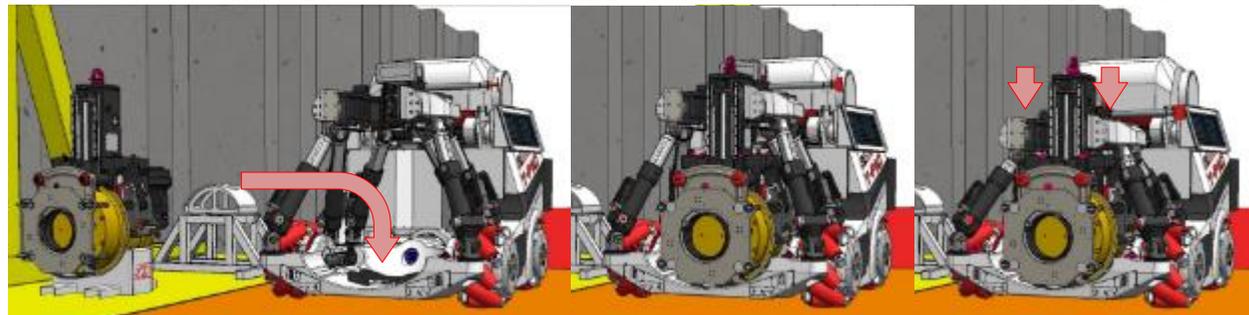
- ✓ 段階的デブリ取り出しの規模拡大に向けて、これまでの技術開発計画を見直した。
 - アーム型アクセス装置⇒メンテナンス性に配慮した設計とする。
 - エンクロージャ⇒放射性物質の蓄積によるバックグラウンド線量の上昇を抑えるために、Dexter*マニピュレータを用いて遠隔操作による吸引除染などの作業性を検証する。またDexter*マニピュレータの故障を想定して、遠隔による交換システムを設計する。
 - 燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車⇒燃料デブリ収納容器の吊り降ろしにおいてクレーン誤操作による台車への衝撃荷重に配慮した構造を検討する。
- ✓ PCV内部詳細調査用アームの検証試験結果から、現時点で取り出し用アームの設計に対する見直し事項はないことを確認した。

遠隔輸送台車の構造見直し

旧：燃料デブリ収納容器をクレーンでヘキサポッド上に着座させる構造



新：燃料デブリ収納容器をクレーンでシャーシ上に着座させる構造（ヘキサポッドが下降して収納容器を把持する）



*) 双腕型遠隔マニピュレーターシステムの商品名

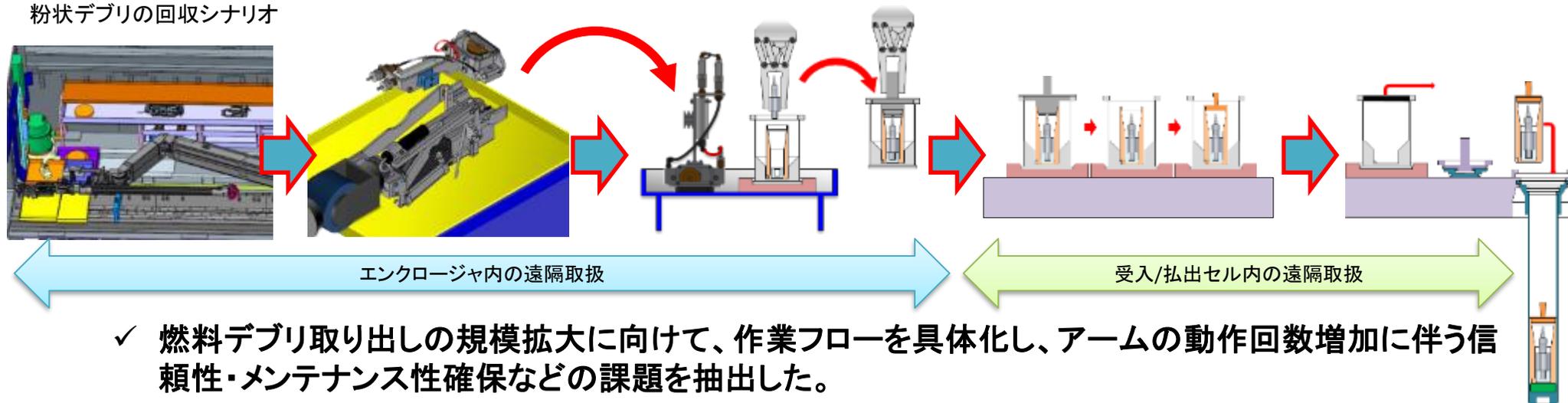
5.1 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出し技術の開発計画、取り出し計画の策定

5.1.2 安全・システムの観点からの全体シナリオの策定、更新

【今年度の成果】

- ✓ 小石・砂状デブリや、円柱状デブリなどの燃料デブリの取出しから分析までの遠隔取扱シナリオを具体化し、関係者とインターフェースの調整を行った。

粉状デブリの回収シナリオ



【今後の計画】

- ✓ 引き続き適切なタイミングで開発計画や全体シナリオを更新していく。PCV内部詳細調査用アームの検証試験を適宜反映して、Dexter*マニピュレータによる作業検証で得られた課題を取り込んでいく。

*)双腕型遠隔マニピュレーターシステムの商品名

5.2 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

5.2.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

1) 取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)

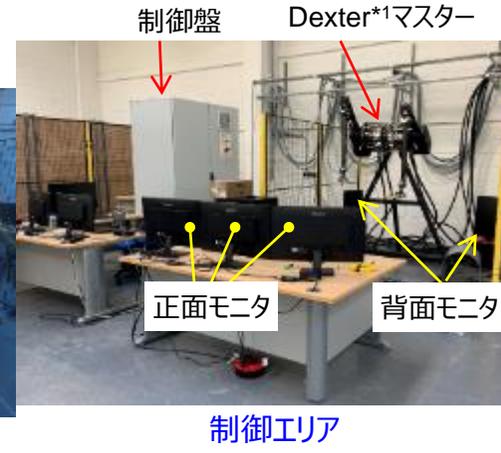
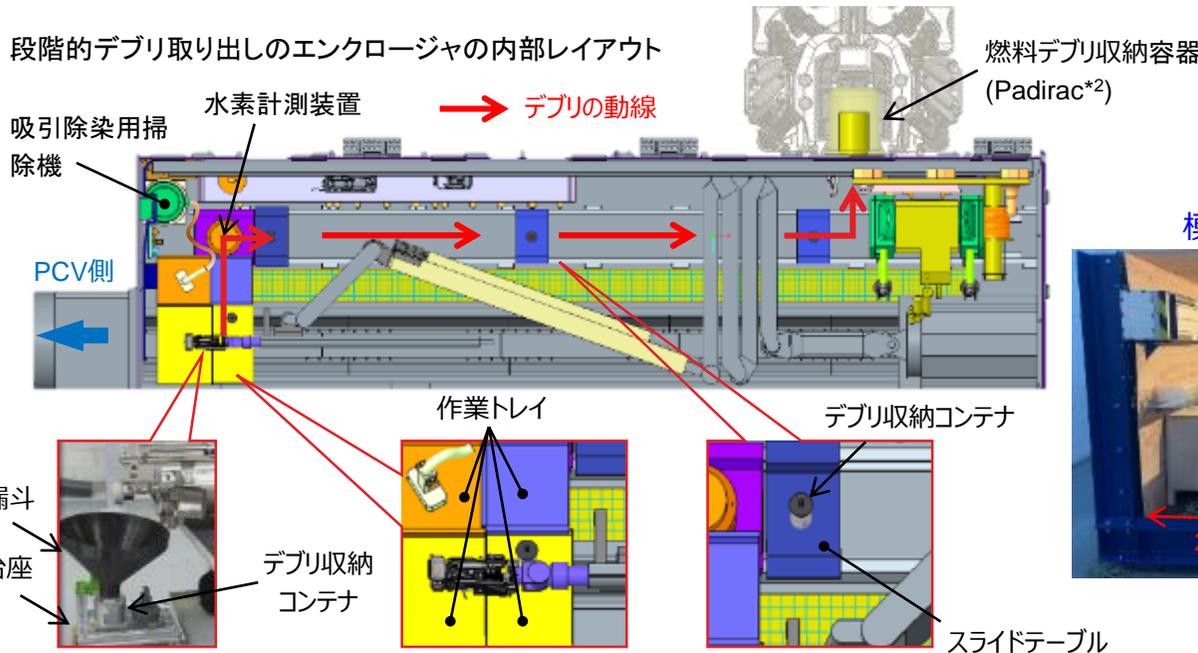
【今年度の成果】

○ Dexter*¹作業検証

- エンクロージャ内マニピュレータ作業の検証のため、Dexter*¹を用いた検証試験計画を具体化。
- 検証試験用Dexter*¹は、今年度内より順次検証試験を開始。2021年上期に検証試験を完了予定。

段階的取り出し用PJの検証作業項目 (Dexter* ¹ による作業)	
D	アームの清掃・除染
①	燃料デブリ切削・回収装置の交換
②	燃料デブリ切削・回収装置のメンテナンス
③	燃料デブリ切削・回収装置からのデブリ回収
④	燃料デブリ収納容器の取扱
⑤	エンクロージャ内の除染
⑥	燃料デブリ収納容器及び汚染物品のPadirac* ² ポートからの搬出
⑦	Padirac* ² ポートドアの交換
⑧	中性子モニタの交換

段階的デブリ取り出しのエンクロージャの内部レイアウト



検証試験用モックアップ (@英国)

5.2 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

5.2.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

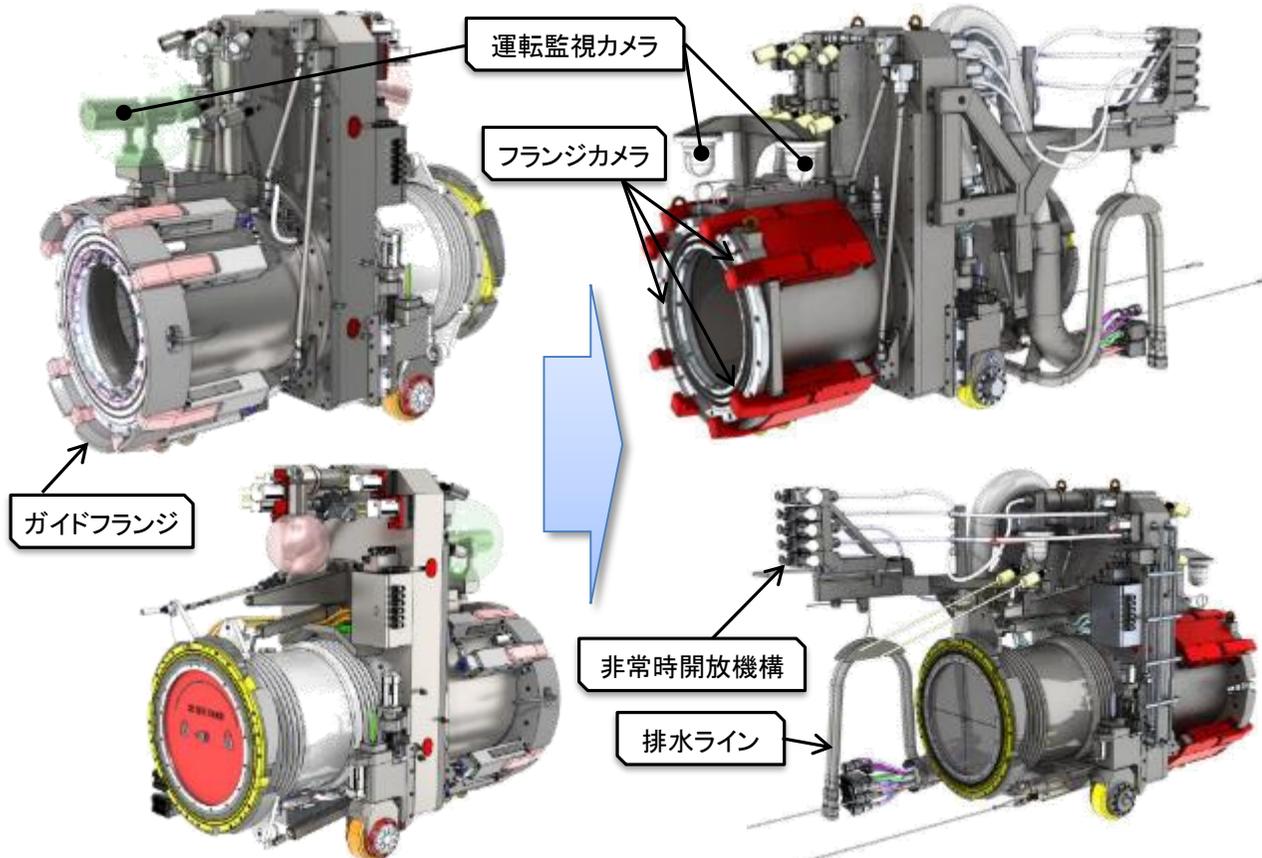
2) 取り出し用アクセスルート構築装置(X-6ペネ接続構造試作)

