

平成26年度補正予算
「廃炉・汚染水対策事業費補助金(燃料デブリ・炉内構造物
取り出し工法・システムの高度化事業)」

中間報告

平成28年4月

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構(IRID)

1. 本事業の実施内容

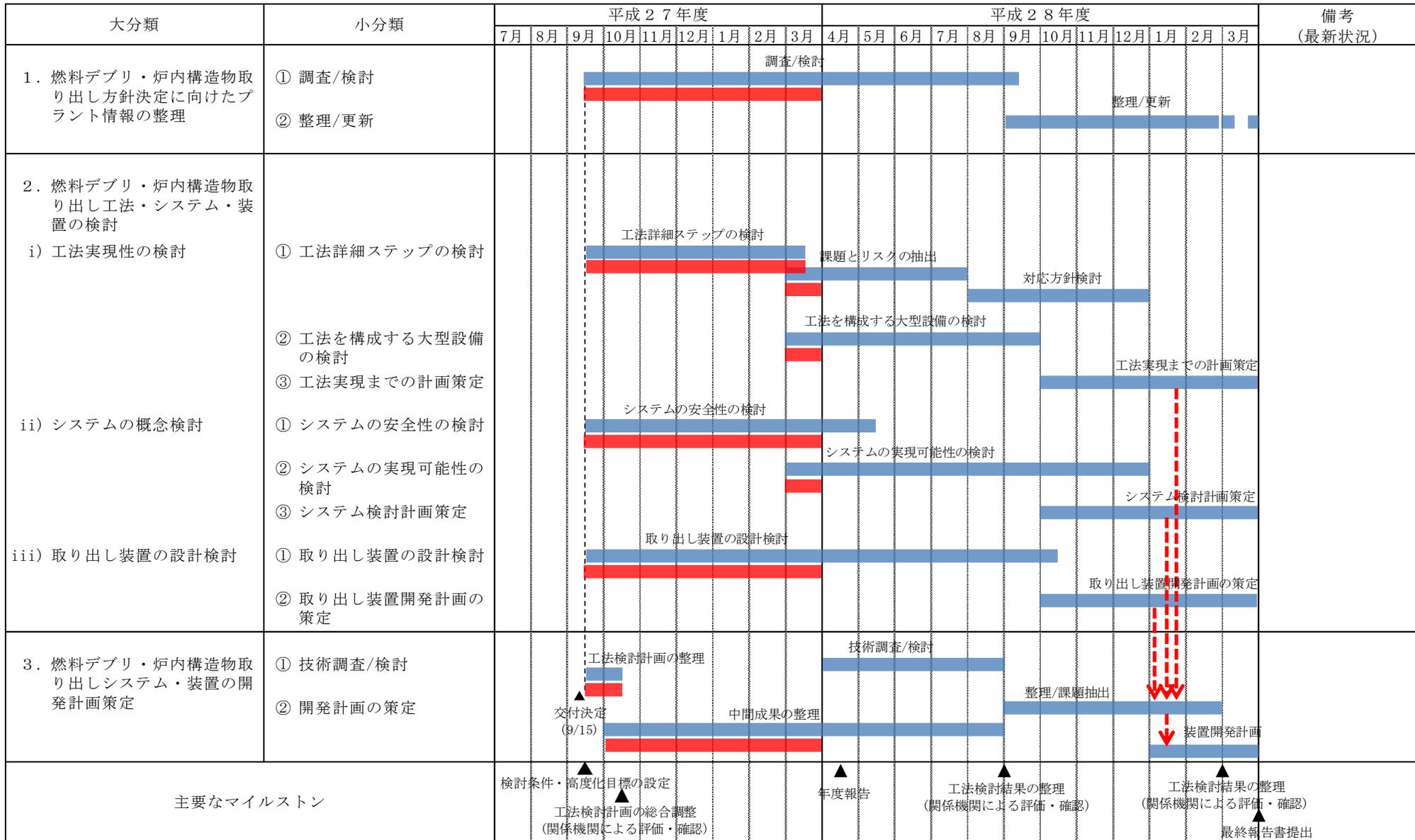
【目的】

中長期ロードマップでは平成33年頃に燃料デブリの取出しが計画されており、具体的な開発を推進する必要がある。そのため、平成27～28年度は取出方針の決定に向けて、必要となる工法詳細ステップやシステム概要の実現性を検討し、開発計画の策定を行う。

【平成27年度の主な実施内容】

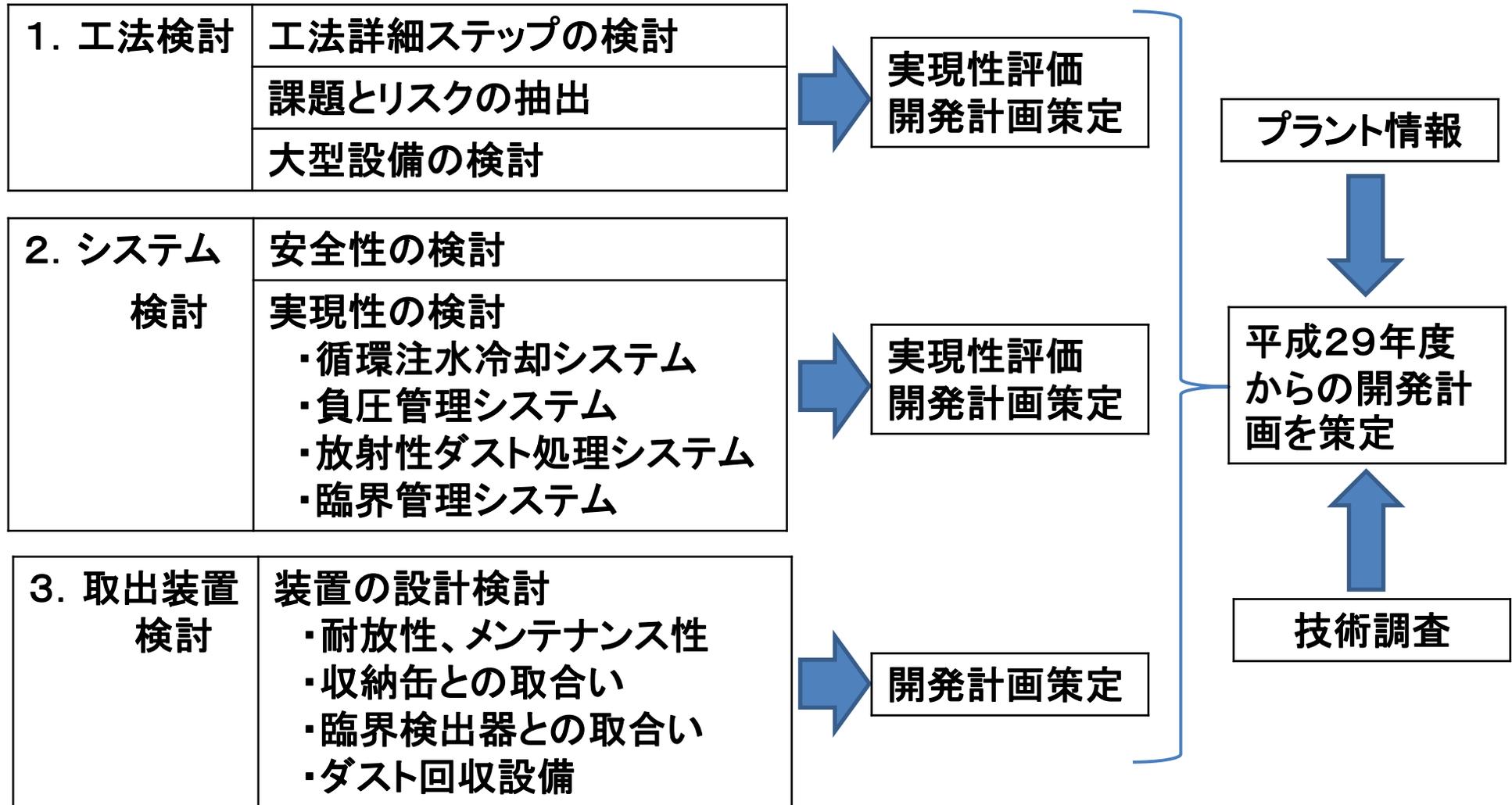
- ①燃料デブリ・炉内構造物取り出し方針決定に向けたプラント情報の整理
燃料デブリ・炉内構造物取り出し方針の決定に必要なプラント情報等の条件について、最新のデータ・情報で整理する。
- ②燃料デブリ・炉内構造物取り出し工法・システム・装置の検討
冠水-上アクセス工法, 気中-上アクセス工法, 気中-横アクセス工法の3工法について、燃料デブリ・炉内構造物取り出し工法・システム・装置の検討を行う。
- ③燃料デブリ・炉内構造物取り出しシステム・装置の開発計画策定
中間成果報告に向けて年度末までの成果を整理する。
- ④研究開発の運営
廃炉作業や他の研究開発と連携しながら、研究開発を推進する。

