

**令和3年度開始「廃炉・汚染水対策事業費補助金
(福島第一原子力発電所廃止措置統合管理のための
支援技術の開発
(原子炉格納容器内の連続的な監視システムの開発))」**

2021年度実施分成果

2022年8月

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

(目次)

1. 研究の背景・目的
2. 研究の目標
3. 実施項目とその関連、他研究との関連
 - 3.1 本研究の実施項目
 - 3.2 実施項目間の関連性
 - 3.3 他研究との関連性
4. 実施スケジュール
5. 実施体制図
6. 実施内容
 - 6.1 各実施内容の目的、目標
 - 6.1.1 TRL
 - 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」
 - 6.2.1 検討の前提条件
 - 6.2.2 PCV内重要監視項目の抽出手順
 - 6.2.3 デブリ取り出しモデルの検討
 - 6.2.3.1 作業設備モデルの検討
 - 6.2.3.2 安全設備モデルの検討
 - 6.2.3.3 デブリ取り出しモデルの作成
 - 6.3 実施内容(2)「監視方法の検討」
 - 6.3.1 監視方法の多様化検討
 - 6.4 まとめ
 - 6.5 成果の反映先への寄与
 - 6.6 課題
 - 6.7 目標に照らした達成度
 - 6.8 今後の予定
6. 実施内容(つづき)
 - 6.2.4 リスク評価
 - 6.2.4.1 作業設備によるPCV内の環境変化設定
 - 6.2.4.2 リスク評価手順
 - 6.2.4.3 評価結果
 - 6.2.5 監視要求仕様の整理

(注記)

- 本資料中では主に図表などの紙面スペース都合上、燃料デブリを「デブリ」と略記する場合がある。

1. 研究の背景・目的

■背景①(交付申請書の概要)

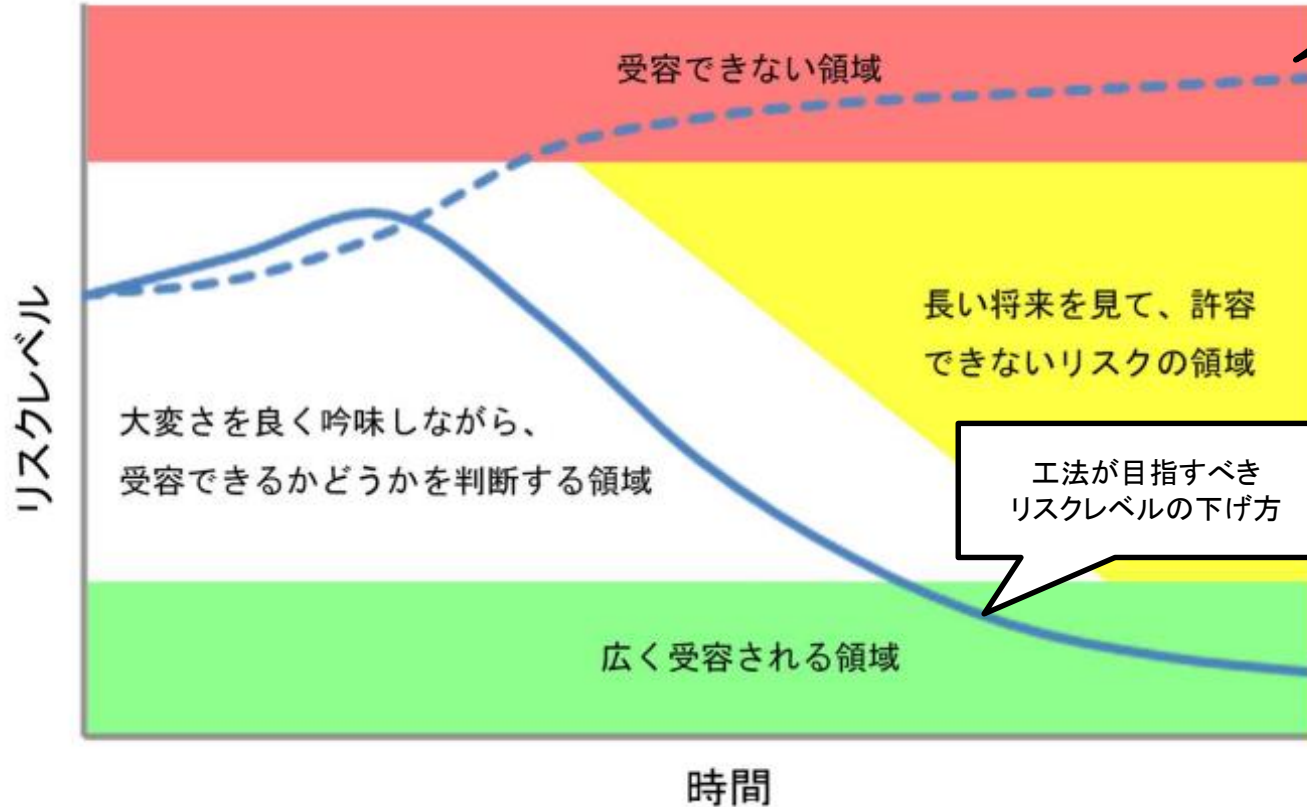
- 取り出し規模の更なる拡大の段階ではスループットを向上し、取り出し作業を行うPCV内の環境変化を全体的、連続的に把握して安全な作業継続を支援するための高度化した監視システムが必要になる。
- 不確定要素を含む環境条件での遠隔作業でスループットを確保するため、取り出し期間におけるPCV内の環境変化を長期的、且つ連続的に監視する技術が必要である。
- 上記に加えて、取得した監視データと遠隔装置の実際の操作で得られるトラブルなどを含む運転データを統合し共有化することで、的確、迅速な現場対応を可能とするデジタルツインを利用した技術(統合管理支援技術(*1))開発が有効になると考えられる。
(*1)統合管理支援技術はスループット確保の阻害要因をデータ処理することで、安全要求の達成を含む期待される状態からの逸脱有無を把握する技術として定義した。デジタルツインはその定義に類する固有技術の1つとした。



- 福島第一原子力発電所(以後、1Fと言う。)廃止措置の長期における安全で、効率的、継続的な統合管理を支援するための要素技術としてPCV内の連続的な監視システムの開発が必要である。
- この開発にあたっては、「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」の成果を踏まえる。

1. 研究の背景・目的

■背景②(リスクの時間変化に対して工法が目指すべき事項)



施設やリスク源の劣化等によりリスクレベルが増加

- ✓ 工法は、左図の時間軸とリスクレベル軸に対して受容できる設計・モデルとしなければならない。
- ✓ 工法は、作業・時間経過にともなう状況をモニタリングできなければならない。
- ✓ 工法は、可能な限り短時間で一次作業を終了させ、その時のリスクレベルを作業開始時より低下させる必要がある。

工法が目指すべきリスクレベルの下げ方

注記: 本図は一般概念であり、現場の進捗状況に応じて吟味していく必要がある。

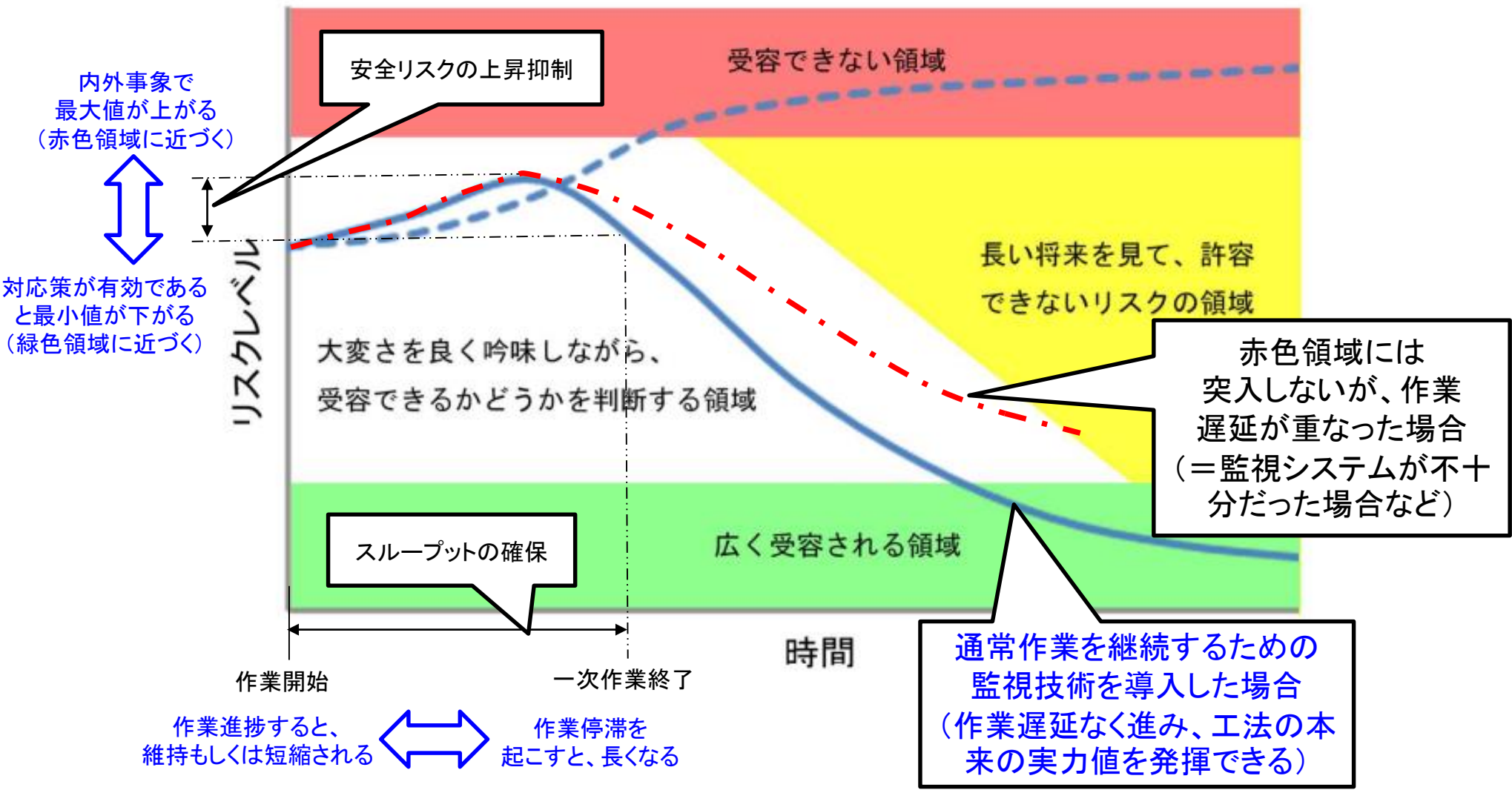
出典: 東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン2021

添付資料5 リスクの時間変化 図A5-1

各工法は、右上のレ点の繰り返しにより、赤・黄色領域へ至る前に、緑色領域に進める必要がある

1. 研究の背景・目的

■背景③(リスクの時間変化に対する監視技術の役割)



監視技術によって、作業遅延を起こさず、工法が本来発揮できる実力(上図の青実線)を維持できるよう支援する。これにより、リスクの時間変化に対する安全確保に寄与する

【研究目的(全体概要)】

- 本事業は、東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所(以下「福島第一原子力発電所」という。)の廃炉・汚染水対策に資する技術の開発を支援する事業を、「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」および「2021年度廃炉研究開発計画について」(廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議(第86回))に基づき行うことで、福島第一原子力発電所の廃炉・汚染水対策を円滑に進めるとともに、我が国の科学技術水準の向上を図ることを目的とする。
- 更なる規模を拡大した燃料デブリ取り出し作業に伴う原子炉格納容器内環境変化を連続的に監視するために令和3年度においては、工法に関わらない一般論の検討を進める。
- 具体的には、安全要求と作業継続性を考慮した監視項目の調査、整理、設定、および現場適用性を考慮した監視方法の概念検討、整理を行う。
- さらに、これらの概念検討等について原子力損害賠償・廃炉等支援機構(以下、「NDF」という。)の指名する有識者および関係者(経済産業省、東京電力、NDF)に説明し、意見を頂く(※)。
- 令和4年度においては、頂いた意見および廃炉進捗状況を踏まえ計画を見直し、計測器および監視部位の候補を選定する。また、監視によって得られるデータの運用方針を検討する。

※: 令和3年度においてはNDFが設置・開催する「燃料デブリ取り出し専門委員会(第37回, 令和3年12月15日)」にて意見を頂いた。

上記目的を次頁以降で詳細化する

1. 研究の背景・目的

■研究目的の詳細(研究遂行にあたって、考慮していくこと)

- 燃料デブリ取り出し作業を行う現場では、設備運転員の操作ミスや機器故障だけでなく、1Fの特有事象も発生すると考えられる。これらはスループット確保の阻害要因となることを考慮し、研究を進めていく。
 - 【運転員の役割仮定】
オペレータ:オペレーションマニュアルに基づき盤や端末で機器を操作する者
指揮者:オペレータの班長。現場状況を把握してオペレータに指示をする者
 - No.2に記すキーワード「的確、迅速な現場対応」は不確定要素のある環境で日々活動する設備運転員が担っていく。
- 原子力安全を維持し、かつ目標とするスループットを確保するためには、PCV内で得られた監視データ(FACTデータ)に基づき現場状況に即した信頼性の高い対応を判断する意思決定プロセスが必要である。これを考慮し、研究を進めていく。

【本PJにおける、PCV内の連続的な監視システムのミッション・定義】
運転員が日々の的確・迅速な現場対応を行い、安全状態を維持しつつ、スループットを確保していくための監視データを収集するシステム(以後、監視システムと言う)



【本PJの役割】
研究成果を、実際の現場対応を検討する燃料デブリ取り出し工法の設計へ提供する
(具体的な提供先は、No.15に示す。)

2. 研究の目標

■ 目標

燃料デブリ取り出し工法の設計が監視システムを導入するための開発要件・仕様を整備する。このため、以下2つの目標を設定し、それらを達成するための実施項目をそれぞれ設定した。

目標1: 本事業では、PCV内監視の要求事項と課題を整理

令和3年度
実施

★PCV内の重要監視項目を調査

→No.10の実施項目(1)及びNo.20のTRLに置き換え

令和4年度
実施

★監視実現に向けた監視方法を検討

→No.11の実施項目(2)及びNo.20のTRLに置き換え

目標2: 本事業では、監視データ運用の概念(具体的な情報処理と活用の流れ)を検討。

令和4年度
実施

★「運転員支援、分析支援、工事計画改善支援」の3つの支援が必要と仮定

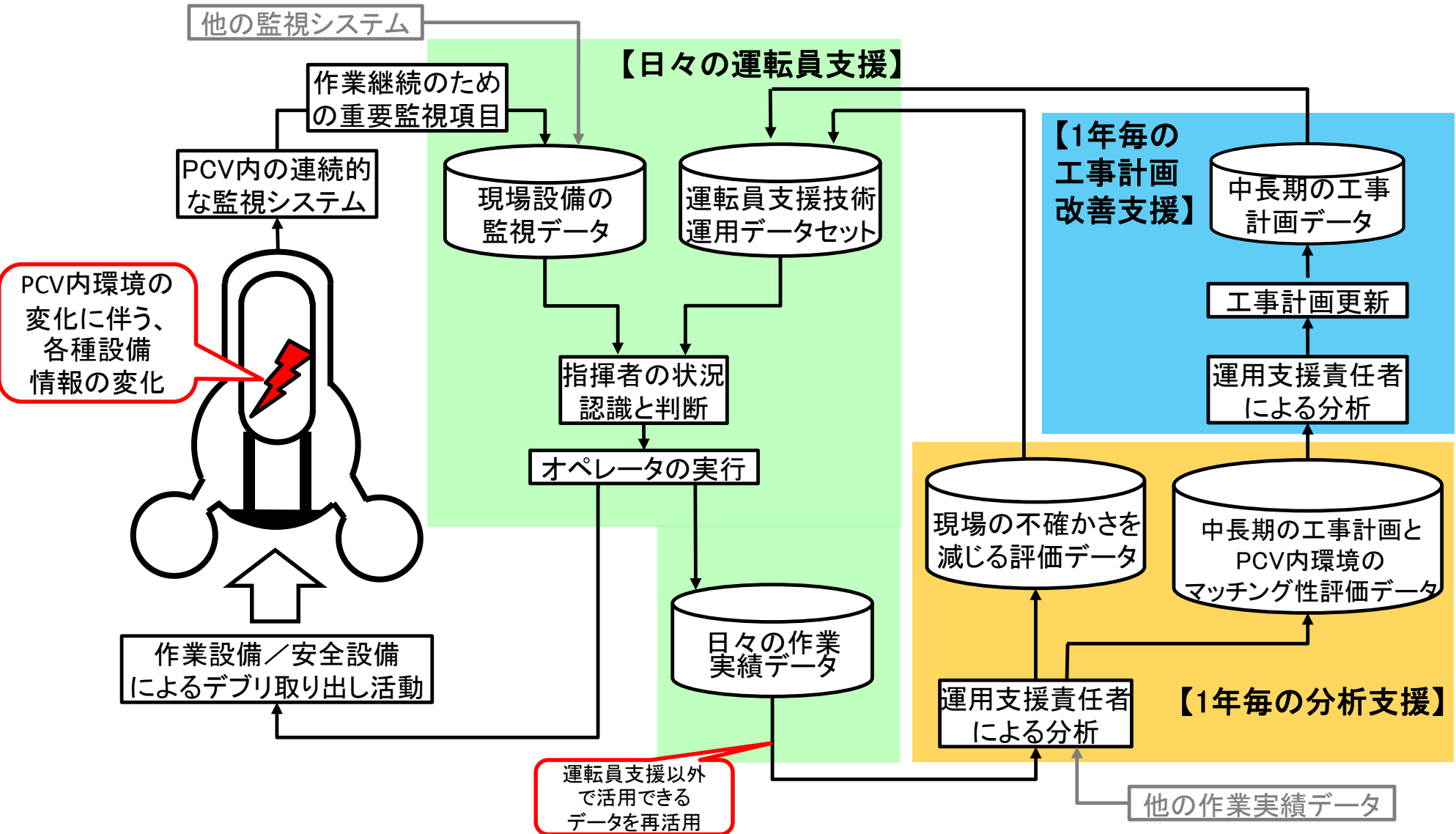
→No.12の実施項目(3)及びNo.20のTRLに置き換え

監視システムがどのように現場へ寄与するかは次頁を参照

2. 研究の目標

■現場データの活用方策

- 現場で得られる監視データは、下図の3つの支援技術に活用できる。重要監視項目は燃料デブリ取り出し・搬出作業を継続するための現場設備の監視データとして、「日々の運転員支援」で活用できる。
- この監視データは「工事計画改善支援」、「分析支援」でも再活用できる可能性がある。



2. 研究の目標

■用語の設定

- 本PJの実施内容はリスクマネジメントに係るものである。ISO31000(リスクマネジメント指針)を参照し、本PJにおける各種専門用語を以下のように設定し、検討条件とした。

専門用語/略語	説明
計画された燃料デブリ取り出し状態	燃料デブリ取り出しの操業条件として定める。放射性物質の拡散等、安全要求により定めるプラントが満足すべき安全が守られており、かつ計画に定めた通りに燃料デブリ取り出し・搬出作業が進捗している状態。また、本PJの燃料デブリ取り出し・搬出作業とは、燃料デブリを1日10時間で300kg搬出する年間200日の操業状態(*)(**)とする。この作業時間および稼働日数の枠外で実施する設備のメンテナンスおよびリプレースの期間は対象外とする。
スループット	燃料デブリの取り出し(更なる規模拡大取り出しフェーズ)開始から完了までの期間における、燃料デブリの総取り出し量に係る能力。
作業遅延要因 (=スループットの 阻害要因)	計画された燃料デブリ取り出し状態を脅かし、スループットを悪化させる要因。主に以下2点が挙げられる。 要因①: 燃料デブリ取り出し・搬出機能が低下することに起因し、作業が遅延する。 要因②: 放射線リスクに対する安全機能が低下することに起因し、作業が遅延する。
リスク	リスクとは、スループットを確保する目的に対する不確かさの影響であり、ここで言う影響とは、計画された燃料デブリ取り出し状態から乖離することである。
リスク評価	リスクがPCV内の重要監視項目であるかどうかを判断するための手段。 リスク評価の意義は決定の裏付けであり、リスク評価はどこに追加の行為をとるかを決定するためのリスク分析結果とリスク基準との比較を含む。

(*)本操業状態は仮定値(目標値)である。

(**)工法によっては燃料デブリを日中仮置きし、夜間に一括搬出する方法(いわゆるバッチ処理)もある。本表では取り出しと搬出を連続的に行う場合の表現とした。

3. 実施項目とその関連、および他研究との関連

3.1 本研究の実施項目

■実施項目(1):PCV内監視項目の調査

①重要監視項目の調査

- 日々、運転員が的確迅速に現場対応できることを目的に、作業遅延に繋がるPCV内監視項目を調査し、リスクの要因を抽出する。
- リスク要因の抽出方法として、安全機能を付加した燃料デブリ取り出し・搬出プロセスをモデル化(以後、デブリ取り出しモデルと言う。)する。
- 抽出したリスク要因は、計画された燃料デブリ取り出し状態からの逸脱度合いの観点(評価項目:安全、運転員、スループット)で重み付けのうえ評価する。

②監視要求仕様の整理

- 上記①の結果に基づき、要求される現場データの取得方法を検討する。検討にあたっては、現状および将来的に計測できる監視項目とその過不足を確認する。また、各計測で必要な計測緒元、レンジ、精度を検討する。ここで、①の整理に不足がある場合は①を見直す。
- 上記①②によって、日々、運転員が的確迅速に現場対応するために必要なPCV内の重要監視項目を整理する。なお、本調査は次に続く実施内容(2)および(3)の成果と連携し、見直しを行う。

デブリ取り出し・搬出作業をモデル化し、目的達成のための監視データ取得条件を検討する

3. 実施項目とその関連、および他研究との関連

3.1 本研究の実施項目

■実施項目(2): 監視方法の検討

①監視方策の多様化検討

- 監視部位の選定にあたって、**直接監視が困難な場合も想定し、解析を組み合わせた間接監視の方法も含めて検討する。**

②計測機器の設置方法検討

- 上記①で検討した方法を**現地適用するための計測機器設置方法を検討する。**
- ペネトレーションや原子炉建屋構造上の制約も考慮した、監視設備のためのペネトレーション使用計画を検討する。

③技術課題の整理

- 基本的な技術課題および開発要素の検討、抽出のために各計測機器設置に向けた課題を抽出し、**課題解決に向けた計画を立案する(例.燃料デブリ取り出し関連設備との干渉回避)。**
- また、計測データを収集する**システムに要求される事項を検討する。**

監視要求仕様に基づき、具体的な監視方法検討と課題整理を行う

3. 実施項目とその関連、および他研究との関連

3.1 本研究の実施項目

■実施項目(3):統合管理支援技術の運用方針検討

①現場データの活用方策の検討

- 実施内容(1)および(2)の成果に基づき、日々、運転員が的確迅速に現場対応できる現場データの活用方策を検討する。また、この検討では運転員の視点を参考にする。

②現場データの全体処理工程の検討 ※IRID本部の検討と連携

- 上記①の検討成果を活用し、1F現場運用を想定した現場データの処理工程を検討し、統合管理支援技術の一部である監視システムのデータ処理工程を検討する。

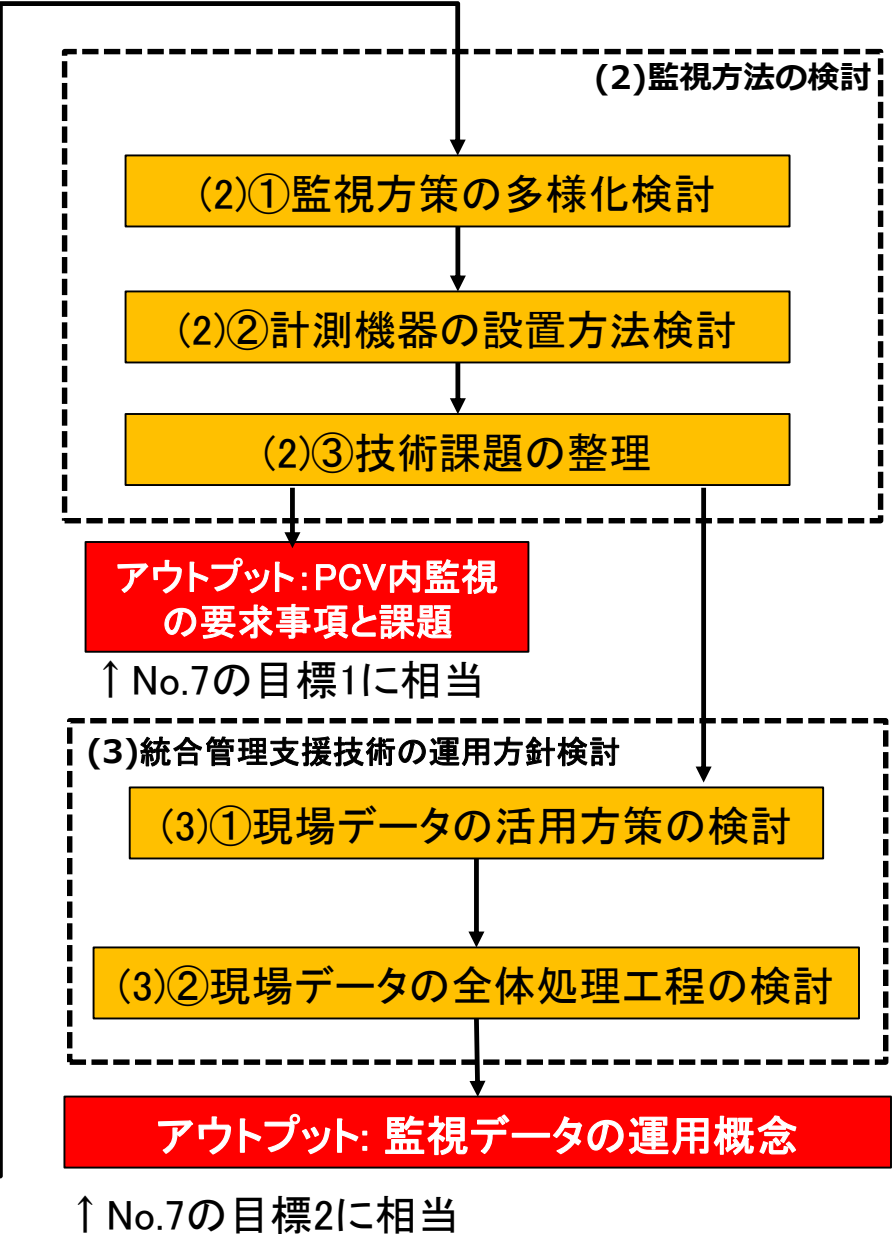
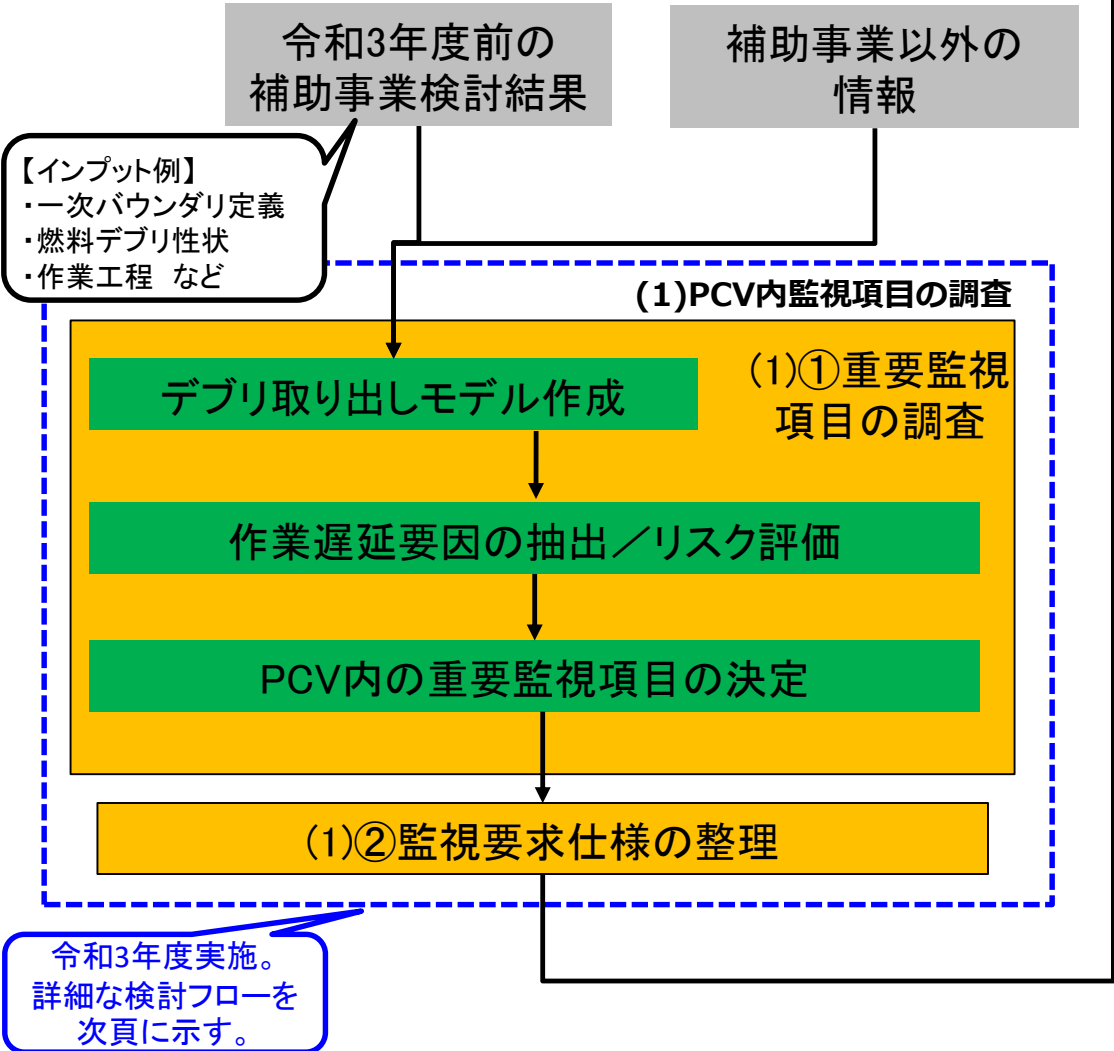
取得した監視データを現場でどのように活用すべきかを検討する

3. 実施項目とその関連、および他研究との関連

3.2 実施項目間の関連性

■2年間の開発フロー

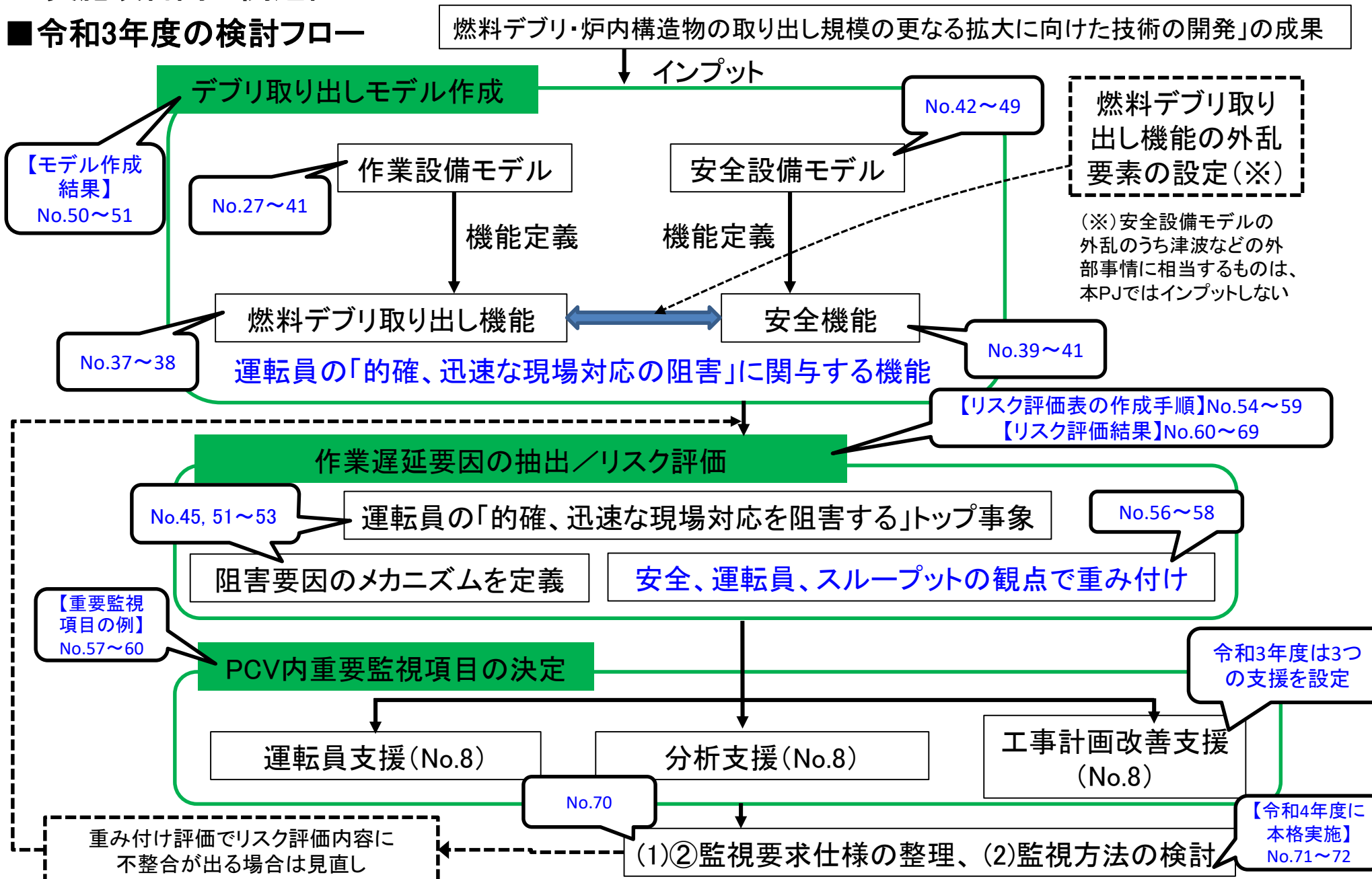
3.1節に示した各実施内容に基づく開発フローを示す。
成立性判定に伴うイタレーションを考慮したものは、添付資料3.2-1を参照。