【今年度の成果 1/2】

- ✓ 令和元年度の基本設計をベースに、PCV内部詳細調査PJのモックアップ試験にて有効性が確認された方法を統合して、詳細設計を実施した。

令和元年度基本設計

令和2年度詳細設計・改良



項目	改良前	改良/実施後
X-6ペネへの軸調整方法	ガイドフランジによる軸調整	フランジカメラによるガイドピン視認
運転監視カメラ	前方1基 後方1基	前方2基 後方1基
ケーブルマネージメント	ダクト方式	ダクト方式+ガススプリング
非常時開放機構	—	トルクチューブによる駆動軸の引き出し
排水ライン	—	後方引き出し

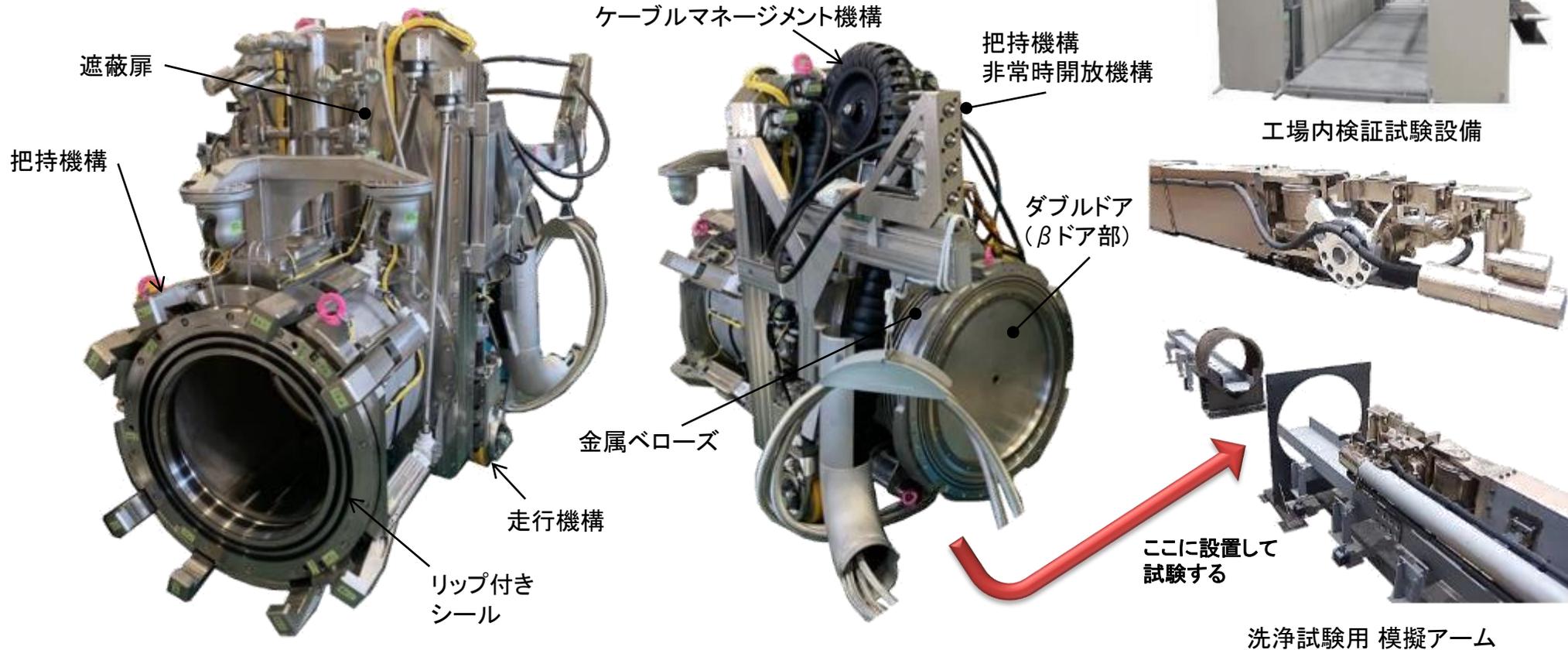
5.2 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

5.2.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

2) 取り出し用アクセスルート構築装置(X-6ペネ接続構造試作)

【今年度の成果 2/2】

- ✓ X-6ペネ接続構造の組立を概ね完了し、動作確認及び電気・制御の調整中。
- ✓ 工場内検証試験装置の製作を完了。2021年上期に検証試験を完了予定。



5.2 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

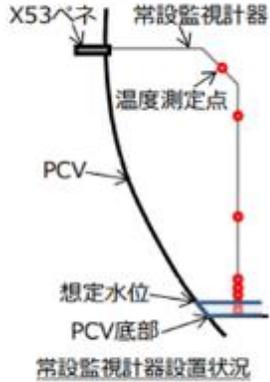
5.2.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

2) 取り出し用アクセスルート構築装置(X-53ペネ活用検討)

【今年度の成果1/2】

✓ X-53ペネの活用案と制約条件を設定し、これら活用案を満足する機器の選定を行った。

活用案	制約条件
PCV内でのアーム動作の俯瞰	俯瞰的に監視する範囲はX-6ペネ出口からペDESTAL開口部入り口まで
PCV内でのアームの洗浄	水の噴射圧 0.4MPa相当, 流量 25ℓ/m相当, PCV内で放出可能な水量 1,000ℓ/h以下を目標

活用案	アームの洗浄	アーム動作の俯瞰		(既設品)
機器	スプレー	アーム俯瞰カメラ	照明	水位温度計
使用機器				
仕様	名称：コイン/厚幅タイプ/円錐型ノズル サイズ：φ20～29mm, H23～38mm 水圧：0.4MPa 流量：30～90 ℓ/m	名称：VZ-3 サイズ：φ30mm×L135mm 耐放射線性：500kGy 映像：カラー	名称：新規開発品, バイブタイプ サイズ：φ10～φ60mm 照度：3,360～4,000ルーメン	—

5.2 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

5.2.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

2) 取り出し用アクセスルート構築装置(X-53ペネ活用検討)

【今年度の成果2/2】

✓ 選定した機器を組合わせたケーススタディを行い、成立性のある組み合わせを整理した。

機器	ケース① スプレー カメラ・照明 水位温度計	ケース② スプレー カメラ・照明 -	ケース③ スプレー -	ケース④ スプレー -
ペネ内 機器配置・ 使用機器				
概念図				
特徴	<ul style="list-style-type: none"> すべての機器を搭載 	<ul style="list-style-type: none"> 照明の照度を向上 水位温度計なし 	<ul style="list-style-type: none"> アーム洗浄力向上: スプレー追加, 厚幅タイプ使用 アーム俯瞰カメラ, 照明なし 	<ul style="list-style-type: none"> アーム洗浄力をさらに向上: 円錐型スプレー追加 アーム俯瞰カメラ, 照明, 水位温度計なし
課題	<ul style="list-style-type: none"> 照明(LED)のペDESTAL開口部での照度 	<ul style="list-style-type: none"> 本照明はパイプライトで既製品のため耐放射線性がなく故障時に交換が必要 	<ul style="list-style-type: none"> スプレーの設置位置を見るカメラがないため, 対策としてスプレー位置決め用カメラが必要 	<ul style="list-style-type: none"> 洗浄時間の制御が必要 スプレーの設置位置を見るカメラがないため, 対策としてスプレー位置決め用カメラが必要

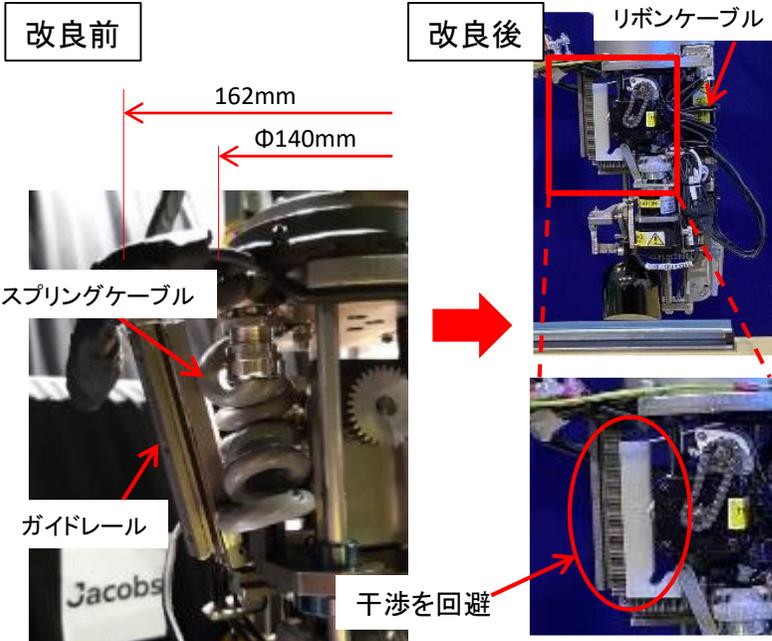
5.2 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

5.2.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

3) 燃料デブリ切削・回収装置(小石砂状燃料デブリ回収用(バケット型))

【今年度の成果】

- ✓ 令和元年度の試作から得られた課題より改良点を抽出し、装置の改良を実施した。
- ✓ 機能確認試験で改良が有効なことを確認した。



ガイドレールとケーブルの干渉回避策



主モータ故障時のリカバリー用モータの追加



バケットのデブリ排出性の向上

*) Diamond-like Carbon



デブリ回収試験

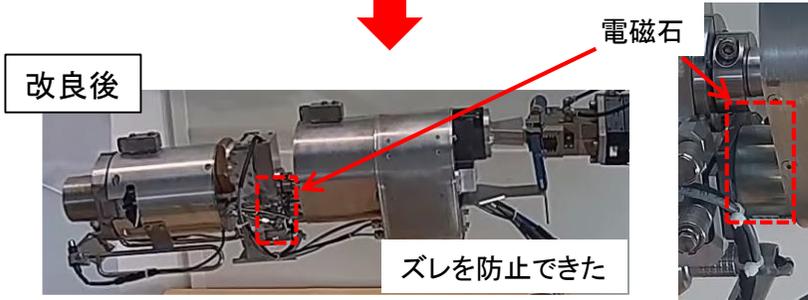
5.2 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

5.2.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

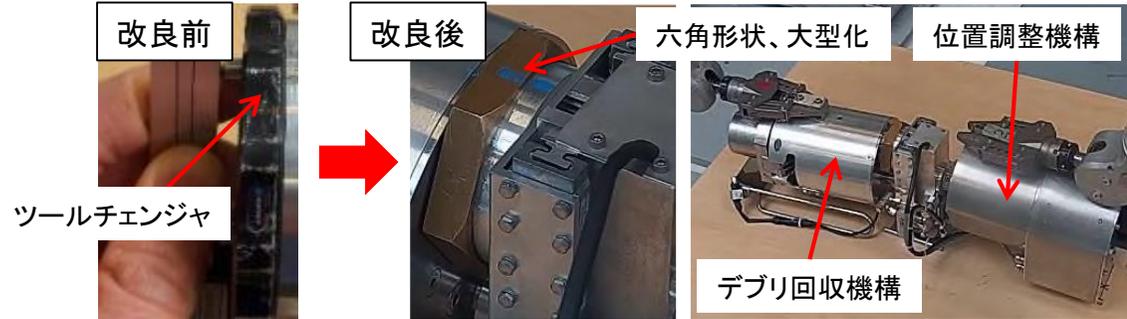
3) 燃料デブリ切削・回収装置(小石砂状燃料デブリ回収用(フレキシブルグリッパ型))