2. 実施スケジュール



3. 検討の進め方

工法、システム、装置各々の検討結果を整理し、平成28年度末に開発計画を策定する。
本報告では、平成27年度に実施した検討状況について示す。



4. 本事業の実施状況

4.1 燃料デブリ・炉内構造物取り出し方針決定に向けたプラント情報の整理

① プラント情報の整理 (1/2) <プラント情報>

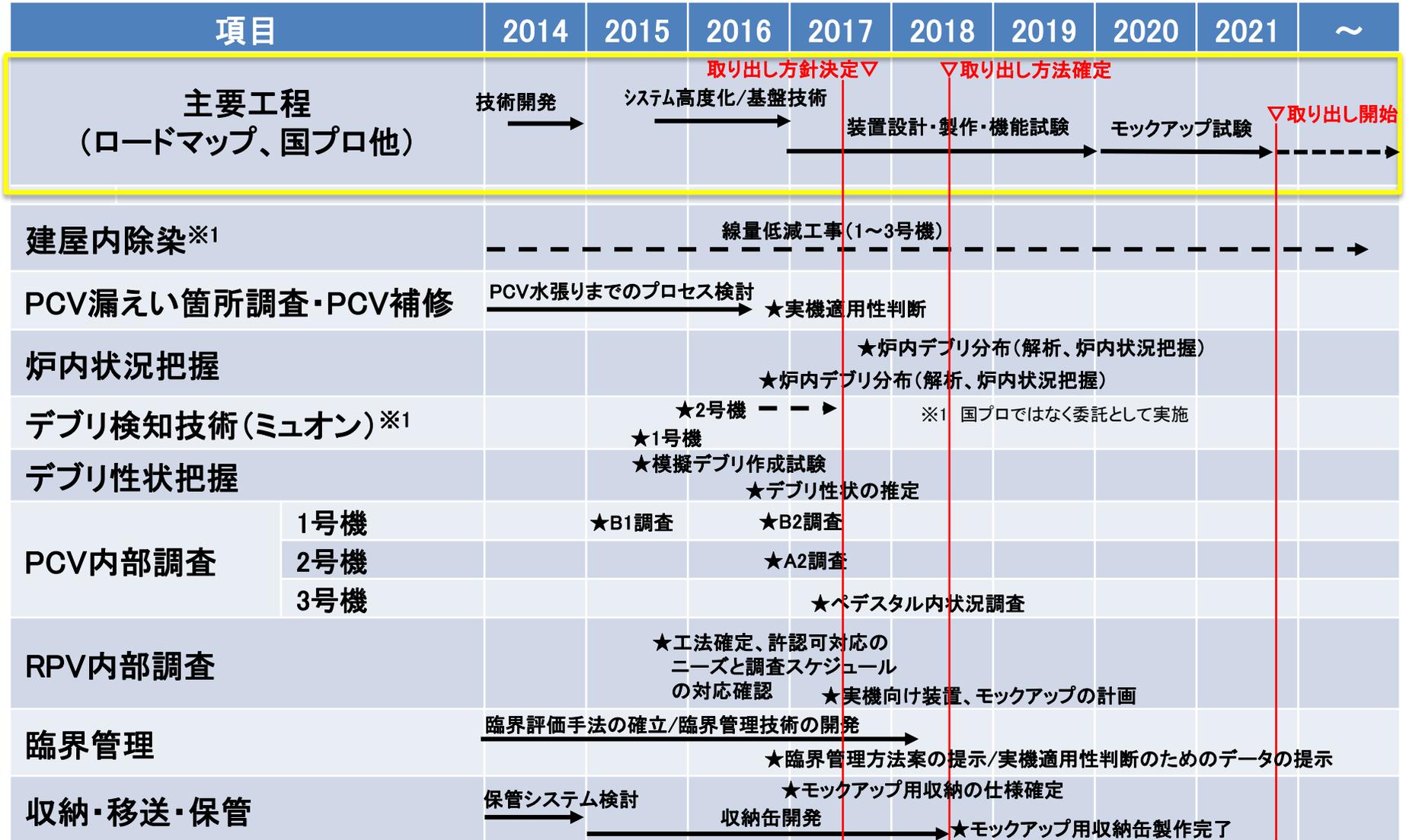
- 燃料デブリ・炉内構造物の取出工法を決定するための判断材料となるプラント情報を整理。
- 1～3号機について、設計情報、東京電力(株)殿から公開されているプラントパラメータ並びに震災後に実施した現地調査の結果を調査し、最新情報に更新。(以下に一例を記載)

項目	1号機	2号機	3号機	確度
R/Bの線量、 損傷状況	【1F】AC配管表面で900mSv/h 【トラス室】2.37Sv/h	【1F】5～10mSv/h 【MSIV室】～10mSv/h 【トラス室】0.13Sv/h	【1F】5～80mSv/h 【オペフロ】～253mSv/h(@5m) 【トラス室】0.36Sv/h	高
RPVの損傷状況	【SAMPSON解析】 ・シュラウドは炉内に残存 ・ドライヤ、セパレータは熔融温度 【MAAP解析】 ・燃料デブリはシュラウドを貫通 ・ドライヤ、セパレータは最大700℃	【SAMPSON解析】 ・燃料デブリはシュラウドを貫通 ・ドライヤ、セパレータは熔融温度 【MAAP解析】 ・燃料デブリはシュラウドを貫通 ・ドライヤ、セパレータは最大900℃	【SAMPSON解析】 ・シュラウドは熔融 ・ドライヤ、セパレータは熔融温度 【MAAP解析】 ・シュラウドは損傷していない ・ドライヤ、セパレータは最大700℃	低
PCVの損傷状況	【D/W】 ・X-5B位置のサンドクッションドレン管が外れ流水確認 (0.15m ³ /h程度と推定) 【S/C】 ・X-5E真空破壊ライン伸縮継手保護カバーより漏えいを確認 ・X-5Eベント管部に流水(0.74～3.2m ³ /hと推定)	【D/W】 ・ベント管スリーブ、サンドクッションドレン配管、 ベント管ベローズカバーからの流水は確認されず。 【S/C】 ・S/C水没部または系統配管に漏えいがあると推定。	【D/W】 ・MSIV室内のD系配管から流水確認 【S/C】 情報なし	中
R/B及びトラス室 壁面の損傷状況	【R/B】 ・OP3900程度の位置にT/Bへの比較的大きい漏えい ルートの可能性あり。 【トラス室壁面】 (東側壁配管貫通部) ・漏えいは観察されなかった。	【R/B】 (R/B地上階躯体) ・外観上の損傷はない。 【トラス室壁面】 (東側壁配管貫通部) ・漏えいは観察されなかった。	【R/B】 (R/B地上階躯体) ・北西側のオペフロ上が崩れている。 【トラス室壁面】 情報なし	中
燃料デブリの分布 (概要) 【SAMPSON/MAAP】	・炉心: 0t/0t ・RPV底部: 0t/15t ・PCV内: 116t/138t	・炉心: 2t/20t ・RPV底部: 85t/65t ・PCV内: 0t/0t	・炉心: 0t/0t ・RPV底部: 0t/49t ・PCV内: 187t/160t	低

4. 本事業の実施状況

4.1 燃料デブリ・炉内構造物取り出し方針決定に向けたプラント情報の整理

① プラント情報の整理 (2/2) <他プロジェクトの情報> 各プロジェクト成果のアウトプット時期を整理し、更新。

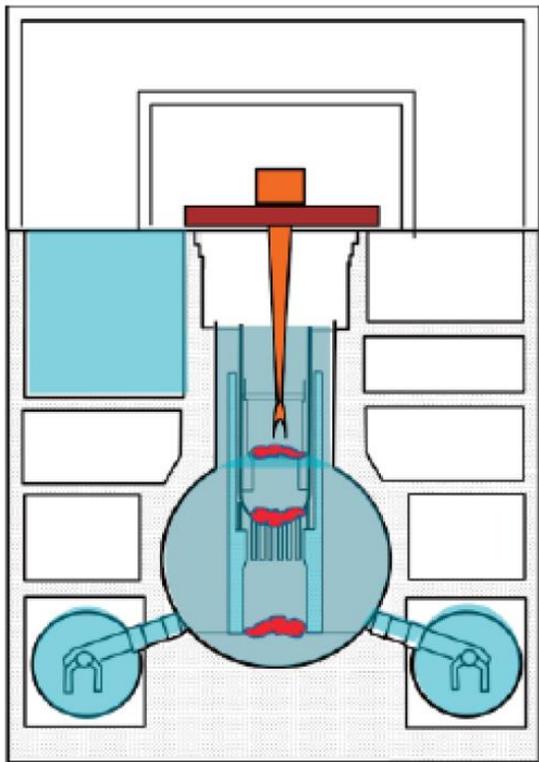


4. 本事業の実施状況

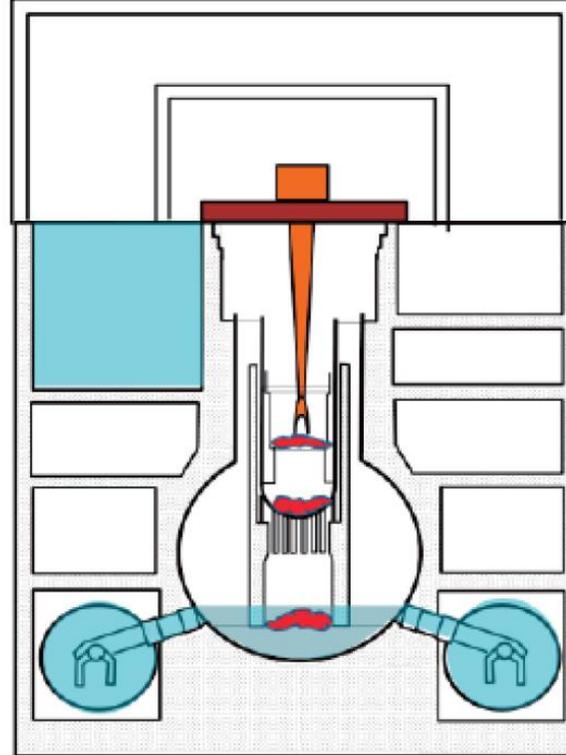
4.2 燃料デブリ・炉内構造物取り出し工法・システム・装置の検討

①工法実現性の検討(1/16)