3. 実施項目とその関連、および他研究との関連

3.2 実施項目間の関連性

■ 令和3年度の検討フロー



3. 実施項目とその関連、および他研究との関連

3.3 他研究との関連性

■他PJとの主な連携

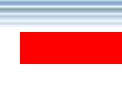
ID	要求側事業	提供側事業	内容	情報の用途
1	本PJ	デブ取PJ/ 高度化PJ/ 基盤PJ/ 安全PJ/ 収納缶PJ	<ul style="list-style-type: none"> ・PCV内での作業計画 ・PCV内および原子炉建屋への追加設置設備情報 ・安全システム運用計画 ・PCV雰囲気内での作業計画 ・PCV内および原子炉建屋への追加設置設備情報 	<ul style="list-style-type: none"> ・PCV内監視項目の調査のうち、重要監視項目の検討条件の設定 ・監視方法の検討のうち、監視方策の多様化検討条件の設定
2	デブ取PJ 安全PJ 収納缶PJ	本PJ	<ul style="list-style-type: none"> ・重要監視項目と監視要件 ・統合管理支援技術(監視システム)の運用方針 	<ul style="list-style-type: none"> ・各工法における重要監視項目の設定や見直しができる。 ・各工法における必要監視技術の特定ができる。 <p>詳細: 添付資料3.3-1参照</p>

デブ取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
 高度化PJ : 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
 基盤PJ : 燃料デブリ・炉内構造物の取り出し基盤技術の高度化
 安全PJ : 安全システムの開発
 収納缶PJ : 燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発

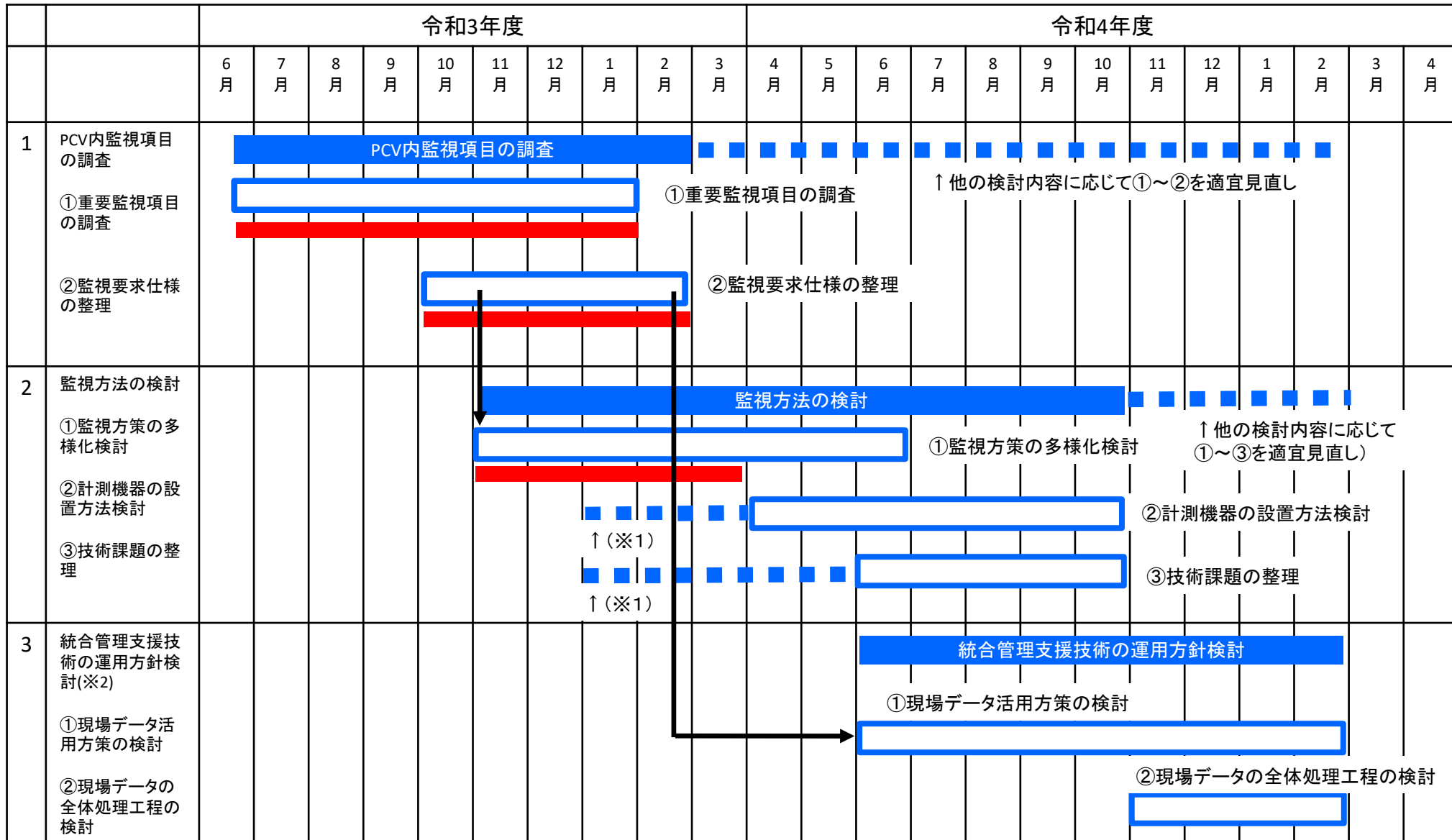
4. 実施スケジュール



■ 実施項目
□ 計画スケジュール

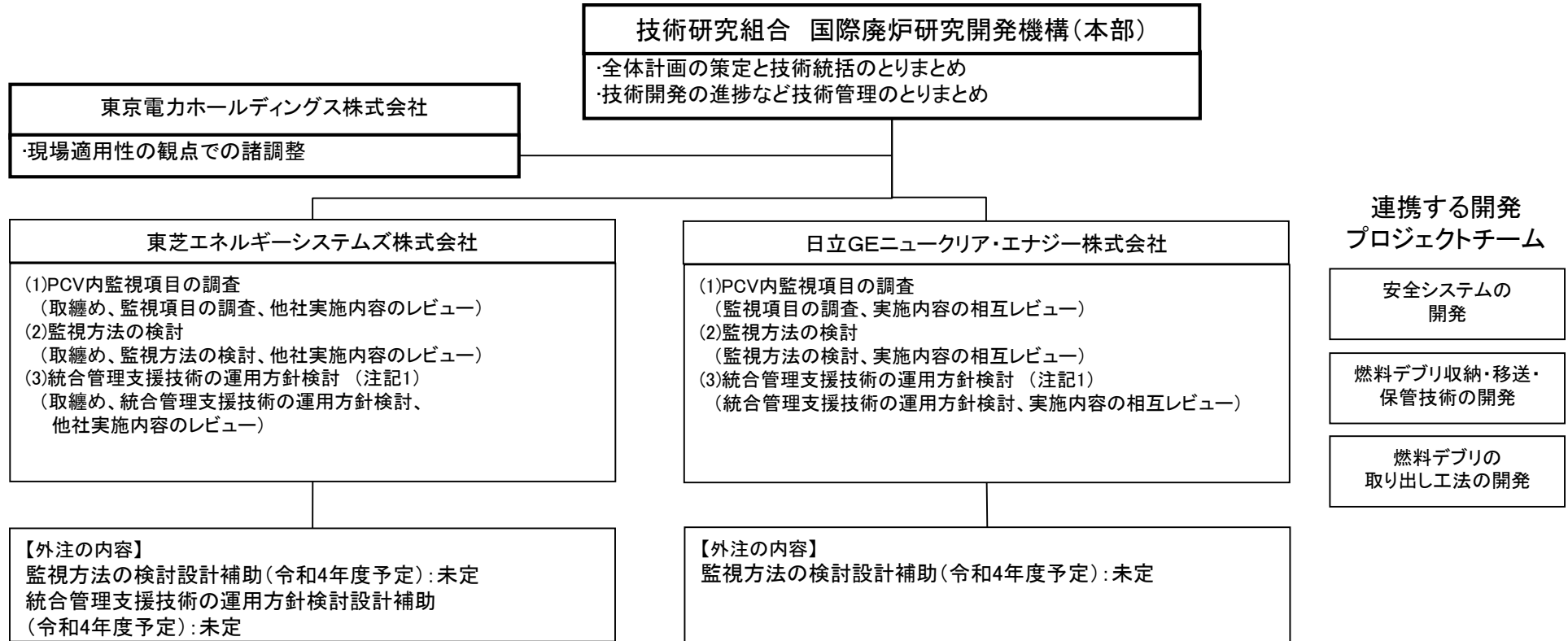


■ 実績(令和3年度末時点)



※1: 必要に応じて試験準備を実施

※2 IRID本部の検討進捗と連携



注記1:(3)についてはIRID本部においても検討方針を構築

メーカーは日立GE／東芝ESSにて対応

6. 実施内容 6.1 各実施内容の目的、目標

6.1.1 TRL

実施内容	目指す効果	(補足)TRL定義
(1) PCV内の監視項目の調査	燃料デブリ取り出し中におけるPCVの閉じ込め機能維持、未臨界状態の監視等、安全要求を満足するためにPCV内で状態監視すべき項目を調査し、抽出・整理していること。	(技術開発課題の調査や整理は開発項目と異なるため、技術成熟度(TRL)は設定しない。)
(2) 監視方法の検討	実施内容(1)の整理結果に基づき、PCV内監視のための各計測機器設置に向けた課題を抽出し、課題解決に向けた計画を立案していること。 (終了時目標TRL:レベル2)	従来経験として適用できるものがほとんど無い領域の開発、エンジニアリングを実施し、要求仕様を設定する作業をしている段階。
(3) 統合管理支援技術の運用方針検討	実施内容(1)および(2)の結果に基づき1F統合管理に資する支援項目を抽出し、現地での活用方策を計画していること。 (終了時目標TRL:レベル1)	開発、エンジニアリングの対象について、基本的内容を明確化している段階。

提案する監視項目がなぜ必要で、現場でどのように役立てられるかを示す

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

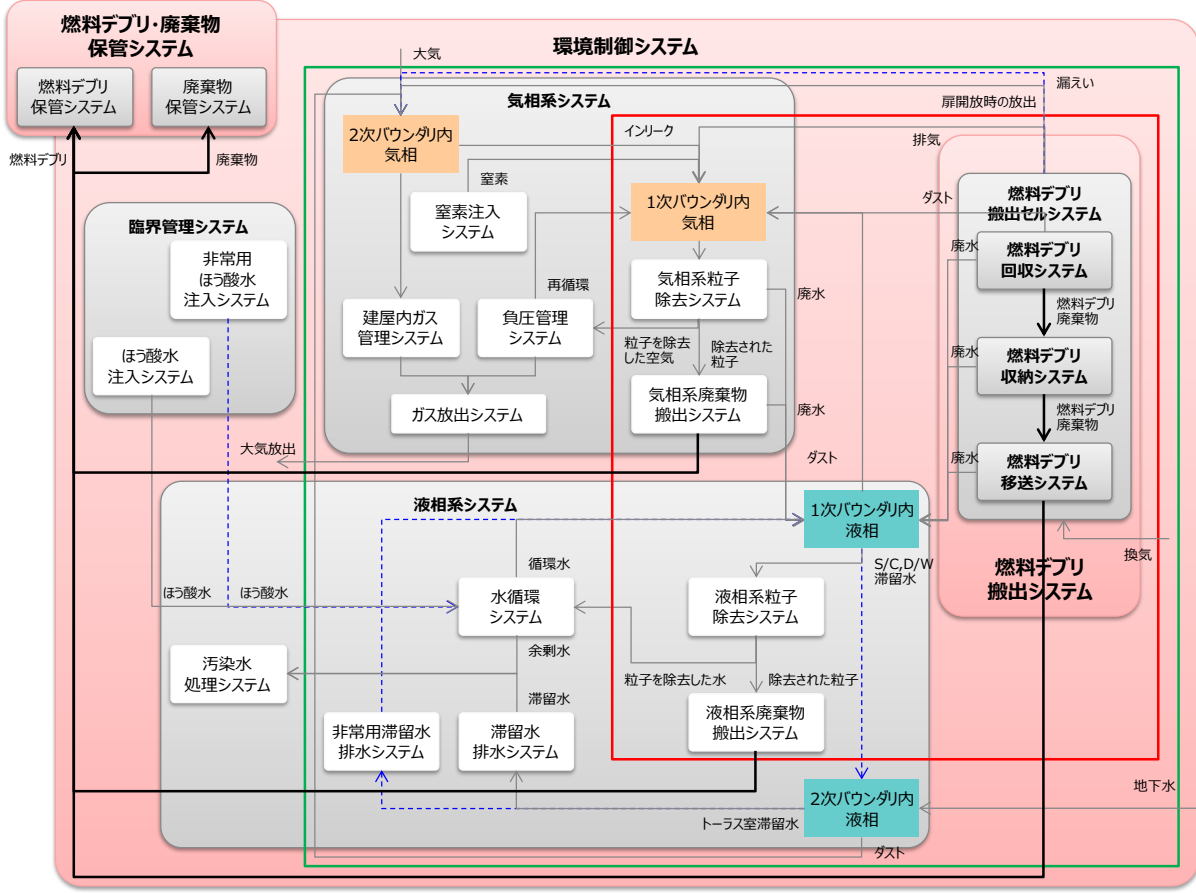
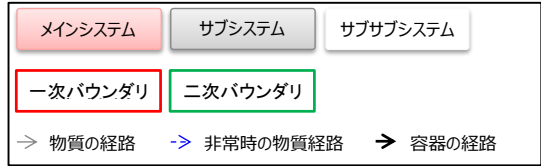
6.2.1 検討の前提条件

■システム上の検討範囲

- 右図は燃料デブリ取り出しシステムの全体構成について、気体、液体、燃料デブリなど、物質の流れの相関性を表現したものである(※)。

※燃料デブリ・炉内構造物の取り出し基盤技術の高度化PJ

- 本PJは右図に示す個々のシステムに対して、燃料デブリ取り出し・搬出作業時の情報(データ)の流れや相関性(IN/OUT)を検討する。
- 上記に先立ち、本PJの検討範囲の考え方を次頁に示す。

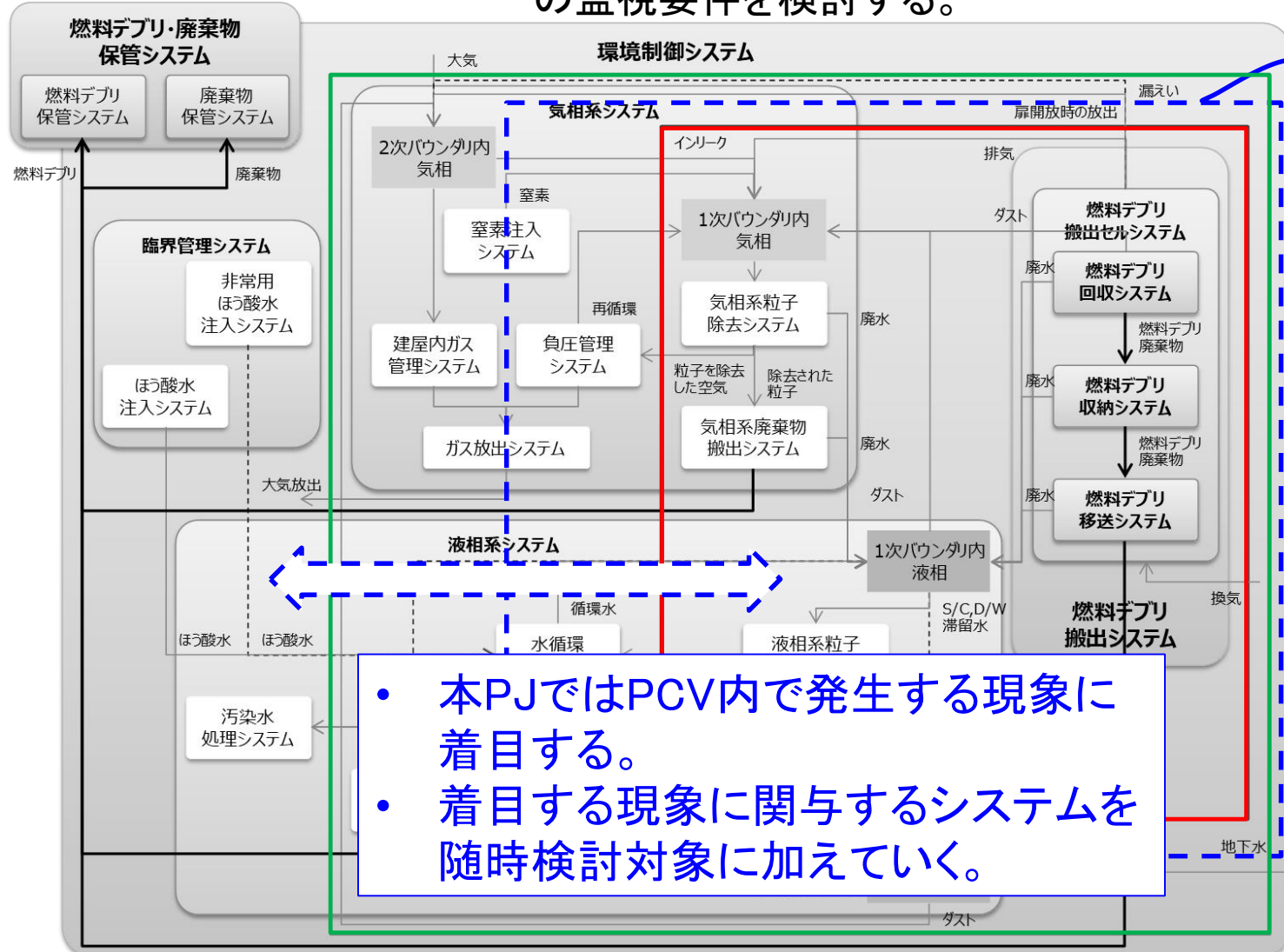


6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.1 検討の前提条件

■システム上の検討範囲

- 本PJのシステム構成上のおよその検討範囲を以下の青破線枠で示す。
- PCV内で発生する作業遅延要因を抽出し、それに紐づくシステムと機器の監視要件を検討する。



着目するシステム
(必要に応じて段階的に追加)

燃料デブリ取り出し・
搬出システム
(PCV内)

↑ 表現を左図から変更

気相系システム
(PCV内)

液相系システム
(PCV内)

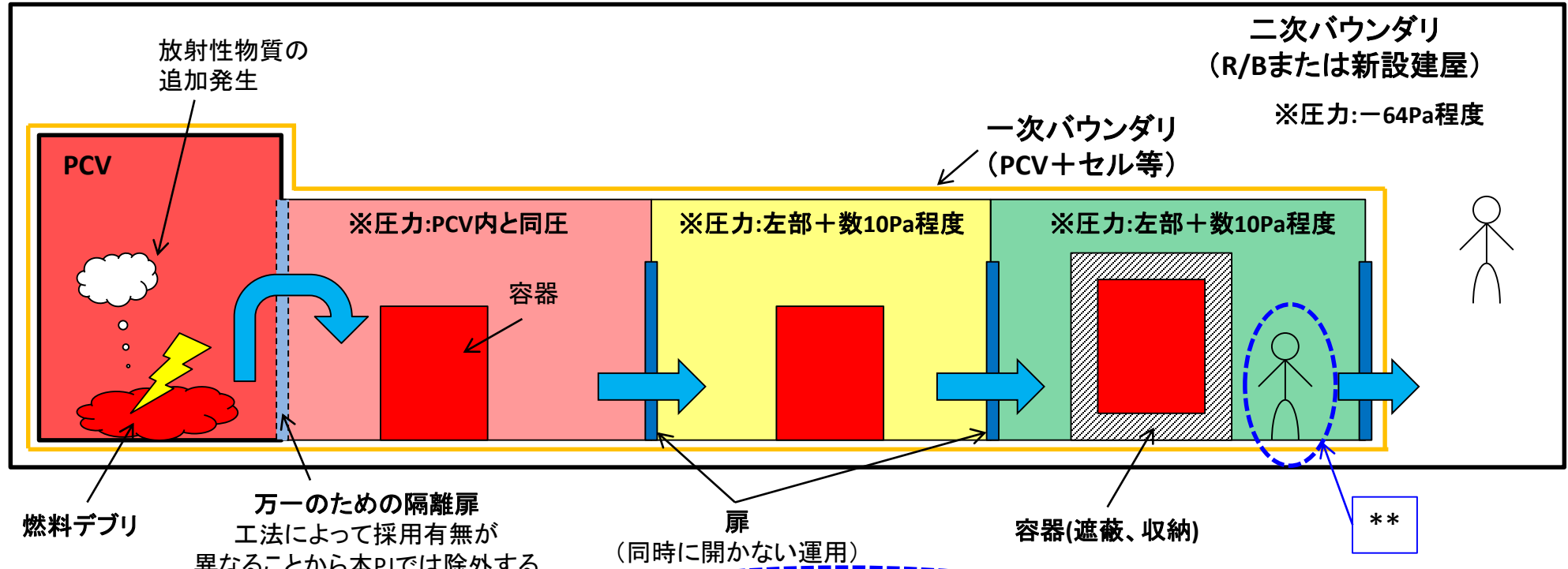
検討範囲にはPCV構
造体の劣化に伴う静的
バウンダリへの考慮を
含む

- 本PJではPCV内で発生する現象に着目する。
- 着目する現象に関与するシステムを随時検討対象に加えていく。

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.1 検討の前提条件 ■一次バウンダリの範囲

- リスク源(燃料デブリ)に対して直接的に静的な閉じ込め機能を有する一次バウンダリの範囲については以下図に示す過去PJの成果を活用する。
- 基盤技術高度化PJ(*)にて1F特有の環境と燃料デブリ取り出し工法を考慮して設定したバウンダリ定義を活用する。本定義では線量エリアと汚染エリアを作業員の立ち入り可否の観点で個別に設定した後、その組み合わせ結果として4種類のエリア(レッド(2種)、イエロー、グリーン)を定義している。



(*) 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
 (**) 本PJでは通常作業で作業員の介在は前提としない。詳細は次頁にて提示

■ (Green)	: 通常時に短時間作業員の立ち入りを想定する	■ (Red)	: 非常時も含めて作業員の立ち入りは想定しないが、万一の場合には作業員が立ち入ることができる対策を講じておく。
■ (Yellow)	: 非常時に短時間作業員の立ち入りを想定する	■ (Red)	: 万一の場合も含めて作業員の立ち入りは想定しない

6.2.1 検討の前提条件 ■各システム上の前提条件(1/2)

- 「安全システム」は紙面表記の都合上、安全設備と略す場合がある。「燃料デブリ取り出し・搬出システム」は作業設備と略す場合がある。
- 作業設備と安全設備は、何れも過去補助事業および予備エンジニアリングによって、原子力安全を担保するための深層防護レベル1～3を設定および担保しているものとする。
- 作業設備で実施する通常作業(メンテナンス除く)は全て遠隔操作とする。前頁に示す一次バウンダリ内のグリーンエリアは作業員常時立ち入り可能な環境だが、工法によって作業員の介在度合いが異なるため、汎用性のある影響評価は困難と判断した。

「計画された燃料デブリ取り出し状態」を維持していくための
要求提示を目指す前提条件を設定した

6.2.1 検討の前提条件 ■各システム上の前提条件(2/2)

【PCV内監視項目の検討範囲】

- 「計画された燃料デブリ取り出し状態」を継続することでスループットは確保されるものとする。そこで本PJではPCV内監視範囲は通常作業(メンテナンス除く)の維持に關与するものに注目する。
- 本PJのリスクレベルに応じた監視の寄与については添付資料6.2.1-1参照。

【各システムの汎用化方針】

- 本PJでは、補助事業で検討される燃料デブリ取り出し工法の作業手順や機器系統を調査し、各工法共通の設備や作業手順を抽出および整理する。

あらゆる工法が本PJの成果を参照できるよう、汎用性を高めた成果を出す

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.3 デブリ取り出しモデルの検討

■デブリ取り出しモデルへの要求

工法の種類に依らない汎用性を持たせた上で以下2点を実施できること

- PCV内における**作業遅延要因**(計画された燃料デブリ取り出し状態を脅かし、スループットを悪化させる要因)が抽出できること。
- 上記抽出に伴い、作業遅延要因に関与する機器を特定できること。

■デブリ取り出しモデルの表現方針

- 通常状態における燃料デブリとPCV内環境を制御する最低限の作業設備と安全設備のみを示す。
- 上記各設備は燃料デブリやPCV内環境に対してどのような物理的作用を示すかが分かる最低限の情報のみを扱い、単純化する。**すなわち機器の仕様(出力、型番、詳細構成など)は設定しない。**

■デブリ取り出しモデルの構成方針

- 燃料デブリを含むPCV内の物質の動きを把握できるよう、概略系統図相当の構成とする。

デブリ取り出しモデルは作業設備の活動が安全設備に与える影響を評価し、
両設備の相関性を定義する

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.3 デブリ取り出しモデルの検討 6.2.3.1 作業設備モデルの検討

■検討方針

- 既存成果に基づき工法に依らない汎用性のある燃料デブリ取り出し・搬出フローを整備
- 上記フローのうち、作業モードが複数存在するものを既存成果に基づき整理
- 上記フローを実現する機器構成ブロック図を作成し、安全設備モデルと合流するための情報を整理する

■他PJからのインプット

- 燃料デブリ性状 ・1Fの原子力安全
- 燃料デブリ取り出し方法(主にスルーピット評価の根拠となる加工方法)
- 燃料デブリ搬出方法(主に一次バウンダリの構成要素)

■本PJからのインプット

- 6.2.1項に示す前提条件

■本PJのアウトプット

- 日々の作業フロー
- 機器構成ブロック
- 機器動作モード
- 安全機能一覧表
- 作業機能一覧表

これらの相関性について
次頁にて説明する

他PJの成果を活用して作業設備モデルを作成する

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

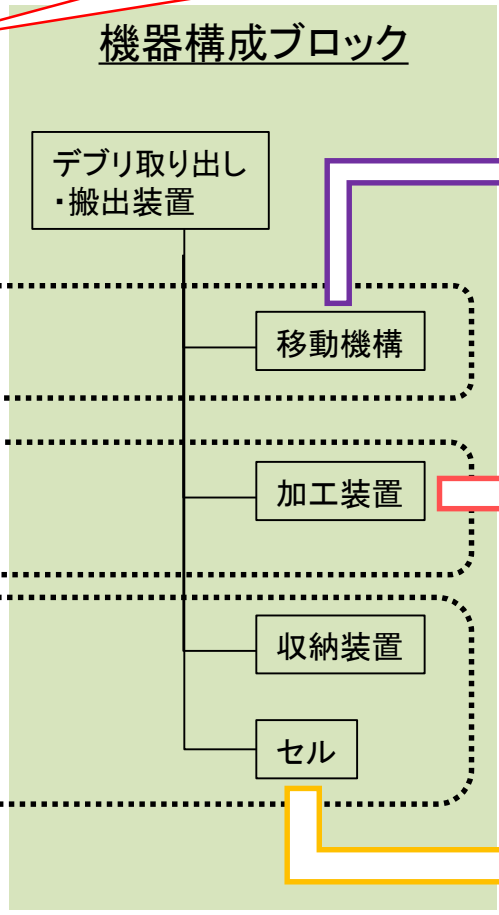
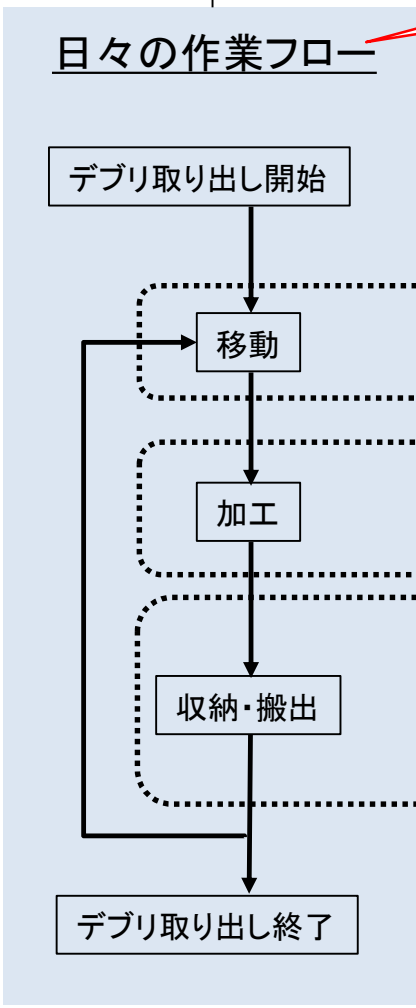
6.2.3 デブリ取り出しモデルの検討 6.2.3.1 作業設備モデルの検討

■アウトプットの相関性

燃料デブリ取り出し・搬出工程

(A)本作業が阻害される＝
運転員の的確・迅速な
現場対応が阻害される

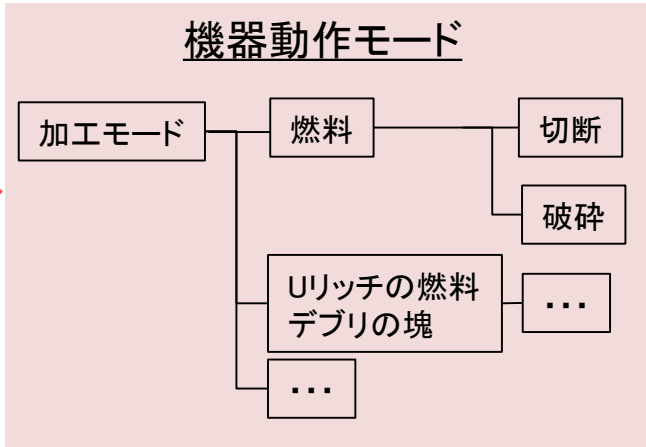
(B)作業フローを実行するための必要機能であり、「本表で定義する機能」＝「運転員の的確・迅速な現場対応の阻害に關与する機能」となる



原子力安全からの
要求機能分担表

作業機能一覧表

機能要求	構成機器	設計要求
PCV内移動機能	移動機構	...
...



安全機能一覧表

機能要求	構成機器	設計要求
閉じ込め機能	セル	...
...