【今年度の成果】

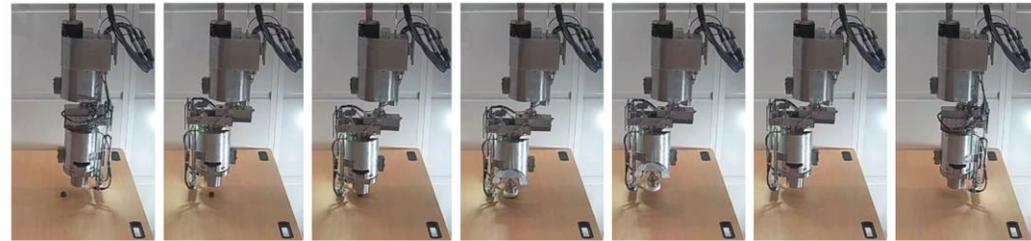
- ✓ 令和元年度の試作から得られた課題より改良点を抽出し、装置の改良を実施した。
- ✓ 機能確認試験で改良が有効なことを確認した。
- ✓ デブリに効果的に接近し、回収するための接近方法を具体化した。



自重によるズレ防止策



デブリ回収機構および位置調整機構 接続試験



デブリ回収試験

5.2 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

5.2.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

3) 燃料デブリ切削・回収装置(粉状燃料デブリ切削・回収用)

【今年度の成果】

- ✓ 令和元年度の試作から得られた課題より改良点を抽出し、装置の改良を実施した。
- ✓ カメラ視野の向上、切削チャンバ内の流況改善が有効なことを確認した。
- ✓ 深さ4mmの切削で2～5g程度の切削粉を約10分(SUSなら2時間)で回収できることを確認した。

改良前



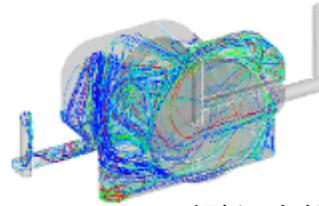
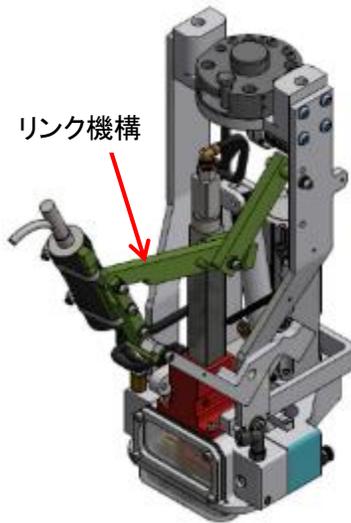
改良後



切削部の視認性を確保

カメラ視野の向上策

リンク機構



解析で有効性を確認

改良前



改良後



旋回防止板

切削チャンバの改良

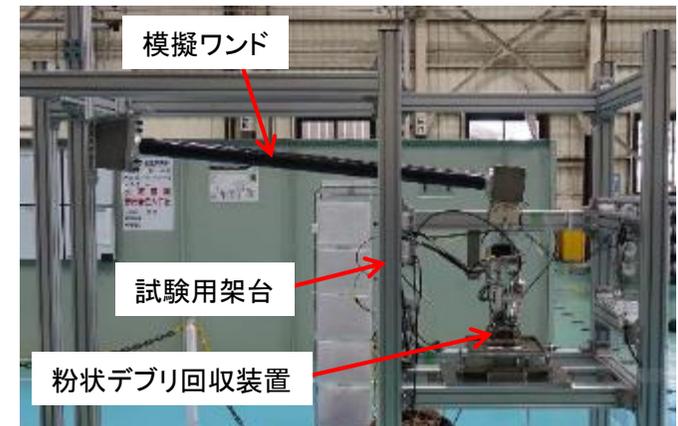
切削量1.8g

切削量5.3g

切削量4.2g

切削試験結果

模擬ワンド



試験用架台

粉状デブリ回収装置

試験装置

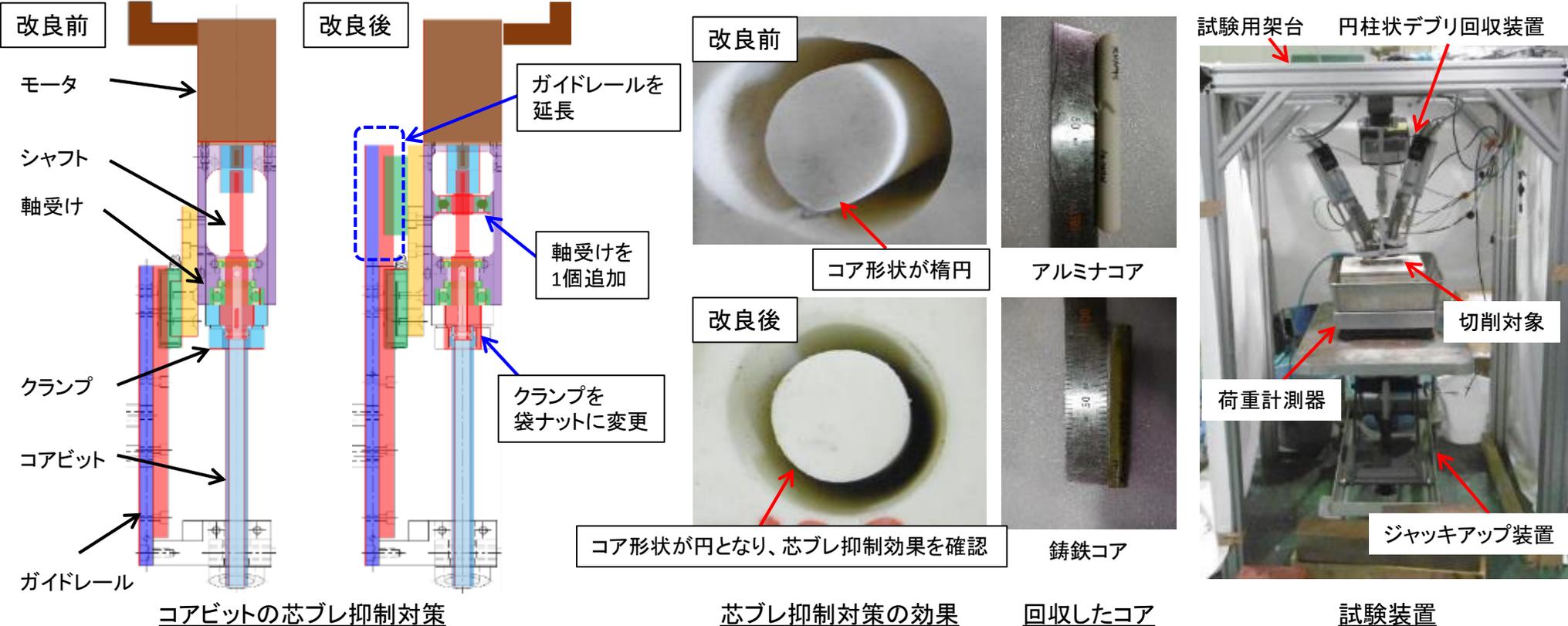
5.2 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

5.2.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

3) 燃料デブリ切削・回収装置(円柱状燃料デブリ切削・回収用)

【今年度の成果】

- ✓ 令和元年度の試作から得られた課題より改良点を抽出し、装置の改良を実施した。
- ✓ 切削試験を行い、約100mmのコア切削が可能であることを確認した。(アルミナ40分、鉄180分)
- ✓ 低速・低荷重で切削を開始し、ドリル刃先が入ったら高速切削とすることで安定な切削方法を見出した。



コアビットの芯ブレ抑制対策

芯ブレ抑制対策の効果

回収したコア

試験装置

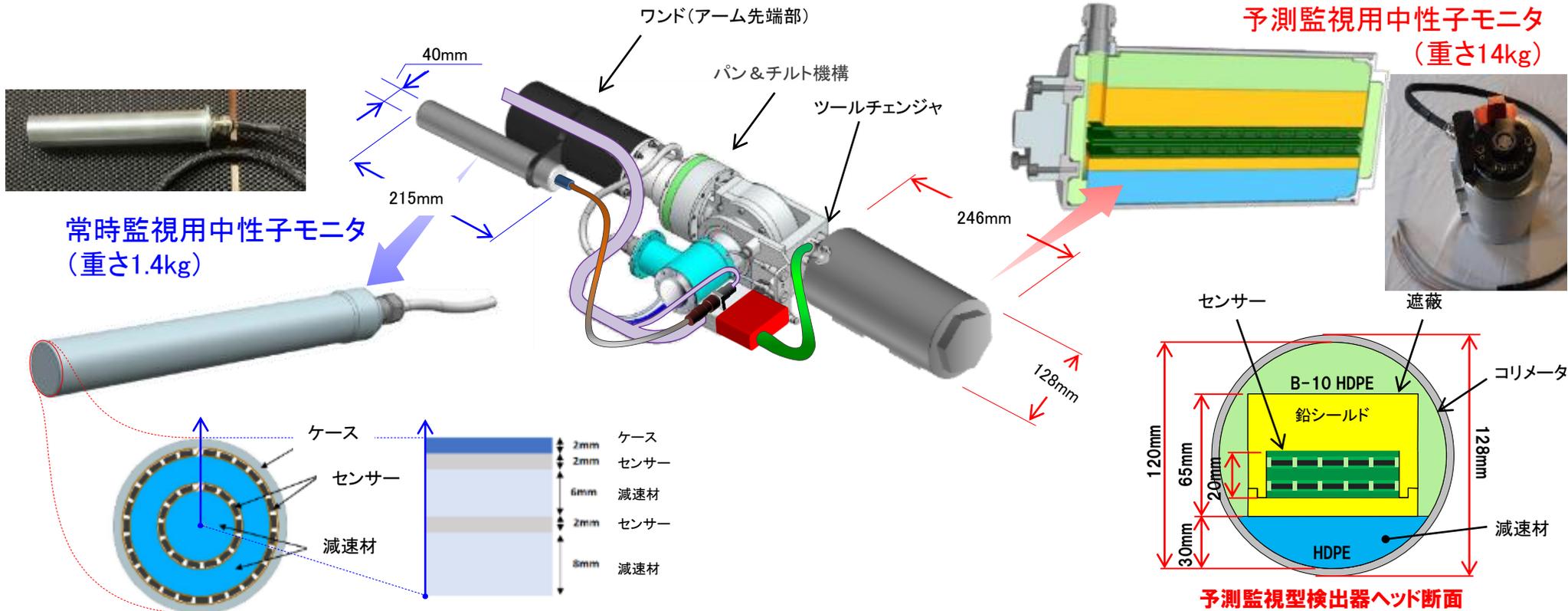
5.2 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

5.2.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

4) 中性子モニタシステム

【今年度の成果 1/2】

- ✓ 常時監視用と予測監視用の2種類のSiC半導体検出器を用いた中性子モニタの試作機仕様をまとめ、製作に着手した。
- ✓ 試作機の性能を把握するための工場検証試験内容を整理した。
- ✓ 2021年上期に試作機を製作し、検証試験を完了する予定。