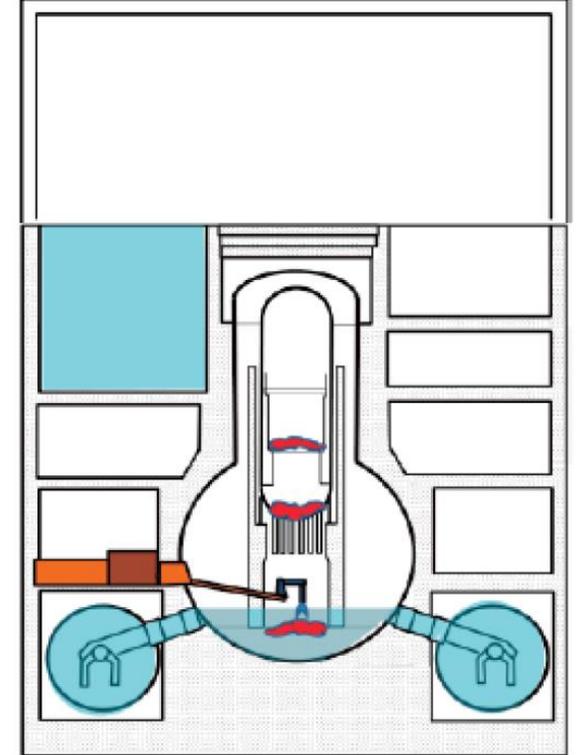
冠水-上アクセス工法, 気中-上アクセス工法, 気中-横アクセス工法の3工法の実現性検討について課題抽出のためのフロー図を作成した。今後は、各ステップの課題とリスクを抽出し検討結果を各ステップに反映するとともに、工法実現までの計画と必要な技術の開発計画を策定する。



冠水-上アクセス工法



気中-上アクセス工法
3工法のイメージ図



気中-横アクセス工法

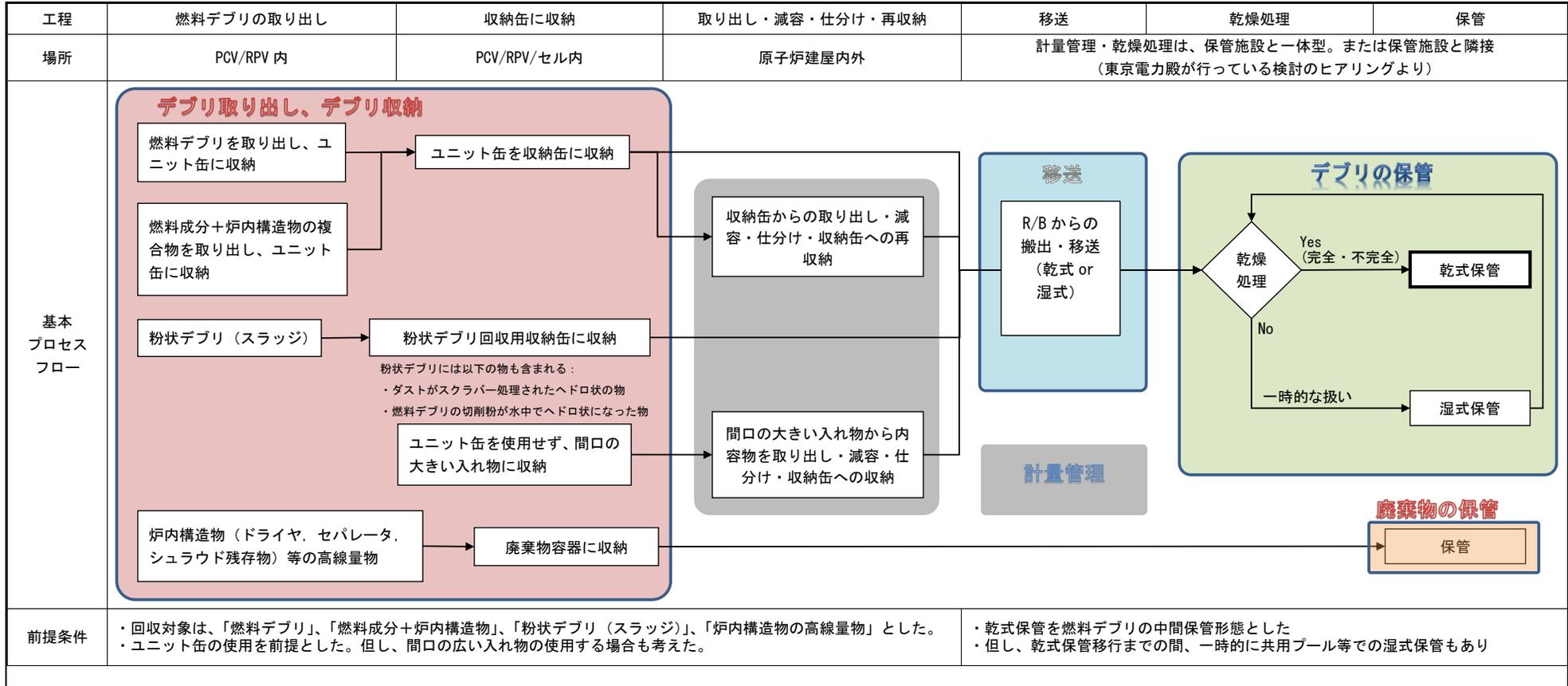
4. 本事業の実施状況

4.2 燃料デブリ・炉内構造物取り出し工法・システム・装置の検討

①工法実現性の検討(2/16)

燃料デブリ燃料デブリ～保管までの基本プロセスフロー図(案)(工法共通)

本事業では、燃料デブリを取り出し、収納缶に収納するまでのプロセスを対象とする。



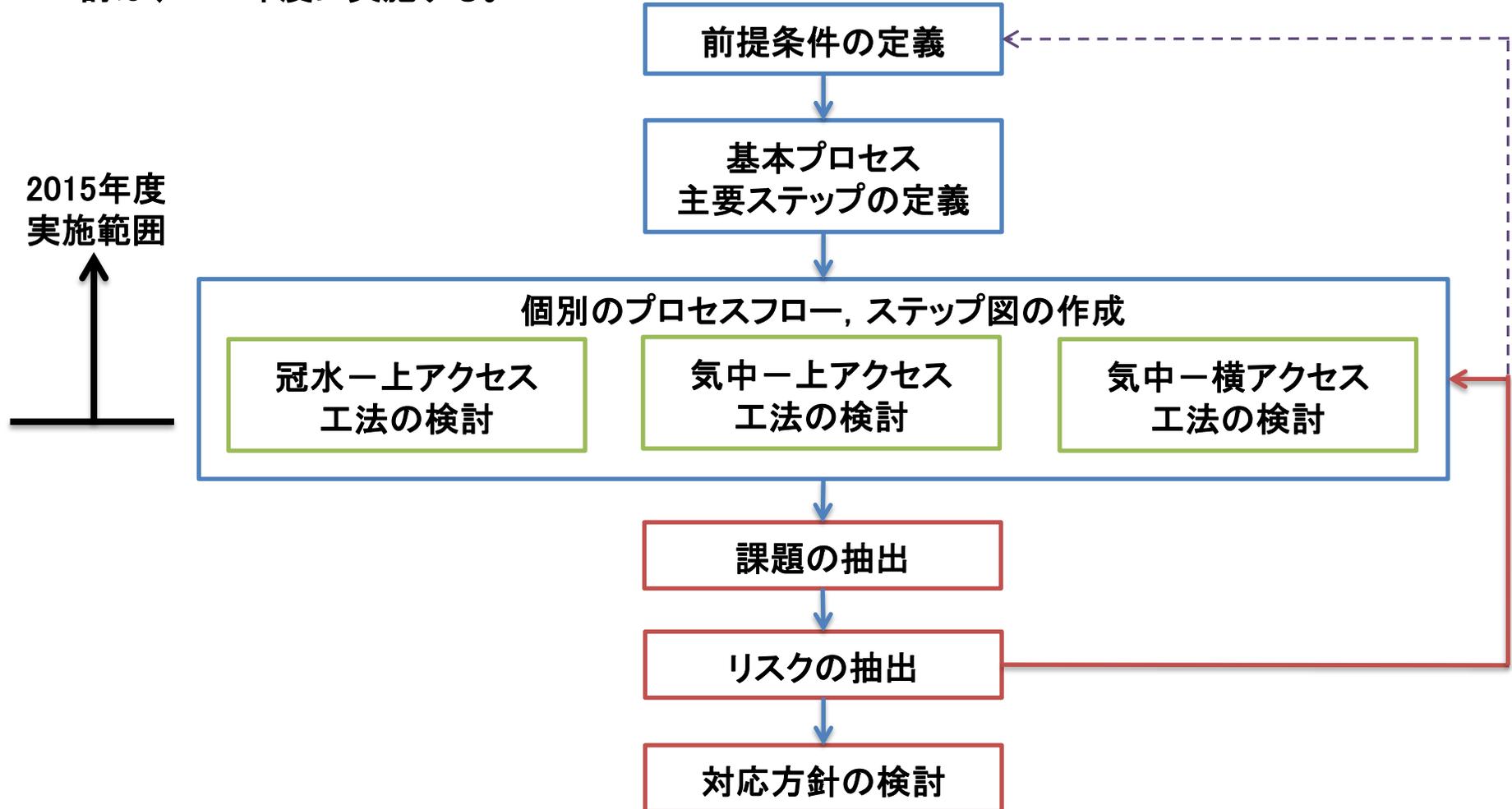
4. 本事業の実施状況

4.2 燃料デブリ・炉内構造物取り出し工法・システム・装置の検討

①工法実現性の検討(3/16)