(C) (B)と同様

次頁より、上記5つのアウトプットを示す

(a)日々の作業フロー

- 燃料デブリ取り出し開始から終了までの汎用的な作業フローを次頁に示す。本作業フローは現場設備の運転員のうち、オペレータの実施内容を表現する。オペレータの作業が阻害されると、作業遅延する。
- 本PJでは作業遅延をさせないために、上記作業フローによって構成されるデブリ取り出しモデルに対して、監視すべき事項を抽出する。この監視事項がPCV内の重要監視項目となる。
- 本作業フローは燃料デブリ取り出しと搬出を連続的に行うことをモデルケースとする。

各工法に共通するオペレータの作業フローを策定(次頁参照)

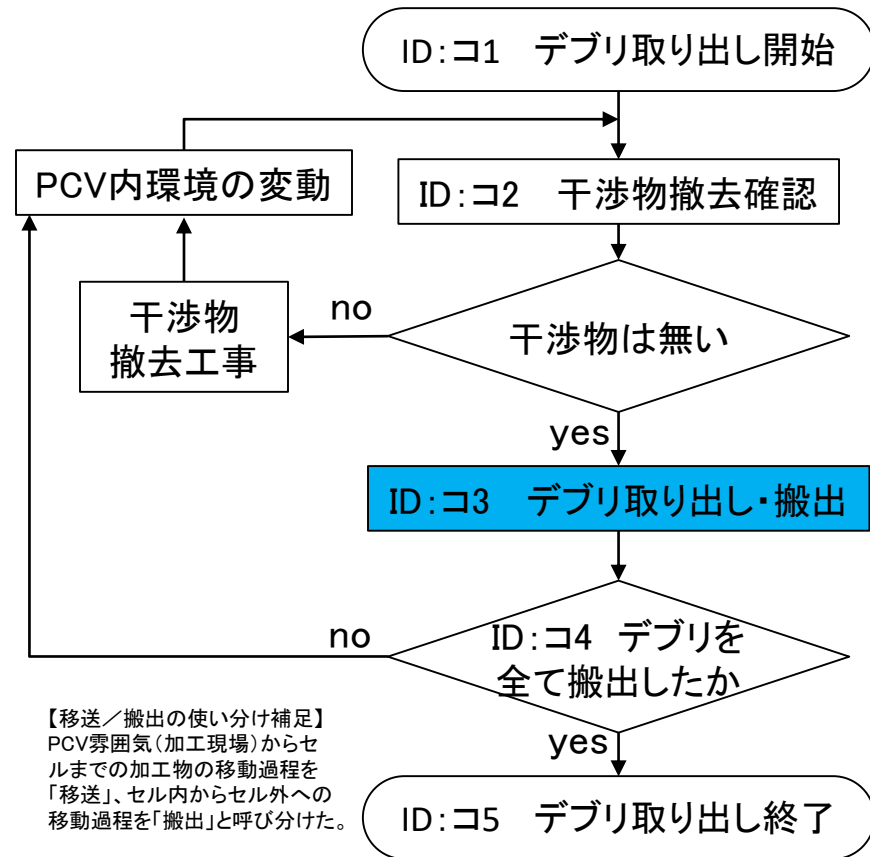
6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.3 デブリ取り出しモデルの検討 6.2.3.1 作業設備モデルの検討

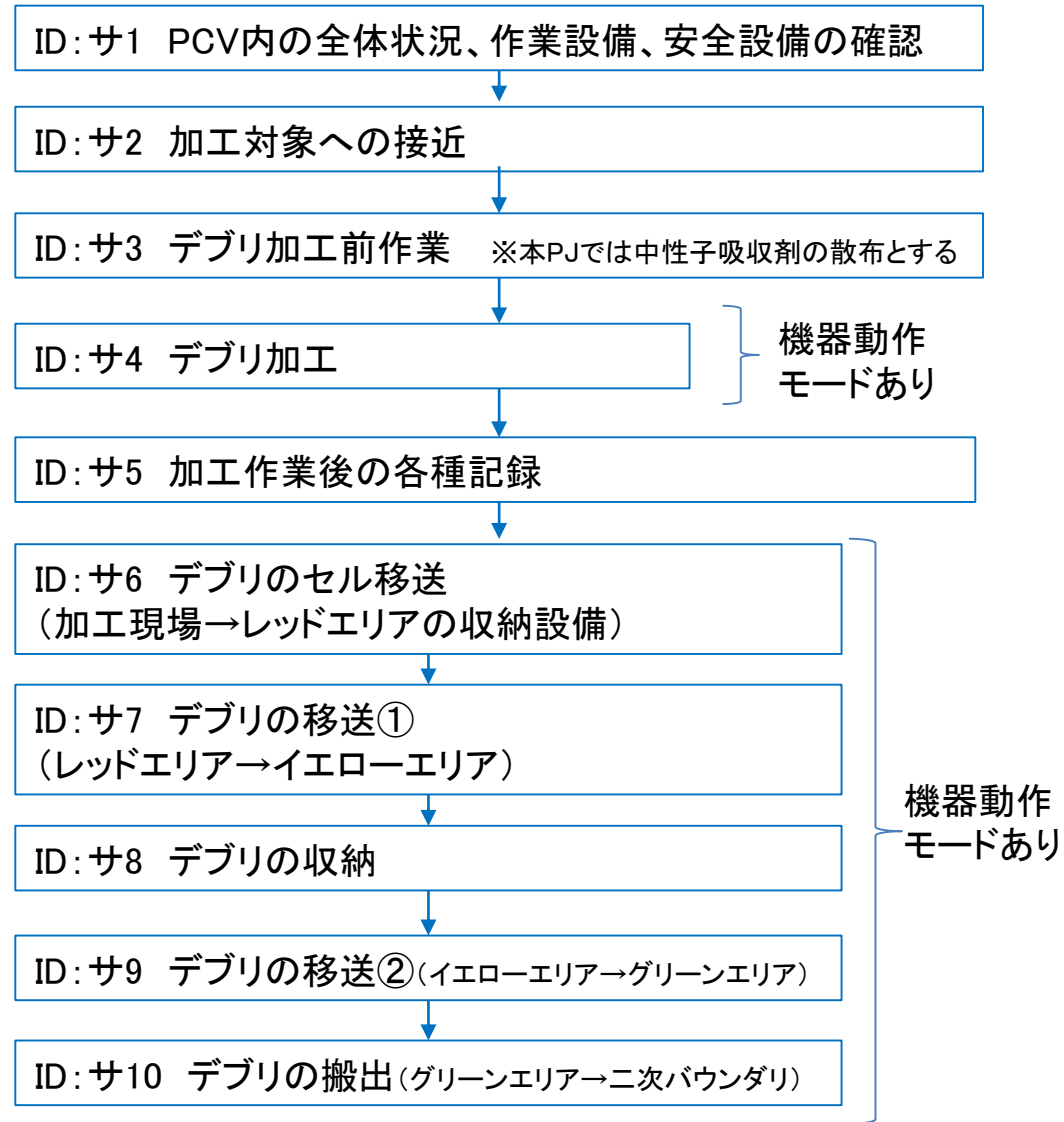
(a)日々の作業フロー

- 燃料デブリ取り出し・搬出工程のうち、燃料デブリ取り出し・搬出作業を連続監視PJの検討範囲とした。
- 本PJではID:サ1～サ10でPCV内重要項目を抽出する。

燃料デブリ取り出し・搬出工程



日々の作業フロー(連続監視PJの検討対象)



6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.3 デブリ取り出しモデルの検討 6.2.3.1 作業設備モデルの検討

(b)機器動作モード(燃料デブリ加工作業)

■検討方針

- 前頁の「ID:サ4 デブリ加工」は過去の1F補助事業で様々な加工方法が検討されている。加工方法によって作業阻害メカニズムは変わるため、動作モードを設定していく。
- 具体的には、燃料デブリの加工を行う際に「①燃料デブリをどこで加工するのか」、「②どのような性状の燃料デブリか」、「③どのように加工するのか」、「④何を使って回収するのか」という観点で動作モードを設定する。

【情報収集に活用した1F補助事業】

- 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
→上記①と③の情報収集のために活用
- 燃料デブリ・炉内構造物の取り出し基盤技術の高度化
→上記①の情報収集のために活用
- 燃料デブリの性状把握・分析技術の開発
→上記②の情報収集のために活用
- 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
→上記④の情報収集のために活用

他の研究開発PJの情報を幅広く収集することで、汎用性のある動作モード設定を目指す

6.2.3 デブリ取り出しモデルの検討 6.2.3.1 作業設備モデルの検討

(b)機器動作モード(燃料デブリ加工作業) ■検討結果の総括／機器動作モードの設定(1/2)

- 前頁に示す①～④の設定結果を以下に示す。これらの設定根拠は添付資料6.2.3.1-1参照。
- 機器動作モードの設定に向けて以下の①～④を組み合わせしていく。これら組み合わせは燃料デブリ取り出しPJの燃料デブリ加工手順に係る検討内容を参考にする。

①どこで加工するのか

- (1)気中
- (2)水中

②どのような性状の燃料デブリか

- (3)燃料
- (4)既設構造物(表面汚染有り)
- (5)Uリッチの燃料デブリ塊
- (6)Feリッチの燃料デブリ塊
- (7)MCCI形成物
- (8)その他

③どのように加工するのか

- (9)破砕
- (10)切断
- (11)斫り
- (12)拾い上げ

④何を使って回収するのか

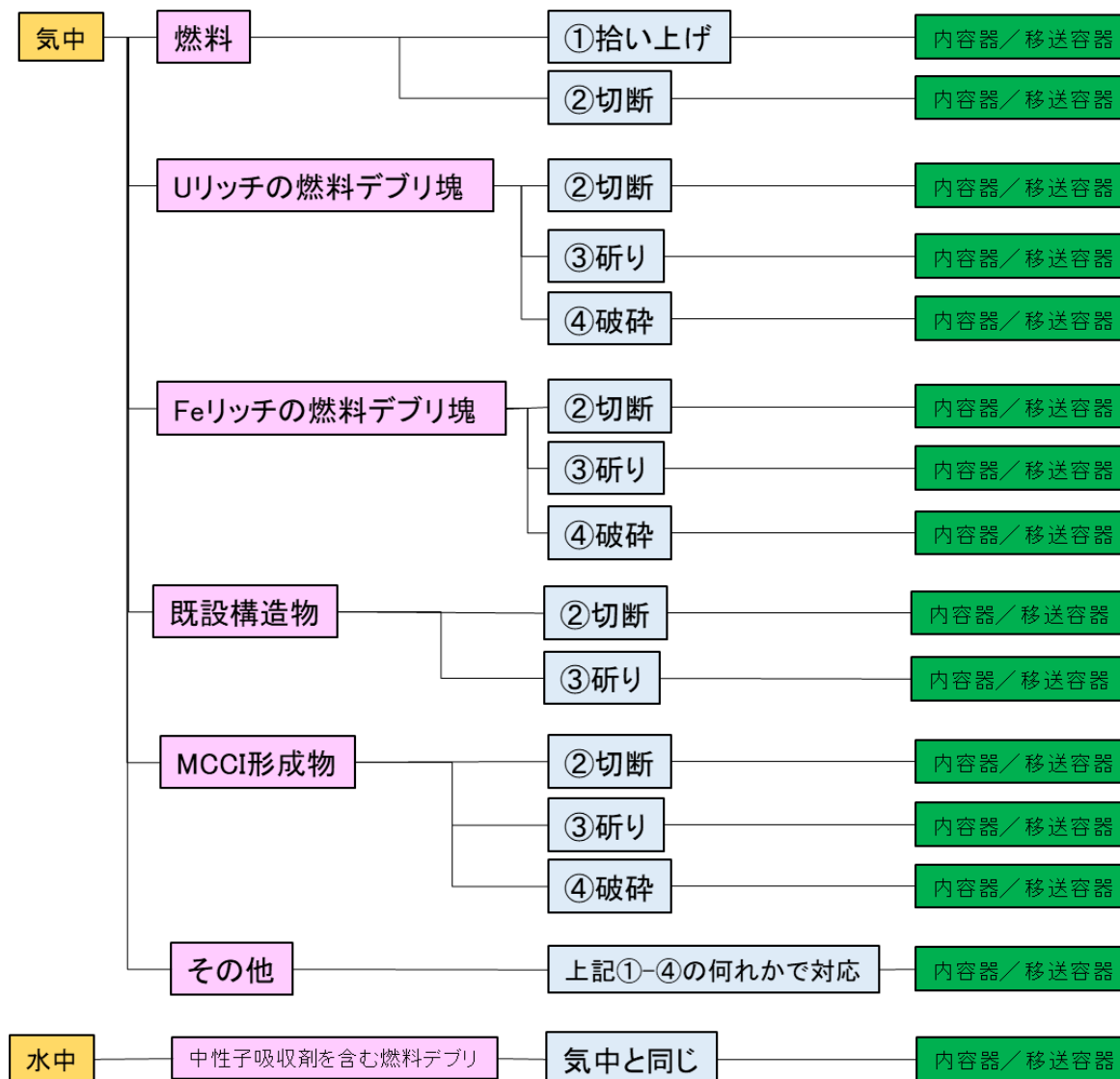
- (13)内容器と移送容器

※内容器とはユニット缶・収納缶を指す

6.2.3 デブリ取り出しモデルの検討 6.2.3.1 作業設備モデルの検討

(b)機器動作モード(燃料デブリ加工作業) ■検討結果の総括／機器動作モードの設定(2/2)

- 燃料デブリ加工時における作業モードの一覧を示す。
- 水中での加工作業は中性子吸収剤の塗布を前提に加工する可能性がある。これに伴い、燃料デブリは中性子吸収剤を含むと性状が変わるものとして、加工モード上では右図のように考慮することとした。
- 水中にあるデブリ加工方法と収納する容器は気中と変わらないので、本図では表記を省略している。



6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.3 デブリ取り出しモデルの検討 6.2.3.1 作業設備モデルの検討

(c)機器動作モード(燃料デブリ収納・搬出作業)

■検討方針

- No.28の「ID:サ6～サ10」は過去の1F補助事業で様々な燃料デブリ搬出方法が検討されている。これを参考に動作モードを設定する。
- 具体的には、No.21に示す一次バウンダリからの搬出手順を実現する為の機器運用を設定する。

【設定の前提条件】

- PCVおよびセル内の負圧化維持設備は安全設備モデルにて反映する。
- 移送容器を一次バウンダリ外へ搬出する際は、1F構内移送基準(表面汚染／表面線量率)を満たしているかどうかの確認を行い、基準を満たさない場合は除染やセル(Y)への容器差し戻しを行う。なお、法律上要請される1F構内搬送基準の確認検査は二次バウンダリで行うものとする。
- 移送容器の除染箇所はセル(G)と仮定する(※)。

※ 除染箇所は、セル内での移送容器の運用の次第ではセル(Y)などで行う方が合理的な場合もある。

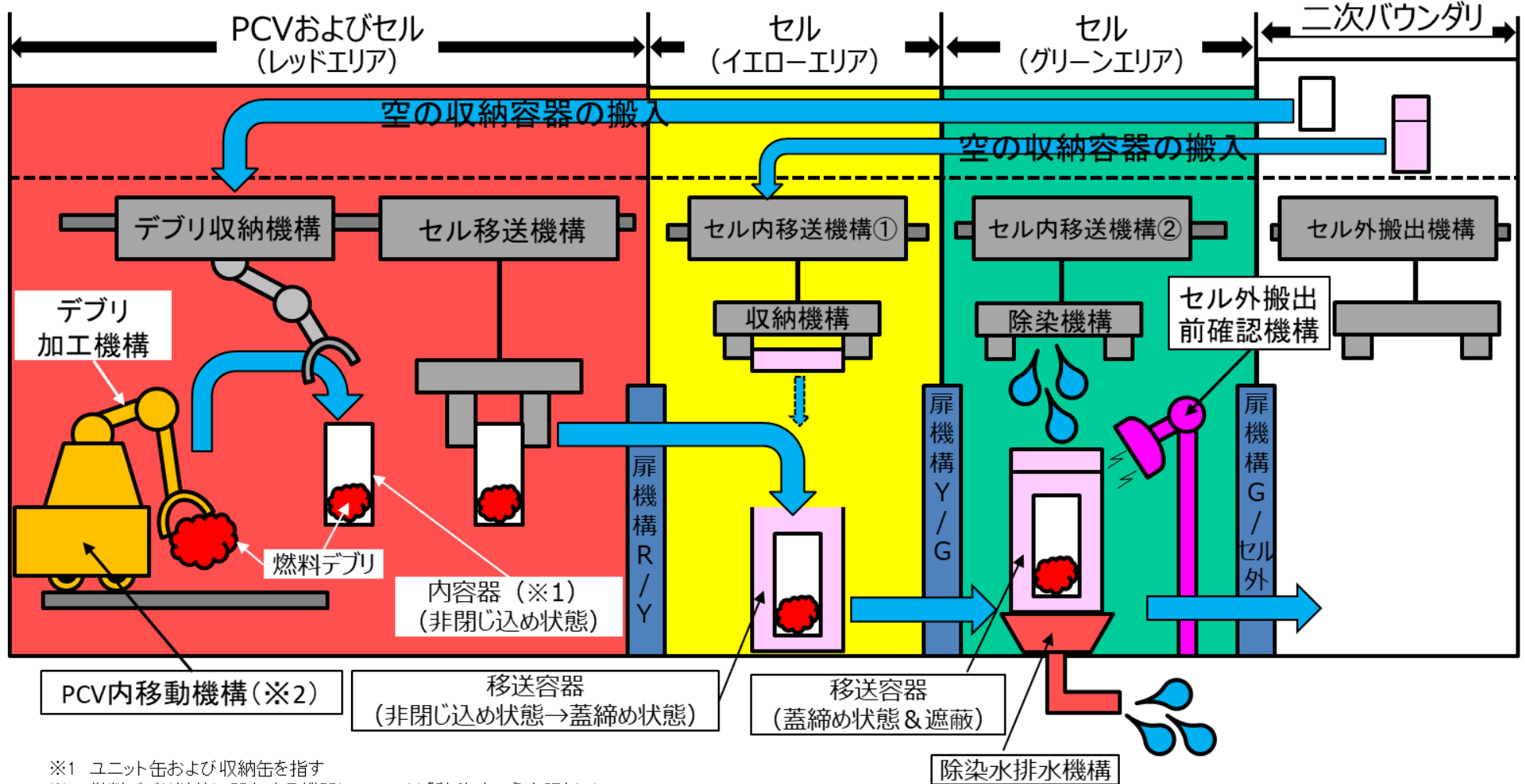
過去の1F補助事業の成果情報を収集し、機器動作モードを設定する

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.3 デブリ取り出しモデルの検討 6.2.3.1 作業設備モデルの検討

(c) 機器動作モード(燃料デブリ収納・搬出作業)

- 燃料デブリを一次バウンダリ外へ搬出する機器構成要素を下図のように整理した。セル内の環境条件は添付資料 6.2.3.1-2を参照。
- 燃料デブリを直接収納する内容器はPCVおよびセル(R)にて使用し、セル(Y)にて密閉収納容器へ収納し封缶する。



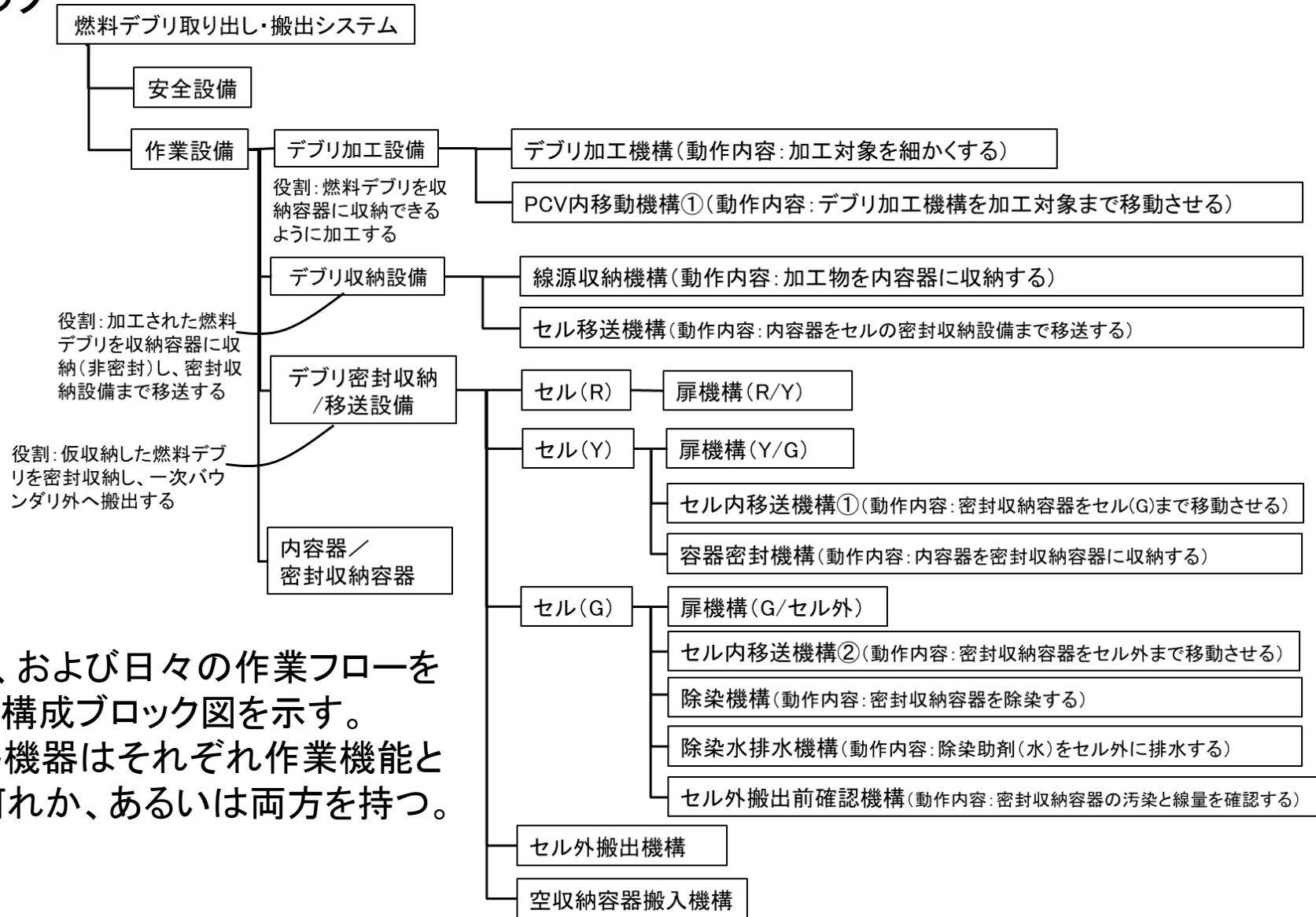
※1 ユニット缶および収納缶を指す

※2 燃料デブリ以外に関与する機器については「移動」という表記とした。

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.3 デブリ取り出しモデルの検討 6.2.3.1 作業設備モデルの検討

(d)機器構成ブロック



- 各動作モード、および日々の作業フローを実行する機器構成ブロック図を示す。
- 本図に示す各機器はそれぞれ作業機能と安全機能の何れか、あるいは両方を持つ。

6.2.3 デブリ取り出しモデルの検討 6.2.3.1 作業設備モデルの検討

(e)作業機能一覧表

- 前頁に示す各機器がそれぞれ持つ作業機能を設定する。作業機能が阻害されると作業遅延を起こすものとする。
- 下表および次頁に示すように「PCV内移動機能」、「燃料デブリ加工機能」、「燃料デブリ回収機能」、「燃料デブリ収納機能」、「燃料デブリ搬出機能」、「空容器収納機能」の6つに分類した。

表. デブリ取り出しモデル登場機器:作業機能一覧表(1/2)

ID	機能要求	構成機器	設計要求
1	PCV内移動機能	PCV内移動機構	燃料デブリ加工機能を持つ機器をRPV及びペDESTAL内外まで移動させること。
2	燃料デブリ加工機能	デブリ加工機構(切断)	・燃料デブリを内容器・移送容器へ適切に収納できるように加工をすること。 ・加工時は目視作業とする。
3		デブリ加工機構(研り)	同上
4		デブリ加工機構(破碎)	同上
5		デブリ加工機構(拾い上げ)	同上
6	燃料デブリ回収機能	内容器(*), 移送容器	燃料デブリを収納し、一次バウンダリ外へ搬出すること。 (*内容器とは、1F補助事業で検討されるユニット缶と収納缶の総称として本PJでは定義する。
7		線源収納機構	内容器に燃料デブリを収納すること。
8		セル移送機構	内容器を燃料デブリ加工現場からセル(R)へ移動させること。
9		セル(R)	内容器をセル移送機構から受け取る作業環境を有すること。

6.2.3 デブリ取り出しモデルの検討 6.2.3.1 作業設備モデルの検討

(e)作業機能一覧表

表. デブリ取り出しモデル登場機器:作業機能一覧表(2/2)

ID	機能要求	構成機器	設計要求
10	燃料 デブリ 収納機能	セル(Y)	<ul style="list-style-type: none"> ・内容物をセル(R)から受け取る場所を有すること。 ・移送容器へ内容物を収納する作業環境を有すること。
11		扉機構(R/Y)	セル(R)からセル(Y)へ内容物が通過できること。
12		セル内移送機構①	内容物をセル(R)からセル(Y)まで移送すること。
13		収納機構	移送容器へ内容物を収納(蓋締め)すること。
14	燃料 デブリ 搬出機能	セル(G)	<ul style="list-style-type: none"> ・蓋締め状態の移送容器をセル(Y)から受け取る作業環境を有すること。 ・二次バウンダリへの搬出に必要な検査および除染をする作業環境を有すること。
15		扉機構(Y/G)	セル(Y)からセル(G)へ移送容器が通過できること。
16		セル内移送機構②	移送容器をセル(Y)からセル(G)まで移送すること。
17		セル外搬出機構	移送容器をセル(G)から二次バウンダリへ搬出すること。
18	空容器 搬入機能	空容器搬入機構	空の内容物および移送容器をセルもしくはPCV雰囲気内へ供給すること。

■1F原子力安全と安全要求の参照

- 1F補助事業「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」では1F特有の事情に基づく原子力安全と安全要求を設定している。さらに、1F補助事業「燃料デブリ・炉内構造物の取り出し基盤技術の高度化」においては燃料デブリの加工に注目した安全要求を設定している。
- 上記の知見を連続監視PJにおいても活用する。燃料デブリの取り出し・搬出作業における安全要求は作業設備と安全設備とで分担する。
- 分担結果を次頁に示す。

■原子力安全要求の分担(1/2)

原子力安全		安全原則		基本的安全要求	安全機能としての要求(維持されるべきもの)		(Who)どのシステムが対応するのか
		(達成されるべきもの)			(When)要求はどのタイミングで発生するのか	(How)具体的な対応策を絡めた要求は何か	
人と環境を放射線リスクから防護する	公衆と環境を放射線リスクから防護する	放射性物質の過大な放出防止	放射性物質の閉じ込め	バウンダリによる放射性物質の閉じ込め	【PCV内環境制御時】 気相閉じ込め	ダスト濃度低減機能	気相系システム
						静的バウンダリ機能	気相系システム
						動的バウンダリ機能	気相系システム
						放出抑制機能	気相系システム
					【PCV内環境制御時】 液相閉じ込め	静的バウンダリ機能	気相系システム
						動的バウンダリ機能	液相系システム
					【加工時】 気相閉じ込め	PCV/セル損傷防止機能	燃料デブリ取り出しシステム
						ダスト飛散防止機能	燃料デブリ取り出しシステム
						静的バウンダリ機能	燃料デブリ搬出システム
					【輸送時】 一次バウンダリ内(燃料デブリ収納・搬出エリア)での気相閉じ込め	静的バウンダリ機能	燃料デブリ搬出システム
						動的バウンダリ機能	気相系システム
						PCV/セル損傷防止機能	燃料デブリ搬出システム
					【輸送時】 移送容器除染時の液相閉じ込め(水除染)	汚染水飛散防止機能	燃料デブリ搬出システム
【輸送時】構内移送中の気相/液相漏えい閉じ込め	移送容器の閉じ込め機能	燃料デブリ搬出システム					
	【PCV内環境制御時】 臨界防止	臨界防止機能	液相系システム				
【加工時】臨界防止		燃料デブリ形状制御機能	燃料デブリ取り出しシステム				
		【輸送時】臨界防止	燃料デブリ形状維持機能	燃料デブリ搬出システム			
	移送容器のデブリ形状維持機能		燃料デブリ搬出システム				

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.3 デブリ取り出しモデルの検討 6.2.3.1 作業設備モデルの検討 (f)安全機能一覧表

■原子力安全要求の分担(2/2)

・ 安全機能を担う作業設備関連機器の割り振り結果は添付資料6.2.3.1-3を参照

原子力安全	安全原則 (達成されるべきもの)		基本的安全 要求	安全機能としての要求(維持されるべきもの)		(Who)どのシステムが対応する のか	
				(When)要求はどのタイミン グで発生するのか	(How)具体的な対応策を絡めた要求は何か		
人と環境を放射線リスクから防護する	公衆と環境を放射線リスクから防護する	放射性物質の過大な放出防止	放射性物質の閉じ込め	燃料デブリの異常な加熱の防止(温度上昇による放射性物質の再揮発)	【PCV内環境制御時】異常加熱の防止	燃料デブリ冷却機能	液相系システム／再循環冷却システム
					【加工時】異常加熱の防止	燃料デブリ過剰加熱防止機能	燃料デブリ取り出しシステム
					【輸送時】異常加熱の防止	移送容器の除熱機能	燃料デブリ取り出しシステム
		炉内からの放射線に対する防護	外部被ばくに対する防護	【加工時】外部被ばく防止機能	セルの遮蔽機能	燃料デブリ取り出しシステム／燃料デブリ搬出システム	
		輸送中の放射性物質からの放射線に対する防護		【輸送時】外部被ばく防止機能	移送容器の遮蔽機能	燃料デブリ搬出システム	
	作業員を放射線リスクから防護する	作業員の過大な被ばく・内部被ばくの防止 ・燃料デブリ取り出し／搬出関連作業に伴う被ばく ・燃料デブリ取り出し／搬出関連以外のサイト内作業員の被ばく	作業員の被ばく低減のための設計	作業員の被ばく低減のための設計	【輸送時】遮蔽、汚染・線量区分の適切な設定と被ばくを低減する遠隔保守および燃料デブリ構内移送動線とする。	移送容器の除染機能	燃料デブリ搬出システム
					被ばく低減のための運転方法、保守計画および作業管理とする。		全システム
		IF特有リスクから人と環境を防護する	滞留水素による火災・爆発[1]の防止	水素爆発下限を維持するための水素濃度あるいは酸素濃度の管理	【PCV内環境制御時】火災防止 【輸送時】一次バウンダリ内(燃料デブリ収納・搬出エリア)火災防止 【輸送時】構内移送中の火災防止	酸素濃度低減機能 セルの火災防止機能 移送容器の火災防止機能	気相系システム 気相系システム 燃料デブリ搬出システム
	[1]以後、火爆と略す						

(a)検討方針とモデルの概要

■ 検討方針

- 本PJにおいて、期待される安全状態および燃料デブリ取り出し作業の正常な状態からの乖離に至るプロセスを評価するため、正常な状態からの乖離を、安全機能に悪影響を及ぼされた若しくはその可能性がある状態と定義し、正常な状態からの乖離へと、その起因となる外乱を特定するために安全設備モデルを構築する。
- 上記評価では、作業設備モデルにおいて想定される燃料デブリ取り出し・搬出操作(外乱)のうち、各安全要求を達成するために構成される安全機能に影響を与える操作をリスクと判断し、リスク抽出する。
- 従って、安全設備モデルの基本構成は、各安全要求およびそれを達成するための各安全機能により構成される。

安全機能に影響を与える操作をリスクとして
抽出できるよう安全設備モデルを構成する

(a)検討方針とモデルの概要

■モデルの概要(1/2)

- 安全機能は、システムにおいて個々の部分の役割を示す定義であることから、各安全機能に影響を与える燃料デブリ取り出し操作を検討する。そのために、安全機能が具現化される要素として、以下のPCV内環境変数(物理量)およびシステム設計の2つを定義する。
 - ① 安全機能が達成すべき状態としてのPCV内環境変数(物理量)
 - ② 安全機能を達成するための手段としてのシステム設計(対応策)
- 作業設備モデルにおいて想定される操作(外乱)に対して、安全機能に影響を与える具体的な対象として上記、PCV内環境変数(物理量)およびシステム設計とする。なお、ここで言う、システム設計とは、安全機能を構成する機器および設計条件とする。
- また、PCV内環境変数(物理量)とシステム設計のうち、安全機能を構成する機器の設計値および設計条件は、相関の関係があり、これをモデル化(PCV内環境物理モデル)することにより、作業設備モデルによる外乱に対して、過渡的な影響を判断することに使用する。

安全機能の具現化方法は「PCV内環境変数」と「システム設計」

(a)検討方針とモデルの概要

■モデルの概要(2/2)

- 作業フロー(次頁参照)毎に想定される安全設備モデルの動作状況は異なることが想定される。
- 従って、作業設備モデルによる外乱を抽出するために、作業フロー毎に各安全要求を達成するための安全機能および安全機能を達成するための対策案を整理する。
- なお、本PJでは、安全機能に影響を与える外乱を抽出するためのプロセスを確立することが重要であり、安全機能を達成するための対策案として工法、号機間の現場環境を考慮すると複数候補がある場合も想定されるが、前年度までの補助事業の成果等を踏まえ、本PJで検討対象とする対策案を1つ選定し検討を実施することとする。