5.2 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

5.2.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

4) 中性子モニタシステム

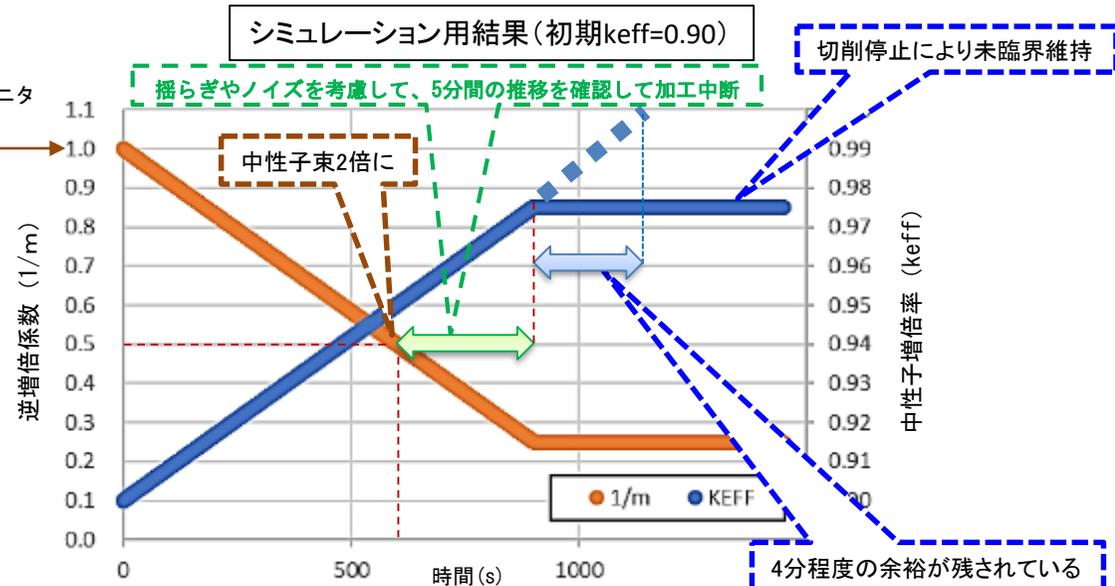
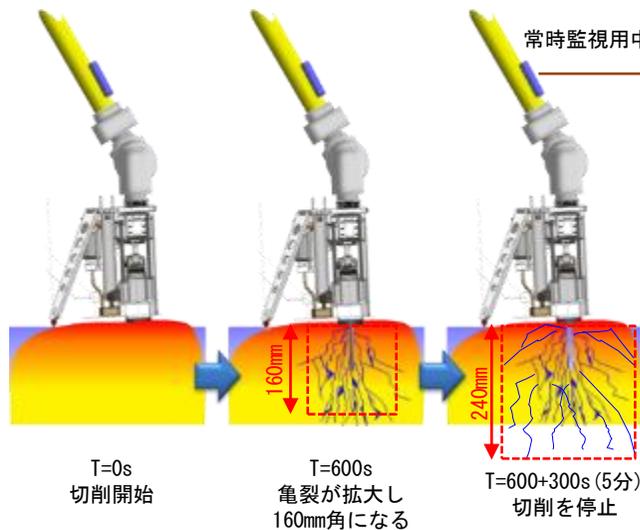
【今年度の成果2/2】

✓ 中性子モニタ設計時に想定した条件(中性子束レベル、ガンマ線量等)が想定を逸脱した場合の対応を検討した。

項目	逸脱方向	現場対応
中性子束レベル	低	計測時間延長、判断基準切り下げ
	高	判断基準切り下げ
中性子束BG	高	内部調査結果に基づきBGを推定し、計測値から差し引く
ガンマ線レベル	高	計測値からガンマ線寄与分をBGとして差し引く

✓ 想定外の状況が発生した場合でも、常時監視で加工中に2倍程度の中性子束上昇(逆増倍係数 $1/m=0.5$)が生じた場合に、加工を一旦中断することで、臨界を防止できることをシミュレーションにより示した。

加工時間を20分とし、20分後に臨界となる想定を置き、シミュレーションした結果、中性子束2倍を検知してから5分後に加工を停止しても、臨界到達までには4分程度の余裕は存在する。



5.2 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

5.2.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

5) 燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車

【概要】

X-6ペネに設置されるエンクロージャの側面に遠隔操作でアクセスし、燃料デブリの構内輸送容器(Padirac* RD20)を搬送・接続・離脱できる台車システムを開発する。令和元年度に実施した基本設計に基づき、試作機に向けた詳細設計を実施した。

【今年度の成果1/4】

- ✓ 遠隔輸送台車の詳細設計を実施し、現場での安全性を考慮した改良設計及びその妥当性を確認した。

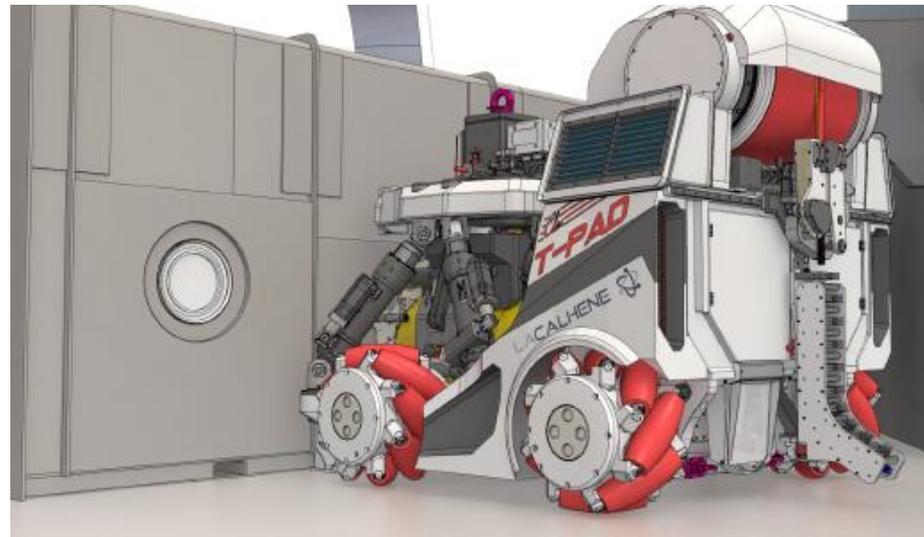
また、以下の設計図面を作成(改訂)し、試作機の製作に向けた準備作業を完了した。

(1) 機械設計図書

- ① 全体外形図
- ② 組立図(部品図)
- ③ 部品リスト他

(2) 電気設計図書

- ① 単線結線図
- ② 展開接続図
- ③ IBD(Interlock Block Diagram)他



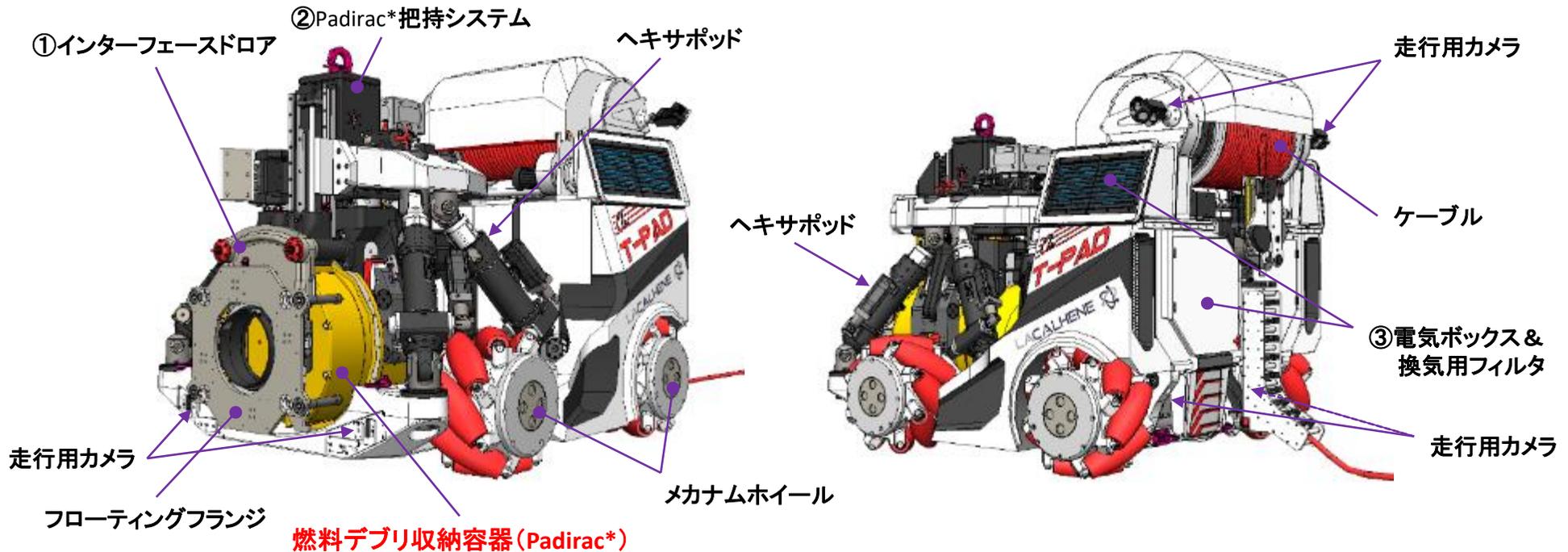
*)放射性汚染物搬送用小型容器の商品名

5.2 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

5.2.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

5) 燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車

【今年度の成果 2/4】



- ✓ 安全性(被ばく低減等)や不具合リスクの深掘り、レスキュー対策を考慮した改良設計を実施した。
 - ①Padirac*の遮へい扉の改良
 - ②Padirac*把持システムの接合方式の見直し、
 - ③電気ボックスの換気設計の具体化
- ✓ 試作機の製作に必要な設計図面を作成し、詳細設計を完了した。試作機の部品手配に着手。

*)放射性汚染物搬送用小型容器の商品名

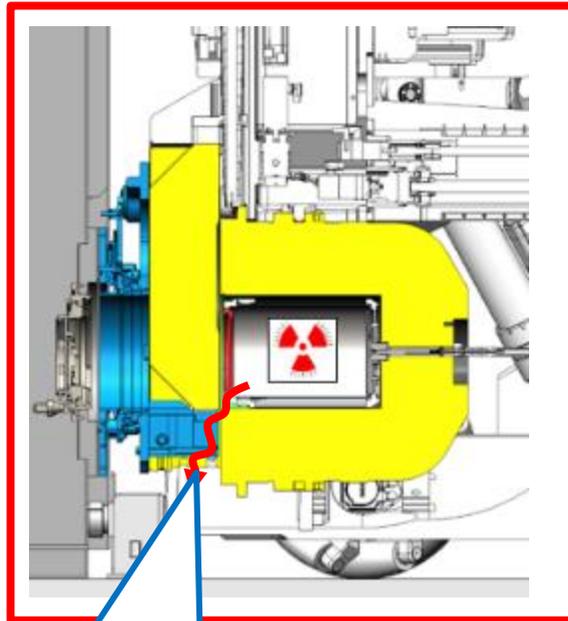
5.2 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