工法詳細ステップ図の検討フロー図(案)(工法共通)

工法詳細ステップ図は、以下のフローに従って検討する。なお、課題、リスクの抽出および対応方針の検討は、2016年度に実施する。



4. 本事業の実施状況

4.2 燃料デブリ・炉内構造物取り出し工法・システム・装置の検討

①工法実現性の検討(4/16)

燃料デブリ取り出しの主要ステップ

上アクセス工法の場合、燃料デブリにアクセスするために炉心燃料域より上のドライヤ、セパレータ等の構造物は全部、または一部を撤去する。また、横アクセス工法の場合、PCV底部の燃料デブリにアクセスするために、PCV内部の構造物は全部、または一部を撤去する。このように、燃料デブリ取り出しはアクセスルート構築を含むいくつかの主要なステップに分けられる。各工法の燃料デブリ取り出しの主要ステップを以下に示す。

燃料デブリ取り出しステップ(冠水ー上アクセス工法)

大分類	中分類	主な作業 (具体的には工法ステップ図で記載する)
環境整備	PCV水張り (本事業の検討範囲外)	<ul style="list-style-type: none"> ● PCV補修・止水 ● PCV水張り
燃料デブリ取り出し 準備作業	原子炉ウェル周り作業	<ul style="list-style-type: none"> ● 設備設置 ● ウェルカバー、ドライヤ/セパレータプールプラグ、PCVヘッド、RPVヘッド等の穴開け／撤去
	RPV内作業	<ul style="list-style-type: none"> ● 蒸気乾燥器、シュラウドヘッド等の切断／撤去
燃料デブリ取り出し	RPV内燃料デブリ取り出し	<ul style="list-style-type: none"> ● RPV内の燃料デブリ取り出し ● RPV内構造物の切断／撤去
	RPV底部撤去	<ul style="list-style-type: none"> ● RPV底部の切断／撤去
	ペDESTアル内燃料デブリ取り出し	<ul style="list-style-type: none"> ● ペDESTアル内構造物の切断／撤去 ● ペDESTアル内の燃料デブリ取り出し

4. 本事業の実施状況

4.2 燃料デブリ・炉内構造物取り出し工法・システム・装置の検討

①工法実現性の検討(5/16)

燃料デブリ取り出しステップ(気中一上アクセス工法)

大分類	中分類	主な作業 (具体的には工法ステップ図で記載する)
燃料デブリ取り出し準備作業	原子炉ウェル周り作業	<ul style="list-style-type: none"> ● 設備設置 ● ウェルカバー, ドライヤ/セパレータプールプラグ, PCVヘッド, RPVヘッド等の穴開け/撤去
	炉内構造物加工	<ul style="list-style-type: none"> ● 蒸気乾燥器, シュラウドヘッド等の切断/撤去
燃料デブリ取り出し	RPV内燃料デブリ取り出し	<ul style="list-style-type: none"> ● RPV内の燃料デブリ取り出し ● RPV内構造物の切断/撤去
	RPV底部撤去	<ul style="list-style-type: none"> ● RPV底部の切断/撤去
	ペDESTアル内燃料デブリ取り出し	<ul style="list-style-type: none"> ● ペDESTアル内構造物の切断/撤去 ● ペDESTアル内の燃料デブリ取り出し

燃料デブリ取出しステップ(気中一横アクセス工法)

大分類	中分類	主な作業 (具体的には工法ステップ図で記載する)
燃料デブリ取り出し準備作業	原子炉建屋内作業	<ul style="list-style-type: none"> ● 設備設置 ● 原子炉建屋内干渉物撤去 ● PCV内へのアクセスルート構築(穴開け等)
	PCV内作業	<ul style="list-style-type: none"> ● 設備設置 ● PCV内干渉物撤去
燃料デブリ取り出し	ペDESTアル内燃料デブリ取り出し	<ul style="list-style-type: none"> ● ペDESTアル内構造物の切断/撤去 ● ペDESTアル内の燃料デブリ取り出し
	ペDESTアル外燃料デブリ取り出し	<ul style="list-style-type: none"> ● ペDESTアル外構造物の切断/撤去 ● ペDESTアル外の燃料デブリ取り出し
	収納缶への受け渡し	<ul style="list-style-type: none"> ● 燃料デブリの収納缶への収納

4. 本事業の実施状況

4.2 燃料デブリ・炉内構造物取り出し工法・システム・装置の検討

①工法実現性の検討(6/16)

■冠水-上アクセス工法の基本方針

- 1Fの安全上、放射性物質の放出抑制(閉じ込め)が最も優先度が高い要求と考える
- 燃料デブリを含む汚染水がバウンダリ外に漏れいするリスクを考慮し、可能な限り低い水位を設定
 - ✓ 水の遮へい効果に頼らない物理的な遮へい
 - ✓ 気中環境の線量率を前提とした装置構成、保守・点検計画
- 気中工法との比較・評価のため、冠水工法特有の課題を考慮
 - ✓ 燃料デブリの取扱いは水中環境を想定

*1: 炉心燃料域までは燃料デブリが存在する可能性があるものと仮定し、燃料デブリの落下経路にある炉心燃料域より下(上部格子板を含む)の構造物は、全て燃料デブリと同様に取扱う。ただし、炉心燃料域より上の構造物にも微量の核燃料物質成分が付着している可能性があることに留意する。

■冠水-上アクセス工法のコンセプト

- 燃料デブリは、PCV・セル(一次)、R/B・コンテナ(二次)による二重のバウンダリ内で取扱い
- 各バウンダリ内は汚染レベルの異なる複数のエリアに分けて管理
- 各バウンダリ内の空気は負圧管理を、水はバウンダリからの漏れい量ゼロを目指すシステム
- 燃料デブリを取り扱う装置は、信頼性向上のため簡素化・作業ごとの専用装置化

■今年度末報告までの成果

- 放射性物質の放出抑制(閉じ込め)の観点から、バウンダリを崩すプロセスであるセルからの燃料デブリ/取出し装置の搬出プロセスを優先して検討

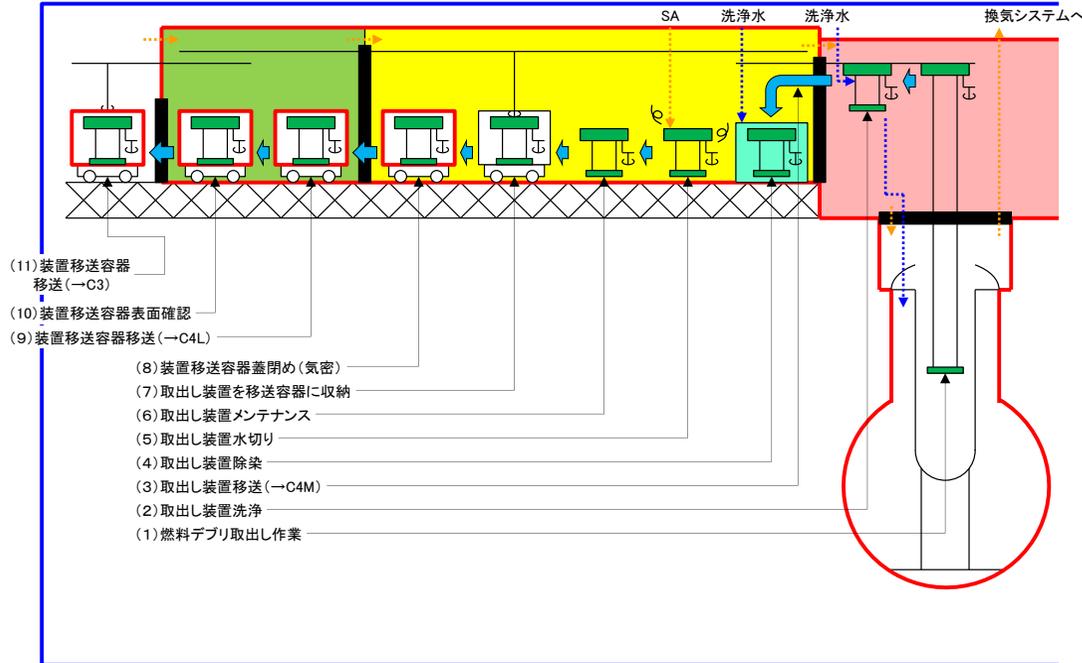
4. 本事業の実施状況

4.2 燃料デブリ・炉内構造物取り出し工法・システム・装置の検討

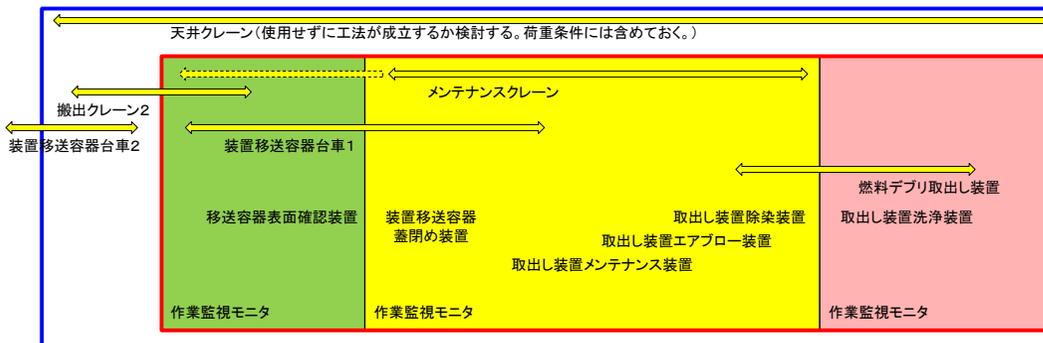
①工法実現性の検討(8/16)