作業フロー毎に安全設備モデルを構成する安全機能を定義し、安全システムの動作状況を設定

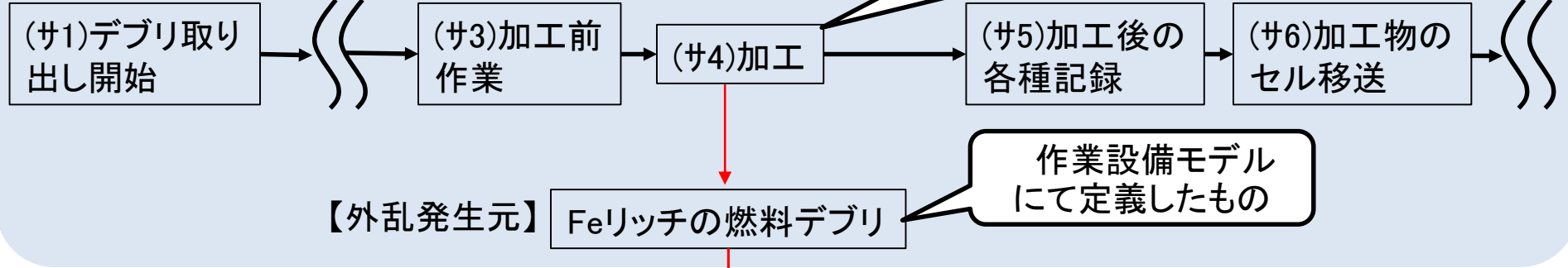
6.2.3 デブリ取り出しモデルの検討 6.2.3.2 安全設備モデルの検討

(b)作業設備モデルの日々の作業フローとの関係

→ 作業フロー
→ 物理的な影響

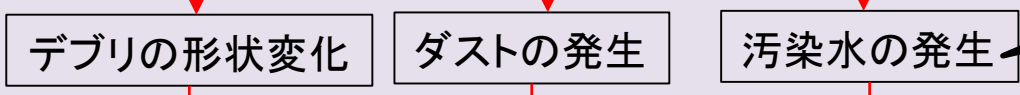
作業設備モデルの情報

【作業フロー(No.28より)】

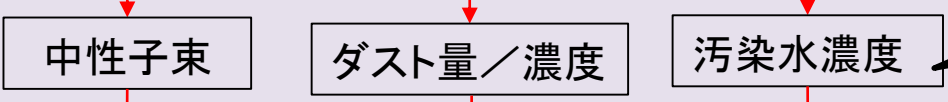


安全設備モデルの情報

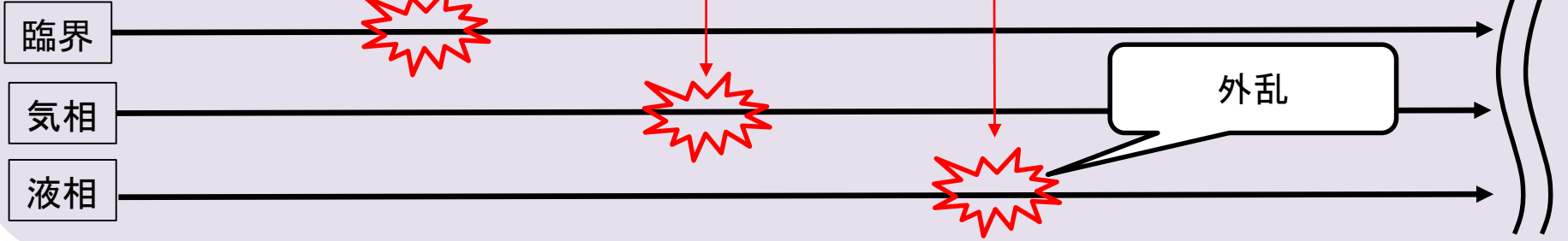
【安全機能への影響要因】



【関与する物理量】



【安全設備(対応策)の動作状況】

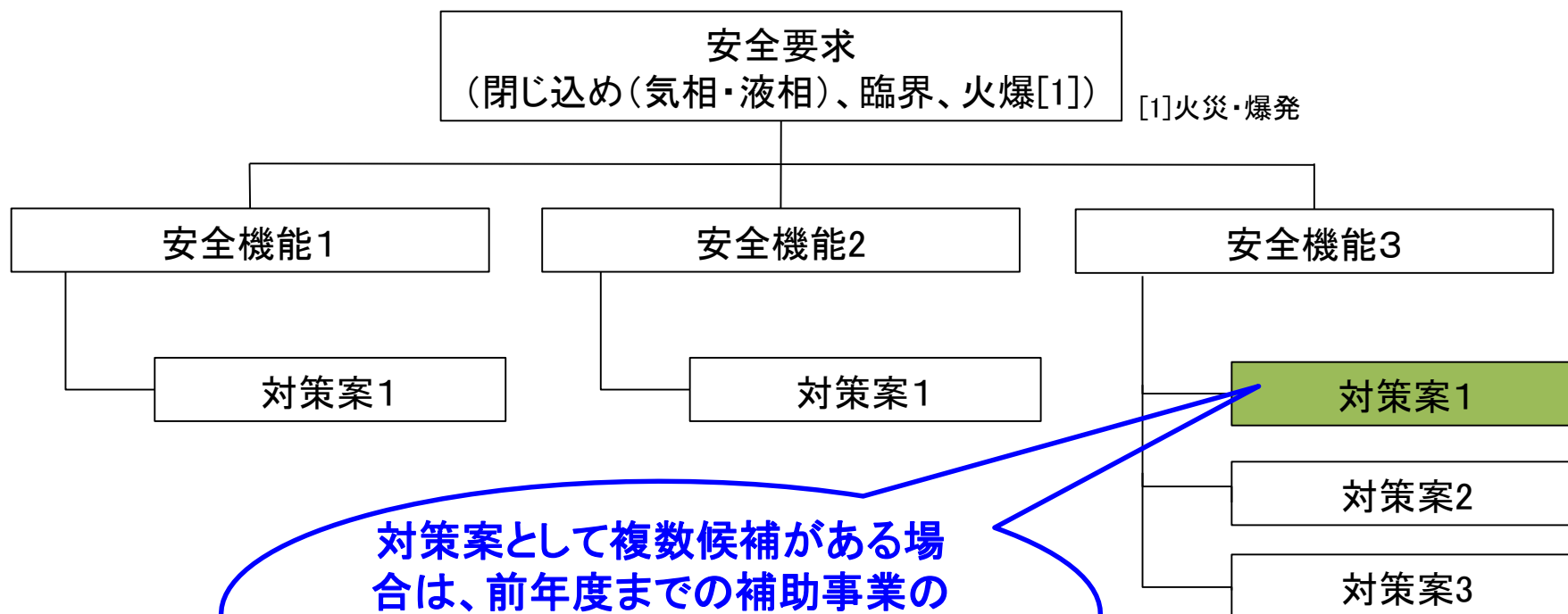


安全設備モデルにて設定
安全設備モデルで設定する管理パラメータ

6.2.3 デブリ取り出しモデルの検討 6.2.3.2 安全設備モデルの検討

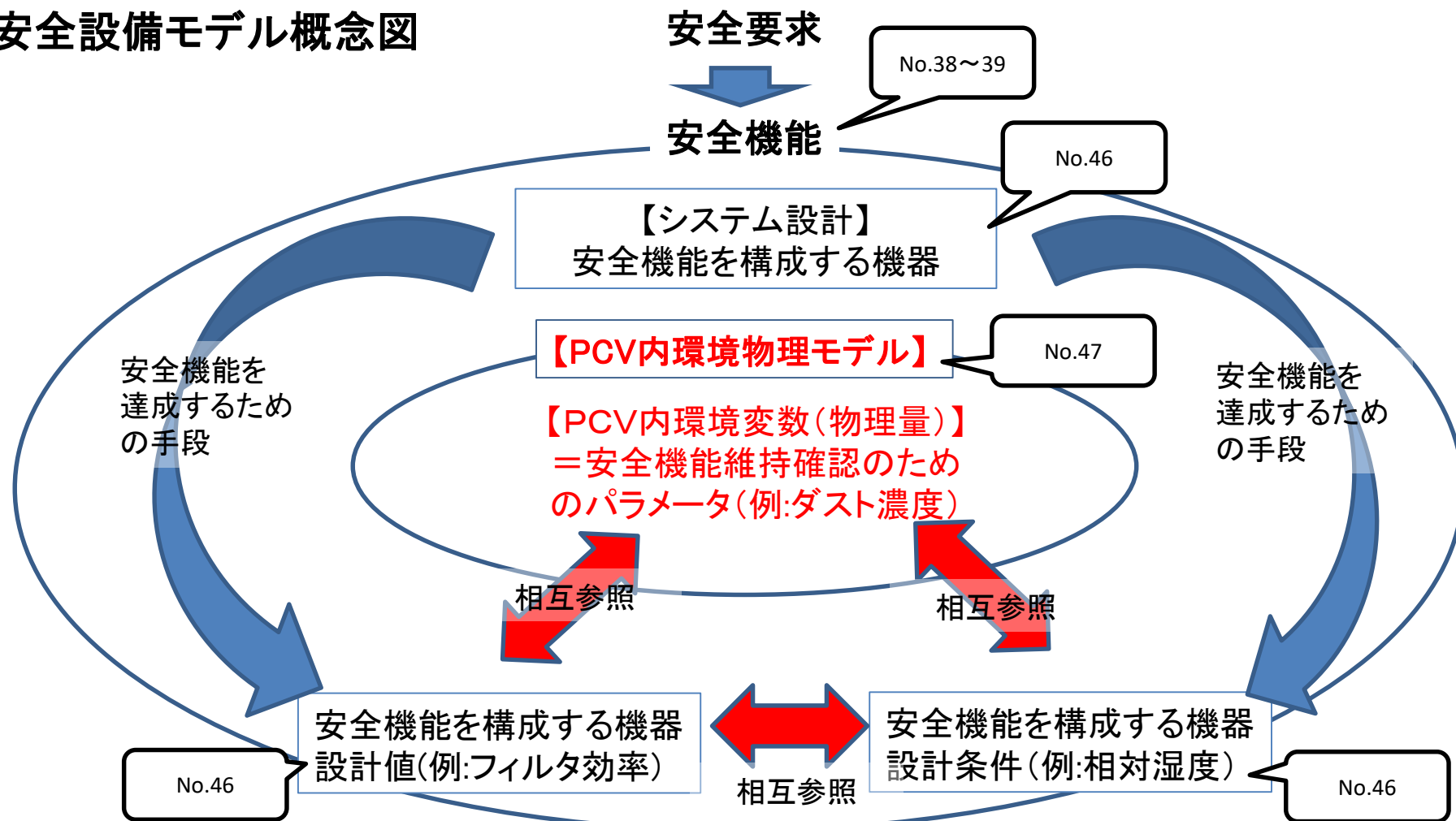
(c)作業設備の活動に対する安全機能の定義

- 重要監視項目を抽出するにあたり、No.38, 39に示す安全要求およびそれに基づく安全機能を有するシステム構成を定義する。
- ここで、一つの安全機能を有するシステム構成について、通常時の運用方針や安全機能を担保する機器の多様性を鑑みると複数の案が挙げられる場合には、その全てを対象とせず、過去の補助事業等の成果を参考に、将来的に主案となりうるものを選定して取り込むこととする。



対策案として複数候補がある場合は、前年度までの補助事業の成果等を踏まえ、検討対象として1つ選定する。

■安全設備モデル概念図



PCV内環境物理モデルは、
PCV内環境変数と設計条件の相互関係により定義する

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.3 デブリ取り出しモデルの検討 6.2.3.2 安全設備モデルの検討

(d)モデルの構成

■システム設計

- システム設計に必要な安全機能を構成する機器、機器の設計値および設計条件※について代表例として、気相システムを示す。他の液相／液相臨界／冷却についても同様に設定した。

※設計条件とは設計値を維持するための条件

【注記】安全設備の系統構成については東京電力ホールディングス(株)より提供された予備エンジニアリング情報を参考にした。なお、提供情報は現時点での暫定であり、決定されたものではない。また、安全設備の系統構成は複数候補があり、本PJではその中の1つを代表ケースとして選択した。

機能要求	構成機器	設計値	設計条件(※)	管理パラメータ
ダスト濃度低減	HEPAフィルタ	フィルタ効率:99.999%	HEPAフィルタ入口相対湿度: 99%以下	PCV内ダスト濃度
	排風機	風量:3000m ³ /h	インリーク量:1000m ³ /h 窒素封入量:1000m ³ /h 再循環風量:1000m ³ /h	
静的バウンダリ	PCV (一次バウンダリ)	差圧400Pa時のインリーク量 1000m ³ /h以下の開口面積	一次バウンダリのリーク量: 差圧400Pa時のインリーク量1000 m ³ /h以下の開口	PCV内外差圧
動的バウンダリ	HEPAフィルタ	フィルタ差圧: 数百Pa程度	HEPAフィルタ入口相対湿度: 99%以下	PCV内外差圧
	排気ファン	風量:3000m ³ /h	PCV負圧度:100Pa	
放出抑制	HEPAフィルタ	フィルタ効率:99.999%	HEPAフィルタ入口相対湿度: 99%以下	排気端ダスト濃度

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.3 デブリ取り出しモデルの検討 6.2.3.2 安全設備モデルの検討

(d)モデルの構成

■PCV内環境物理モデル

PCV内環境物理モデルとして、下記2つのパターンに大別する。
各パターンの具体的な表現例は添付資料6.2.3.2-1を参照

(パターンA)

PCV内環境モデルは、安全機能を構成する機器の設計値、設計条件およびPCV内環境変数(物理量)(=管理パラメータ)の相関関係を数式により表現し、燃料デブリ取り出し作業の外乱のうち、その相関関係に影響を与える操作をリスクとして抽出する。

(パターンB)

パターンA基本とするが、数式により表現が難しい場合、PCV内環境変数(物理量)(=管理パラメータ)に対して悪影響を及ぼす要因を整理し、燃料デブリ取り出し作業の外乱のうち、その要因を進展させる操作をリスクとして抽出する。

PCV内環境モデルは数式で表現し、それが難しい場合は
管理パラメータに悪影響を及ぼす要因を定性的表現でリスト化

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.3 デブリ取り出しモデルの検討 6.2.3.3 デブリ取り出しモデルの作成

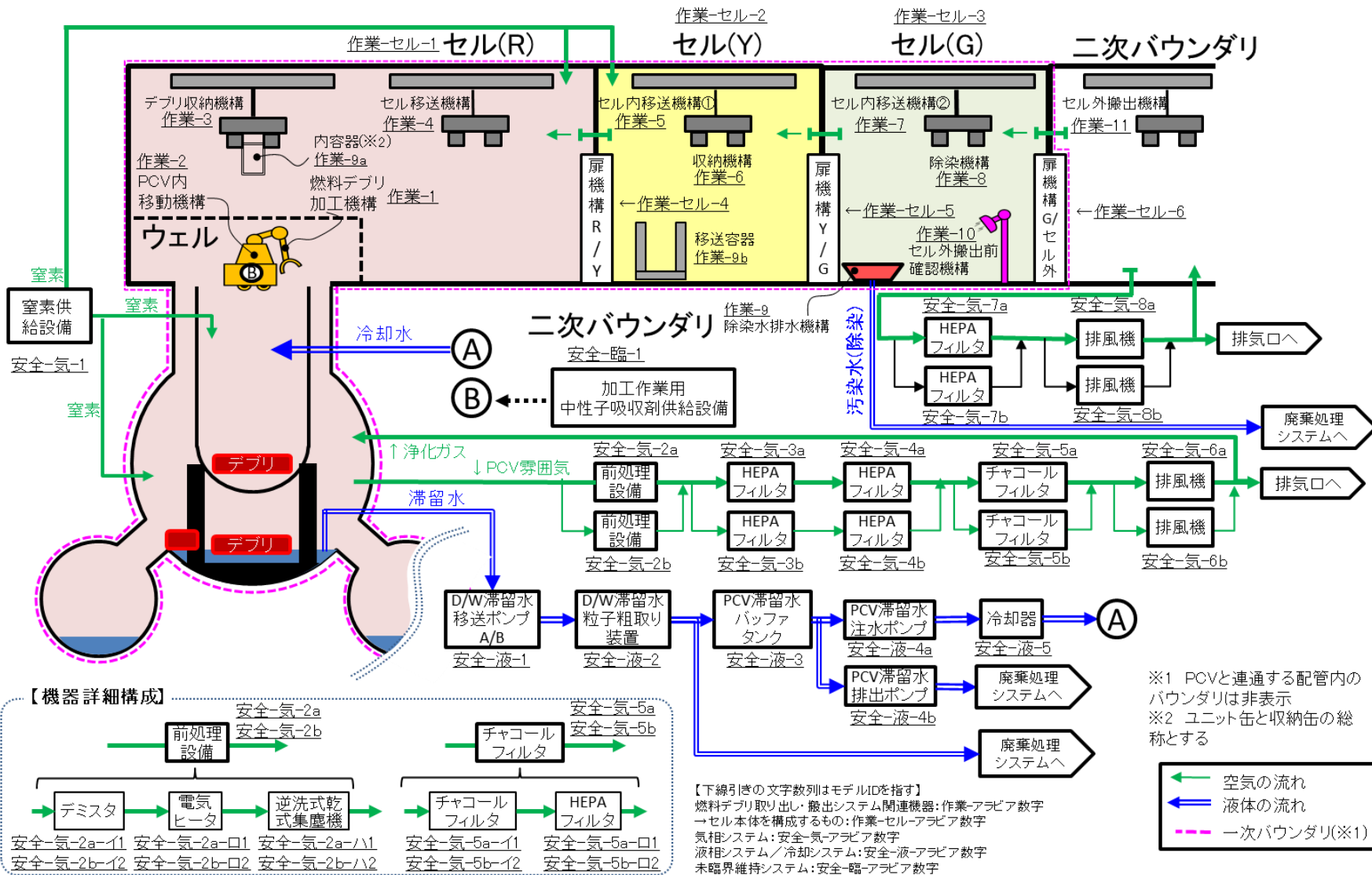
(a)機器配置図

- 作業設備モデルおよび安全設備モデルの設定情報に基づき、機器配置図を設定した。
- 安全設備の系統構成については東京電力ホールディングス(株)より提供された設計情報を参考に設定した(注記1、注記2)。

注記1
 ・提供を受けた設計情報は現時点での暫定であり、決定情報ではない。
 ・安全システムの系統構成は複数候補があり、本PJではその中の1つを代表ケースとして選択した。

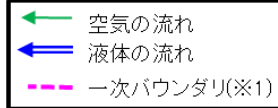
注記2
 本モデルは表現の都合上、上取り出し工法を連想する内容だが、横取り出し工法も検討対象である。実際の評価は両工法共通条件に基づき実施している。

PCV内の環境条件は添付資料6.2.3.3-1を参照。



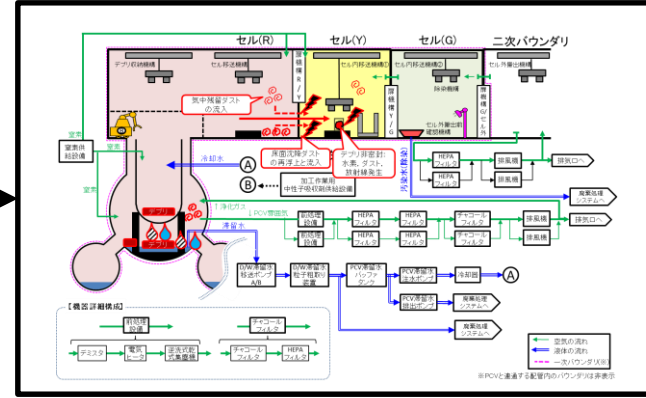
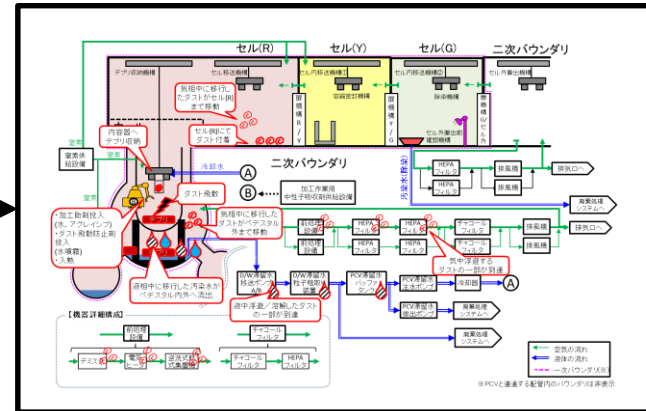
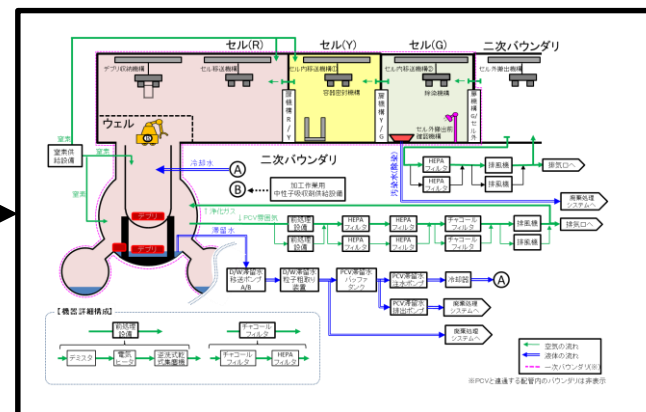
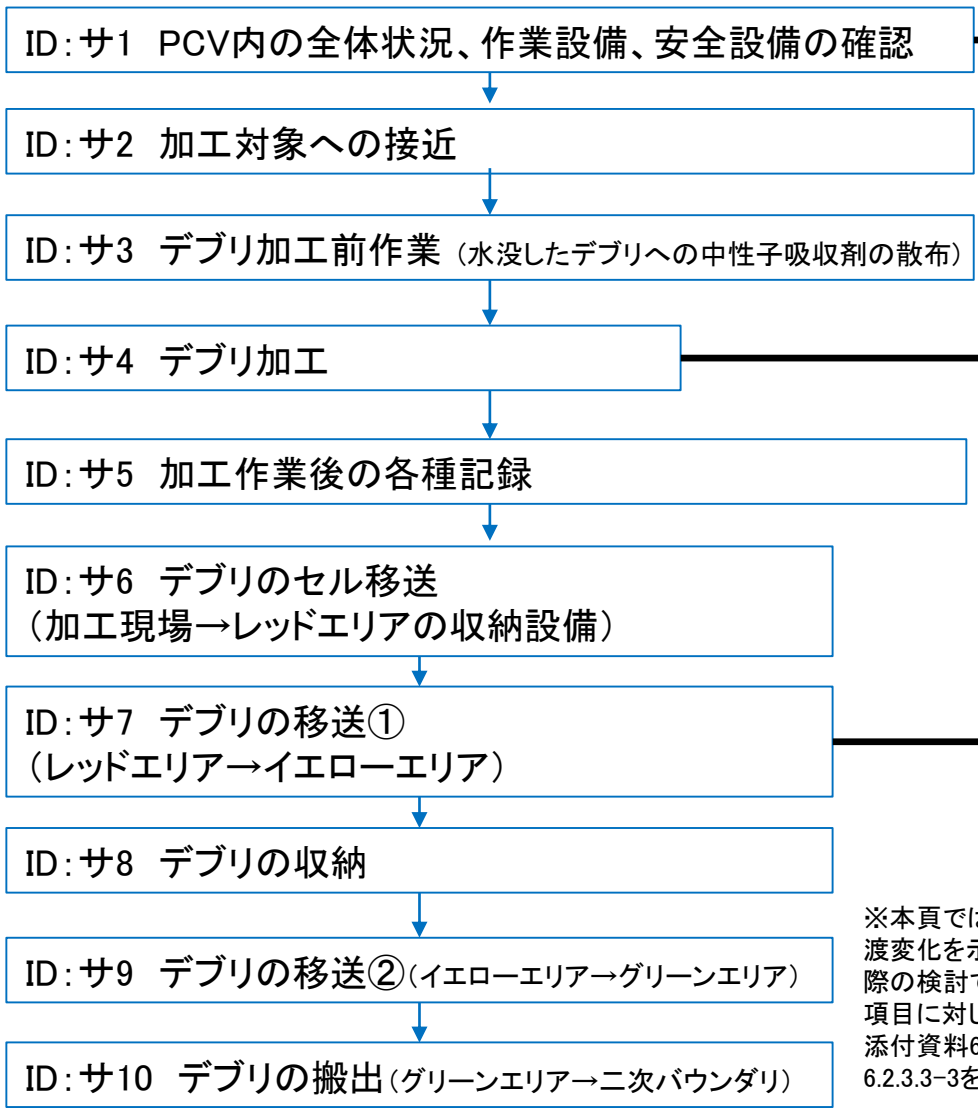
※1 PCVと連通する配管内のバウンダリは非表示
 ※2 ユニット缶と収納缶の総称とする

【下線引きの文字数列はモデルIDを指す】
 燃料デブリ取り出し・搬出システム関連機器: 作業-アラビア数字
 →セル本体を構成するもの: 作業-セル-アラビア数字
 気相システム: 安全-気-アラビア数字
 液相システム/冷却システム: 安全-液-アラビア数字
 未臨界維持システム: 安全-臨-アラビア数字



重要監視項目は、以下に示す機器の何れかで発生する作業遅延要因(=エラー)を検知するための物理量と、その検知条件で表現

前頁に示した機器配置図に対して、「日々の作業フロー」を適用し、作業設備の活動によるPCV内環境の過渡的な変化をコマ図方式で予測。



※本頁では例として3つの過渡変化を示しているが、実際の検討では全ての作業項目に対して作図している。添付資料6.2.3.3-2および6.2.3.3-3を参照のこと。

PCV内環境の変化は安全設備への外乱になる。具体的な外乱内容を次頁にて設定

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.4 リスク評価 6.2.4.1 作業設備によるPCV内の環境変化設定

(a)検討方針

詳細な検討フローは添付資料6.2.4.1-1を参照

■安全設備への外乱となる物理量の候補

- | | |
|-------|----------------------------------|
| 調査項目① | :加工時のダスト性状(粒径、マスバランス) |
| 調査項目② | :加工時に投入する加工助剤、飛散防止剤、熱エネルギーの量 |
| 調査項目③ | :加工時に投入する中性子吸収剤の投入量と加工時の異物性状(粒径) |
| 調査項目④ | :加工時の治具の運用パラメータ(例.カッター回転量、刃厚など) |
| 調査項目⑤ | :移送時のダスト性状(粒径、マスバランス) |
| 調査項目⑥ | :移送時の燃料デブリからの水素発生量 |
| 調査項目⑦ | :除染時の使用水量 |

■調査対象(IRID プロジェクト)

- 平成30年度補助事業「燃料デブリのダスト集塵システムの技術開発」
- 平成26年度、平成27年度、および平成29年度補助事業「原子炉圧力容器内部調査技術の開発」
- 平成26年度補助事業「燃料デブリ・炉内構造物取り出しの基盤技術開発事業」
- 平成28年度補助事業「燃料デブリ・炉内構造物の取り出し基盤技術の高度化」
- 平成30年度補助事業「燃料デブリ・炉内構造物の取り出しに向けた技術の開発」

■調査対象(IRID プロジェクトでのデータ不足の補完)

- 平成18年度経済産業省委託調査「発電用原子炉廃止措置工事影響評価技術調査(環境影響評価パラメータ調査研究)」添付資料:廃止措置工事環境影響評価ハンドブック(第三次版)(財)電力中央研究所、H19年3月
- METI、除染技術カタログ

https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/120626/120626_01j.pdf (URL有効確認日:2022.8.3)

安全設備への外乱になる可能性のある物理量を調査

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.4 リスク評価 6.2.4.1 作業設備によるPCV内の環境変化設定

(b)PCV内環境変化の設定

・総ダスト発生量の試算方法とその他の変化一覧表は添付資料6.2.4.1-2を参照
 ・PCVの静的な環境変化による影響評価結果は添付資料6.2.4.1-3を参照

■PCV内環境変化一覧表(代表例)

燃料 デブリ 種類	想定性状				想定加工方法			ダスト粒径			
	密度 [g/cm ³]	圧縮強度 [MPa]	主成分	所在領域	加工 モード	機器名	備考	気中加工(飛散抑制剤無し)		水中加工	
								---	[μm]	---	[μm]
燃料 デブリ塊	11	クラフト・岩盤 上(上 部):2000 上記以 外:230	【Uリッチ】 (U, Zr)O ₂ -C、 (Zr, U)O ₂ -T、 【Feリッチ】 UO ₂ 、Fe、Zry-2、 α-Zr(O)、 SUS/Fe、 Fe ₂ (Zr, U)、 ZrB ₂ 、Fe ₂ B、 Zr(O)、Fe ₂ Zr	PV内部 ペDESTAL (床部/内 部/ 外部) ドライウエル	切断	ディスク カッター	ブレード径: 200 mm 刃厚: 1 mm 回転数: 1000 rpm	気中 浮遊	何れもピーク粒径範囲 2~3(質量濃度分布) 0.1~0.3(個数濃度分布)	気中 浮遊	不明
								沈降	何れもメディアン径 0.3(個数分布) 7.9(堆積分布)	沈降	50より上
								周辺 部飛 散	気中浮遊/沈降の何れか	水中 浮遊	50以下

ダスト総発生量		マスバランスとダスト移行量						加工助剤投入量		飛散防止剤投入量 (気中加工時のみ)			
		気中加工		水中加工		水中加工							
気中加工	水中加工	マス バランス		ダスト 移行量	マス バランス		ダスト 移行量	投入物	総投入量	投入物	総投入量		
[g]	[g]	---	[%]	[g]	---	[%]	[g]						
1242.1	1242	気中浮遊	4	49.7	気中浮遊	2E-05	0.0	【気中加工】 水:1L/min	198 L	ミスト: 0.05L/min	9.9 L		
		沈降	37	459.6	沈降	99.5	1235.9					↑ (※)	↑ (※)
		周辺部飛 散	59	732.9	水中浮遊	0.5	6.2						

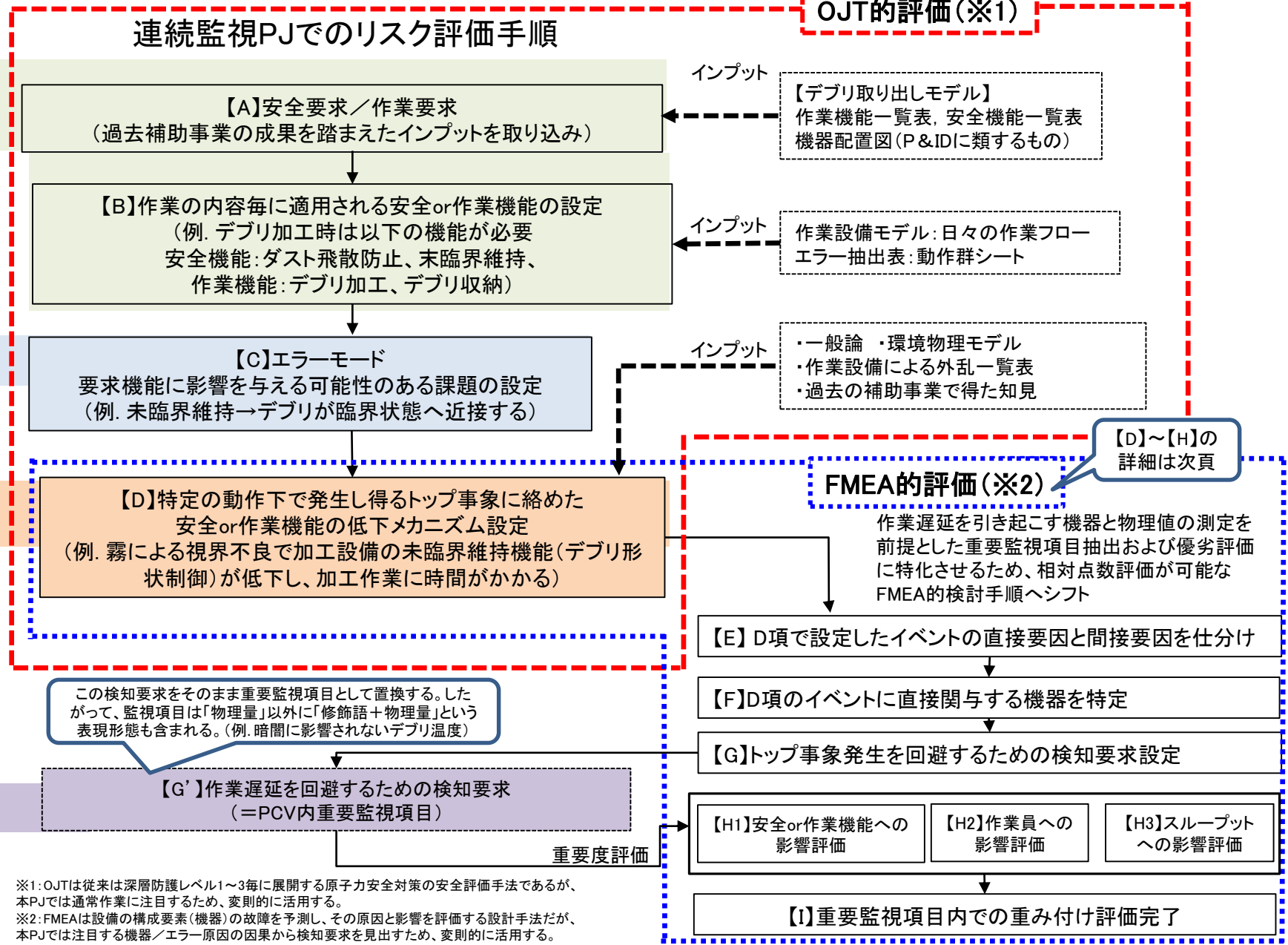
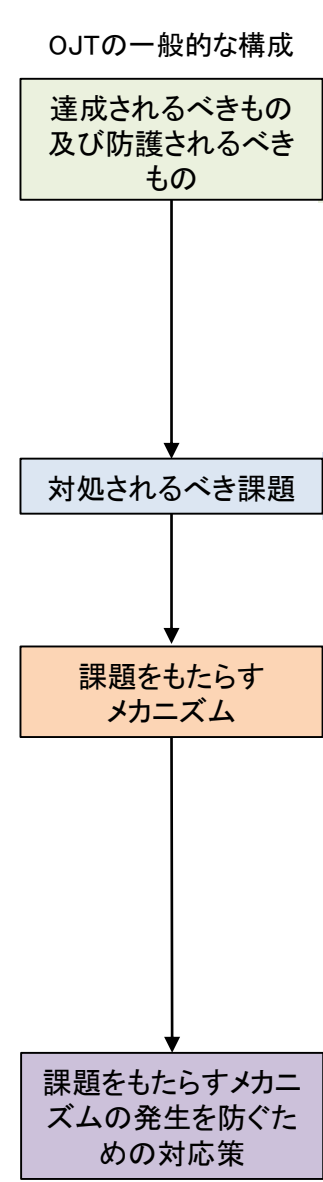
※日中10時間の作業時間のうち、正味の加工時間を3.3時間とする

本情報は安全設備への外乱候補(特に赤破線部)として、リスク評価に活用する

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

OJT的手法(トップダウン)とFMEA的手法(ボトムアップ)により、重要監視項目を網羅的に抽出した。

6.2.4 リスク評価 6.2.4.2 リスク評価手順



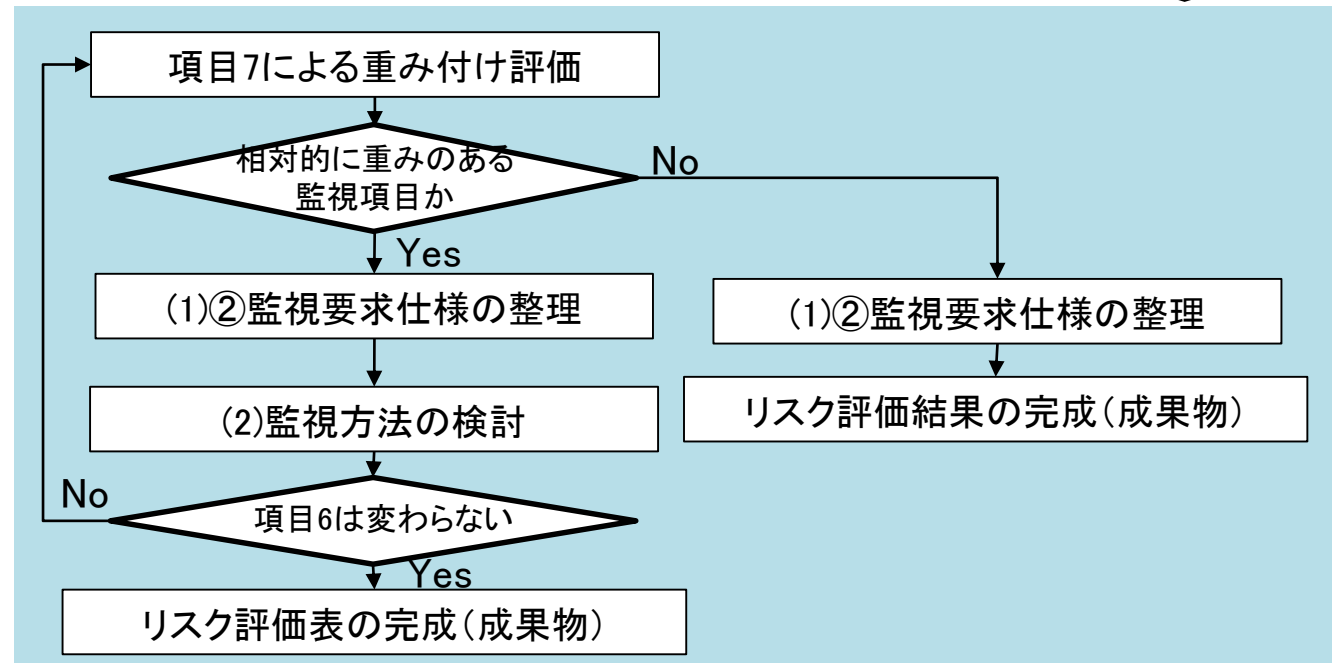
6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.4 リスク評価 6.2.4.2 リスク評価手順