5.2.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

5) 燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車

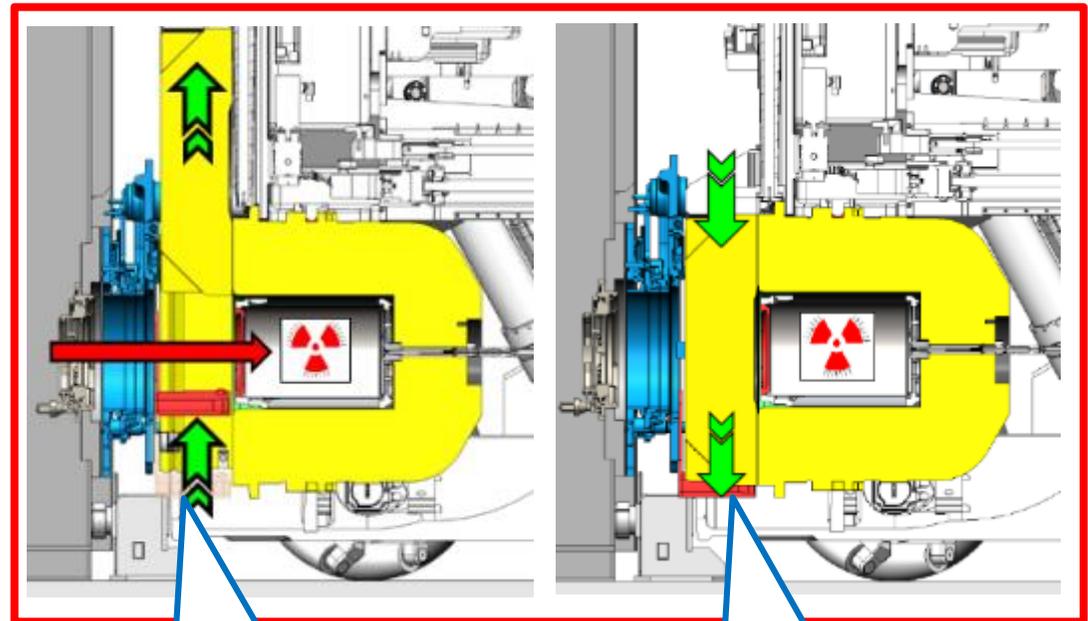
【今年度の成果3/4】遠隔輸送台車の詳細設計

Padirac*1遮へい扉の関連部位の構造の見直し



【見直し前】

DPTE*2コンテナの通過面をサポートする補助遮へい材を設置した。燃料デブリ量の増加により、遮へい不足が懸念された。



【見直し後】

DPTE*2コンテナの通過面をサポートする可動式の支持台を設置

デブリ収納後は、Padirac*1の遮へい扉を完全閉止する構造とした。

【設計見直し結果】

Padirac*1遮へい扉の関連部位の機能を見直すことにより、作業員の被ばくを低減化した。

* 1)放射性汚染物搬送用小型容器の商品名
* 2)ホットセル開口部と勤合するダブルドアタイプの蓋

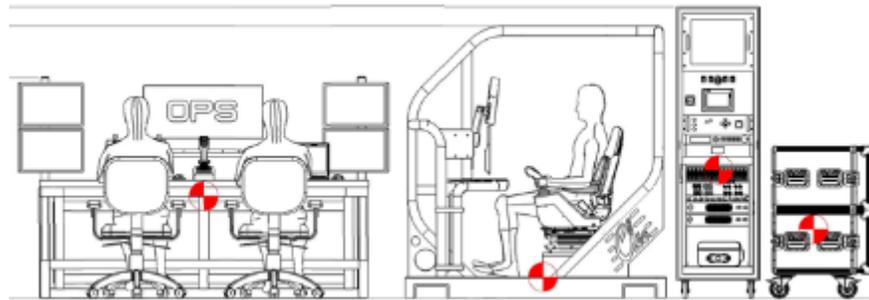
5.2 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

5.2.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

5) 燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車

【今年度の成果4/4】遠隔輸送台車の詳細設計

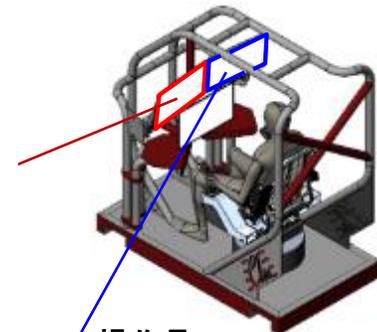
電気制御関連の設計検討を進め、中央制御室側の設計仕様を具体化した。



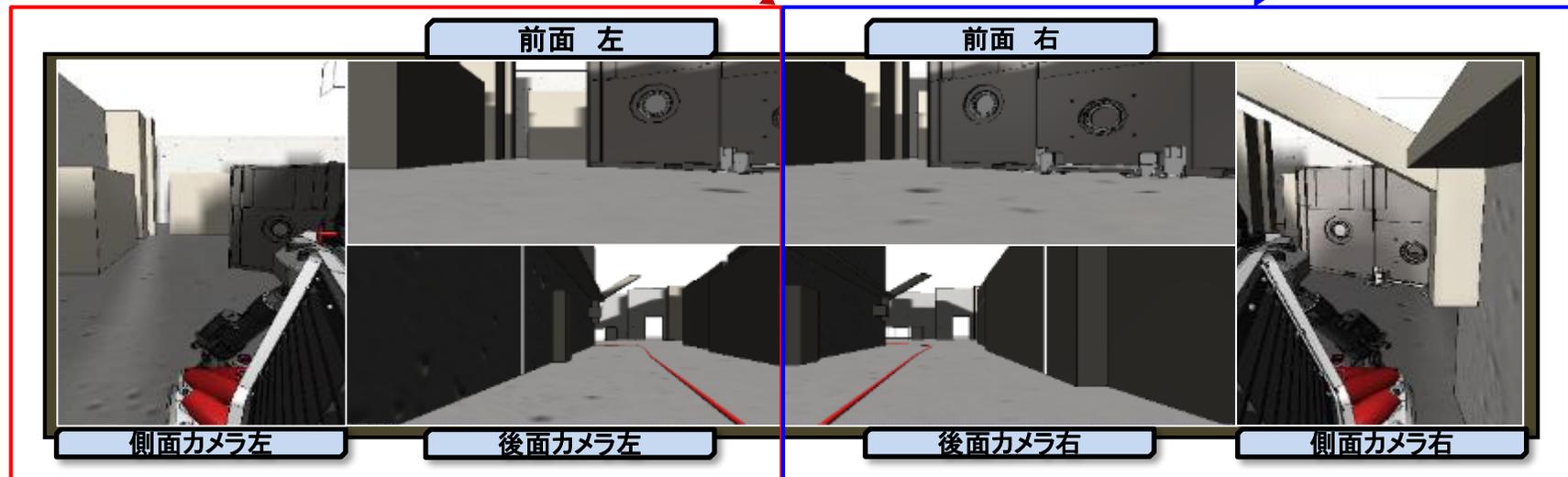
中央制御装置配置概念図



監視員



操作員(ジョイスティックにて運転操作)



走行中の遠隔輸送台車の操作画面(イメージ)

5.2 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

5.2.1 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

現場への適用性に関する考察

	開発項目	現場適用への技術課題	対応策
1)	取り出し用アクセス装置 (アーム・エンクロージャ等)	狭隘なエンクロージャ内でのデブリ・重量物の取扱作業性	マニピュレータ作業ステップの具体化、作業検証試験による改善点を抽出する。
2)	取り出し用アクセスルート構築装置 (X-6ペネ接続構造試作)	<ul style="list-style-type: none"> ・X-6ペネの傾き、フランジ面の状態 ・X-6ペネ開放後のPCV内水蒸気の影響 	先行PJで実施するX-6ペネ堆積物除去の状況を聴取して、改善点を抽出する。
	取り出し用アクセスルート構築装置 (X-53ペネ活用検討)	<ul style="list-style-type: none"> ・X-53ペネ周辺の作業エリアの確保 ・現地工事のタイミング、期間の確保 	東電HDへ情報を提供する。現地サイドの要求条件を定期的に確認する。
3)	燃料デブリ切削・回収装置	<ul style="list-style-type: none"> ・アームによる押し付け方法、安定性 ・デブリへの接近・着地方法 ・分析施設への提供方法 	<ul style="list-style-type: none"> ・アームとの組合試験にて改善点を抽出する。 ・分析施設側へ情報を提供する。現場サイドの要求条件を定期的に確認する。
4)	中性子モニタシステム	<ul style="list-style-type: none"> ・アームや燃料デブリ切削・回収装置から発生するノイズの影響 	中性子モニタのケーブルを独立させるとともに、工場検証試験においてノイズ影響を検証する。
5)	燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車	<ul style="list-style-type: none"> ・Padirac*の付け外し作業性 ・メンテナンス場所の確保 	東電HDへ情報を提供する。現地サイドの要求条件を確認する。

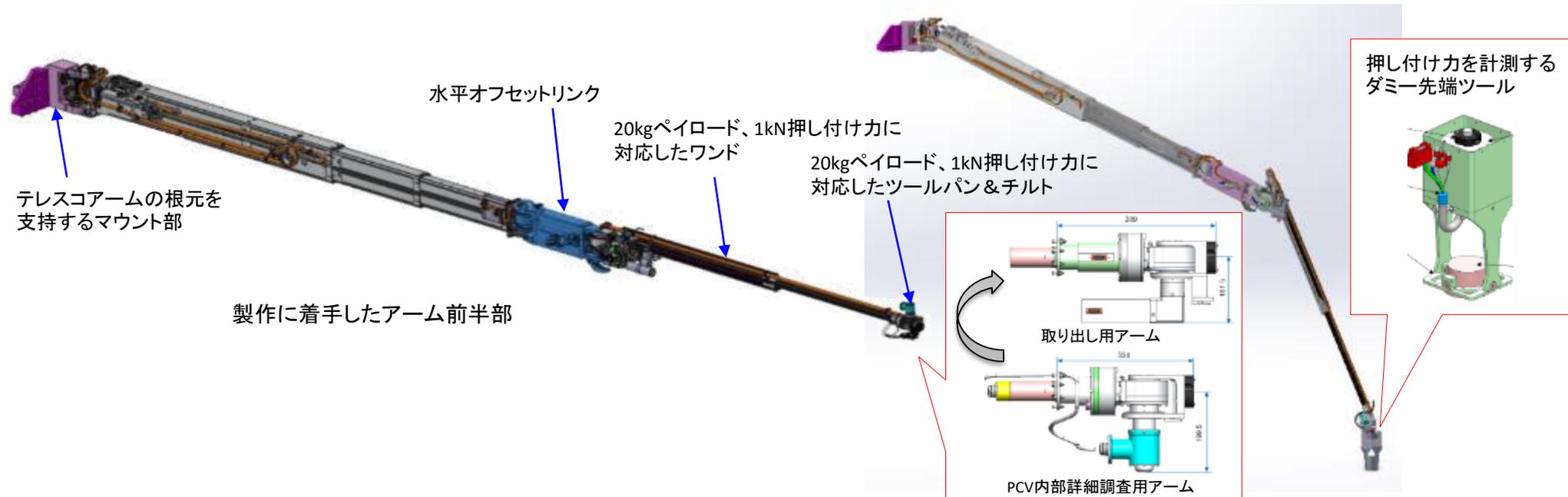
*)放射性汚染物搬送用小型容器の商品名

5.3 燃料デブリ取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の要素技術 開発・設計

5.3.1 取り出し用アームに搭載する要素技術

【今年度の成果】

- ✓ PCV内部詳細調査用アームの設計をベースとして、以下の改良を施したアーム前半部を設計し、製作に着手した。
 - 20kgのペイロードと1kNの押し付け力を備えたワンド、リスト
 - プラットフォーム上の開口通過性を向上した水平オフセットリンク
- ✓ 先端ツールをデブリに押し付ける力を監視する方法として、水平オフセットリンク底面に備えたロードセルに依存しない方法を検討した。



5.3 燃料デブリ取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の要素技術 開発・設計

5.3.2 取り出し用エンクロージャに搭載する要素技術

【今年度の成果】

- ✓ ダブルドアシステムの要素試験を実施し、耐久性を含めた気密性能、各ドアの動作信頼性を確認した。また、非常時対応(モータの偶発故障)として、非常用駆動軸の必要トルクなどを取得した。
- ✓ 上記成果等を反映して試作機の詳細設計を完了した。2021年度に試作機の製作・工場内検証を行う。