冠水-上アクセス工法フロー図(燃料デブリ取り出し装置搬出)

【燃料デブリ取り出し装置搬出プロセス】



【バウンダリ内設備】



※2015年度末時点の検討状況をまとめたものであり、今後の設計進捗により見直される可能性がある。

4. 本事業の実施状況

4.2 燃料デブリ・炉内構造物取り出し工法・システム・装置の検討

①工法実現性の検討(9/16)

■気中-上アクセス工法の基本方針

- 燃料デブリ近傍において遮へいおよびダスト閉じ込めを実施することで、高線量・高汚染エリアの範囲を低減する。
- 損傷した原子炉建屋への負荷を低減するためPCVを含めた構造物および建屋の改造や加工を最小限にとどめる。
- オペフロは、作業員が作業することを考慮し、床面遮へいなどの必要な措置を講ずる。
- プラント情報の整理により得た条件および各プロジェクトの検討状況を考慮する。

■今年度末報告までの成果

- 課題抽出のためのフロー図(放射性廃棄物搬出フロー、燃料デブリ搬出フロー)を作成。詳細ステップ図に展開中。

■今後の予定

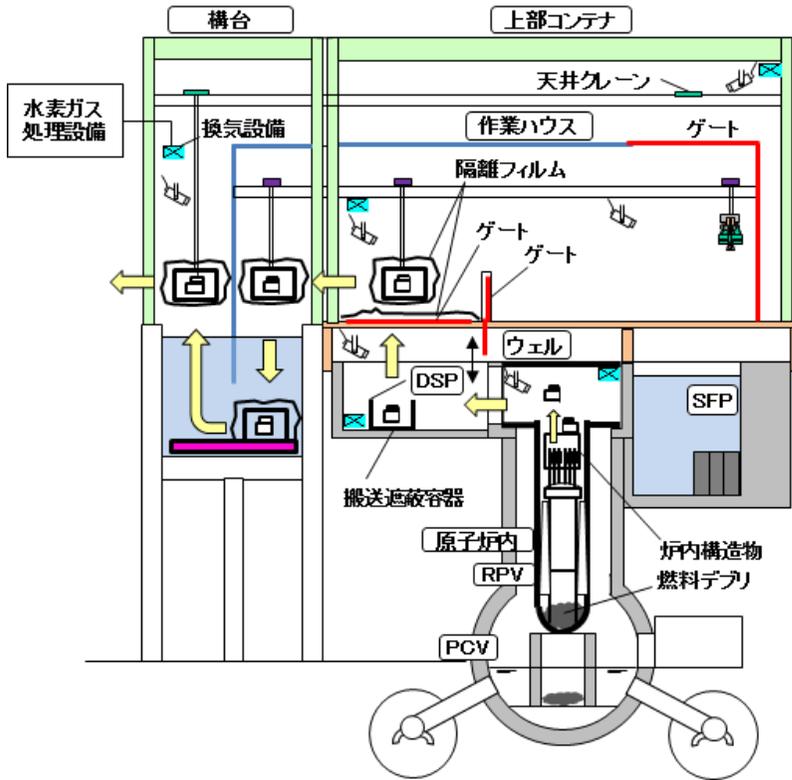
- 作業ステップ検討(継続)
- 各作業ステップにおける課題、リスクを抽出
- 抽出した課題、リスクを基に、対応方針を検討

4. 本事業の実施状況

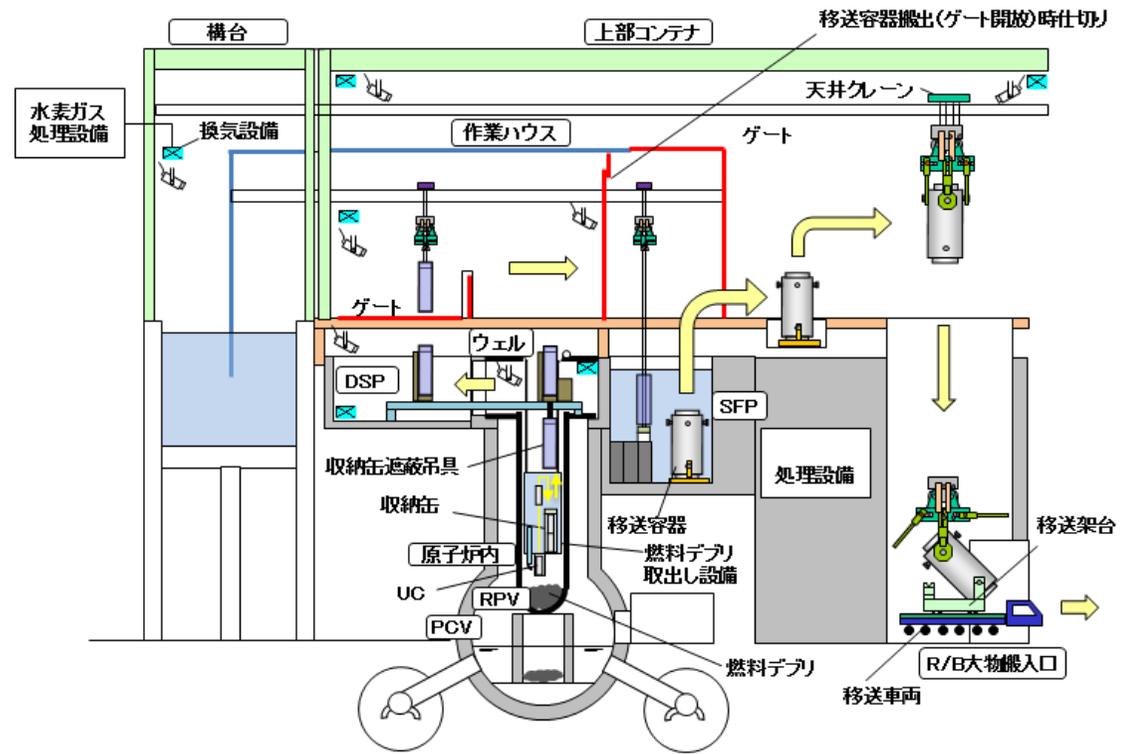
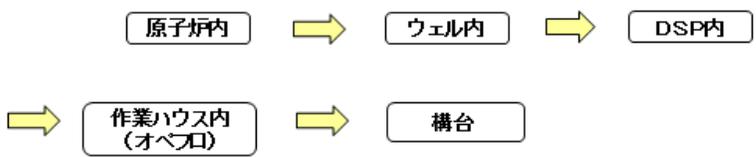
4.2 燃料デブリ・炉内構造物取り出し工法・システム・装置の検討

①工法実現性の検討(10/16)

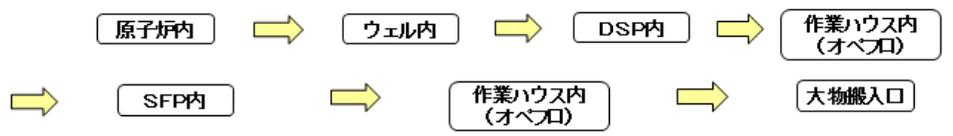
空中-上アクセス工法フロー図(案)



放射性廃棄物搬出フロー



デブリ搬出フロー



4. 本事業の実施状況

4.2 燃料デブリ・炉内構造物取り出し工法・システム・装置の検討

①工法実現性の検討(11/16)

気中-横アクセス工法の検討手順

➤ 基本プロセスフロー図(工法共通)



➤ 配置検討、検討ケースの整理

- ・号機毎
- ・搬出箇所毎



➤ 検討ケース毎の工法フロー図作成



➤ 検討ケース毎の作業ステップ検討

[今後の予定]

- 作業ステップ検討(継続)
- 各作業ステップにおける課題、リスクを抽出
- 抽出した課題、リスクを基に、対応方針を検討

作業ステップ		
大分類	中分類	小分類(例)
燃料デブリ取り出し 準備作業	原子炉建屋内作業	作業エリア整備
		PCVコンクリート部開口
		セル設置
		PCVとセルの接合
	PCV内作業	PCV壁(鉄板)開口
		アクセス装置の設置
		PCV内干渉物の撤去
		臨界監視装置の設置
燃料デブリ取り出し	ペDESTAL内 燃料デブリ取り出し	燃料デブリの識別
		燃料デブリの加工
		燃料デブリの回収
		燃料デブリのPCV外への移送
	ペDESTAL外 燃料デブリ取り出し	燃料デブリの識別
		燃料デブリの加工
		燃料デブリの回収
		燃料デブリのPCV外への移送
	収納缶への 受け渡し作業	燃料デブリの収納缶への収納
		収納缶搬出
		キャスク収納

4. 本事業の実施状況

4.2 燃料デブリ・炉内構造物取り出し工法・システム・装置の検討

①工法実現性の検討(12/16)