■リスク評価表への重み付けの入力(1/4)

- 前頁に示すFMEA的評価は右表に示すリスク評価表として表現する。
- 前頁の【H】項(重み付け評価)は表中の項目7に入力する。詳細は次頁で示す。
- 重み付けは、右下図のフローのように妥当性を確認した上で決定する。

項目1	項目2	項目3	項目4	項目5	項目6	項目7
対象機器	対象機能が担う安全機能もしくは作業機能	作業遅延要因(=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	連続監視PJでの評価観点
HEPAフィルタ	ダスト濃度低減	PCV内ダスト濃度低減機能低下の加速	HEPAフィルタの有効流路面積が減少し、フィルタ性能が維持できない	加工地点からHEPAフィルタに移行するダストの蓄積によるフィルタ要素の部分的閉塞	フィルタ差圧	評価内容は次頁にて解説



重み付け評価の妥当性確認は、実施項目(1)②および(2)にて行う

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.4 リスク評価 6.2.4.2 リスク評価手順

■リスク評価表への重み付けの入力(2/4)

下表の項目6に示される検知要求(=重要監視項目)に対して、項目7シリーズに示すように安全/作業員/スループットの観点で重み付けする。

項目1	項目2	項目3	項目4	項目5	項目6	前々頁の【H1】項 項目7-1	前々頁の【H2】項 項目7-2	前々頁の【H3】項 項目7-3	項目7-4
対象機器	対象機能が担う安全機能もしくは作業機能	作業遅延要因(=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	安全機能もしくは作業機能への阻害対策の有無	作業員による的確な迅速な現場対応への影響	項目7-1の対策によるスループットへの影響	評価結果
HEPAフィルタ	ダスト濃度低減	PCV内ダスト濃度低減機能低下の加速	HEPAフィルタの有効流路面積が減少し、フィルタ性能が維持できない	加工地点からHEPAフィルタに移行するダストの蓄積によるフィルタ要素の部分的閉塞	フィルタ差圧	1点～4点で採点(下表参照)	1点～4点で採点(下表参照)	1点～4点で採点(下表参照)	項目7-1～7-3の積

※項目1～6の記入内容は前頁と同じ



■項目7-1の得点表

- 【4点】対応策が決定されていない
- 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
- 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
- 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績があ。

■項目7-2の得点表(安全システムの場合)

- 【4点】作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
- 【3点】作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
- 【2点】定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
- 【1点】定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-2の得点表(燃料デブリ取り出し・搬出システムの場合)

- 【4点】直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
- 【3点】直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
- 【2点】直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
- 【1点】直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表

- 【4点】対応策がなく、スループット影響が不明
- 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
- 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
- 【1点】スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

・項目7-2は燃料デブリ取り出し・搬出システムと安全システムとで内容が異なる。その理由は次頁参照
 ・評価結果(項目7-4)に出力される点数の意味と取り扱い方については次々頁にて説明

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.4 リスク評価 6.2.4.2 リスク評価手順

■リスク評価表への重み付けの入力(3/4)

～重み付けの考え方①(点数が低くなる条件)～

- (項目7-1)・・・既に対策が検討されている、あるいは対策の為に技術開発されているものは点数を低くする
- (項目7-2)・・・現場から得られるデータ(主にデジタル値)が、作業員が習熟しなくとも容易に判断できるものは点数を低くする
- (項目7-3)・・・スループットへの影響が無いものは点数を低くする。

～重み付けの考え方②(項目7-2が作業設備と安全設備で分かれる理由)～

- 燃料デブリ取り出し・搬出システム(作業システム)は不明瞭なPCV内環境で作業継続する必要がある。よって、PCV内環境変化を克服するための**監視対策の実現性(=導入に課題があるか)**に注目した。
- 安全システムは作業システムが引き起こすPCV内の過渡的な環境変化に対して、安全機能へ与える影響への対策が求められる。よって、**安全機能の劣化原因が特定しやすいか(=予測性が良いか)**注目した。
- 一方、作業設備で導入した点数の定義文「導入に課題がある／実現性が見込める」については評価者によって、解釈が乖離しないよう評価事例を以下のように定義した。

導入に実現性が見込める:

検知要求に対して適用する計器を仮定し、計器の出力(デジタル値など)から直接的に判断ができる。また計器活用にあたって開発課題などもない。(例. 検知要求がPCV内雰囲気温度である場合: シース型熱電対を使うと仮定すると、熱電対から出力されるデジタル値は、閾値を設定すれば運転員が習熟していなくとも作業阻害事象が発生しているかどうか直接的に判断できる。また、シース型熱電対は既に1Fに適用実績があり、開発課題はない。)

導入に課題がある:

検知要求に対して適用する計器を仮定し、計器の出力(デジタル値など)から直接的に判断ができない。また計器活用にあたって開発課題などがある。

(例. 検知要求がRPV内デブリの寸法である場合: カメラ映像を使うと仮定すると、カメラから出力される映像そのものからは、運転員は寸法を直接的に判断できない。画像処理による機械的処理の支援が必要になる。また、カメラは一般的に耐放射線性が低く、高線量環境で使用するには開発課題がある。)

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.4 リスク評価 6.2.4.2 リスク評価手順

■リスク評価表への重み付けの入力(4/4)

～項目7-4に出力される点数の性質～

(設計指標としての性質)

- 点数が低いものは、監視不要というわけではない。点数の高低は限られたリソースの中で各重要監視項目への注力度合いを意思決定する一つの指標である(※)。
- (監視システム開発としての性質)
- 点数が相対的に低いものは「作業阻害要因への対策が開発中のもの」、「既に概念設計で対策検討が開始されているもの」、「過去に1Fで適用実績がある。あるいは応用が見込めるもの」である。
 - 即ち、点数が相対的に高いものは、現時点の1F補助事業等で十分に検討されていないものである可能性が高く、監視技術の開発が要請される可能性が高い。

※ 本PJはスループット確保の観点での指標を示すが、将来的には作業阻害要因の発生頻度についても考慮していく必要がある。

～項目7-4の得点が高いものに対する取り扱い～

(本PJでの扱い)

- 令和4年度の研究で注目すべき重要監視項目候補として最初に注目すべきもの。
 - 点数が高いものは各工法へのヒアリング(作業阻害要因への対策有無)によって下がる可能性があるため、点数修正を含めて令和4年度に注目採否を決定する。
- (各工法での扱い)
- 各工法が監視システムの導入を検討するための最初に注目すべきインプットとなる。
 - なお、本PJは特定の工法に依らない汎用的なリスク評価方法を提唱している。このため各工法は自工法の特徴を考慮してデブリ取り出しモデルを見直した上で、項目7-4を再評価する必要がある。

点数が低い監視項目：監視は必要だが、本PJ実施時点で各種対策が検討されている
点数が高い監視項目：本PJ実施時点で監視を含めた対策が不十分である可能性がある

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.4 リスク評価 6.2.4.3 評価結果 (a)重要監視項目

■実際の表現内容(気相システム)

■項目7-1の得点表
 【4点】対応策が決定されていない
 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 【4点】作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 【3点】作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 【2点】定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 【1点】定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 【4点】対応策がなく、スループット影響が不明
 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 【1点】スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID		重要監視項目							重要監視項目の重み付け評価								
工程	コ3	※1		本項目の詳細は添付資料 6.2.4.3-2参照					※2		※3			項目7-4 (評価結果)			
作業	サ4	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1	項目7-2		項目7-3		個別	代表点
分析番号	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響		
安-気-1	HEPAフィルタ	ダスト濃度低減	PCV内ダスト濃度低減機能低下の加速	HEPAフィルタの有効流路面積が減少し、フィルタ性能が維持できない	①	加工地点からHEPAフィルタに移行するダストの蓄積によるフィルタ要素の部分的閉塞	(a)HEPAフィルタ差圧	直接 (項目4)	HEPAフィルタにおけるダストの蓄積により差圧が上昇し、またこの傾向は流入するダストの量・粒径分布に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	1	フィルタ目詰まりは日々の積算によるものであり、予測性は良い	1	項目7-1が1点のため	1	3
							(b)HEPAフィルタ入口のダスト量・粒径分布	間接 (項目5)		1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	
安-気-2	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からHEPAフィルタに移行するダストによるフィルタ要素の腐食による部分的破損	(a)HEPAフィルタ上流/下流側ダスト濃度比	直接 (項目4)	HEPAフィルタに蓄積するダストによるフィルタ要素の劣化でフィルタ要素が部分的に破損し、上流と下流側のダスト濃度比が低下する。この傾向は、フィルタに流入するダストの量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成) に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	フィルタ下流側ダスト濃度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)HEPAフィルタ入口のダスト量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成)	間接 (項目5)		1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	継続的な監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	

分析番号はこれら2つの文字数列の組み合わせで定義

【分析番号のナンバリングの法則】
 気相設備: 安-気-アラビア数字
 液相設備: 安-液-アラビア数字
 冷却設備: 安-冷-アラビア数字
 液相未臨界維持設備: 安-臨-アラビア数字

(※1)レイアウトの都合上、項目2の名称を省略。正式名称: 対象機器が担う安全機能もしくは作業機能
 (※2)レイアウトの都合上、項目7-1の名称を省略。正式名称: 安全機能もしくは作業機能への阻害対策の有無
 (※3)レイアウトの都合上、項目7-3の名称を省略。正式名称: 項目7-1の対策によるスループットへの影響

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.4 リスク評価 6.2.4.3 評価結果 (a)重要監視項目

■実際の表現内容(デブリ取り出しシステム)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID		重要監視項目					重要監視項目の重み付け評価					項目7-4 (評価結果)			
工程	作業	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		個別	代表点
分析番号	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー(間接原因)対処によるスループットへの影響		
作B-	1	燃料デブリ加工機能	燃料デブリの性状と選択する加工方法の相性が悪く、加工方法決定に時間がかかる。	最適な加工方法の判断遅延	様々な性状を持つ燃料デブリ	【項目4/5】 (a)加工エリアの燃料デブリ性状(圧縮強度)	3	作業	デブリ取り出しPJでは、デブリの性状(主に圧縮強度)に応じたデブリ加工方法を検討しており、1つのデブリに対して複数の加工方法を順次試行する作業要領も検討されている。	4	デブリに対する最適な加工方法決定のために必要な性情データは圧縮強度以外に明示されておらず、課題がある。	2	項目7-1の加工方法の順次試行をする間は、作業量が制限される。	24	24
作A-	1	【気相】デブリ過剰加熱防止機	暗闇(視界不良)でデブリを過剰に加熱し、放射性物質が揮発する	過剰加熱による放射性物質の揮発	暗闇(視界不良)による過剰加熱	【項目4】 (a)暗闇に影響されない加工現場のダスト濃度	3	安全	下記の一般的な対応方法で安全機能を維持するが、実現性は未評価。 ・作業の一時停止 ・冷却水の注入	2	・ダスト濃度の閾値を設定すれば直接的な判断が可能。 ・暗闇かつ高線量環境のデブリ加工現場でダスト濃度を測定する技術が必要。	3	項目7-1の対応による作業の一時停止期間が不明のため、スループットが大幅に低下するものとする。	18	18
						【項目5】 (b)暗闇に影響されないデブリ温度	3	安全	同上	2	・デブリ温度の閾値を設定すれば直接的な判断が可能。 ・サーモカメラで測定する場合、高線量環境での耐放射線性で課題がある。	3	同上	18	18

前頁※1参照

前頁※2参照

前頁※3参照

【分析のナンバリングの法則】
 安全機能関連: 作A-アラビア数字
 作業機能関連: 作B-アラビア数字

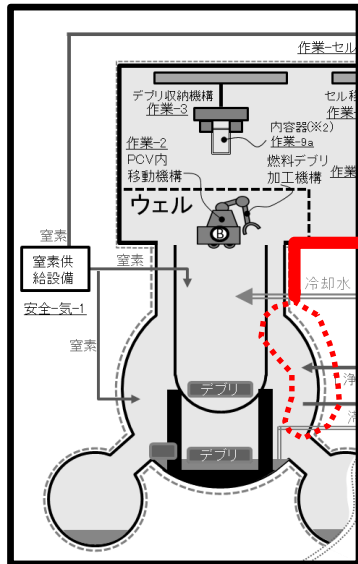
6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.4 リスク評価 6.2.4.3 評価結果 (a)重要監視項目

■安全設備で注目度の高い重要監視項目(1/2)

- リスク評価結果から、スループットに影響があり(=項目7-3が2点以上)、さらに作業(安全)機能上の対策が開発中あるいは十分に設定されていない項目(=項目7-1の評価点3点以上)となる、**注目度の高い重要監視項目**を以下に示す。
- 重要監視項目の重要度評価において、安全機能を構成する機器の内、**既存設備で且つ静的バウンダリを構成するPCVが高重要度として抽出された。**
- 全重要監視項目の早見表については添付資料6.2.4.3-1を、詳細版は添付資料6.2.4.3-2を参照のこと。

表. デブリ加工作業中における気相閉じ込めシステムの重要監視項目(抜粋)



機器名	監視項目の設定元となる作業遅延要因	作業遅延を検知するための重要監視項目	リスク評価表の重み付け評価	
			項目7-1	項目7-3
【気相閉じ込めシステム】 PCV	【分析番号: サ4 安-気-14, 15】 PCVが劣化し、開口面積が増大することでインリークが発生し、PCV内外差圧が低下する	PCV内外差圧	4	3
		D/W水面上付近のPCV壁面へ飛来するミスト量・化学的性質(pH、塩化物イオン濃度)	4	3

上記以外の監視項目も含めて、令和4年度に注目すべきものを選定する。

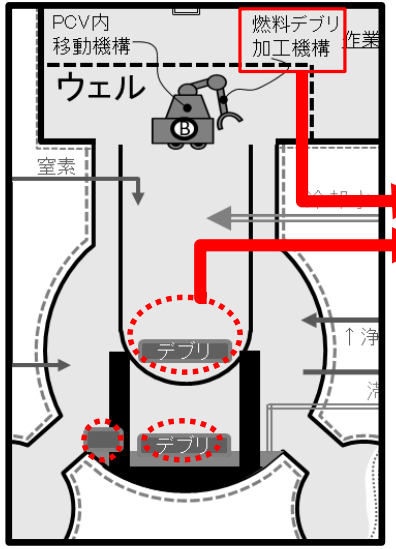
6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.4 リスク評価 6.2.4.3 評価結果 (a)重要監視項目

■安全設備で注目度の高い重要監視項目(2/2)

- ・ リスク評価結果から、スループットに影響があり(=項目7-3が2点以上)、さらに作業(安全)機能上の対策が開発中あるいは十分に設定されていない項目(=項目7-1の評価点3点以上)となる**注目度の高い重要監視項目の代表例を示す**。これらは次年度の研究で注目する重要監視項目の候補となる。
- ・ 全重要監視項目の早見表については添付資料6.2.4.3-1を、詳細版は添付資料6.2.4.3-3を参照のこと。

表. 燃料デブリ加工時における作業システムの重要監視項目(抜粋)



機器名	監視項目の設定元となる作業遅延要因	作業遅延を検知するための重要監視項目	リスク評価表の重み付け評価	
			項目7-1	項目7-3
【デブリ取り出しシステム】 デブリ加工機構	【分析番号:サ4 作B-3】 加工治具の損耗が早く、頻繁な交換によって加工に時間がかかる	加工治具の損耗度	3	2
		加工するデブリの圧縮強度	3	2
	【分析番号:サ4 作B-7】 霧で加工結果(所定の大きさまで加工できたか)が得られず、やり直して時間がかかる	霧に影響されない加工済みデブリの寸法	4	4

【“加工治具の損耗度”の解説】

- ・ 別途補助事業で開発中のツールチェンジャによる治具の即時交換技術を現場適用すれば、**スループットへの影響を最小化することも期待できる**。その期待度は工法によって異なる。

【“霧に影響されない加工済みデブリの寸法”の解説】

- ・ 目視を阻害する現場状況によっては代替手段が必要になる可能性がある。
- ・ 各工法を検討する**他の補助事業PJに対して対策有無をヒアリングし、令和4年度の取り扱いに係る検討が必要である**。

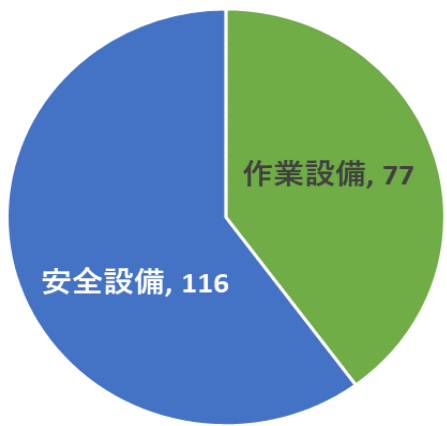
6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.4 リスク評価 6.2.4.3 評価結果 (b)全体傾向

■(参考)安全設備／作業設備を包含した全体的な結果(1/2)

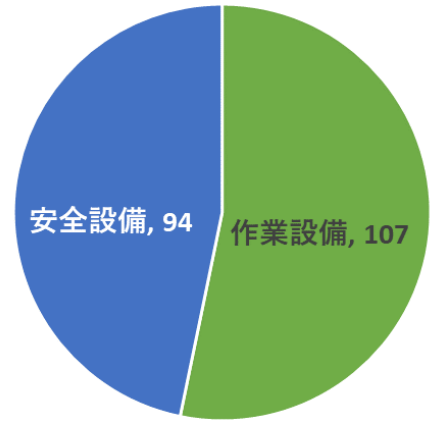
- リスク評価結果のうち、抽出した作業阻害要因(=エラー数)と重要監視項目の内訳を以下に示す。
- デブリ取り出しモデルとリスク評価表の相関性は添付資料6.2.4.3-4を参照のこと。

項目1	項目2	項目3	項目4	項目5	項目6
重要監視項目の抽出評価					
対象機器	対象機能が担う安全機能もしくは作業機能	作業遅延要因(=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求
HEPAフィルタ	ダスト濃度低減	PCV内ダスト濃度上昇	HEPAフィルタが劣化し、HEPAフィルタ効率が設計値を担保されないことでPCV内ダスト濃度が上昇する。	加工地点からHEPAフィルタに移行するダストの蓄積によるフィルタ要素の部分的閉塞	(a)フィルタ差圧 (b)HEPAフィルタ入口のダスト量・粒径分布



作業阻害要因(エラー)の総抽出数
(グラフ内の数字はエラー数)

項目3の個数=エラー数
本表の場合、1件



重要監視項目の総抽出数(※)
(グラフ内の数字は監視項目数)

項目6の個数=重要監視項目数
本表の場合、2個

※重複する監視項目は除外

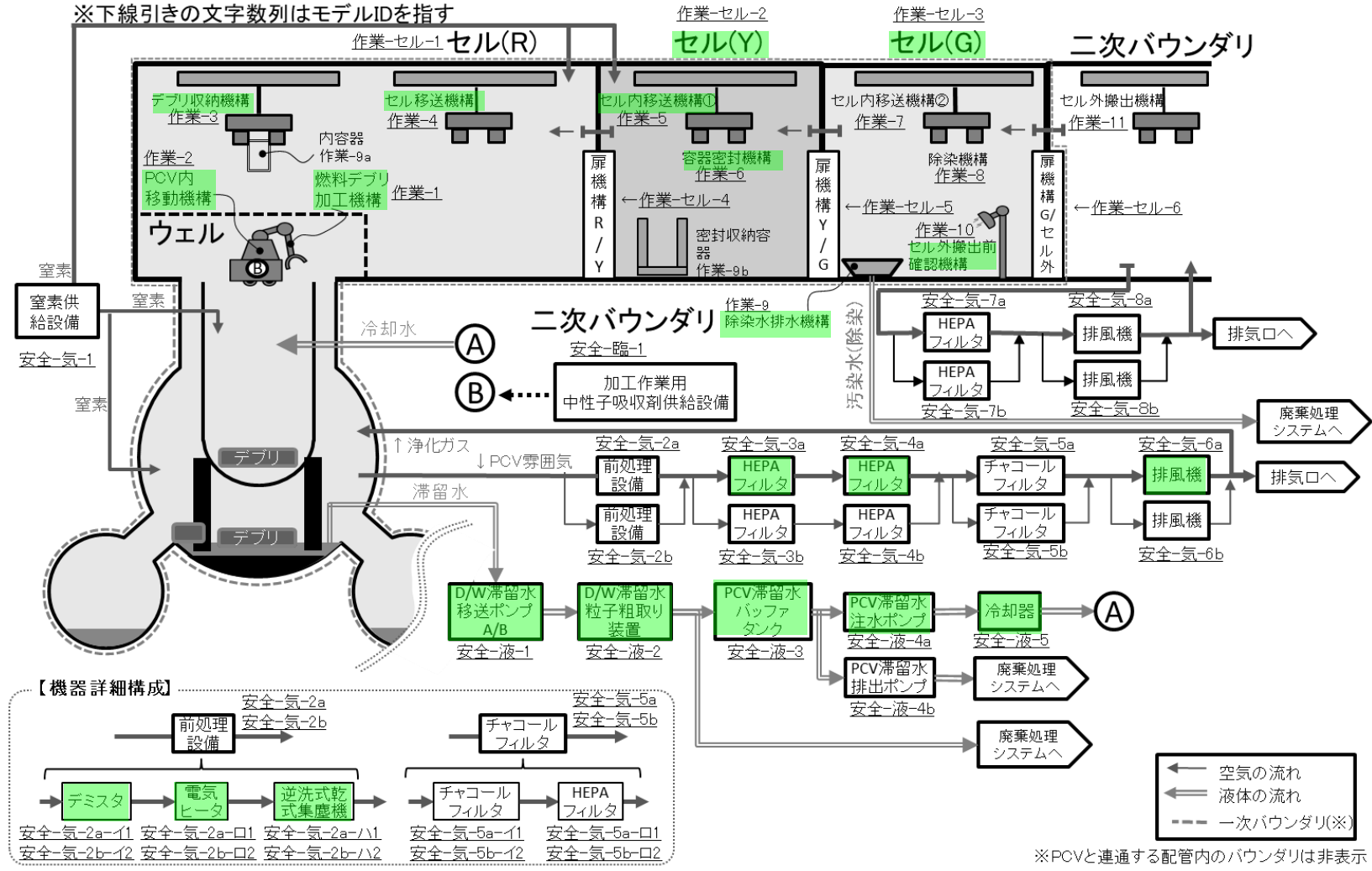
エラーの総抽出数は193件、重要監視項目の総抽出数は201個

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.4 リスク評価 6.2.4.3 評価結果 (b)全体傾向

■(参考)安全設備／作業設備を包含した全体的な結果(2/2)

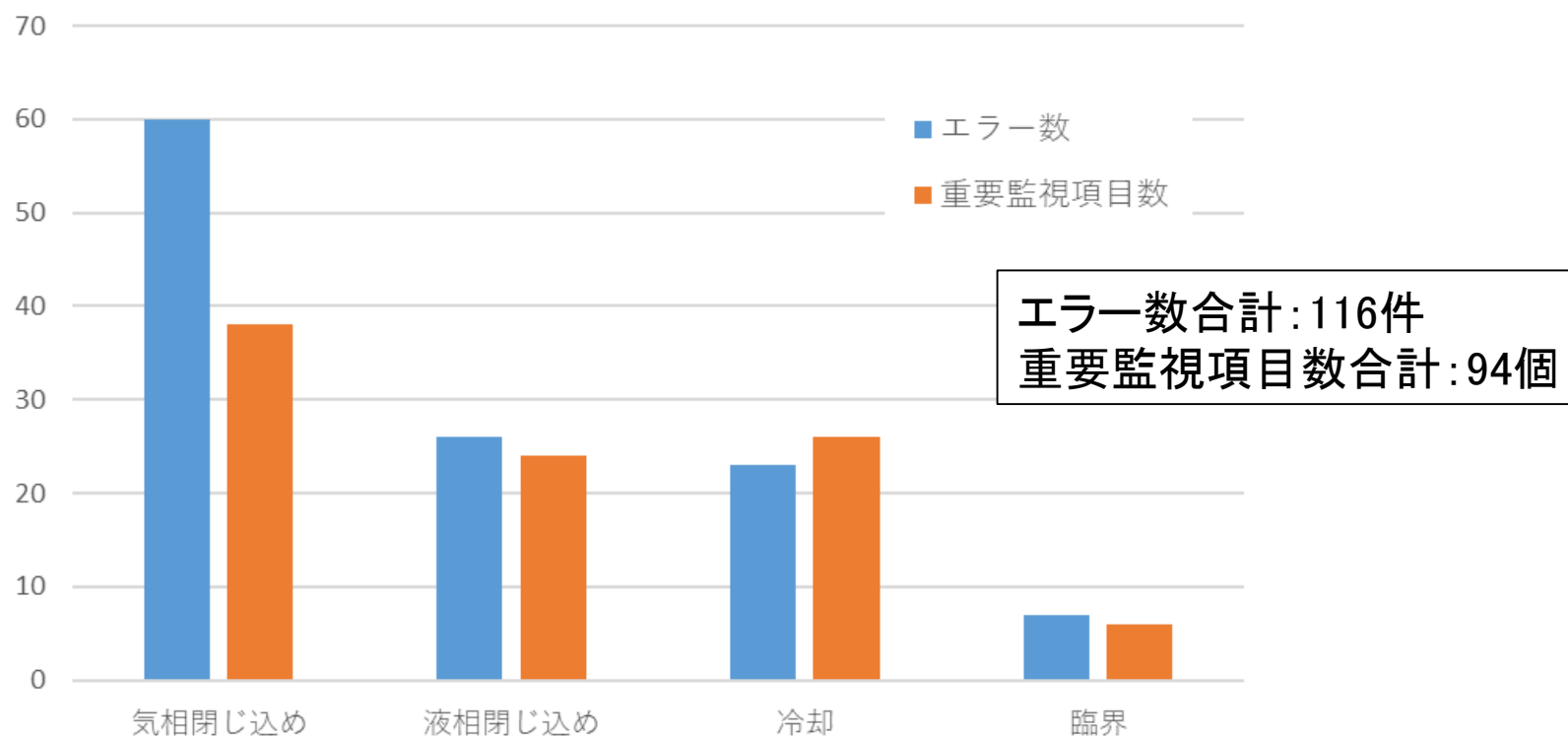
- 作業阻害要因の影響を受ける主要な機器を、右図(機器配置図)の緑色ハッチングにて示す。



次頁より安全設備／作業設備それぞれの詳細解説を示す

■(参考)安全設備の全体傾向(1/2)

- 下図に各システムの作業遅延要因(=エラー)および重要監視項目の抽出数を示す。エラー数は安全機能を構成する機器の数に大きく依存する。
- 重要監視項目数については、直接監視項目(安全機器によるプロセス変化)および間接監視項目(燃料デブリ取り出し作業による環境変化)を含めたものを重複がないように整理した。



作業遅延要因および重要監視項目の数は何れも気相閉じ込めが最多

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.4 リスク評価 6.2.4.3 評価結果 (c)安全設備の傾向

■ (参考)安全設備の全体傾向(2/2)

- リスク評価表で抽出した作業遅延要因(=エラー)の重み付け評価結果を示す。
- 安全機能へのリスクが顕在化していることを検知しているにもかかわらず、安全機能を維持するための手段の実現性が低い場合においては安全機能への影響が大きく、また同様にスルー putt への影響も大きくなり、エラーの重み付けにおいても高得点となる。
- 上記の観点から、気相閉じ込めの得点が高い結果となった。

安全要求	エラーの重み付け評価結果	
	最高点	最低点
気相閉じ込め	48	1
液相閉じ込め	4	3
冷却	4	3
臨界防止	4	3

No.59
で示した
監視項目

重み付け評価結果の最高点は、気相閉じ込め設備の作業遅延要因であった

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.4 リスク評価 6.2.4.3 評価結果 (d)作業設備の傾向

■ (参考)作業設備の全体傾向(1/2)

燃料デブリ取り出し・搬出システムの作業遅延要因(エラー)の抽出傾向を示す(以下図)。

【全体傾向で確認したパターン】

- 燃料デブリに対して直接的な作業(モデルID サ4)が、**エラー抽出数最多**。
→理由:ダスト飛散など、PCV内環境の動的な変化が顕著。既存補助事業の成果(データベース)も充実しているため。
- 燃料デブリを容器に収納して搬出する作業(モデルID サ6～9)は、**サ4と比べてエラー抽出数は減少**。
→理由:セルによるPCV内雰囲気との断絶。燃料デブリ収納による影響の低減。



モデルID	作業名
サ1	PCV内の全体状況、作業設備、安全設備の確認
サ2	加工対象への接近
サ3	デブリ加工前作業(水没デブリへの中性子吸収剤散布)
サ4	デブリ加工
サ5	加工作業後の各種記録
サ6	デブリのセル移送(加工現場→レッドエリアの収納設備)
サ7	デブリの移送①(レッドエリア→イエローエリア)
サ8	デブリの収納
サ9	デブリの移送②(イエローエリア→グリーンエリア)
サ10	デブリの搬出(グリーンエリア→二次バウンダリ)

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.4 リスク評価 6.2.4.3 評価結果 (d)作業設備の傾向

■ (参考)作業設備の全体傾向(2/2)

- ・ リスク評価表で抽出した作業遅延要因(=エラー)の重み付け評価結果を示す。
- ・ 最高得点は「モデルID サ4:デブリ加工」におけるエラー「燃料デブリの加工結果(燃料デブリ細断完了)の確認に時間がかかる」となった。

モデルID	作業名	エラーの重み付け評価結果(※1)	
		最高点	最低点
サ1	PCV内の全体状況、作業設備、安全設備の確認		
サ2	加工対象への接近	9	1
サ3	デブリ加工前作業	18	12
サ4	デブリ加工	64	9
サ5	加工作業後の各種記録		
サ6	デブリのセル移送 (加工現場→レッドエリアの収納設備)	9	3
サ7	デブリの移送① (レッドエリア→イエローエリア)	6	2
サ8	デブリの収納	12	4
サ9	デブリの移送② (イエローエリア→グリーンエリア)	4	1
サ10	デブリの搬出 (グリーンエリア→二次バウンダリ)		

No.60の表の「霧に影響されない加工済み燃料デブリの寸法」など

※1 リスク評価表の項目7-4の得点を引用

重み付け評価結果の最高点は、燃料デブリ加工時の作業遅延であった

6. 実施内容 6.2 実施内容(1)「PCV内監視項目の調査」

6.2.5 監視要求仕様の整理

- 重要監視項目に対する監視要求仕様の設定例を下表に示す。
- 実施項目(2)「監視方法検討」の活動に向けて、計器選定上一般的に重要と考えられる以下項目を個別に設定した。

【監視要求仕様】

検出場所、検出個所数、測定物理量、測定計器への耐腐食環境性、測定レンジ(概略)、測定環境条件(空間線量率、温度、圧力、湿度)、検出精度要求

	重要監視項目	検出場所	検出個所数	測定単位	計器要求耐腐食性	概略測定レンジ	測定環境条件	要求検出精度
デブリ取り出しシステム	(デブリ加工時の)デブリ寸法	加工中のデブリ(RPV、ペDESTAL内外)	デブリ取り出し装置に付帯	cm	以下成分による腐食を考慮すること ・海水由来の塩素 ・中性子吸収剤由来のホウ酸水 ・結露	臨界PJでは1回当たりの加工範囲を16cm×16cm×16cm立方に制限していることから以下とする。 ・1cm～30cm	RPV：最大5000 Gy/h 温度：最大50℃ 圧力(ゲージ圧)：-2000～500Pa 湿度：100%(結露あり)	±1cm
気相閉じ込めシステム	PCV内外差圧	PCV内外	2箇所(PCV内1箇所/PCV外1箇所)代表点のみでなく複数箇所計測の要否は今後の設計段階で判断	Pa	結露による腐食を考慮すること	-2000～+500Pa	【プロセス条件】 線量：高線量 温度：100℃以下 圧力：大気圧±2000Pa 湿度：100%(結露あり) 【周囲環境条件】 線量：高線量 温度：100℃以下 湿度：100%(結露あり)	±10 Pa

6. 実施内容 6.3 実施内容(2)「監視方法の検討」

6.3.1 監視方法の多様化検討

- 検知要求項目の一部は作業遅延回避を目的とする**作業設備側の対策を想定し、それを支援できる検知要求への置き換えや詳細化を検討する必要がある**。作業設備の例を以下に示す。安全設備の例は次頁で示す。