ダブルドアシステム 試験体

ダブルドアシステム

5.3 燃料デブリ取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の要素技術 開発・設計

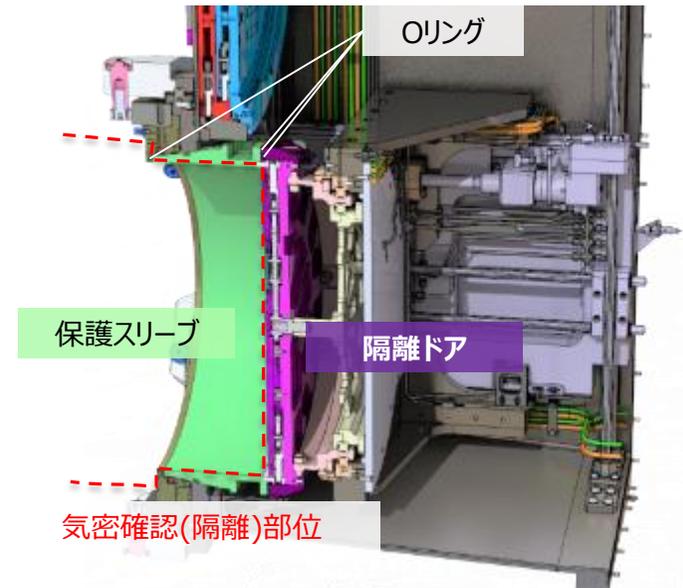
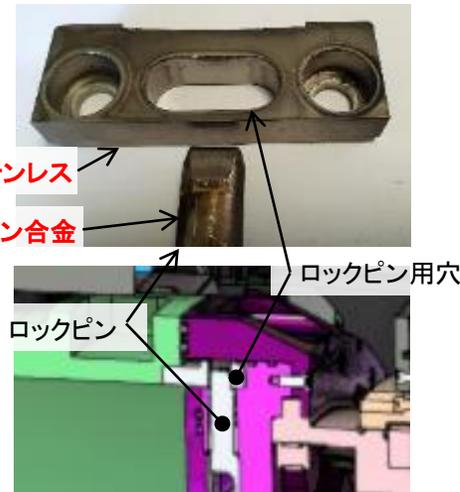
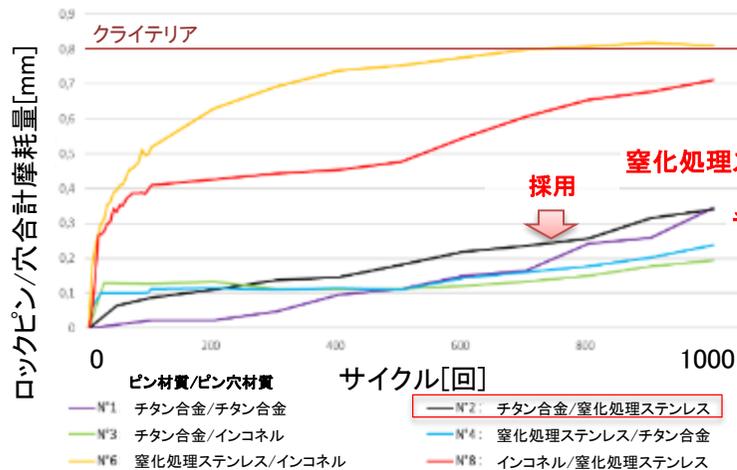
5.3.2 取り出し用エンクロージャに搭載する要素技術

a) 気密性能の確認

ロックピン耐久性試験により、気密性能に影響するロックピンの耐久性(耐摩耗性)を検証し、最適な材質を選定した。選定した材質をダブルドアシステム試験体に組み込み、1000サイクルでの気密性能を確認した。

ロックピン耐久性試験(材質組合せの検証)

要求気密性能	試験結果(1000サイクル後)
0.7vol%/h ($3 \times 10^{-1} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 相当)	0.05vol%/h以下



⇒耐摩耗性、耐腐食性の観点から、**ロックピン:チタン合金**を採用。

⇒耐摩耗性、耐腐食性、製作性、入手性の観点から、**ロックピン用穴:窒化処理ステンレス**を採用。

5.3 燃料デブリ取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の要素技術 開発・設計

5.3.2 取り出し用エンクロージャに搭載する要素技術

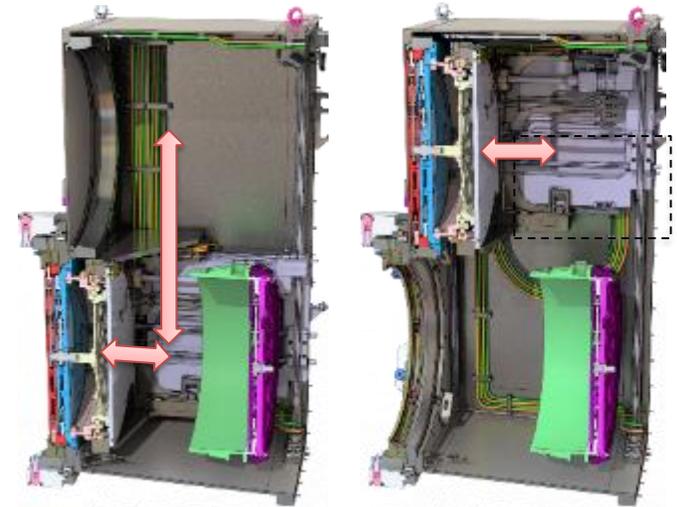
b) 動作信頼性(位置決め精度)

1000サイクルを通じて各動作が問題なく行えることを確認した。また、1000サイクル後のドアマネージメント機構の位置決め精度を定量的に把握し、必要精度を満足していることを確認した。

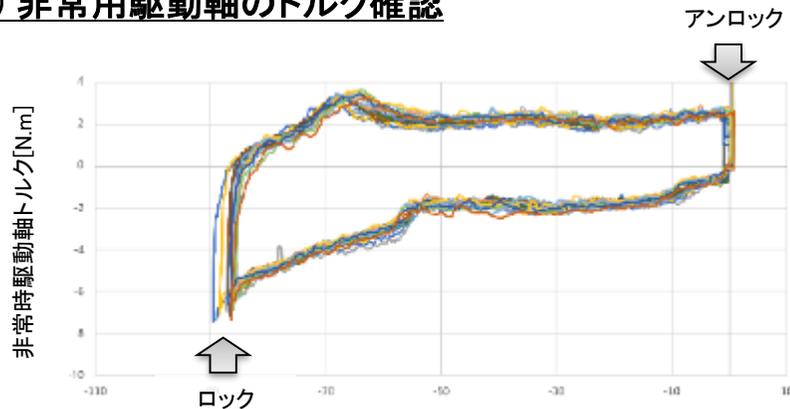
要求位置決め精度	試験結果 (1000サイクル後)
0.3 mm	0.1mm



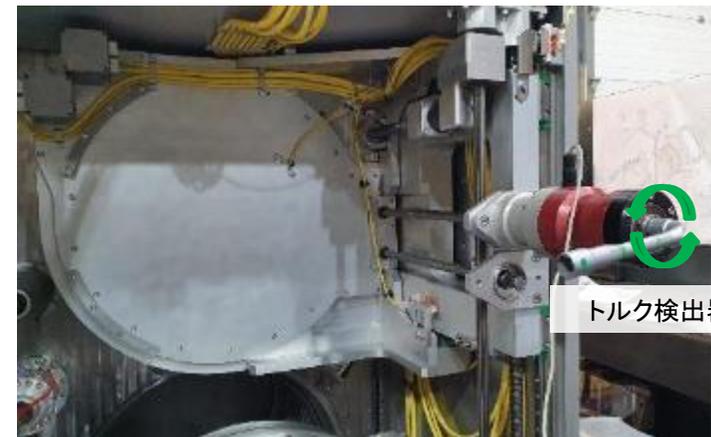
水平トロリーの位置計測



c) 非常用駆動軸のトルク確認



ロック/アンロック機構 非常用駆動軸 計測トルク



トルク検出器

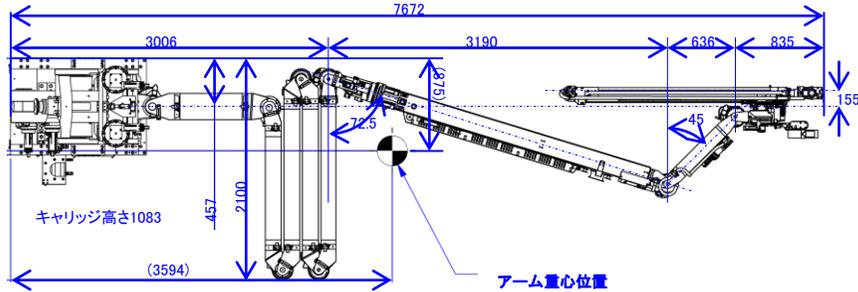
5.3 燃料デブリ取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の要素技術 開発・設計

5.3.3 取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の全体設計

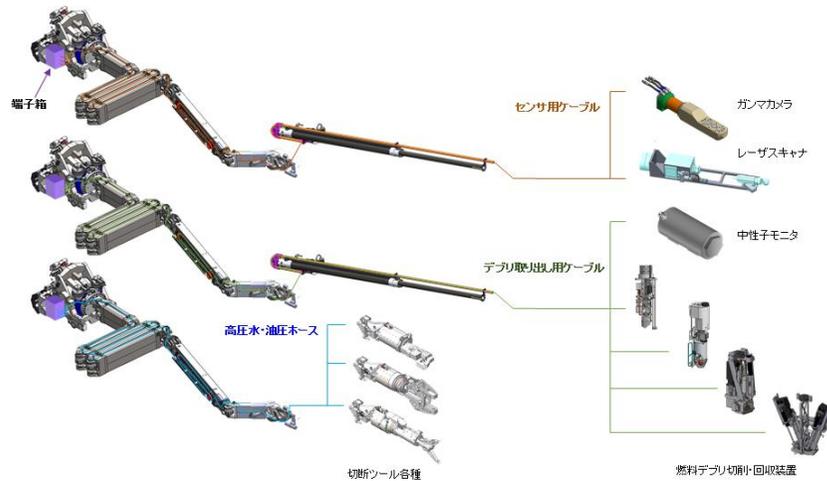
【今年度の成果 1/5】

✓ PCV内部詳細調査用アームをベースに取り出し用アームの設計仕様をまとめた。

取り出し用アームのアーム構成



取り出し用アームのシステム構成



項目	仕様	備考
アーム構成	キャリッジ: PCV詳細調査用アームと同じ仕様 ブームリンク: 5リンク構成 (8m展開時、1.7m折畳み時) 断面は高さ420mm×幅250mm×高さ400mm×幅140mm テレスコアーム: 3段テレスコープ構造 (5.4m伸長時、3.3m収縮時) 断面は高さ312mm×幅178mm～高さ256mm×幅121mm 水平オフセットリンク: 固定長さ0.9m、断面高さ300mm×幅130mm ワンド: 2段テレスコープ構造 (3.5m伸長時、2.1m収縮時)	断面形状はX-6ペネ通過性を確保するように設定。 VRシミュレーション評価によりベDESTAL底部の2.8m ² にアクセスできる見通し。 ワンドはDexter*により付け外し可能。
駆動系	キャリッジ: INFRANOR社BLS-74+Bonfiglioli社 301L4 1022 HZ P71 A ブームリンク: INFRANOR社BLS-40+HDAG社 HFUC-50-160-2A テレスコアーム: INFRANOR社BLS-55+HDAG社 HFUC-25-120 水平オフセットリンク: INFRANOR社BLS-40+HDAG社 HFUC-50-160-2A リスト: INFRANOR社BLS-40+HDAG社 CPM-14-100+HFUC-50-160-2A ワンド: INFRANOR社BLS-40+HDAG社 CPM-17-120 ツールパン&チルト: INFRANOR社BLS-73+HDAG社 HFUC-25-160	モータは耐放射線性仕様でレゾルバ付き。 ベイロード20kgを旋回するトルク100Nmを確保。 非常時回収のため一部の駆動系は電磁クラッチを内蔵。 ツールパン&チルトはPCV調査用アームのものよりも高トルクのモータに変更。
主要材質	キャリッジ: SUS304 ブームリンク: SUS630 テレスコアーム: アルミニウム 水平オフセットリンク: SUS630 ワンド: カーボンファイバー、アルミニウム	円柱状サンプル回収に必要な押付力1kNに耐える剛性