気中-横アクセス工法 号機毎の配置検討および検討ケース

号機	1号機	2号機	3号機
配置検討の基本的考え方	比較的アクセスのしやすいPCV西側を使用して、燃料デブリの搬出は 機器ハッチ から	比較的アクセスのしやすいPCV西側を使用して、燃料デブリの搬出は X-6ペネ から	2号機の検討結果、水位コントロールの成立性を考慮して方針検討
配置計画	<p>燃料デブリは 原子炉建屋を開口 して搬出</p> <p>PLAN - A1</p> <p>① 取出セル ② 保守セル ③ 搬出入セル ④ 収納缶取扱セル ⑤ キャスク搬出セル</p> <p>機器ハッチ</p> <p>X-6ペネ からのアクセスも検討</p>	<p>PLAN - A2</p> <p>① 取出セル ② 保守セル ③ 搬出入セル ④ 収納缶取扱セル ⑤ キャスク搬出セル</p> <p>X-6</p> <p>機器ハッチ からのアクセスも検討</p>	-
	<p>燃料デブリは 大物搬入口 から搬出</p> <p>PLAN - B1</p> <p>① 取出セル ② 搬入セル ④ 収納缶取扱セル ⑤ キャスク搬出セル</p> <p>機器ハッチ</p>	<p>PLAN - B2</p> <p>① 取出セル ② 搬入セル ④ 収納缶取扱セル ⑤ キャスク搬出セル</p> <p>X-6</p>	-

4. 本事業の実施状況

4.2 燃料デブリ・炉内構造物取り出し工法・システム・装置の検討

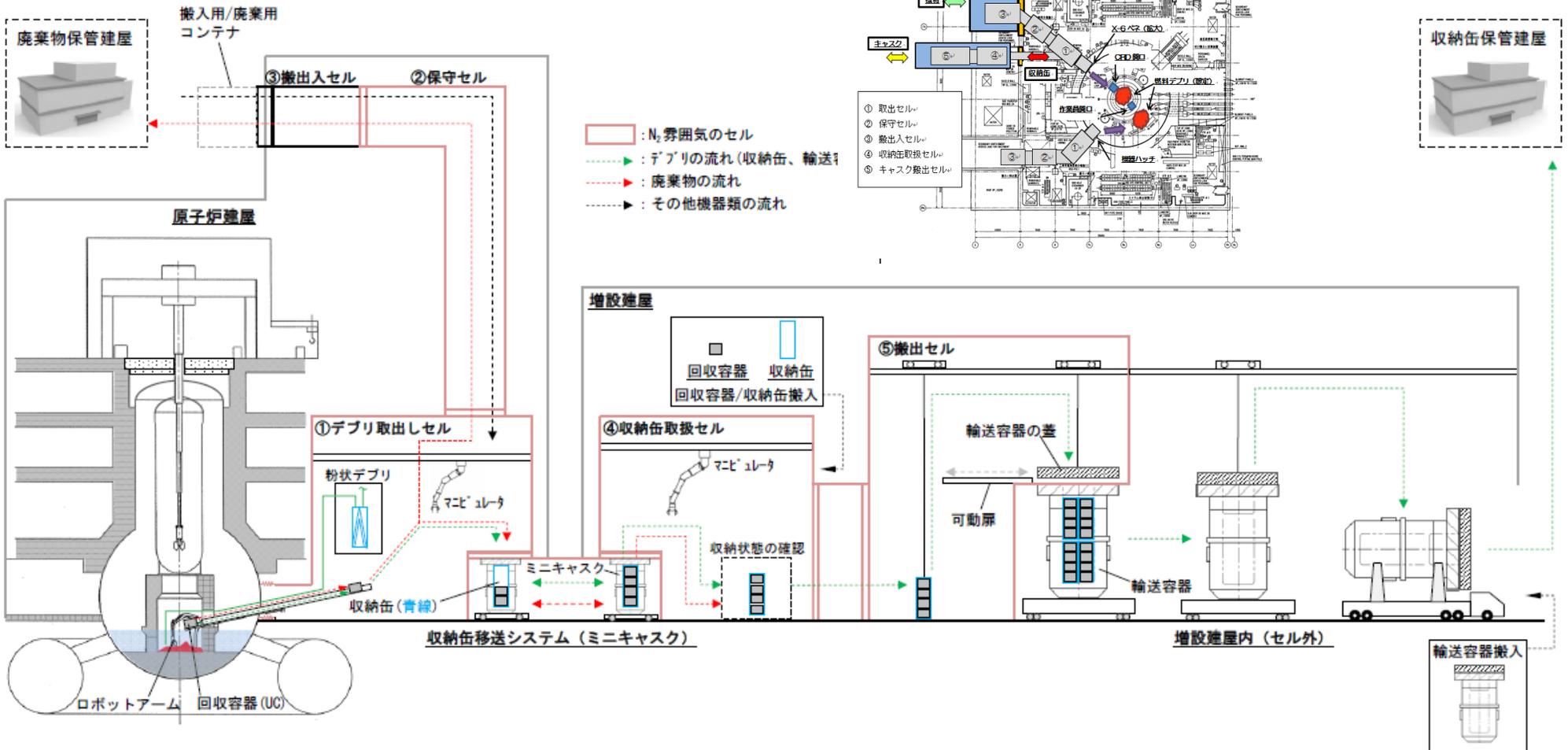
①工法実現性の検討(13/16)

気中-横アクセス工法フロー図(PLAN-A2)

コンセプト:PCV内作業の最小化



- ・作業員被ばくの低減
- ・遠隔機器のメンテナンス性向上



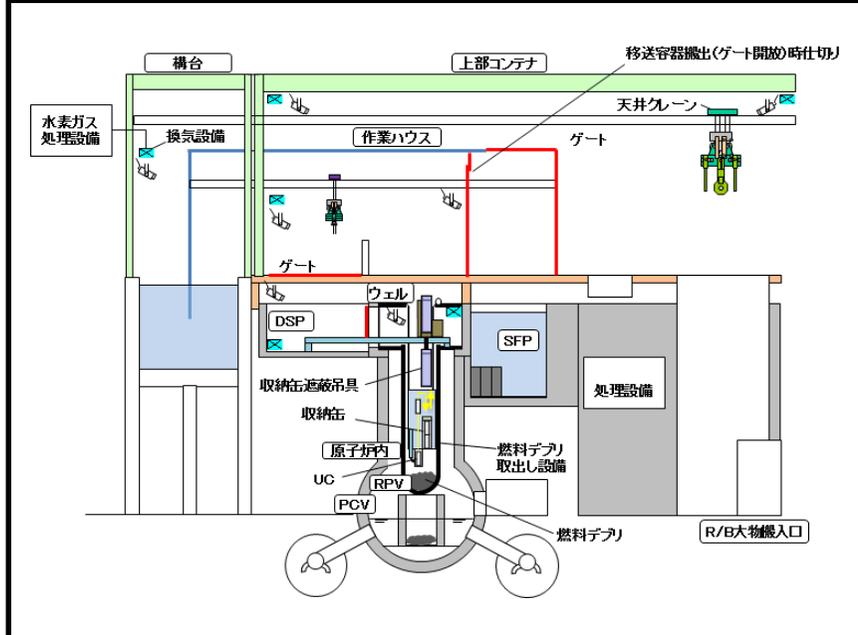
4. 本事業の実施状況

4.2 燃料デブリ・炉内構造物取り出し工法・システム・装置の検討

①工法実現性の検討(14/16)

作業ステップ図例(1/2)

工法	気中-上取り出し工法
大分類	燃料デブリ取出し
中分類	RPV 内燃料デブリ取出し
小分類	燃料デブリ UC 収納 - 収納缶収納
検討ケース	-



[作業概要・手順]

- (1) 加工した燃料デブリを UC に収納する
- (2) 燃料デブリが収納された UC を燃料デブリ取出し設備に設置した収納缶に収納する
- (3) 収納缶のフタを閉める
- (4) 収納缶を収納缶遮へい吊り具でウェル上まで吊り上げる
- (5) 収納缶は、必要に応じて除染する

[課題]

2016 年度において検討する。

[想定されるリスク]

2016 年度において検討する。

[必要な機器・設備]

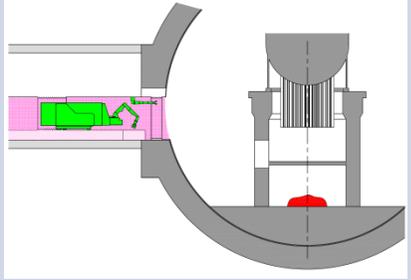
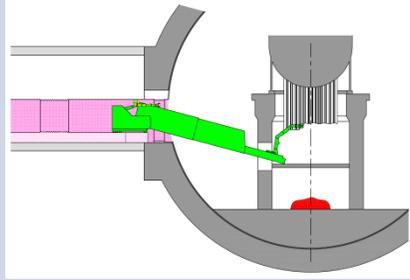
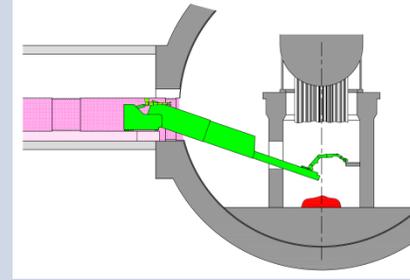
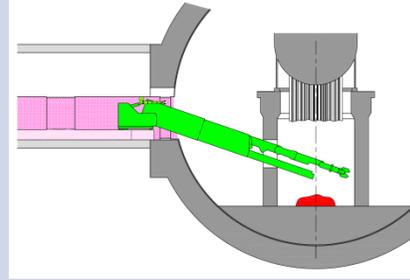
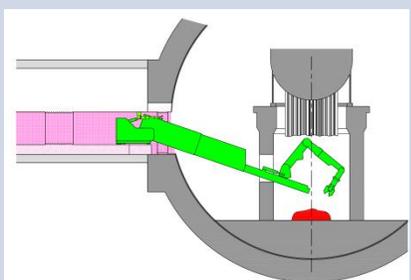
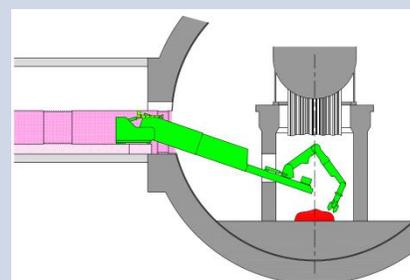
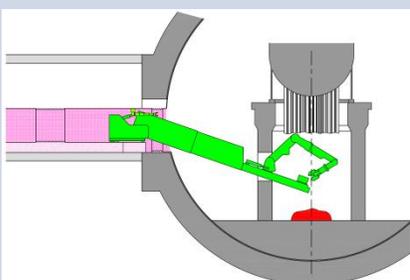
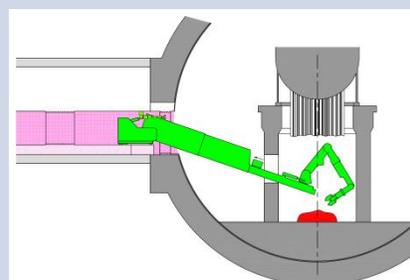
- ・ 換気設備
- ・ 燃料デブリ取出し設備
- ・ 燃料デブリ加工機
- ・ 収納缶/UC(ユニット缶)
- ・ 収納缶遮へい吊り具・吊り上げ機構
- ・ 作業補助ロボット