工程	コ3	: デブリ取り出し		重要監視項目											
作業	サ4	: デブリ加工		重要監視項目の重み付け評価											
分析 番号	項目 1	項目2	項目3 (エラー抽 出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結 果)		
	対象 機器	対称が 担う機 能	作業遅延要因	エラーの直接 原因	エラーの間接 原因	作業遅延を回避 するための検知 要求	点 数	該 当 機 能	機能障害対策の有無	点 数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点 数	エラー(間接原因) 対処による スループットへの影 響	個 別	代 表 点
作A- 11	デブ リ加 工機 構	【臨 界】 デブリ 加工形 状制御 機能	加工により飛散 するダストで PCV内ダスト濃 度許容値に接近 する	形状変化によ るデブリの臨 界近接	構造物の落下	【項目5】 (b)構造物が落下 モードへ至る構 造強度	3	安全	・デブリ取り出しPJでは中性子吸収剤 の散布 (作業一時停止) による再臨界 防止技術が開発中である。 ・デブリ取り出しPJでは、加工箇所が 脆くなり、重力落下することを防止す るため加工物を支えるサポートアーム や落下物を受け止め皿などの概念が検 討されている。	4	・構造物の構造強度は、欠陥、ひずみ、応力、亀 裂などの種々のパラメータに基づき評価する必要 があり、直接的な判断は困難。 ・一般産業では橋梁やコンクリートトンネルなど の構造強度評価のための非破壊検査装置 (超音波 測定器など) が存在するが、高線量環境での耐放 射線性や複雑形状への適用方法などの技術課題が ある。	2	項目7-1の対応によ り、中性子吸収剤の 散布中は、作業量が 制限される。	24	24

【作業設備 モデルID「サ4:デブリ加工」の検知要求「構造物が落下モードへ至る構造強度」の場合(上記表)】

- 本作業遅延の回避目的は「周辺構造物が落下する可能性の有無を把握する」ことである。上記リスク評価表では検知要求として、「構造物が落下モードへ至る構造強度」を設定した。
- 一般に構造物強度を評価するには、許容応力に対して現場で付加される応力を想定し、破断や疲労破壊など種々の破壊モードが起きるかどうかを見極める必要がある。よって、**本検知要求を満足するために必要なデータは、現場の構造物の材質、損傷状況、寸法など多岐に渡る**。
- 上記の一方、実際の燃料デブリ取り出し作業では「構造物が落下しないように支持する専用アームを導入する」、「構造物落下を受け止める受けパンや緩衝材を設置する」、「落下予測地点周辺へ中性子吸収剤を事前散布する」といった**作業設備のハード設計対応で作業遅延を回避する方策も考えられる**。
- したがって、検知要求「構造物が落下モードへ至る構造強度」が上記例のようなハード設計対応に対して必須であり、**より詳細化が必要なのか、あるいは別の代替検知要求を設定しても目的達成できるか**を令和4年度にて評価していく必要がある。

令和3年度に設定した重要監視項目は、作業設備が実施する作業遅延対策を支援する内容に修正が必要なものも含まれる

6. 実施内容 6.3 実施内容(2)「監視方法の検討」

6.3.1 監視方法の多様化検討

工程	コ3 : デブリ取り出し		①加工時に発生するダストの粒径および飛散量														
	作業		サ4 : デブリ加工		重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価						
分析番号	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの 間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/ 間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスルー プットへの影響	個別	代表点
安-気-1	HEPAフィルタ	ダスト濃度低減	PCV内ダスト濃度上昇	HEPAフィルタが劣化し、EPAフィルタ効率が設計値を担保されないことでPCV内ダスト濃度が上昇する。	①	加工地点からHEPAフィルタに移行するダストの蓄積によるフィルタ要素の部分的閉塞	(a)HEPAフィルタ差圧	直接 (項目4)	HEPAフィルタにおけるダストの蓄積により差圧が上昇し、またこの傾向は流入するダストの量・粒径分布に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	1	フィルタ目詰まりは日々の積算によるものであり、予測性は良い	1	項目7-1が1点のため	1	3
							(b)HEPAフィルタ入口のダスト量・粒径分布	間接 (項目5)		1							

【安全設備 モデルID「サ4: デブリ加工」の検知要求「HEPAフィルタ下流側ダスト濃度」の場合】

- 本作業遅延は、HEPAフィルタに蓄積するダストによるフィルタ要素の劣化でフィルタ要素が部分的に破損することを想定したものである。この作業遅延は上流と下流側のダスト濃度比が低下することで検知可能である。
- **本検知は破損の予見を目標としていない**(即ち、破損した結果を検知することを目標としている)。
- 本検知目標が設定できる根拠は、HEPAフィルタが破損してもフィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えによる**バックアップ対策が検討されているため**である。
- 上記のため、**工法によっては敢えて予見に対するアルゴリズムを検討する必要が無い可能性もある**。このような性質をもつ重要監視項目の取り扱いを次年度に評価していく必要がある。

現時点で作業阻害要因に対するバックアップ対策がなされているものは
リソースをかけて予兆検知する必要が無いものもある

■R3年度の実施内容まとめ

【実施内容(1):PCV内監視項目の調査】

①重要監視項目の調査

- 日々、運転員が的確迅速に現場対応できることを目的に、作業遅延に繋がるPCV内監視項目を調査し、リスクの要因(=作業遅延要因)を抽出し、**その要因を検知するためのPCV内重要監視項目を設定した。**
- リスク要因の抽出方法として、安全機能を付加した燃料デブリ取り出し・搬出プロセスをモデル化した。
- 抽出したリスク要因は、計画された燃料デブリ取り出し状態からの逸脱度合いの観点(評価項目:安全、運転員、スループット)で重み付けのうえ評価した。

②監視要求仕様の整理

- 上記①で抽出したPCV内重要監視項目に対して、要求される現場データ(=**検知すべき物理量**)を設定した。
- さらに、各物理量に対して計測のために必要な諸元、レンジ、精度を検討した。

【実施内容(2):監視方法の検討】

①監視方策の多様化検討

- 次年度の研究に向けて、重要監視項目の初期的な分析を行い、**作業設備側のハード対応を想定し、それを支援できる検知要求への置き換えや詳細化を検討する必要性を確認した。**

6. 実施内容

6.5 成果の反映先への寄与

- 最終的な成果物の予定インプット先はNo.15に示す通りだが、令和3年度の成果は以下のように寄与する。

誰に	何を	どのような形で
各工法で検討する作業設備に、	燃料デブリ取り出し作業によるPCV内の環境変化に起因するリスクに対して、通常作業を継続していくための重要監視項目を、	報告書にてインプットする。
各工法で検討する安全設備に、	同上	同上

6.6 課題

- 6.2.4.3項に示したように、抽出した重要監視項目に対して令和4年度に注力すべきものを選定する必要がある。この課題については、実施内容(2)「監視方法の検討」にて検討する。
- 6.3.1項に示したように、抽出した重要監視項目の中には、作業遅延に対する各工法設備の対策内容によって、柔軟に見直す必要がある。この課題については、実施内容(2)「監視方法の検討」にて検討する。

6. 実施内容

6.7 目標に照らした達成度

■TRL(No.18の再掲)

実施内容	目指す効果	(補足)TRL定義
(1)PCV内の監視項目の調査	燃料デブリ取り出し中におけるPCVの閉じ込め機能維持、未臨界状態の監視等、安全要求を満足するためにPCV内で状態監視すべき項目を調査し、抽出・整理していること。	(技術開発課題の調査や整理は開発項目と異なるため、技術成熟度(TRL)は設定しない。)
(2)監視方法の検討	実施内容(1)の整理結果に基づき、PCV内監視のための各計測機器設置に向けた課題を抽出し、課題解決に向けた計画を立案していること。 (終了時目標TRL:レベル2)	従来経験として適用できるものがほとんど無い領域の開発、エンジニアリングを実施し、要求仕様を設定する作業をしている段階。
(3)統合管理支援技術の運用方針検討	実施内容(1)および(2)の結果に基づき1F統合管理に資する支援項目を抽出し、現地で活用方策を計画していること。 (終了時目標TRL:レベル1)	開発、エンジニアリングの対象について、基本的内容を明確化している段階。

令和3年度はPCV内重要監視項目を抽出した
上記TRLのうち、実施内容(1)をスケジュール通り達成した

6.8 今後の予定

■ 令和4年度の対応

- 令和3年度に実施したリスク評価結果をインプットに、**当初スケジュール通り**、「実施内容(2)監視方法の検討」、および「実施内容(3)統合管理支援技術の運用方針検討」に取り組む。

**令和3年度開始「廃炉・汚染水対策事業費補助金
(福島第一原子力発電所廃止措置統合管理のための
支援技術の開発
(原子炉格納容器内の連続的な監視システムの開発))」**

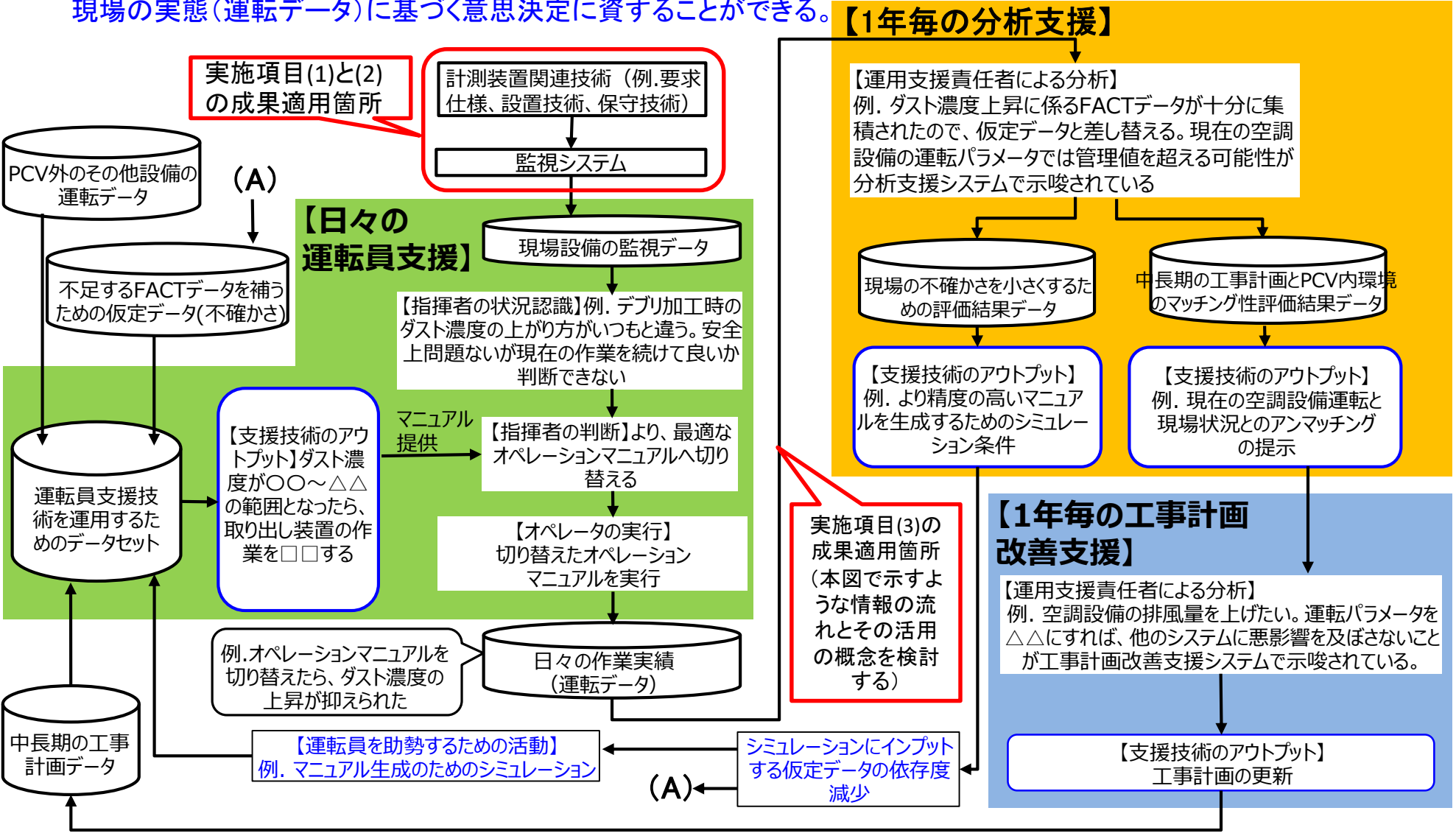
**2021年度実施分成果
～添付資料集～**

2022年8月

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

添付資料2-1: 監視データ運用概念(3つの支援技術の役割)

- 監視システムに基づく情報運用概念の一例を示す。監視システムから得た運転データ(FACTデータ)は運転員支援、分析支援、工事計画改善支援にそれぞれ活用し、**運転データを蓄積することによって不確かさを減じる分析を行い、各種支援技術の信頼性を向上していく。**
- 支援技術の向上は、スループット確保のために日々の作業手順あるいは中長期の工事計画の改善について、**現場の実態(運転データ)に基づく意思決定に資することができる。**



添付資料3.2-1: 研究の開発フロー(詳細版)

No.2

- ・PCV内外の構造情報
- ・法律/実施計画/保安規定
- ・その他(現在のPCV内監視項目、など)

例. デブリ取り出しモデルにフィルタ目詰まりを間接監視できる排風モータが反映されていなかった

例. フィルタ目詰まりを間接監視できない

設計への参考情報としてインプット

設計への参考情報としてインプット

設計へのインプット

事業者におけるペネトレーション活用計画

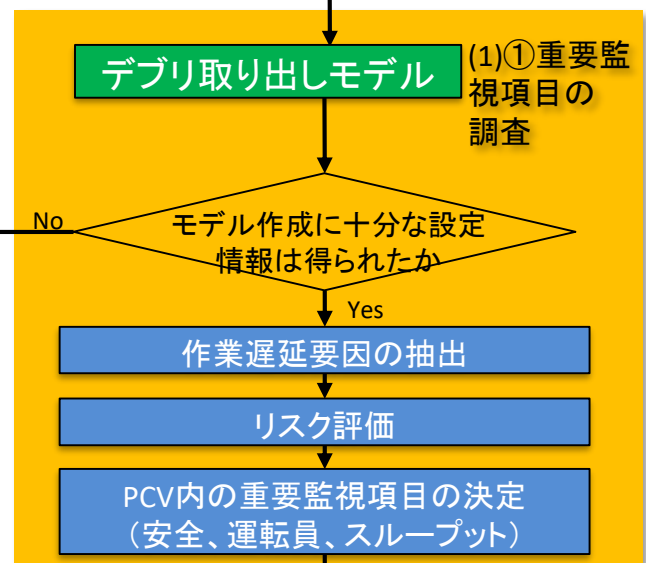
運転員視点での事業者ニーズ(次年度)

- 1F補助事業各PJでのシステム検討結果
- 燃料デブリ取り出し・搬出システム(PCV内)
 - 気相系システム(PCV内)
 - 液相系システム(PCV内)

【不足を補う対応】バラツキをもたせた設定を本PJで実施

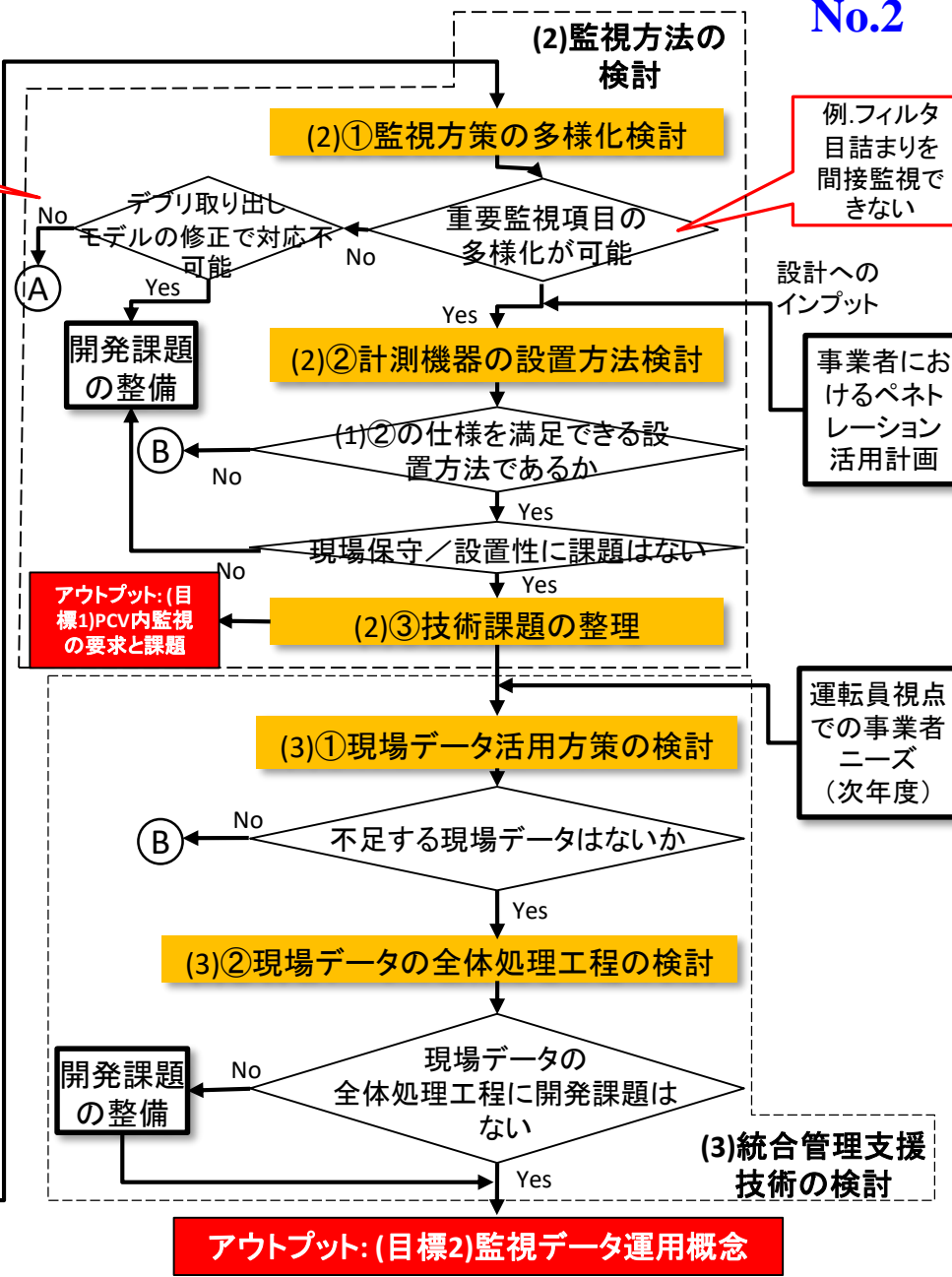
運転員視点での事業者ニーズ(初年度)

要求計測精度と現場作業進捗に伴う現場環境変化(バラつき)も考慮



(1)②監視要求仕様の整理

(1)PCV内監視項目の調査



開発課題の整備

開発課題の整備

目標通りのアウトプットになるよう、随所で見直し判定を設定

■他PJへの寄与(デリバリー)の詳細

各PJへの寄与は以下となる。

【本PJの目標達成のための主たる成果】

- 重要監視項目(安全、運転員、スループットの観点で重み付け)とその実現手段。あるいは実現に向けた課題。

【上記成果に基づく各PJへの寄与】

- 各工法における重要監視項目の設定や見直しができる。
- 各工法における必要監視技術の特定ができる。

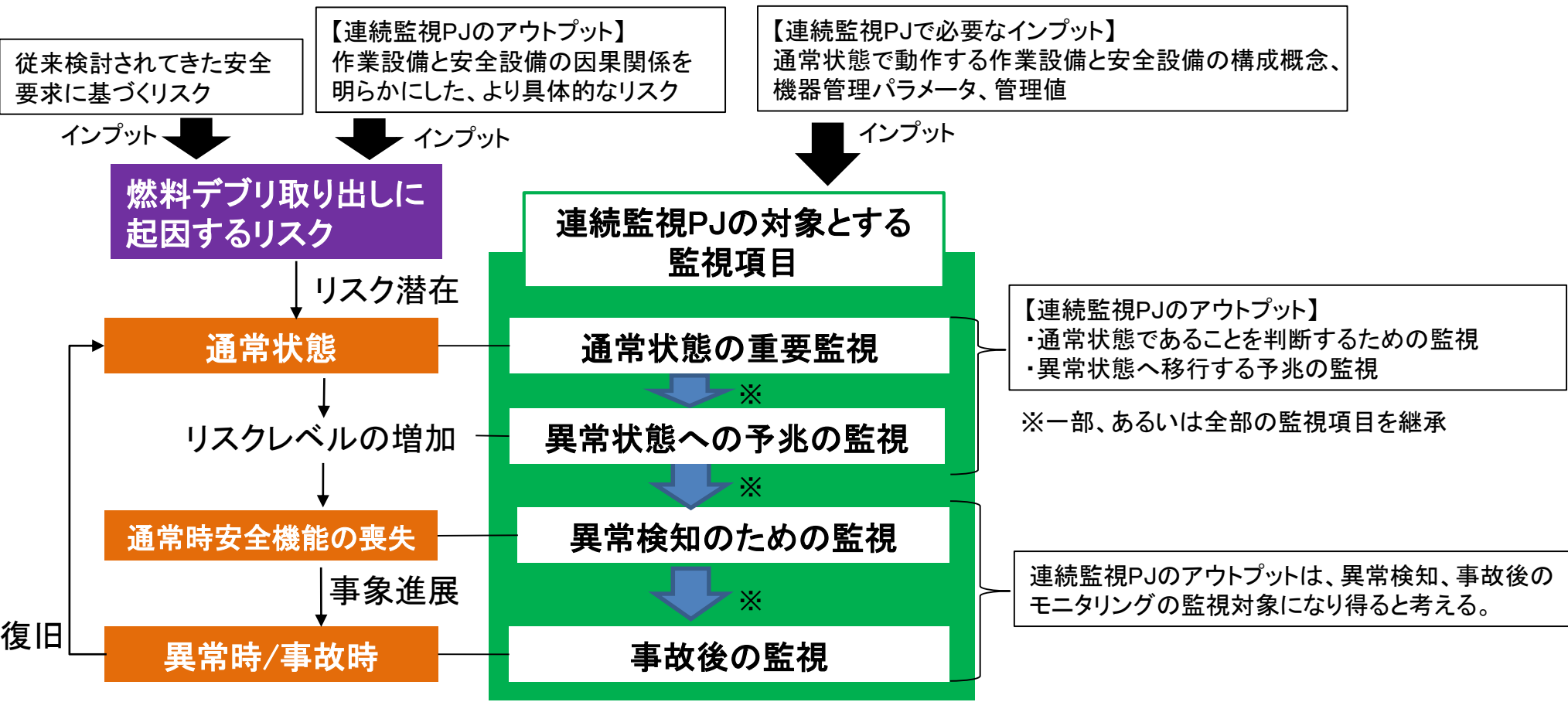
【二次的効果】

- 各工法が通常作業を継続していくための・・・
 - 工法の監視項目決定に至る評価プロセスを提示
(6章の検討内容がこれに相当)
 - 安全状態を継続するシステムの設計条件の抽出プロセスを提示
(6.2.4項のリスク評価の実行手順がこれに相当)
 - 上記2つの「→」の精度向上のために必要な追加検討事項を提示
(例. 試験データ、現場データ、物理モデルなど)

本PJは各工法で採用すべき重要監視項目の候補提示の他、二次的効果で通常作業継続のための各種設計プロセスを提示する

添付資料6.2.1-1: 検討の前提条件(リスクレベルに応じた監視の寄与)

- 本PJでは通常状態維持のために必要な監視項目を検討していくが、抽出する項目はリスクレベル全般にわたって寄与すると考えられる。具体的には以下のA)、B)が挙げられる。
 - A) 燃料デブリ取り出しに起因する安全上のリスクについて、**より具体的**にする。
 - B) 通常時の安全上のリスクが現実化し、異常状態へ移行したことを確認するための監視だけでなく、**異常状態へ移行する予兆を捉え、先回り処理するための監視項目**を抽出する。



監視システムは安全対策の異常と予兆を監視し、スループット確保を支援する

■ 検討結果①「燃料デブリをどこで加工するのか」

- 1F補助事業「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」や「燃料デブリ・炉内構造物の取り出し基盤技術の高度化」では、燃料デブリが気中に露出している、もしくは水没している状態で加工することが計画されている。
- よって、加工場所は気中もしくは水中とした。

■ 検討結果②「どのような性状の燃料デブリか」

- 性状把握PJ(*)で整理した燃料デブリの性状を作業工程の観点で7種類(その他含む)に仕分けた。

性状把握PJで仮定した燃料デブリ形状	主成分	連続監視PJでの分類	
溶融または破損した構造物	Fe	既設構造物(表面汚染有り)	
破損したCRD/CRDハウジング	B4C、Fe		
溶融デブリが付着し、破損した炉心支持板	Fe		
未溶融の破損した燃料ピンおよび構造物	UO ₂ 、Zry-2	燃料	
燃料集合体の一部が溶融せずに残ったもの	UO ₂ 、Zry-2、(U、Zr)O ₂ -C、(Zr、U)O ₂ -T、Zr(O)、Fe	<ul style="list-style-type: none"> ・Uリッチの燃料デブリ塊 ・Feリッチの燃料デブリ塊 	
溶融した炉心材料が急冷され、小片になったもの	(U、Zr)O ₂ -C、(Zr、U)O ₂ -T		
溶融プール上部表面付近で比較的初期に固化したもの	(U、Zr)O ₂ -C、(Zr、U)O ₂ -T、Fe		
溶融プール中央付近でゆっくりと冷却され塊になったもの	(U、Zr)O ₂ -C、(Zr、U)O ₂ -T、Fe		
溶融プール下部表面付近で比較的初期に固化したもの	(U、Zr)O ₂ -C、(Zr、U)O ₂ -T、UO ₂ 、Fe		
下部ヘッドで固化した溶融デブリ	(U、Zr)O ₂ -C、(Zr、U)O ₂ -T、Zr(O)、Fe ₂ Zr		
溶融した炉心材料が急冷され、小片になったもの	(U、Zr)O ₂ -C、(Zr、U)O ₂ -T		
MCCI時に溶融プール上部表面で比較的初期に冷却固化したもの	(U、Zr)O ₂ -C、(Zr、U)O ₂ -T、Al-Ca-Si-O		MCCI形成物
MCCI時に溶融コリウムがゆっくりと冷却され塊になったもの	(U、Zr)O ₂ -C、(Zr、U)O ₂ -T、Al-Ca-Si-O		
MCCI各部位に析出した金属部	Fe		
溶融コリウムプールとコンクリートの境界部	(U、Zr)O ₂ -C、(Zr、U)O ₂ -T、SiO ₂ 、(Zr、U)SiO ₄ 、Al-Ca-Si-O		
現時点で性状把握PJで定義されていないもの	---	その他	
上記の燃料デブリのうち、加工時などに発生する0.1mm以下の粉状のもの		燃料デブリ粉(**)	

(*)「燃料デブリの性状把握・分析技術の開発」研究報告書(H31、3月)

(**)燃料デブリ粉のうち、気相/液相へ流入する可能性のあるものをダストと呼ぶ

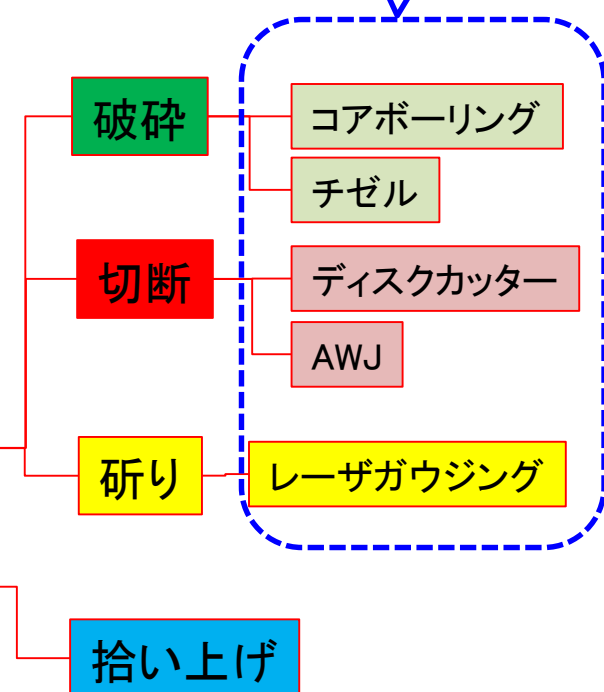
■ 検討結果③「どのように加工するのか」

- 工法・システム高度化PJ(*)ではスループット評価の前提条件として工法に依らない加工方法を設定しており、本PJでも採用する。

(*) 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

作業設備モデルでは「破碎、切断、拾い上げ」の括りで取り扱うが、加工方法特有の正常状態の阻害要因を抽出するため、破線部内の評価も実施する。

No.	項目	条件
1	燃料デブリ取り出し期間目標	1号機:10年間、2号機:10年間、3号機:10年間
2	年間燃料デブリ取り出し日数	200日間(作業日数以外はメンテナンス日とする)
3	1日の燃料デブリ加工時間	10時間以内
4	燃料デブリの量	総量が最も多い3号機を想定する。(CRD計装管付着:6ton*、ペDESTAL内:最大222ton、ペDESTAL外:最大146ton、合計:374ton)
5	燃料デブリ加工ツール	1. MCCI:チゼル加工、超音波コアボーリングなど。 2. CRD計装管付着:ディスクカッター、AWJ、レーザなど。 3. 金属類付着:ディスクカッター、AWJ、レーザなど。
6	燃料デブリ加工速度	1. チゼル加工、超音波コアボーリング:本事業の要素試験結果による。 2. ディスクカッター、AWJ、レーザ:干渉物撤去と同様の加工速度。 3. コアボーリング:3.25kg/h(2016年度試験結果) 4. レーザガウジング:4.76kg/h(2016年度試験結果)
7	燃料デブリ回収方法	把持、すくうなどの実績がある回収方法を試算条件として適用し、要素試験結果も考慮する。
8	燃料デブリハンドリング速度	実績があるハンドリング方法を試算条件として適用し、要素試験結果も考慮する。



*1:平成27年度の炉内状況把握PJによる検討結果。

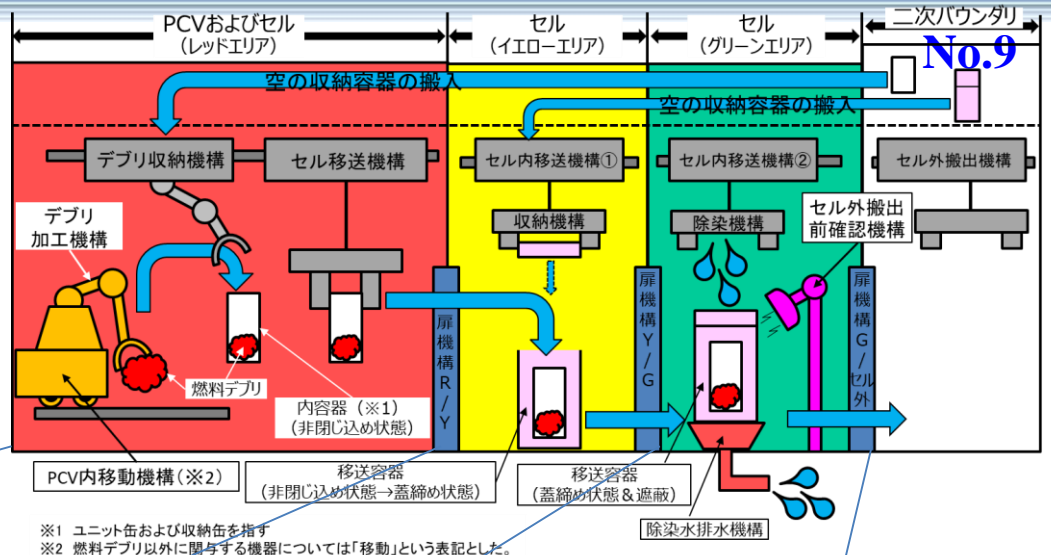
■ 検討結果④何を使って回収するのか

- 検討結果②に示す燃料デブリ粉(ダスト)については、安全設備の気相／液相処理システム上に設置するフィルタで回収するものとし、作業設備モデルには不含とした。
- 1F補助事業「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」では、以下の工法を検討している。
 - 上取り出し工法:プラン①／プラン②
 - 横取り出し工法:プランA、プランB、プランC
- 上記5つの工法は、燃料デブリを収納する容器について以下の活用を検討している。
 - 上取り出し工法:プラン① → 搬出容器
 - 上取り出し工法:プラン② → ユニット缶
 - 横取り出し工法:プランA、B、C → ユニット缶、(プランAとCは収納缶も利用)
- 上記何れもPCV雰囲気内で最初に加工物を収納する容器である。これら容器は一次バウンダリからの搬出時に安全上の理由からさらに別の容器に収納する場合がある。
- 例えば、ユニット缶は寸法管理による臨界防止機能以外の安全機能(閉じ込め、遮蔽、除熱など)は持たないため、キャスクなどに収納する必要がある。
- そこで、作業設備のモデル上では燃料デブリを直接収納する容器を「**内容器(ユニット缶、収納缶の総称)**」とする。さらに、内容器を収納して一次バウンダリ外へ安全に搬出する容器を「**移送容器**」として設定する。

燃料デブリは内容器に直接収納し、一次バウンダリ搬出前に移送容器へ収納する

添付資料6.2.3.1-2:セル設備の環境条件

- [1] デブリ取り出しPJ(2020年度最終報告書), 4.1.1.1(3)(i)-130~131頁
- [2] デブリ取り出しPJ(2020年度最終報告書), 4.1.1.1(3)(i)-3頁、表 4.1.1.1(3)(i) - 3
- [3][9] デブリ取り出しPJ(2020年度最終報告書), 4.1.2.4(2)-2頁、表 4.1.2.4(2) - 2
- [4] デブリ取り出しPJ(2020年度最終報告書), 4.1.2.4(3)-18頁、表 4.1.2.4(3) - 11
- [5] METI, 除染技術カタログ, 高圧水ジェット除去法 https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/120626/120626_01j.pdf
- [6] デブリ取り出しPJ(2020年度最終報告書), 4.1.1.1(3)(i)-2頁、表 4.1.1.1(3)(i) - 2、容器表面はPCV内通過によりウエルやRPV内面と同程度汚染すると仮定
- [8] (容器外表面積 × 容器表面汚染濃度) × ダスト飛散率 × 24時間 ÷ セル空間体積
- [9] セル内流速10[cm/s]の上昇流がある場合