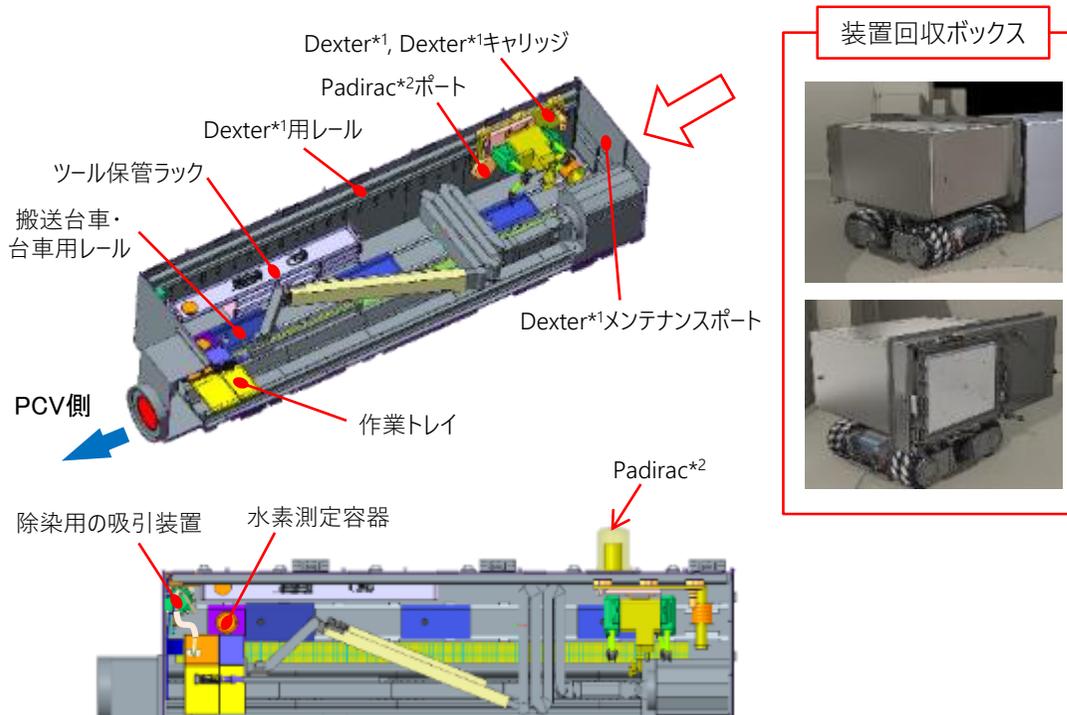
*)双腕型遠隔マニピュレーターシステムの商品名

5.3 燃料デブリ取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の要素技術 開発・設計

5.3.3 取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の全体設計

【今年度の成果 2/5】

燃料デブリのPCV内部からの取り出し／回収作業を考慮して、PCV内部詳細調査のエンクロージャをベースに詳細設計を実施。また、東電HDのニーズを踏まえて「段階的に規模を拡大したデブリ取り出しのトレーニングに資する構造とする」べく、東電HDのエンジニアリング結果を反映。



項目	仕様
サイズ	9.3m × 2.4m × 2m以下
質量	30ton以下
先端ツール保管エリア	・想定する各ツールを1セット以上保管できること ・使用済ツール置き場を確保すること
デブリ回収作業エリア	先端ツールがアームに取り付いた状態で、その近傍に十分な作業エリアを確保できる作業用トレイが設置できること。
気密性 (許容リーク率)	10 ⁻⁶ Pa・m ³ /s (1シール当たり) or エンクロージャ体積の0.05%/h
耐圧性	-5 ~ 10 kPaG
耐放射線性	・外側: 10Gy/h ・内側: 100Gy/h (累積被ばく量: 約850Gy)
耐震性	バウンダリ構造が維持されること
寿命	5年以上
付属品	水素計測容器、吸引除染装置 照明、カメラ、マイク
N ₂ ガス供給	吸気: 4箇所 × 50A (クイックカプラ) 排気: 4箇所 × 50A (クイックカプラ)
インターフェース	・X-6ベネ接続構造と接続できること ・遠隔輸送台車と接続できること

* 1) 双腕型遠隔マニピュレーターシステムの商品名

* 2) 放射性汚染物搬送用小型容器の商品名

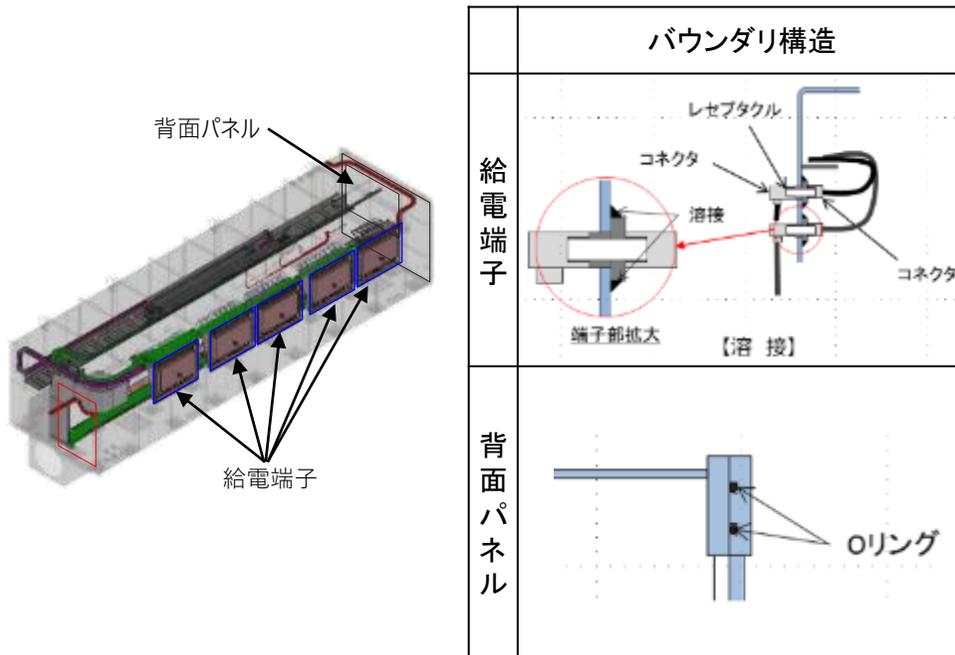
5.3 燃料デブリ取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の要素技術 開発・設計

5.3.3 取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の全体設計

【今年度の成果 3/5】

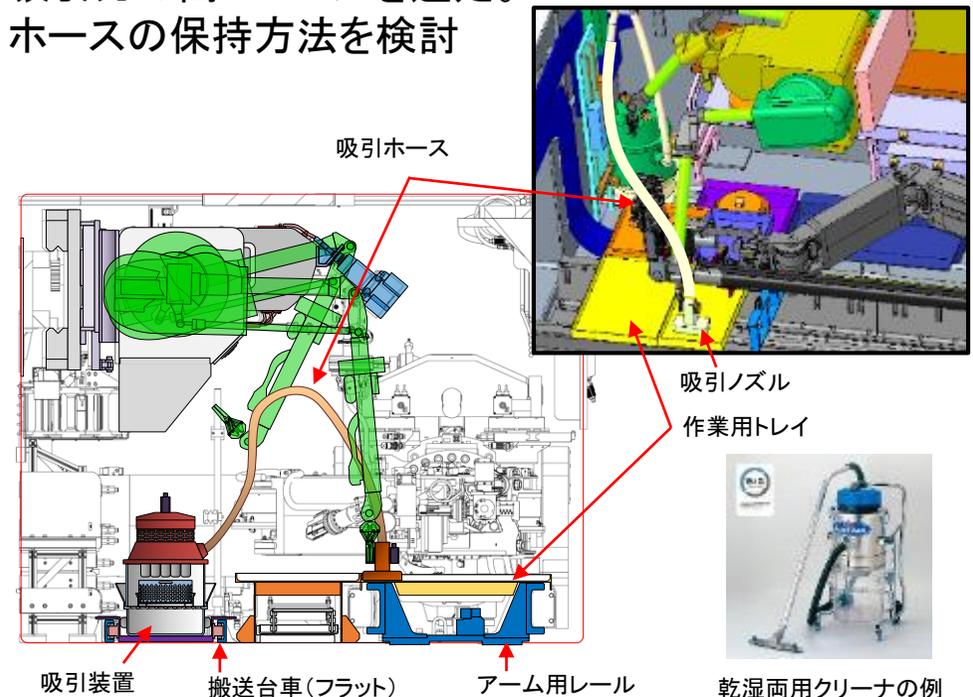
【バウンダリ構造】

給電端子及び背面パネルの2重Oリング+排圧ライン(負圧化)対策の合理化



【吸引除染】

Dexter*にて吸引ノズルを把持し、エンクロージャ内の吸引除染(エンクロージャ換気空調ラインに排気)。吸引力の高いノズルを選定。ホースの保持方法を検討



*) 双腕型遠隔マニピュレーターシステムの商品名

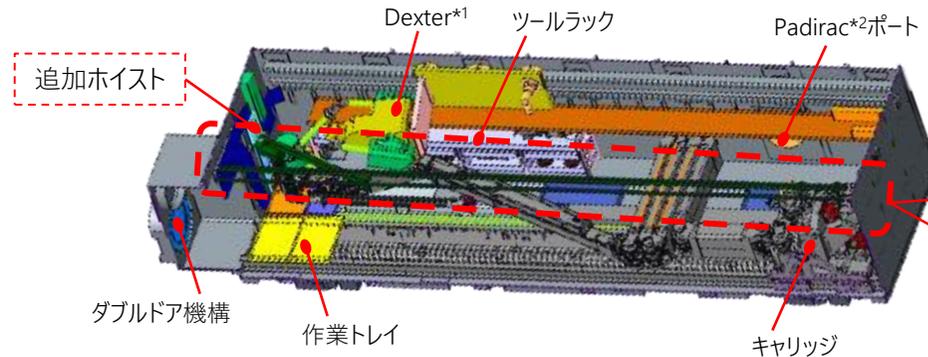
5.3 燃料デブリ取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の要素技術 開発・設計

5.3.3 取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の全体設計

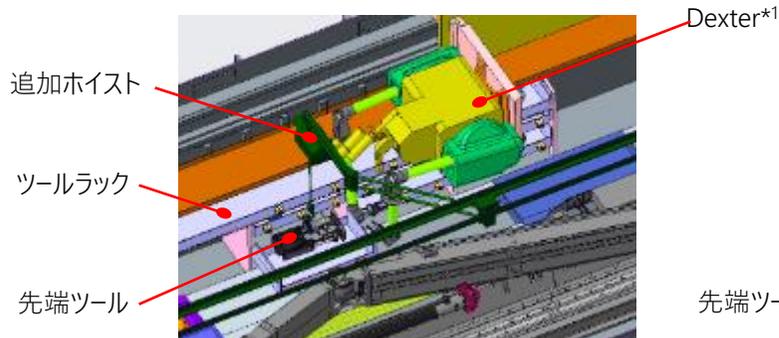
【今年度の成果 4/5】

○ 追加ホイストの検討

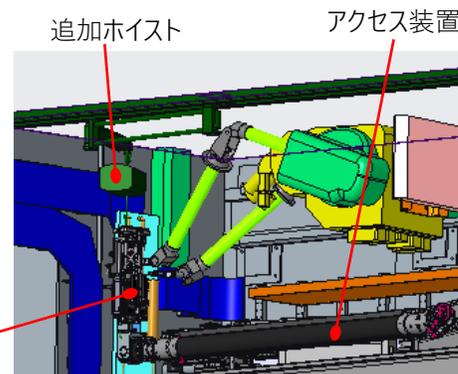
Dexter*¹作業を補助するための追加ホイストの余地を検討(試作検証の対象に加えるか評価中)



< 追加ホイストを用いた作業イメージ >

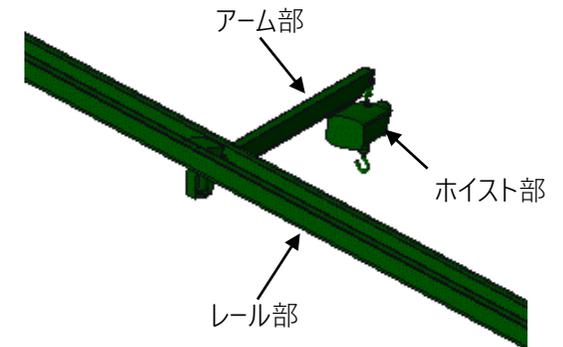


ツールラックからの先端ツールの取り出し



先端ツールのアクセス装置へのへの接続

追加ホイスト構造案



仕様 (暫定)