4. 本事業の実施状況

4.2 燃料デブリ・炉内構造物取り出し工法・システム・装置の検討

①工法実現性の検討(15/16)

作業ステップ図例(2/2)

作業 ステップ	レール・小型マニピ レータ搬入	レール組立・ペデスタ ル内干渉物撤去	レール組立・ペデスタ ル内グレーチング撤去	ロボットアーム搬入
ス テ ッ プ 図				
作業 ステップ	ロボットアームのペデ スタル内移動	ペデスタル内デブリの 掘削	ユニット缶へのデブリ 回収	ユニット缶のセル内へ の移送
ス テ ッ プ 図				

4. 本事業の実施状況

4.2 燃料デブリ・炉内構造物取り出し工法・システム・装置の検討

①工法実現性の検討(16/16)

課題およびリスク抽出の視点

課題抽出の視点

- **安全**
 - ・デブリ冷却
 - ・臨界管理
 - ・閉じ込め
 - ・火災、爆発防止
 - ・作業員被ばく
 - ・公衆被ばく
- **運用**
 - ・燃料デブリと廃棄物の仕分け
 - ・燃料取り出し工事等との干渉
- **技術開発**
 - ・遮へい
 - ・ダストの飛散防止
 - ・遠隔化、自動化
 - ・メンテナンス性、装置故障時の対応
 - ・耐放射線性
 - ・作業監視

リスク抽出の視点

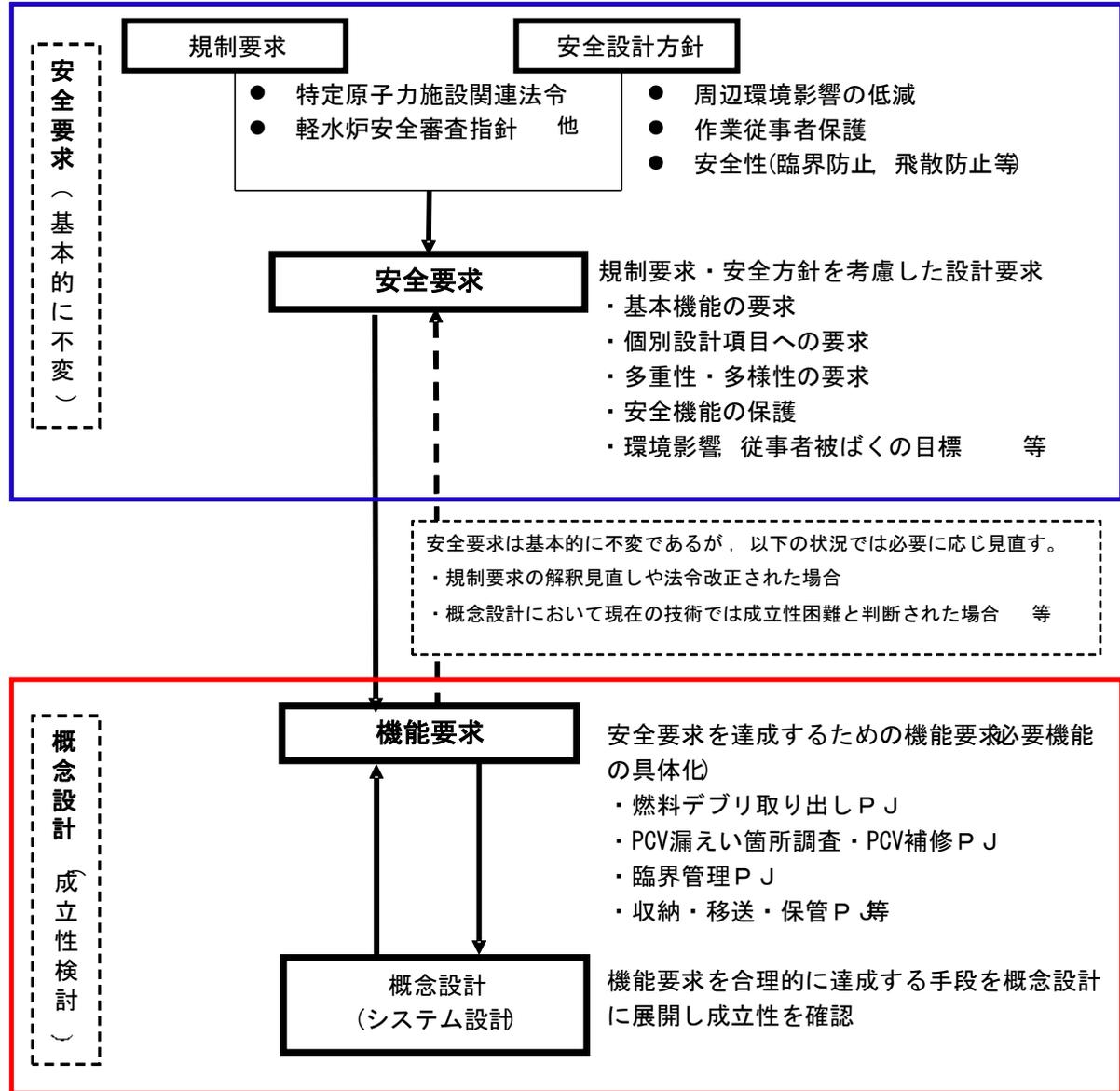
- **機器故障、動作不良**
- **安全リスク**
 - ・デブリ冷却
 - ・臨界管理
 - ・閉じ込め
 - ・火災、爆発防止
 - ・作業員被ばく
 - ・公衆被ばく
 - ・外部事象

4. 本事業の実施状況

4.3 システムの概念検討

① システムの安全性の検討 安全要求および機能要求に関する 考え方をフロー図にした。

- 安全要求
 - ・法令要求、安全方針を考慮して設定
 - ・検討した安全要求を機能要求に展開
- 機能要求
 - ・安全要求を達成するための機能要求を具体化
 - ・機能要求からシステム設計や概念設計に展開
- 安全要求への考慮事項
 - ・規制要求の見直し、福島プラント特有の事象、技術的な成立性などの観点から必要に応じて見直しを実施

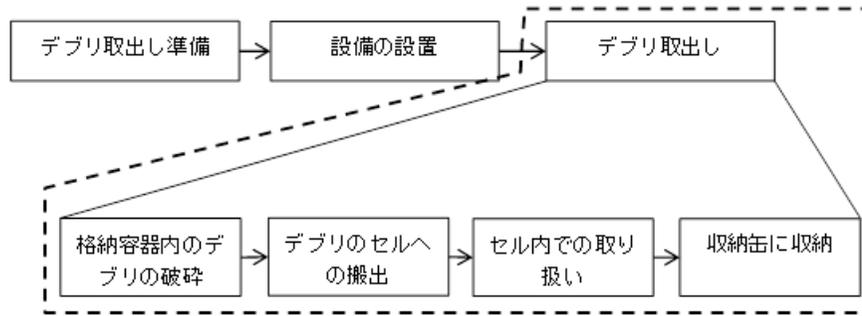


4. 本事業の実施状況

4.3 システムの概念検討

② 安全要求の検討(1/3)