※1 ユニット缶および収納缶を指す
 ※2 燃料デブリ以外に関与する機器については「移動」という表記とした。

パラメータ	セル(R)	セル(Y)	セル(G)	二次バウンダリ
容器表面線量率	ガンマ線: 約1.0E+05 [mSv/h] [1] 中性子線: 約10 [mSV/h] [1]	同左 (内容器収納前)	【ガンマ線】 表面: 2 [mSv/h] [4] 表面から1m離れた箇所: 0.1 [mSv/h] [4]	同左
容器表面汚染濃度	1.0E+08 [Bq/cm ²] [6]	同左 (内容器収納前)	0.4 [Bq/cm ²]以下 [4]	同左
各セル寸法(本PJで仮定)	セル(R): 高さ11[m]、幅11[m]、奥行き14[m]	同左	同左	---
容器表面からのダスト飛散によるセル内汚染濃度上昇量	飛散率: 1.0E-10 [1/s] [2] 空気汚染濃度(24時間): 1.7 E-03 [Bq/cm ³] [8] ダスト粒径[9]: 15[μm]以下(UO ₂)、 20[μm]以下(Fe)、40[μm]以下(コンクリート)。	同左 (内容器収納前)	飛散率: 1.0E-10 [1/s] [2] 空気汚染濃度(24時間): 6.8 E-12 [Bq/cm ³] [8] ダスト粒径: 同左	同左
容器からの水素発生量	単位時間当たりの発生量: 0.4 [L/h] [3] 総発生量(24時間): 9.6 [L]	同左 (内容器収納前)	0 [L/h]	同左
容器の発熱量	68 [W/個] [9]	同左	同左	同左
除染による汚染水	無し	無し	【高圧水ジェットの場合[5]】 洗浄圧力: 29.4 [MPa], 洗浄流量: 170 [L/min] -> 1700 [L] (1分洗浄 × 10回)	なし

- 作業設備に対する安全機能の設定結果を次頁に示す。安全機能が阻害されると運転員の的確、迅速な現場対応が阻害されるものとする。

【次ページに示す表の解説】

- 各種要求は分かりやすさのために加工時と輸送時とで分けた。
- 同じ気相閉じ込めであっても燃料デブリ加工を行うPCV内と、容器を取り扱うセルとでは要求機能が全て同じではないことから区分けした(例.次ページ 表中のID 1～3とID 4など)。
- 燃料デブリ加工時のダスト飛散、未臨界状態の維持については燃料デブリ加工機構および内容器が担う(例.次ページ 表中のID 2、5)。
- 燃料デブリやPCV雰囲気に対する遮蔽と閉じ込めはセル、扉機構、移送容器が担う(例.次ページ 表中のID 1、4、6)。
- 燃料デブリ移送時の安全要求の多くは内容器および移送容器が担う(例. 次ページ 表中のID 10～13、15)。
- 移送容器の除染は水除染を前提とし、使用済み除染水は汚染されており、それが二次バウンダリ外へ飛散する可能性があるものとして汚染水飛散防止機能(次ページ表中のID 9)を設定した。

添付資料6.2.3.1-3: 作業設備を構成する機器が担う安全機能一覧表(2/2)

注記: 内容器はユニット缶および収納缶を指す [1]火災・爆発

ID	安全要求	機能要求	構成機器	設計要求
(A) 加工時の要求				
1	気相閉じ込め (PCV内)	PCV/セル損傷防止機能	デブリ加工機構 線源収納機構	バウンダリを維持する設備が変形する外力(衝突や落下など)を与えないこと
2		ダスト飛散防止機能	デブリ加工機構	管理パラメータを超えるPCVダスト濃度を発生させないこと
3		デブリ過剰加熱防止機能	デブリ加工機構	デブリの異常な温度上昇により放射性物質を再揮発させないこと
4	気相閉じ込め (セル等のデブリ収納・搬出エリア内)	静的バウンダリ機能	セル(R)、セル(Y)、セル(G)、 扉機構(R/Y)、 扉機構(Y/G)、 扉機構(Y/G)	デブリあるいは移送容器の取り扱い時に二次バウンダリへ放射性物質が過剰に飛散しないようにすること
5	臨界防止	デブリ形状制御機能	デブリ加工機構、内容器	デブリの加工は再臨界が発生しないような形状を維持すること
6	外部被ばく防止	セルの遮蔽機能	セル(R)、セル(Y)、 セル(G)、 扉機構(R/Y)、 扉機構(Y/G)、 扉機構(Y/G)	二次バウンダリへ過剰な放射線を漏洩させないこと
(B) 輸送時の要求				
7	気相閉じ込め (セル等のデブリ収納・搬出エリア内)	静的バウンダリ機能	セル(R)、セル(Y)、セル(G)、 扉機構(R/Y)、 扉機構(Y/G)、 扉機構(Y/G)	デブリあるいは移送容器の取り扱い時に二次バウンダリへ放射性物質が過剰に飛散しないようにすること
8		PCV/セル損傷防止機能	セル移送機構 セル内移送機構① セル内移送機構②	バウンダリを維持する設備が変形する外力(衝突や落下など)を与えないこと
9	移送容器除染時の液相閉じ込め(水除染)	汚染水飛散防止機能	除染水排水機構	移送容器の除染時(水除染)の排水が二次バウンダリ外へ飛散しないようにすること
10	構内移送中の気相/液相漏洩閉じ込め	移送容器の閉じ込め機能	移送容器	一次バウンダリからの搬出以降、容器内のデブリから放射性物質が過剰に漏洩しないようにすること
11	臨界防止	移送容器のデブリ形状維持機能	内容器、移送容器	移送中にデブリが再臨界しない形状を維持すること
12	デブリ異常加熱防止	移送容器の除熱機能	内容器、移送容器	移送中にデブリが異常に温度上昇し、放射性物質を再揮発させないこと
13	外部被ばく防止	移送容器の遮蔽機能	移送容器	一次バウンダリからの搬出以降、放射線により作業員に過剰な被ばくを与えないこと
14	内部被ばく防止	移送容器の除染機能	除染機構	一次バウンダリからの搬出以降、移送容器表面から飛散する汚染物質により作業員に過剰な内部被ばくを与えないこと
15	構内移送中の火災[1]防止	移送容器の火災[1]防止機能	移送容器	容器内のデブリから発生する水素によって、水素燃焼を起こし、容器が破損するなど他の機能を阻害しないようにすること

気相系システムを例に、各安全機能に対するPCV内環境物理モデルを示す。

安全機能(気相系システム)

PCV内環境物理モデル(PCV内環境変数(物理量)=PCV内ダスト濃度)

【ダスト濃度低減機能】

管理パラメータ:PCV内ダスト濃度に対するPCV内環境モデル (パターンA)

$$A(\text{PCV内ダスト濃度}) \times V = \frac{S}{\lambda_d + \lambda_k + \lambda_f}$$

S : ダスト発生量(=燃料デブリ加工量[kg/day] × ダスト飛散率[-])

V : 評価体積[m³](例. PCVやセルなど)

λ_d : ダスト沈着率(=ダスト終端速度[m/s] ÷ PCV高さ[m])

λ_k : ダスト換気率(=PCVガス管理システム排気風量[m³/h] ÷ PCV体積[m³])

λ_f : フィルタ除去率(=再循環風量[m³/h] ÷ PCV体積[m³] × HEPAフィルタ効率[-])

安全機能(気相系システム)

PCV内環境物理モデル(PCV内環境変数(物理量) = PCV漏洩量)

【静的バウンダリ機能】

管理パラメータ: PCV漏洩量に対するPCV内環境物理モデル (パターンB)

本検討では、PCV漏洩量は、PCV開口面積に依存するものとし、PCV開口面積が増大する要因について整理した。

PCV開口面積が増加する要因

- ・ 腐食による開口面積増加
- ・ 新設構造物(セル扉、既設開口部の閉止箇所、溶接部など)の劣化による開口面積増加
- ・ その他

安全機能(気相系システム)

PCV内環境物理モデル(PCV内環境変数(物理量)=PCV内負圧度)

【動的バウンダリ機能】

管理パラメータ: PCV内負圧度に対するPCV内環境物理モデル (パターンA)

- 定常状態(負圧状態)

$$F_{\text{PSA}} + f(\text{PCV内負圧度}) \times B + F_{\text{cell}} = F_{\text{ex}}$$

PCV内負圧度 = 大気圧 - PCV圧力

- F_{PSA} : PSAによる窒素封入風量[m³/h]
- F_{ex} : PCVガス管理システム排気風量[m³/h]
- F_{cell} : 隣接セルからの流入風量[m³/h]
- $f(\text{PCV内負圧度})$: PCV開口部内外差圧による流速[m/s]
- B : PCV開口面積[m²]

安全機能(気相系システム)

PCV内環境物理モデル(PCV内環境変数(物理量) = 排気端ダスト濃度)

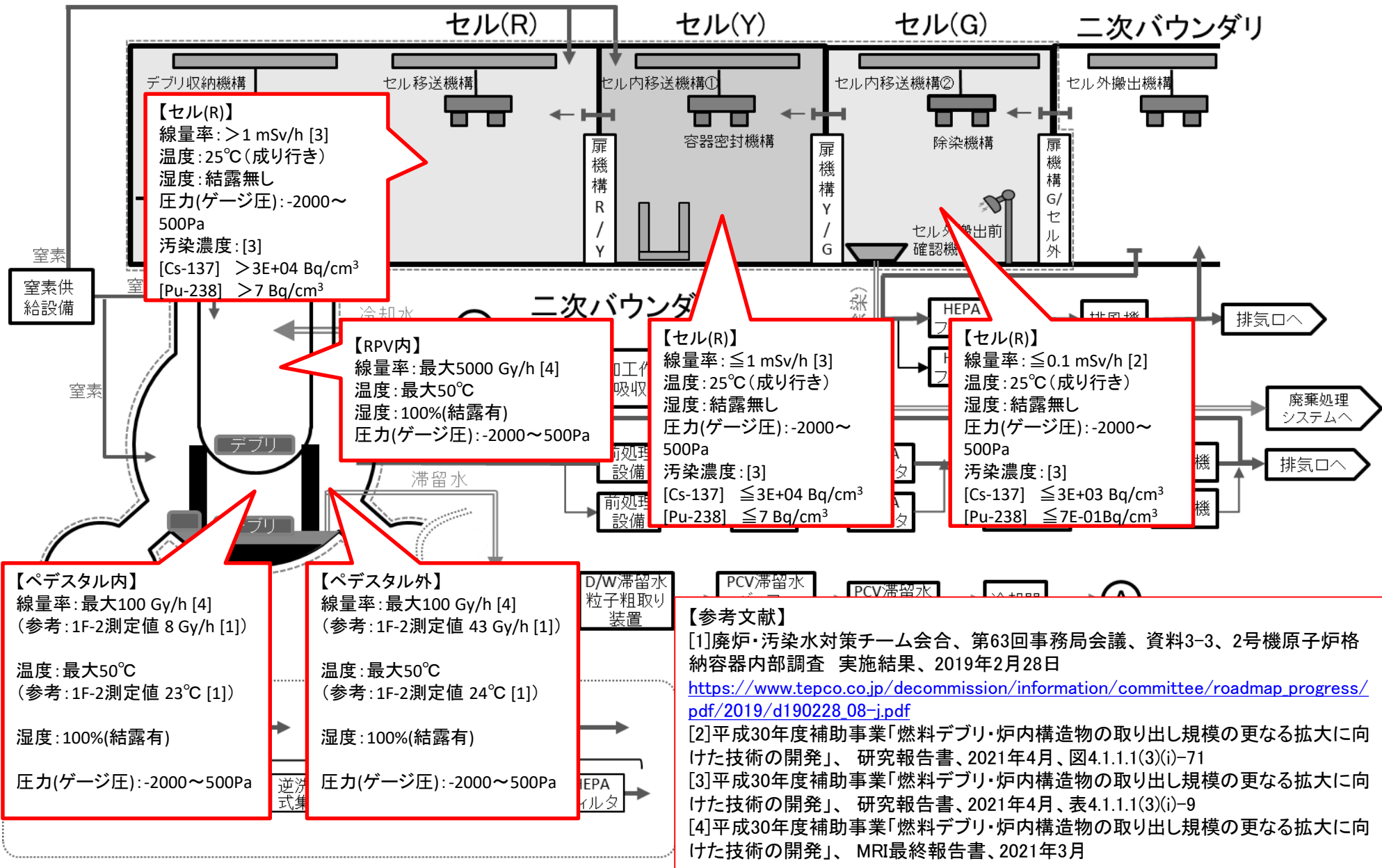
【放出抑制機能】

管理パラメータ: 排気端ダスト濃度に対するPCV内環境物理モデル (パターンA)

- 排気端ダスト濃度 C (kg/m³)

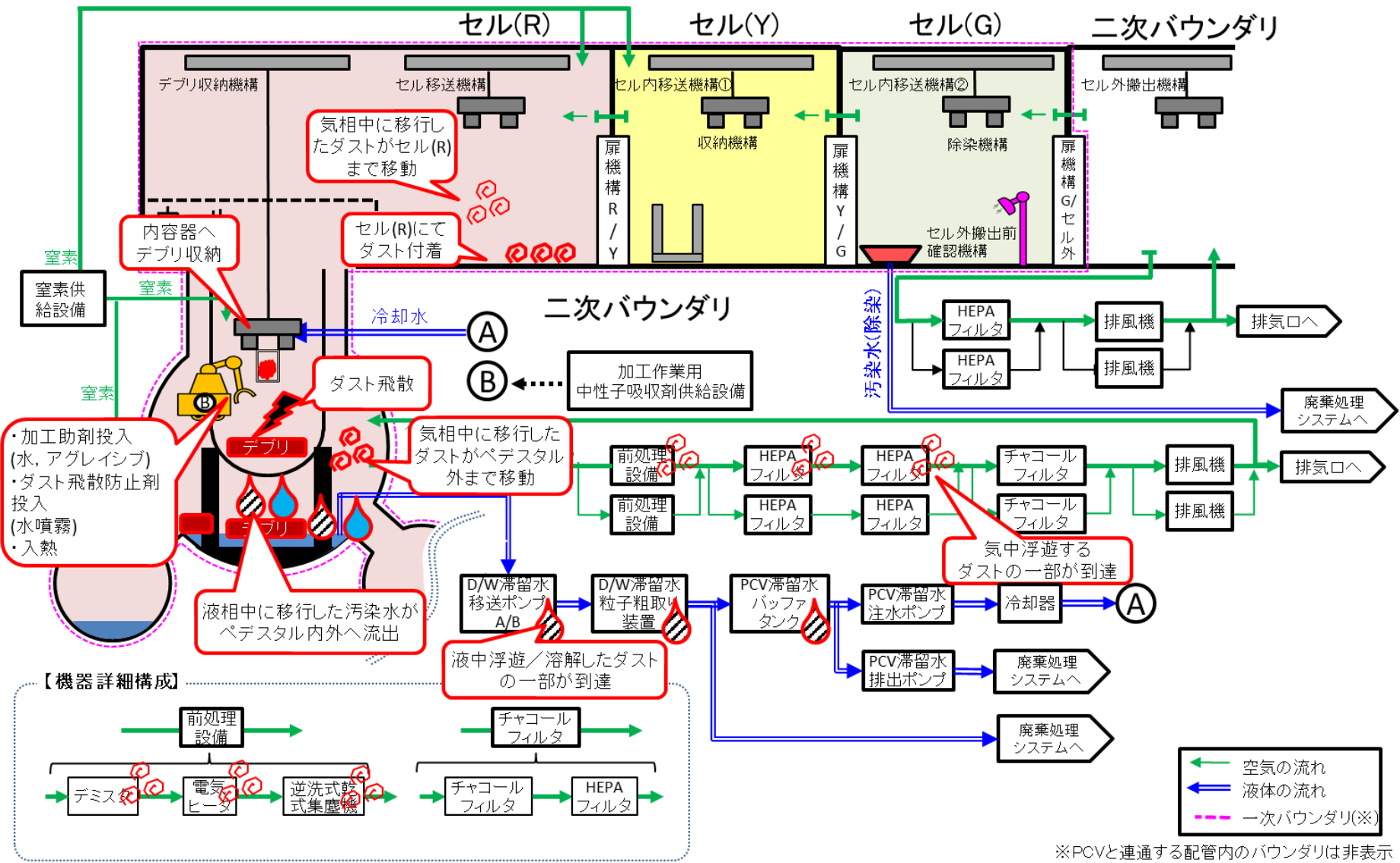
$$C \text{ (排気端ダスト濃度)} = A \text{ (ダスト濃度)} \times DF$$

A : ダスト濃度 (ダスト濃度低減機能でモデル化[kg/m³])
 DF : フィルター効率 [-]

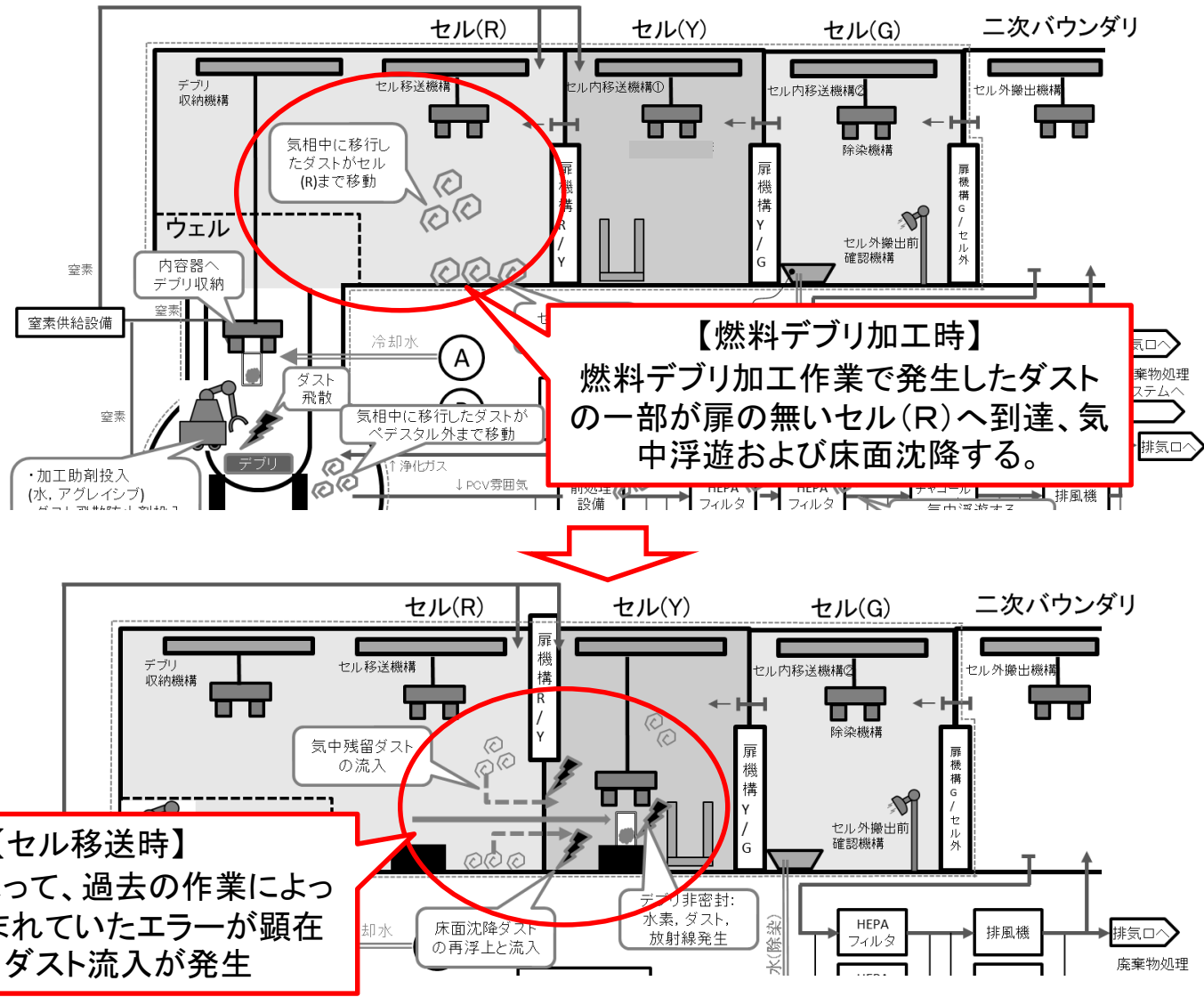


添付資料6.2.3.3-2:PCV内環境の過渡変化の例(1/2)

・ID: サ4「デブリ加工」における過渡変化の例を次頁に示す。



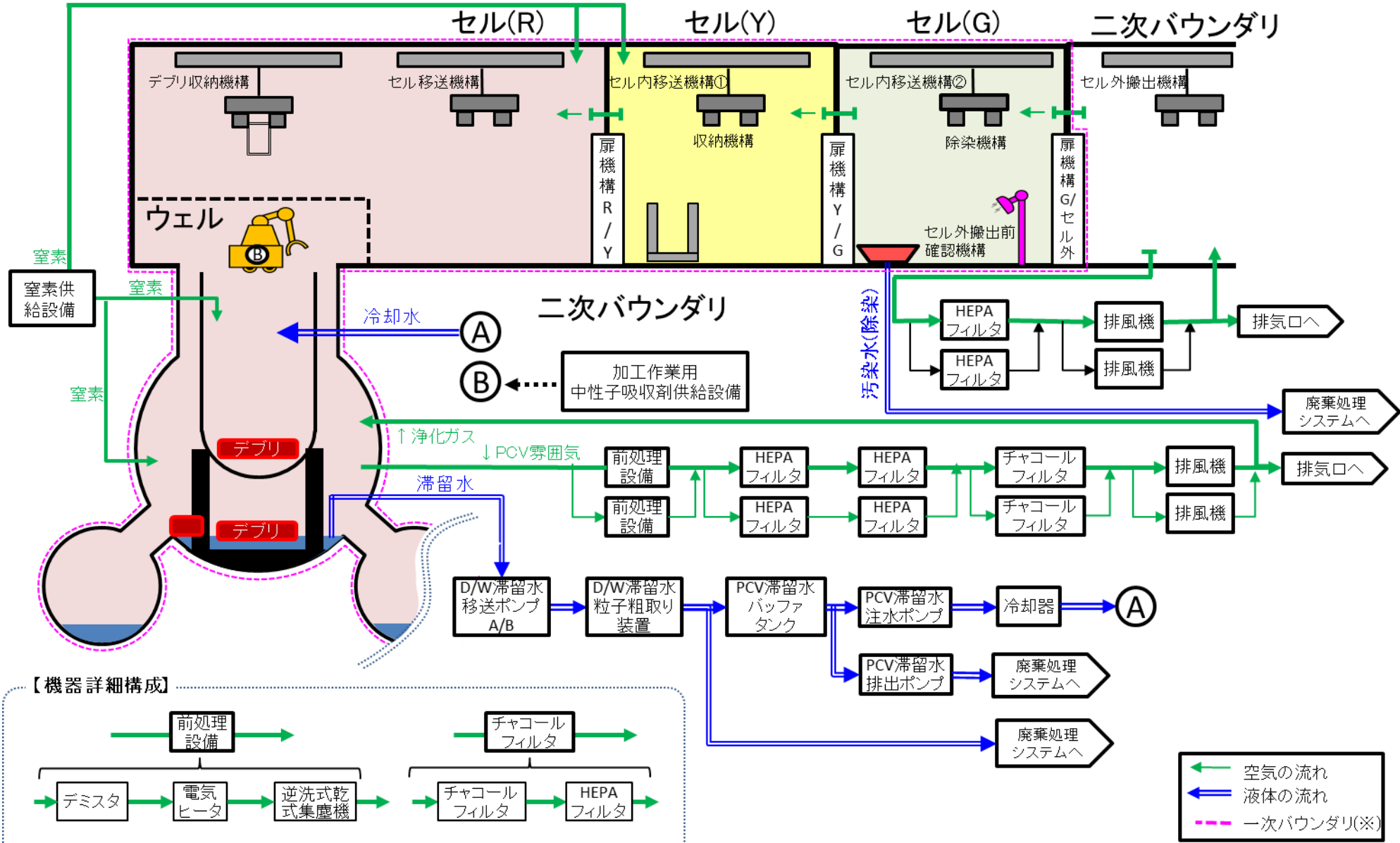
- 燃料デブリ加工時に発生するPCV内環境変化が後段の作業に悪影響を及ぼす事例を示す。
- 右上図ではPCV内の燃料デブリ加工によって、セル(R)までダストの一部が到達する可能性を描いたものである。この環境変化履歴は次のコマ図以降も保存する。
- 右下図は、セル(Y)の扉を開いた際にセル(R)に残留していたダストが流入するエラー事象を描いたものである。
- 環境変化コマ図は上記のような、PCV内環境過渡変化によるリスク抽出に有効な手法であることを確認した。



PCV内環境変化コマ図は過渡変化によるリスク抽出に有効

添付資料6.2.3.3-3: デブリ取り出しモデル(PCV内環境変化コマ図)(1/10)

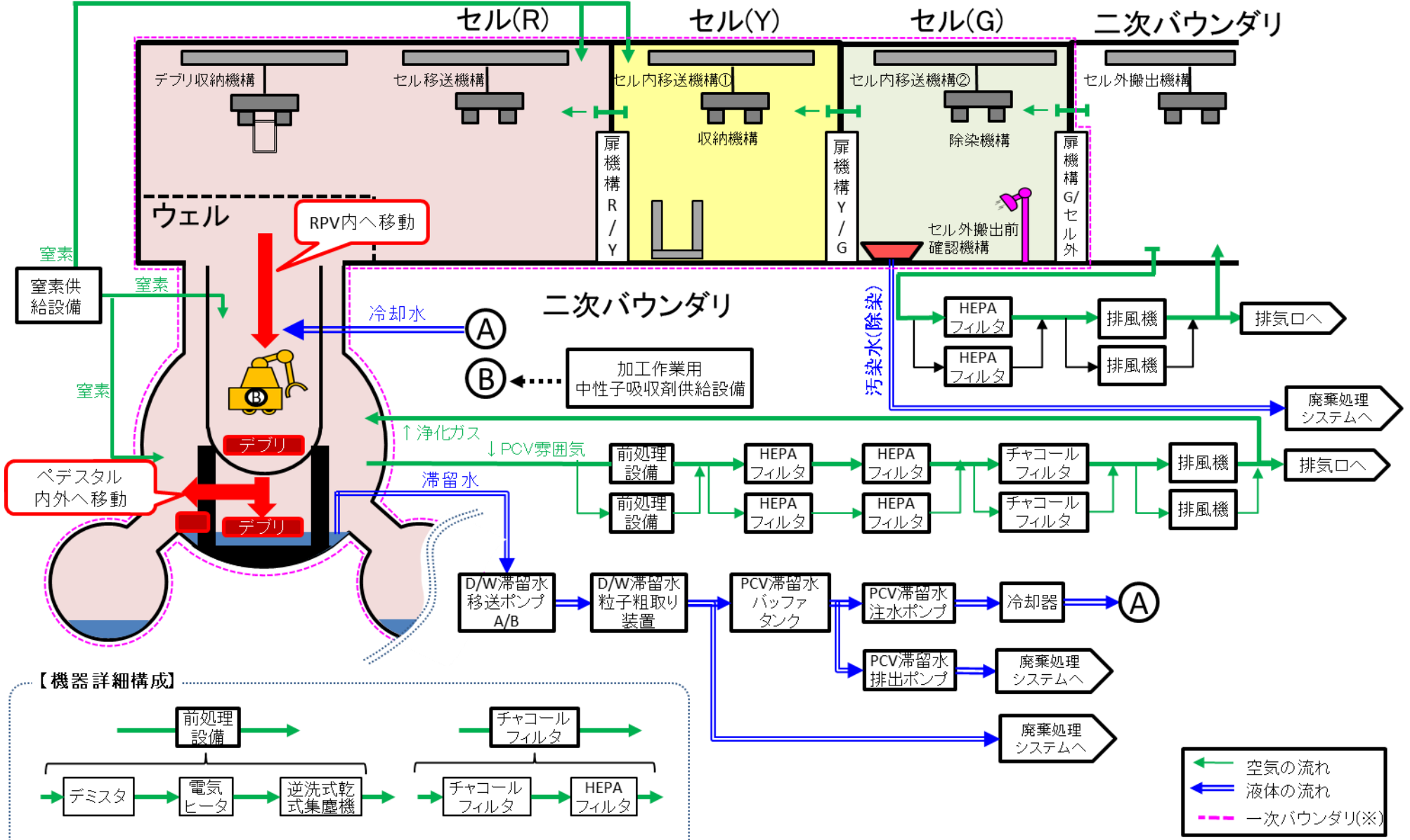
ID: サ1「PCV内の全体状況および作業/安全設備の確認」



※PCVと連通する配管内のバウンダリは非表示

添付資料6.2.3.3-3: デブリ取り出しモデル(PCV内環境変化コマ図)(2/10)

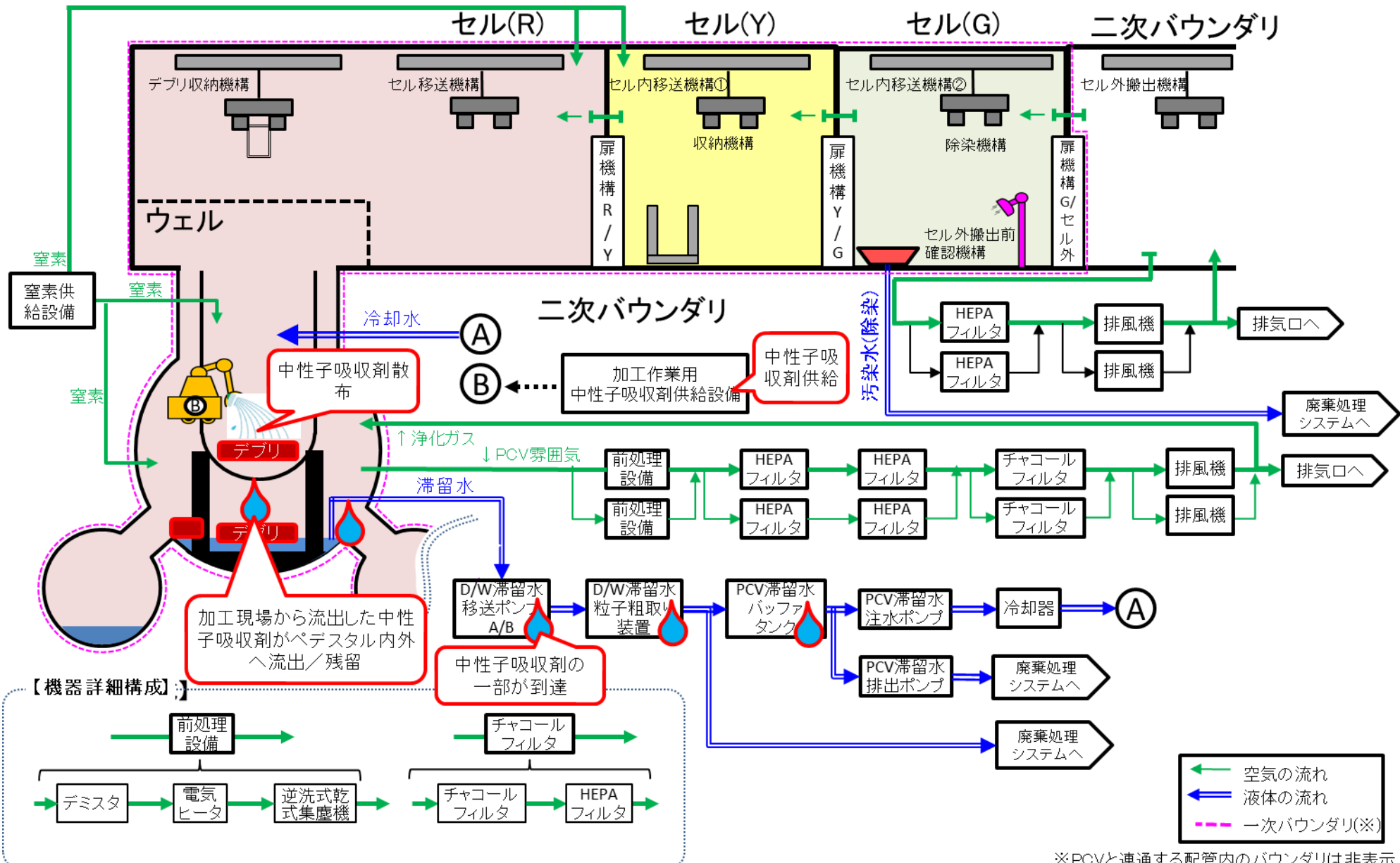
ID: サ2「加工対象への接近」



※PCVと連通する配管内のバウンダリは非表示

添付資料6.2.3.3-3: デブリ取り出しモデル(PCV内環境変化コマ図) (3/10)