- ・定格荷重 : 60 kg
- ・アーム長さ : 1,600 mm
- ・レール長さ : 8,100 mm

* 1) 双腕型遠隔マニピュレーターシステムの商品名

* 2) 放射性汚染物搬送用小型容器の商品名

5.3 燃料デブリ取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の要素技術 開発・設計

5.3.3 取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の全体設計

【今年度の成果 5/5】

○ 装置回収ボックス

- 装置回収ボックスに内蔵するDexter*キャリッジ(水平移動台車)のケーブル遠隔脱着機構を検討。
- 遠隔脱着コネクタにはシール性や除染の容易性が要求される。このため、主要材料はステンレスで、コネクタはOリングで湿分対策を行う。
- 遠隔ケーブル脱着機構は4つの空圧シリンダで駆動する計画。これらのうち2つはコネクタの着脱に、残りの2つはコネクタボックスの着脱時のブレーキまたは分離する際の力として利用する。



装置回収ボックス断面図

*)双腕型遠隔マニピュレーターシステムの商品名

ケーブル遠隔脱着機構

5.3 燃料デブリ取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の要素技術 開発・設計

現場への適用性に関する考察

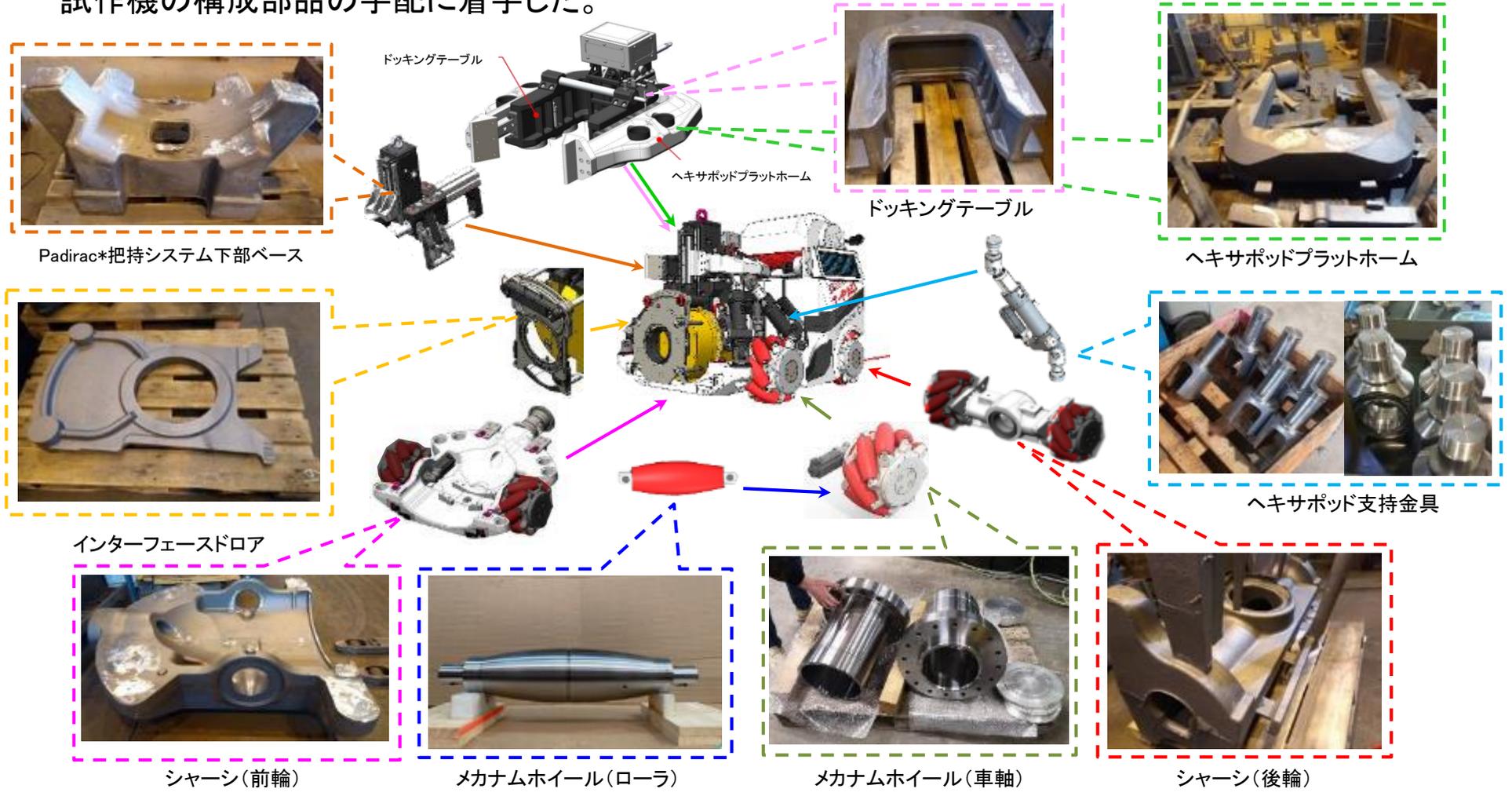
	開発項目	現場適用への技術課題	対応策
5.3.1	取り出し用アーム に搭載する要素技術 (水平オフセット機構を備えた テレスコアーム)	<ul style="list-style-type: none"> ・プラットフォーム開口を通過させる時のアーム操作性、操作精度 ・カメラ等によるアーム状態把握の充足性(操作員の不安感の払拭) ・燃料デブリ切削・回収装置押し付け時の手順および監視方法 	<ul style="list-style-type: none"> ・モックアップ検証試験による改善点の抽出 ・燃料デブリ切削・回収装置との組合せ試験による改善点の抽出
5.3.2	取り出し用エンクロージャ に搭載する要素技術 (ダブルドアシステム)	<ul style="list-style-type: none"> ・ダブルドアシステムの長期信頼性 ・異常検知方法(カメラ、マイク) ・故障時対応 ・水蒸気結露水の影響 ・放射性ダスト汚染対策 	<ul style="list-style-type: none"> ・要素試験による長期信頼性の確認および異常の兆候に関する知見の収集 ・リスクアセスメントによる故障対策、防水処置および工場検証試験での確認 ・流水除染を想定した凹凸部・滞留部の削減
5.3.3	取り出し用アクセス装置 (アーム・エンクロージャ等) の全体設計	<ul style="list-style-type: none"> ・周辺設備(換気空調設備など)やケーブル類の原子炉建屋内配置 ・凍結、塩害、雨水、災害対策 ・エンクロージャの設置位置調整 ・エンクロージャの除染・搬出方法 	<ul style="list-style-type: none"> ・東電HDへの情報提供。現地サイドの要求条件の確認。 ・モックアップ検証試験での設置位置精度の把握および改善点の抽出 ・表面除染、内部除染の方法具体化およびモックアップ検証試験による改善点の抽出

5.4 燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車の開発

5.4.1 燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車

【今年度の成果】

試作機の構成部品の手配に着手した。



*)放射性汚染物搬送用小型容器の商品名

6. まとめと今後の対応(1/4)

- 令和元年度に開始した実施項目 -

1. 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出し技術の開発計画、取り出し計画の策定

- ▶ 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの技術開発計画の策定、更新(5.1.1)
 - ・ 東京電力HD(株)にて計画中の「段階的デブリ取り出し」における要求事項に応えるべく、アクセス装置のメンテナンス性、エンクロージャのレイアウト検討や遠隔操作による除染方法、Dexter*マニピュレータの交換方法を検討した。
 - ・ 燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車への吊り下ろし構造の見直しを行った。
 - ・ 引き続き適切なタイミングで開発計画を更新していく。当面はPCV内部詳細調査用アームの検証試験の知見を適宜、取り込みと共にDexter*マニピュレータによる作業検証の結果・課題が抽出された時点で更新する。

- ▶ 安全・システムの観点からの全体シナリオの策定、更新(5.1.2)
 - ・ PCV内から採取した燃料デブリサンプルを分析施設へ持ち出せるように、サイト内に準備される受入/払出セルや分析施設のホットセルまでの受け渡しインターフェースについて検討を開始した。具体的な作業内容に基づいて関連PJ関係者と調整を開始した。
 - ・ 上記と同様にシナリオの更新を行う。

6. まとめと今後の対応(2/4)

- 令和元年度に開始した実施項目 -

2. 燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発

▶ 段階的に規模を拡大した取り出しのための装置、システムの開発(5.2.1)

①取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)

- エンクロージャ内でのマニピュレータによる燃料デブリ取扱作業を検証するための双腕マニピュレータ(Dexter*)を製作。
- 検証対象の取扱作業を3D-CADを用いて具体化し、マニピュレータ操作性について検証を実施中。
- マニピュレータによる作業検証は令和3年度上期中に完了する。

②取り出し用アクセスルート構築装置(X-6ペネ接続構造等)

- 令和元年度の基本設計をベースに、PCV内部詳細調査PJのモックアップ試験にて有効性が確認された方法を統合し、試作機を製作し、工場内検証計画をまとめた。
- 2021年度上期に工場内検証を行い、装置の成立性を確認する。
- X-53ペネトレーションを活用して、アームのPCV内で洗浄する技術およびそれを設置する工法、PCV内部のアーム動作を俯瞰する監視カメラの設置等について概念検討をまとめた。
- X-53ペネトレーションの活用については、新たなニーズ、技術シーズがあれば開発要否を検討する。

6. まとめと今後の対応(3/4)

③燃料デブリ切削・回収装置(小石・砂状燃料デブリ回収用、粉状燃料デブリ切削・回収用、円柱状燃料デブリ切削・回収用等)

- 令和元年度に抽出した改良点を基に、4種類の回収装置試作機を改良して性能検証を行い、その有効性を確認した。
- アームとの組合せ検証試験およびそれに付随する改良を行う。

④中性子モニタシステム(臨界近接監視用等)

- 常時監視用および予測監視用のSiC半導体検出器による中性子モニタの試作機を製作した。
- 中性子検出性能を確認するための工場内検証試験計画を纏め、検証試験の準備を実施した。
- 2種類の中性子モニタを完成させ、工場内検証試験を令和3年度上期中に完了する。

⑤燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車

- 遠隔輸送台車の詳細設計を実施し、狭隘な建屋空間(通路)への対応や、メカナムホイールに拠る床面段差への適用性など、設計妥当性を確認した。また、関連図面を作成し、製作に向けた準備作業を完了した。
- 令和2年度開始事業にて継続して試作機を製作する。

6. まとめと今後の対応(4/4)

- 令和2年度より開始した実施項目 -

3.燃料デブリ取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の要素技術開発・設計(5.3)

- ▶ 取り出し用アームに搭載する要素技術(5.3.1)
 - 令和元年度に実施した基本設計に基づいて、取り出し用アームの設計仕様をまとめた。
 - 上記設計仕様を踏まえて、テレスコアームから先端部分の試作機仕様を策定し、試作に着手した。
 - アーム前半部の試作機を製作し、令和3年度中に工場内検証を完了する。
- ▶ 取り出し用エンクロージャに搭載する要素技術(5.3.2)
 - ダブルドアシステムの要求仕様を設定した。
 - ダブルドアシステムのロックピンの耐久性試験およびドアマネージメント機構の要素試験を実施し、実機適用性を確認した。要素試験の結果は試作機の製作設計に反映する。
 - ダブルドアシステムの試作機を製作し、令和3年度中に工場内検証を完了する。
- ▶ 取り出し用アクセス装置(アーム・エンクロージャ等)の全体設計(5.3.3)
 - 東京電力HD(株)にて検討を実施した「段階的デブリ取り出し」用アクセス装置の要求仕様を踏まえて、本PJの開発対象であるアーム型アクセス装置およびエンクロージャの全体設計をまとめた。
 - エンクロージャの設計においては東京電力HD(株)にて検討している内部レイアウトとの統合を行った。
 - アームおよびエンクロージャの試作・工場内検証は新規事業にて実施する。

4.燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車の開発(5.4)

- ▶ 燃料デブリ収納容器の遠隔輸送台車(5.4.1)
 - 輸送台車の製作に着手した。令和3年度の工場内検証試験に向けて作業を実施中。
 - 遠隔輸送台車の試作機を製作し、令和3年度中に工場内検証を完了する。