安全要求に関する基本的な考え方について検討し、プラント安全要求における目次案を作成した。



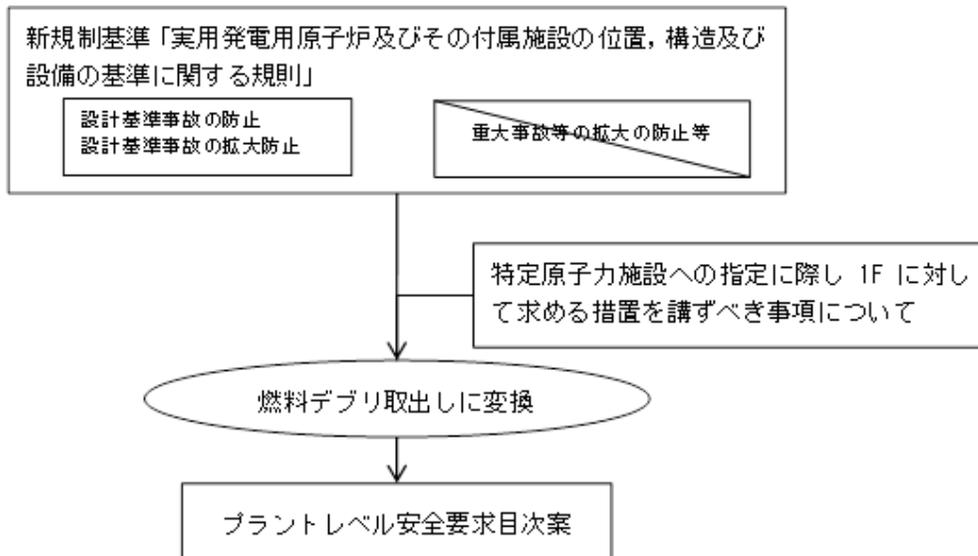
安全要求の検討範囲

本安全要求の検討範囲を左図に示す。
本安全要求を起点として、デブリ取出し準備と設備の設置の作業に適用する安全要求が検討される。

なお、本事業では、核燃料物質取出しにかかわる作業を本検討の範囲と定義した。

新規制基準「実用発電用原子炉及びその付属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」第二章 設計基準対象施設を基に、NRA「特定原子力施設への指定に際し1Fに対して求める措置を講ずべき事項について」も参考にして、1F燃料デブリ取出しに係る安全上重要な項目を整理した。

左図に示す目次作成の流れに従って、プラントレベル安全要求に関する目次を作成した。



目次作成の流れ

4. 本事業の実施状況

4.3 システムの概念検討

② 安全要求の検討(2/3)

プラント安全要求における目次(案)

1. 安全要求

1.1 基本要素

1.2 外部事象・人的事象にかかわる要求

(1) 地震による損傷の防止

1.3 対象施設への個別設計要求

(1) デブリ冷却への個別設計要求

(2) 臨界管理への個別設計要求

(3) 火災・爆発を防止する設備への個別設計要求

(4) 溢水を防止する設備への個別設計要求

(5) 放射性物質の漏えいを防止する設備への個別設計要求

(6) 原子炉等を監視する設備への個別設計要求

1.4 設計基準対象施設への一般設計要求

(1) 安全施設における設計上の考慮

(2) 誤操作の防止

(3) 安全避難通路等

(4) 全交流電源喪失対策設備

2. 作業員被ばくにかかわる要求

3. 一般公衆被ばくにかかわる要求

4. 平常時被ばく評価手法

4.1 デブリ取り出し作業に関する要求

(1) デブリ取り出し作業中のデブリ冷却にかかわる要求

(2) デブリ取り出し作業中の臨界管理にかかわる要求

(3) デブリ取り出し作業中の放射性物質の漏えいにかかわる要求

(4) デブリ取り出し作業中の原子炉等の監視にかかわる要求

4.2 デブリ取り出し設備の設置工事にかかわる要求

4.3 止水にかかわる要求

5. 事故時被ばく評価手法

5.1 設計基準事故の拡大防止の要求

(1) デブリ冷却にかかわるDBA要求 (崩壊熱除去機能の喪失)

(2) 臨界管理にかかわるDBA要求

(3) 火災・爆発にかかわる安全要求

(4) 溢水にかかわる安全要求

(5) 放射性物質の漏えいにかかわるDBA要求

(6) 判断基準

5.2 重大事故対策にかかわる要求

4. 本事業の実施状況

4.3 システムの概念検討

② 安全要求の検討(3/3)

安全要求に基づく燃料デブリ取り出しの機能要求と達成手段(サンプル)

安全要求 (4.2.2(1)(c)③項参照)	機能要求	機能要求を達成する手段	関連するシステム・設備・装置	備考	
放射性物質の漏えい防止 <ul style="list-style-type: none"> 放射性物質の漏えいを防止、または基準値以下に抑制する。 異常時でも放射性物質の漏えいを防止および抑制する。 取出し作業の準備段階において、放射性物質漏えいを発生させる可能性を増大させないように作業計画する。 取出し作業で発生した放射性廃棄物を処理する設備からの放射性物質の漏えいを防止、および抑制する。 	バウンダリ・エリアの考え方	燃料デブリは、放射性物質の放出を抑制、管理する機能を有する二重のバウンダリ内で取り扱う。	PCV およびセルによる一次バウンダリと、R/B およびコンテナによる二次バウンダリを構築する。	PCV, セル R/B, コンテナ	
		バウンダリ内は複数のエリアに分け、各エリア間を連絡するための開閉部は、同時に開いた状態にならないようインターロックを設けるとともに、開閉部の一つが故障した場合でもバウンダリ外の線量率およびダスト濃度の許容値を超えないように、三重以上とする。	セル内は汚染レベルの異なる3つのエリアに分け、汚染レベルの高い方からC4H, C4M, C4Lとする。	セル	
		各エリアで汚染レベルのしきい値を設定して管理する。	R/B 内を(1)RPV 内、(2)炉内搬出入エリア、(3)遮へい容器収納・除染エリア、(4)検査・メンテナンスエリア、(5)R/B 地上階エリア、(6)隔離エリア、(7)搬出エリア、(8)R/B 地下階エリアの8エリアに分類する。	R/B, コンテナ	
	ガスのバウンダリ	バウンダリ内の空気は、圧力を負圧に維持するか、バウンダリ外への雰囲気の流れが起らないように管理する。	一次バウンダリと二次バウンダリとの間の差圧を-100Pa以下に維持することを目指す。	PCV, セル セル換気システム	数字は仮目標値であり、システムの実現性検討の結果により見直す。
		各エリア間は、汚染レベルが高いエリアに向かって負圧度が高くなるよう圧力を管理する。	二次バウンダリと外部との間の差圧を-60Pa以下に維持することを目指す。	R/B, コンテナ オペフロ換気システム	
		換気のための開口以外はバウンダリ外に通じる開口部を最小にする。	追而	セル/オペフロ換気システム	
	水のバウンダリ	一次バウンダリから二次バウンダリへの水の漏えい量が許容値を超えないように管理する。	一次バウンダリからの水の漏えい量は、0とすることを目指す。	循環冷却システム	数字は仮目標値であり、システムの実現性検討の結果により見直す。
		二次バウンダリ外への水の逆流(漏えい)が起らないように管理する。	R/B 地下階の水位を地下水の水位以下に維持し、水の逆流を防ぐ。	セル	
	バウンダリ外への搬出	燃料デブリを一次バウンダリの外に取り出す場合は、識別管理が可能な容器等に収納し、放射性物質の閉じ込め機能を有する容器に収納した状態で取り出す。	収納缶に放射性物質の閉じ込め機能を持たせない場合は、気密機能を有する容器に収納缶を入れて移送する。移送容器は、遮へい機能+必要に応じて気密機能を持たせる。	収納缶 気密容器 移送容器	
		燃料デブリではない固体廃棄物を一次バウンダリの外に取り出す場合は、放射性物質の閉じ込め機能を有する容器に収納した状態で取り出す。	追而	廃棄物容器	
汚染拡大防止のために、容器の表面を洗浄し、水気を取り、移送の基準値以下であることを確認した後に取り出す。		追而	燃料デブリ移送サブシステム		
収納缶および燃料デブリ取り出しの機器・設備は、上記の管理がされた開閉部を経由して搬入および搬出する。		-	セル		

4. 本事業の実施状況

4.4 装置の設計検討

①取り出し装置の設計検討

冠水-上アクセス工法, 気中-上アクセス工法, 気中-横アクセス工法の3工法に対して、燃料デブリ取り出し装置の概念設計を行う。

- **耐放射線性、メンテナンス性向上対策の検討**
⇒ 各作業ステップでの線量条件、および稼働年数、年間稼働日数、日間稼働時間等の設計要求条件を検討中。
- **工事効率向上のための検討**
⇒ プロセスフローレベルで合理的なフロー、設備構成を検討中。
- **収納缶との取合い、臨界管理を目的とする検出機材等との取合いの検討**
⇒ 収納・移送・保管PJ、臨界PJとの合同打合せにて、インターフェース条件を調整中。
- **装置回りのダスト回収設備、装置の検討**
⇒ システムの概念検討にて、ダスト発生量の仮定条件を検討中。

4. 本事業の実施状況

4.5 研究開発の運営

① 中長期的視点での人材育成

中長期的に必要な人材を育成する観点から、廃止措置に関する人材育成フォーラムや国際ワークショップなどに積極的に参加した。

主な取り組みを以下に示す。

- 東京工業大学廃止措置技術・人材育成フォーラム及び世界トップレベル大学教員
招聘プログラム招待講演会
日時：平成28年1月22日(金) 13:00～19:00
場所：東京工業大学大岡山キャンパス 大岡山西9号館2階コラボレーションルーム
- 第1回CLADS廃止措置研究国際ワークショップ「福島第一原子力発電所の廃止措置に向けた
国際研究協力」招待講演会
日時：平成27年11月10日(火) 10:00～17:30
場所：東海村研究交流プラザ 多目的ホール(いばらき量子ビーム研究センター2F)
- 第1回ロシアバックエンド関連技術ワークショップ「廃炉・放射性廃棄物・使用済み燃料に関する
ソリューション」
日時：平成27年11月26日～27日
場所：ホテルニューオータニ東京
- 3rd UK-Japan Nuclear Decommissioning Workshop
日時：平成27年9月28日～29日
場所：英国大使館