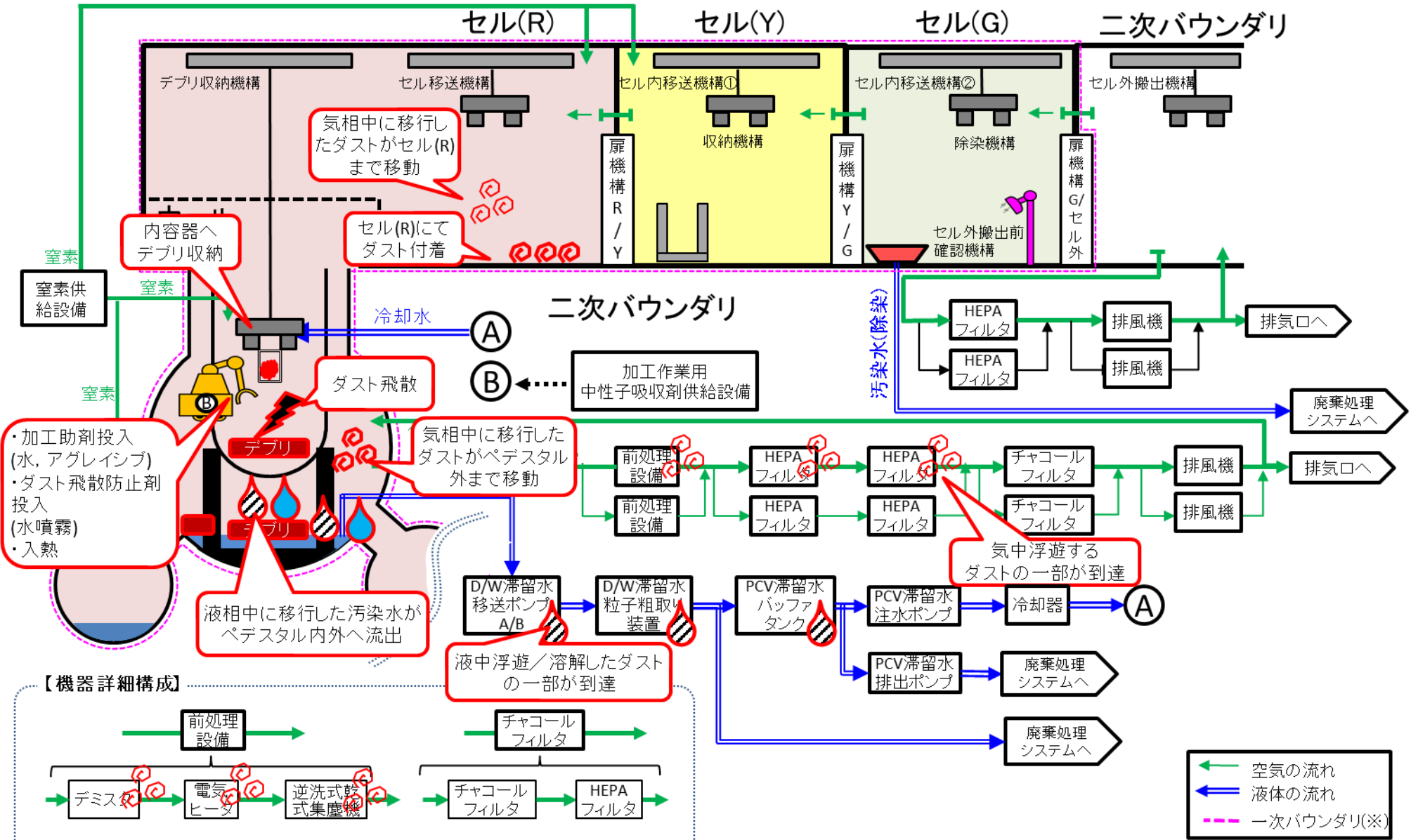
ID: サ3「デブリ加工前作業」 ※本図ではRPV内での作業を代表例として示す



※PCVと連通する配管内のバウンダリは非表示

添付資料6.2.3.3-3: デブリ取り出しモデル(PCV内環境変化コマ図)(4/10)

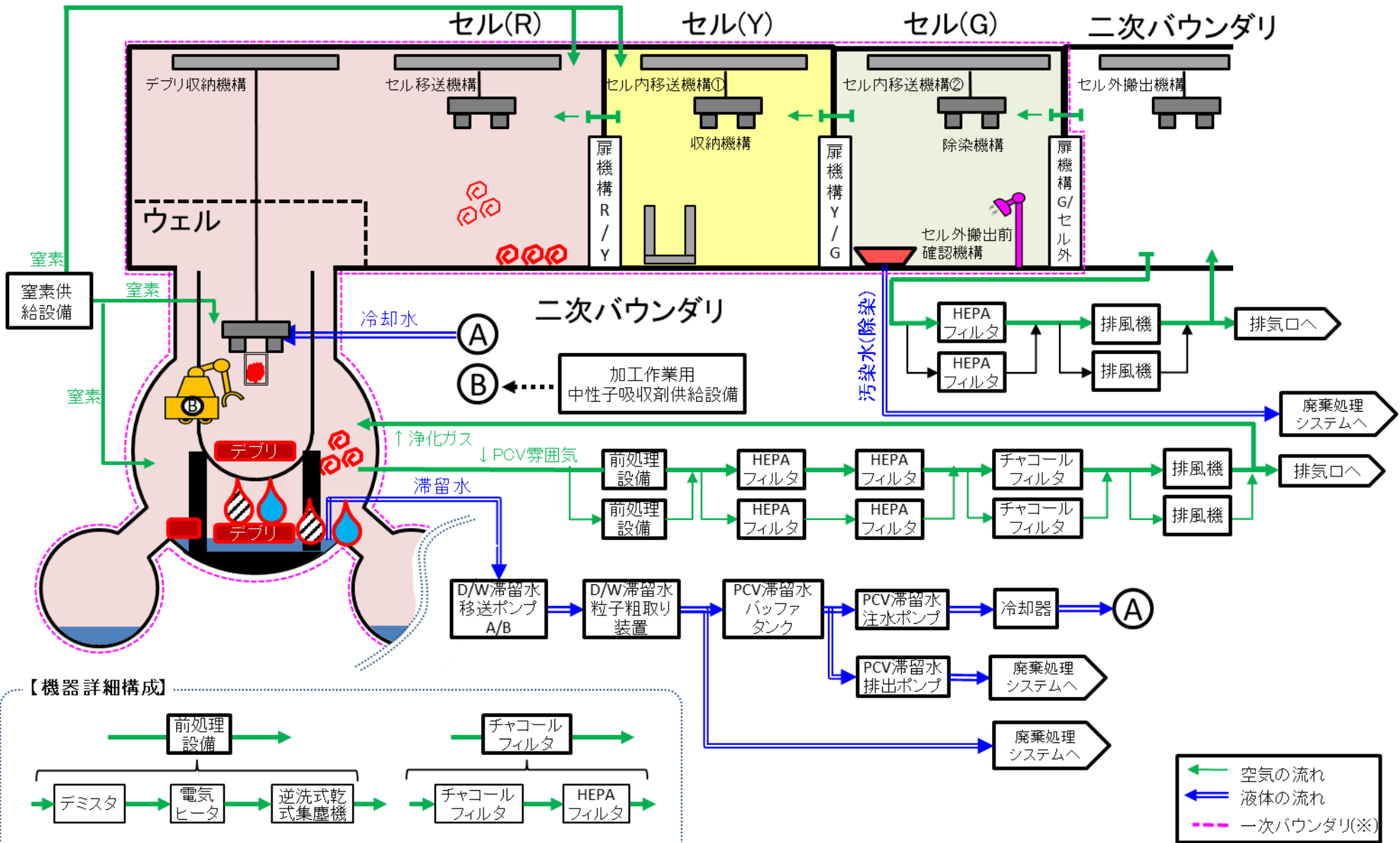
ID: サ4「デブリ加工」 ※本図ではRPV内での作業を代表例として示す



※PCVと連通する配管内のバウンダリは非表示

添付資料6.2.3.3-3: デブリ取り出しモデル(PCV内環境変化コマ図) (5/10)

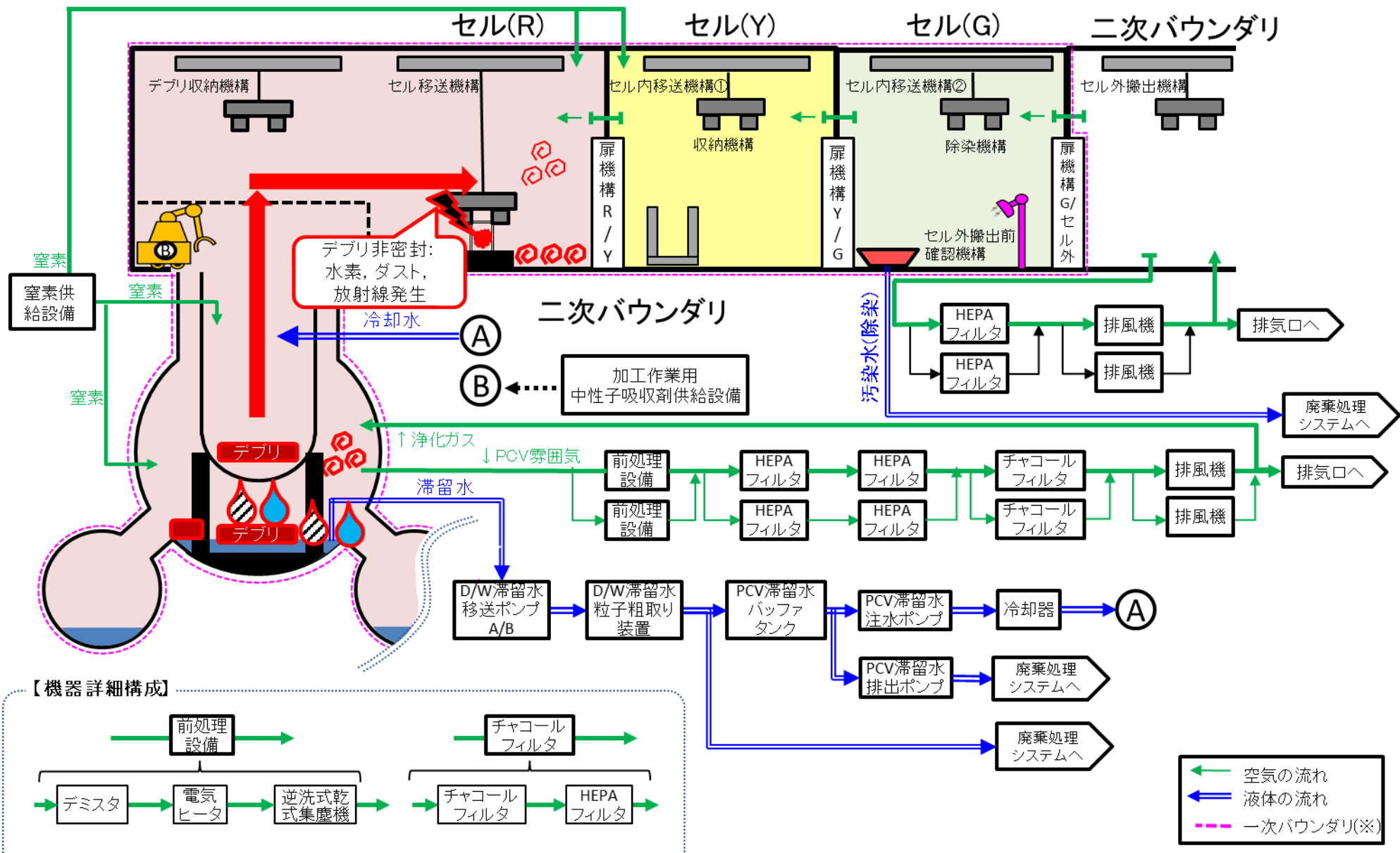
ID: サ5「加工作業後の各種記録」



※PCVと連通する配管内のバウンダリは非表示

添付資料6.2.3.3-3: デブリ取り出しモデル(PCV内環境変化コマ図)(6/10)

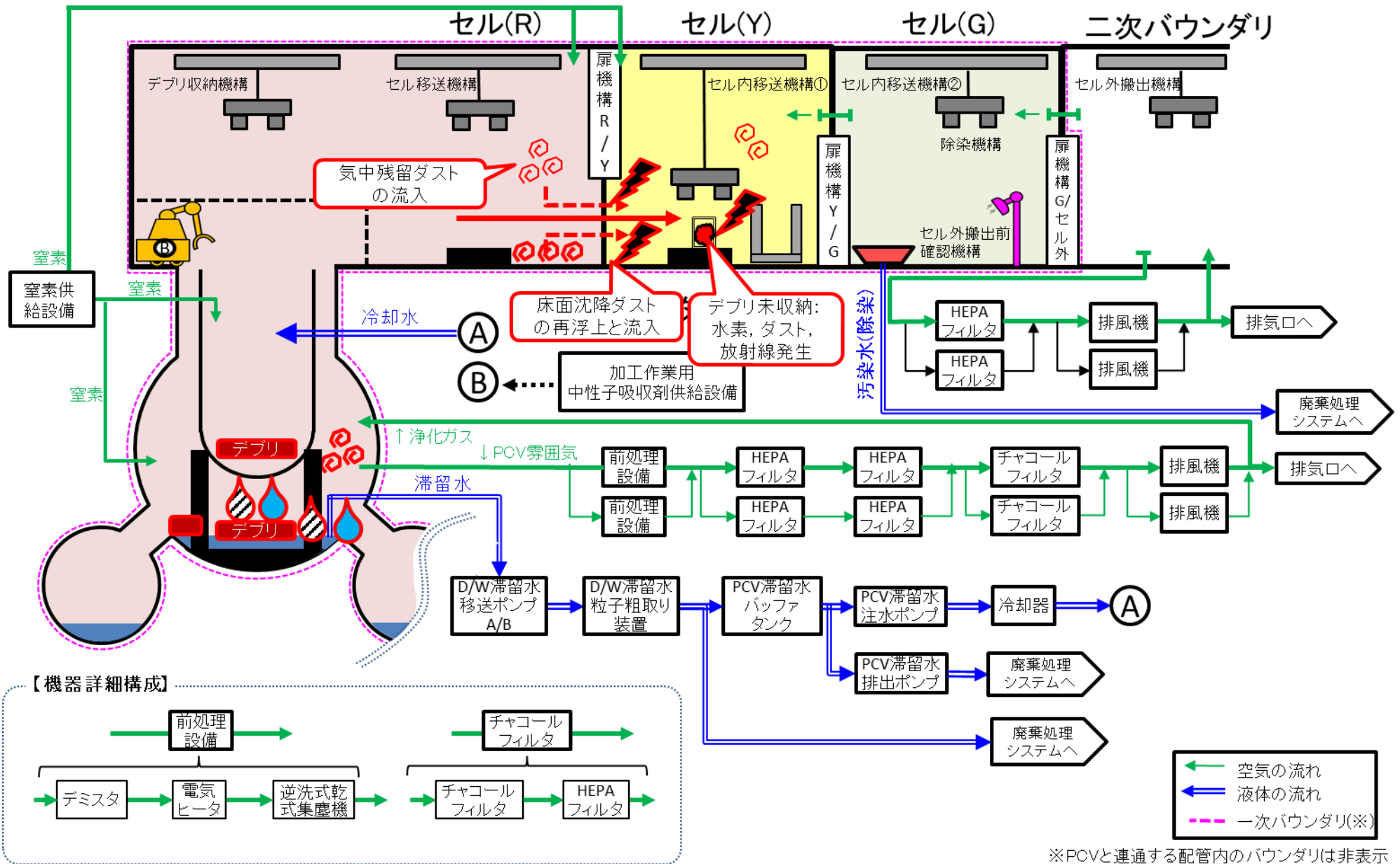
ID: サ6「デブリのセル移送」



※PCVと連通する配管内のバウンダリは非表示

添付資料6.2.3.3-3: デブリ取り出しモデル(PCV内環境変化コマ図) (7/10)

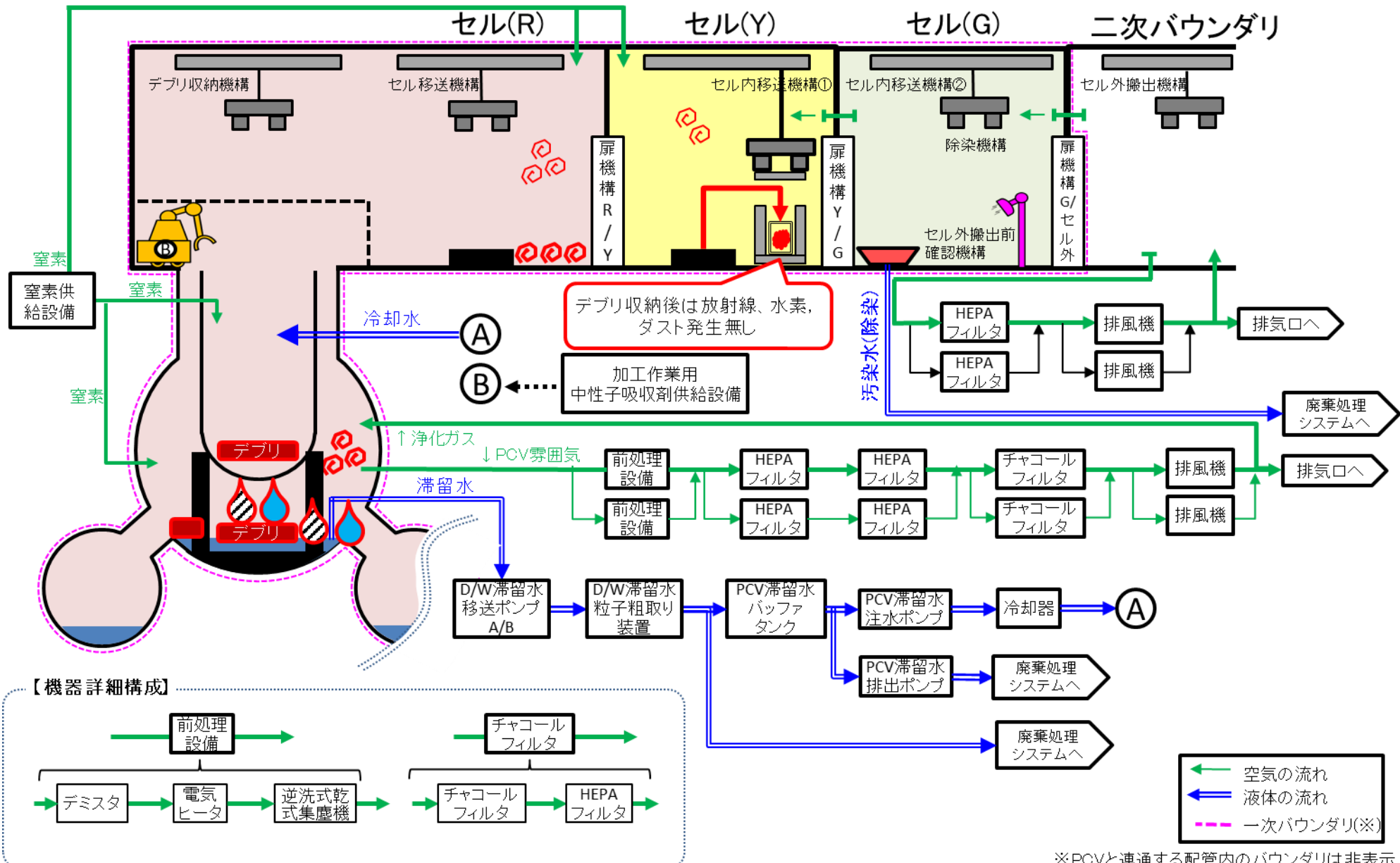
ID: サ7「デブリの移送①」



※PCVと連通する配管内のバウンダリは非表示

添付資料6.2.3.3-3: デブリ取り出しモデル(PCV内環境変化コマ図) (8/10)

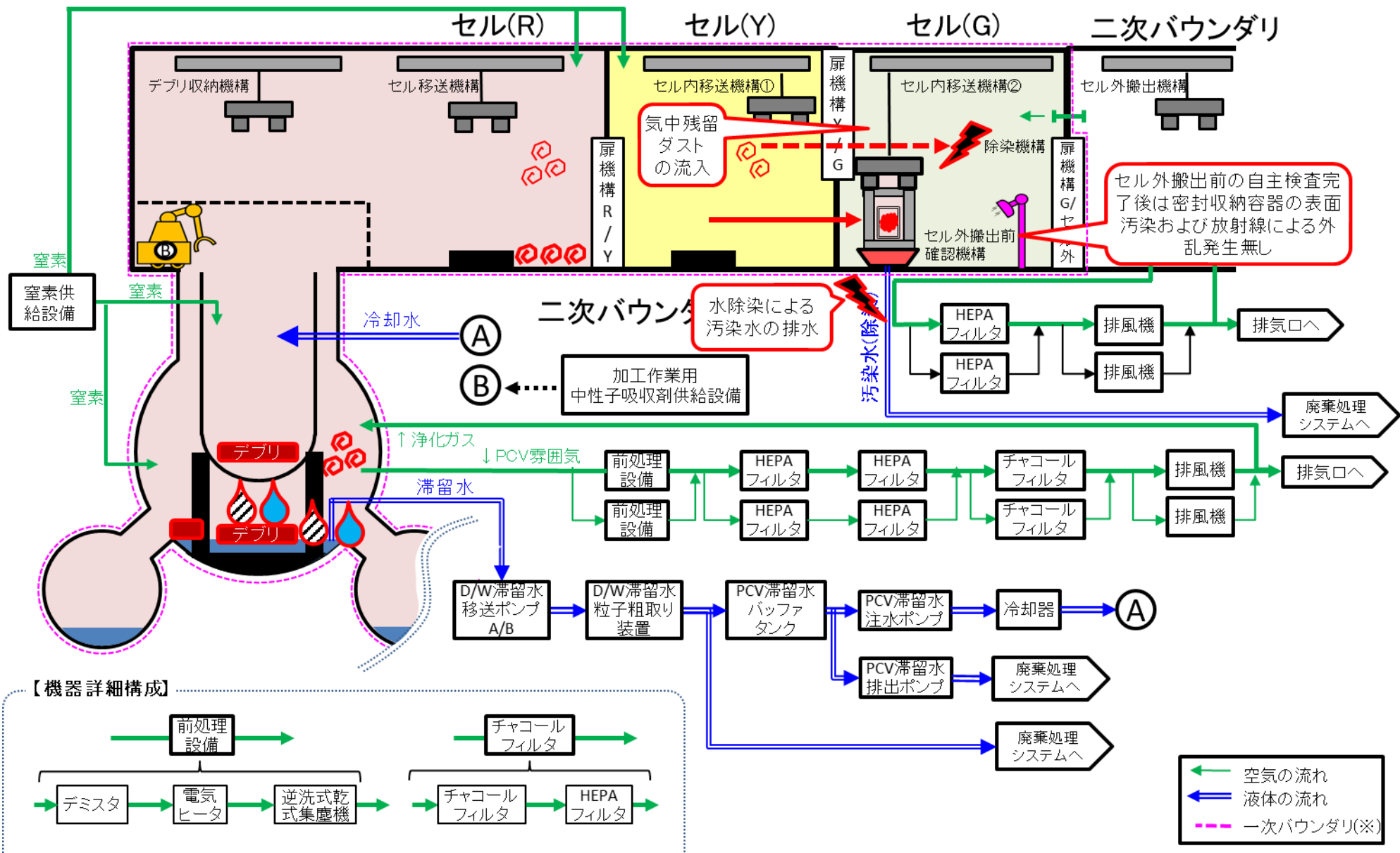
ID: サ8「デブリの収納」



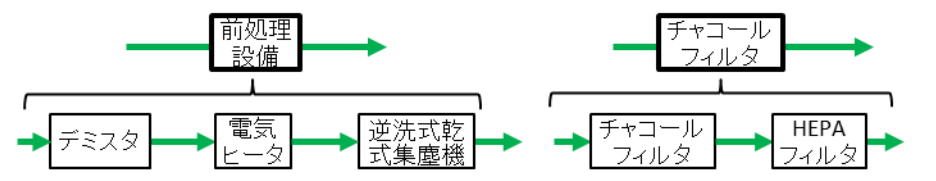
※PCVと連通する配管内のバウンダリは非表示

添付資料6.2.3.3-3: デブリ取り出しモデル(PCV内環境変化コマ図) (9/10)

ID: サ9「デブリの移送②」



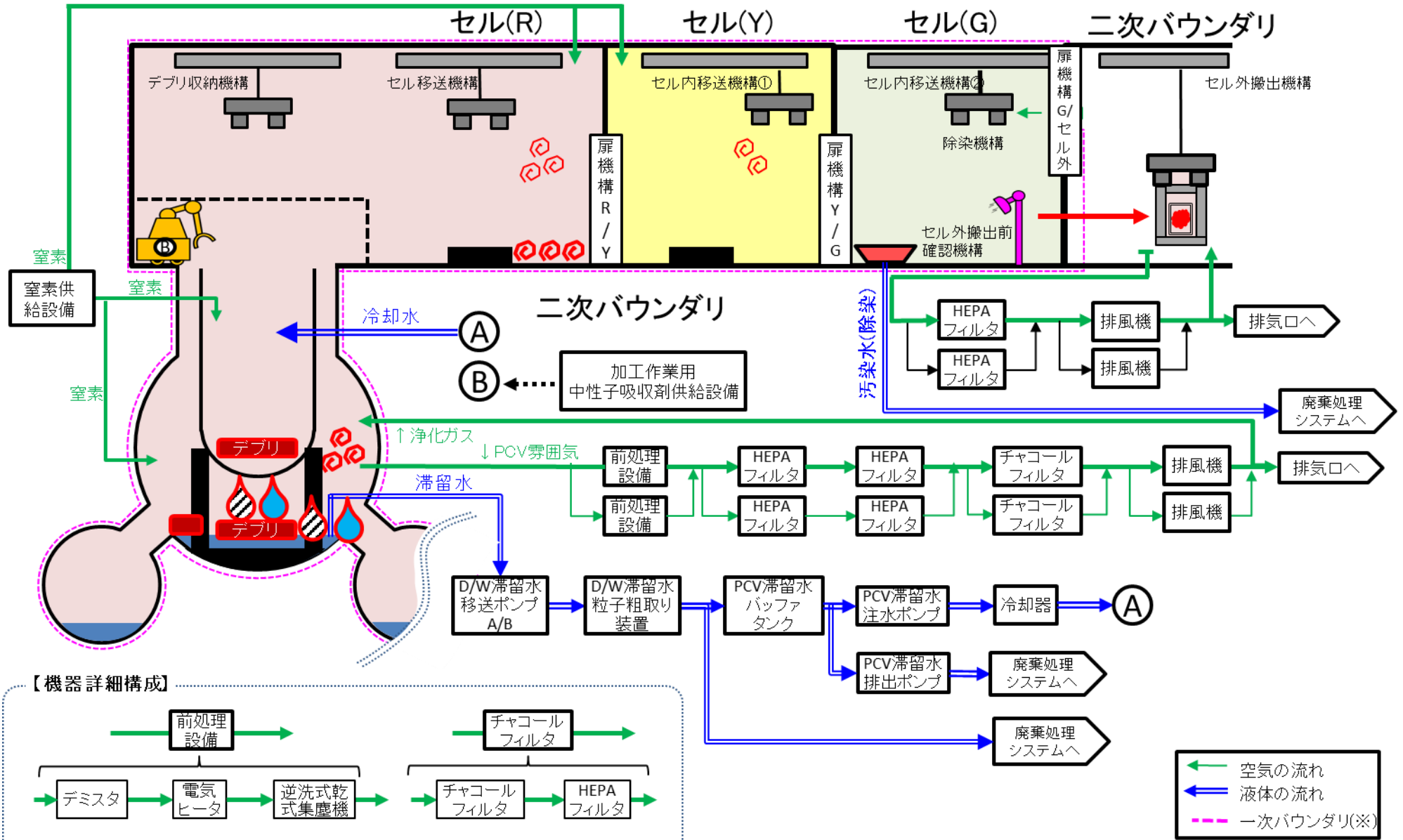
【機器詳細構成】



※PCVと連通する配管内のバウンダリは非表示

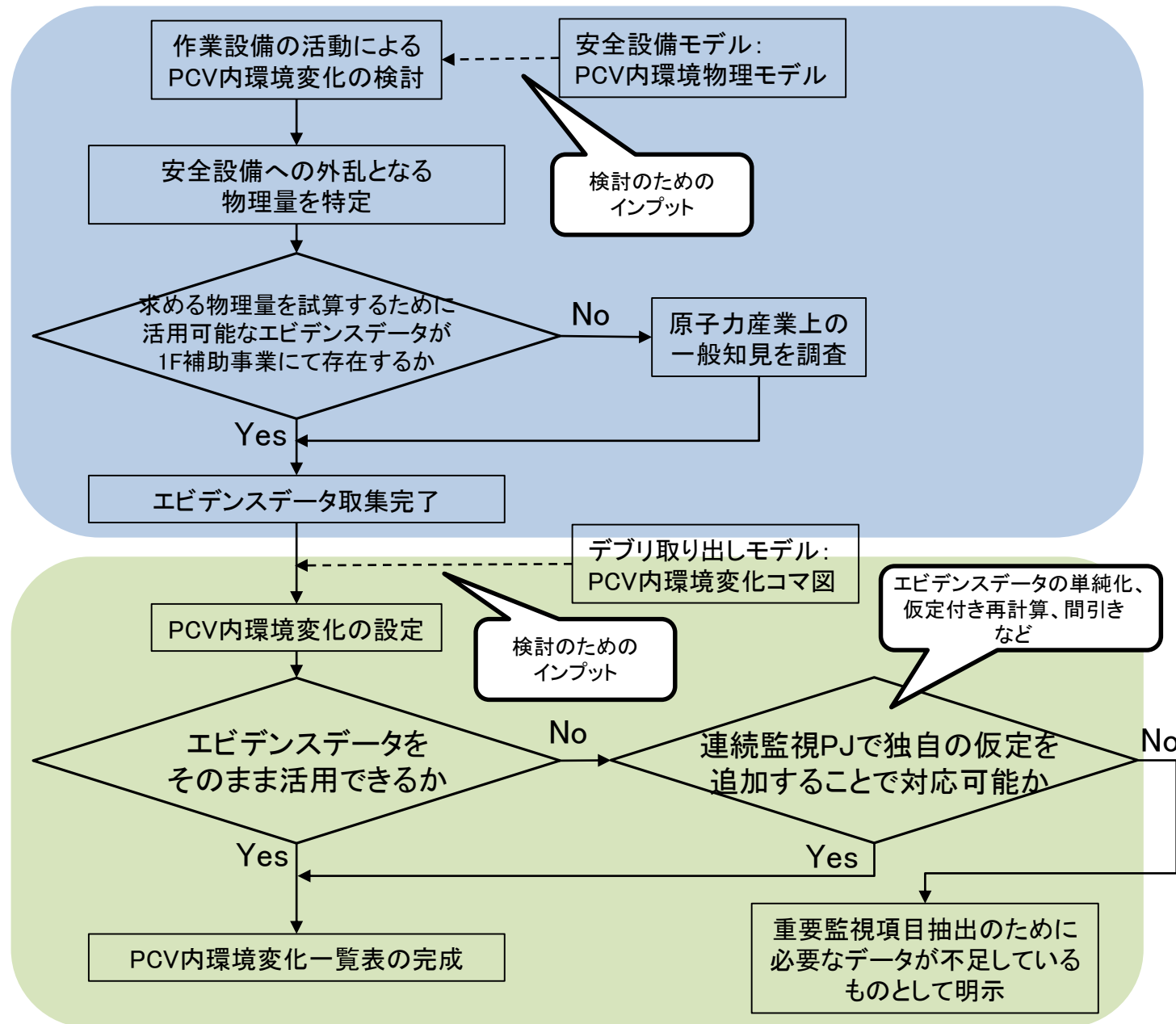
添付資料6.2.3.3-3: デブリ取り出しモデル(PCV内環境変化コマ図)(10/10)

ID: サ10「デブリの搬出」



※PCVと連通する配管内のバウンダリは非表示

- PCV内環境は作業設備の通常作業によって変化する。その変化の一部は安全設備への外乱となる。
- 本項では外乱の候補となるPCV内の環境変化を可能な限り定量化する。定量化にあたっては1Fあるいは軽水炉の廃止措置に係る知見(すなわち、エビデンスデータ)を収集し、デブリ取り出しモデルに活用できるように加工する。
- ここで、加工とは定量的なエビデンスデータを単純化、仮定に基づく再計算、間引くことなどを指す。



■PCV内環境変化算出例: 燃料デブリ塊(300 kg)をディスクカッターで切断する場合

$$M_{fd} = \rho_{fd} \times V_{fd} = 1242.1[g]$$

M_{fd} : 総ダスト発生量 [g]

ρ_{fd} : 仮想デブリ密度 [g/cm³] (=11)

V_{fd} : 仮想デブリの加工時の欠損体積 [cm³] (=112.8)

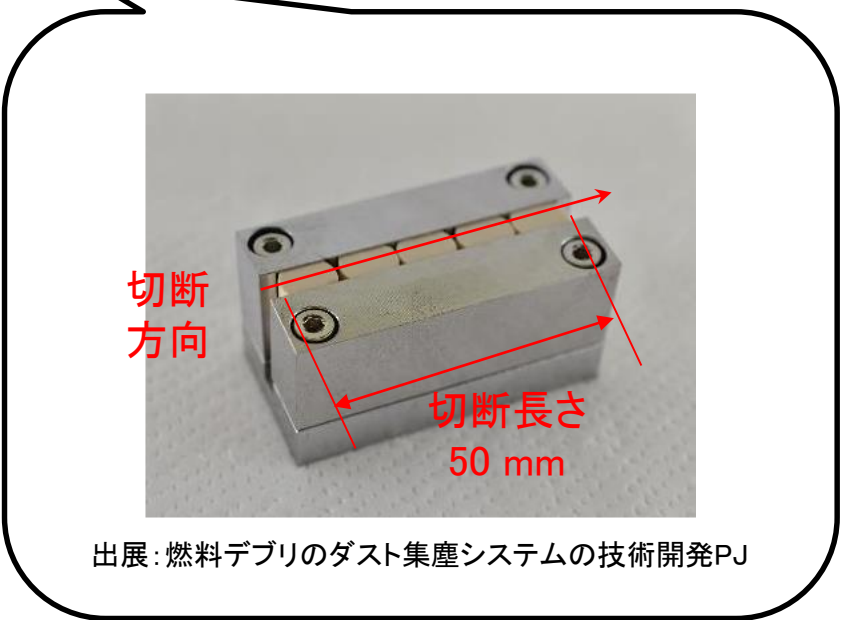
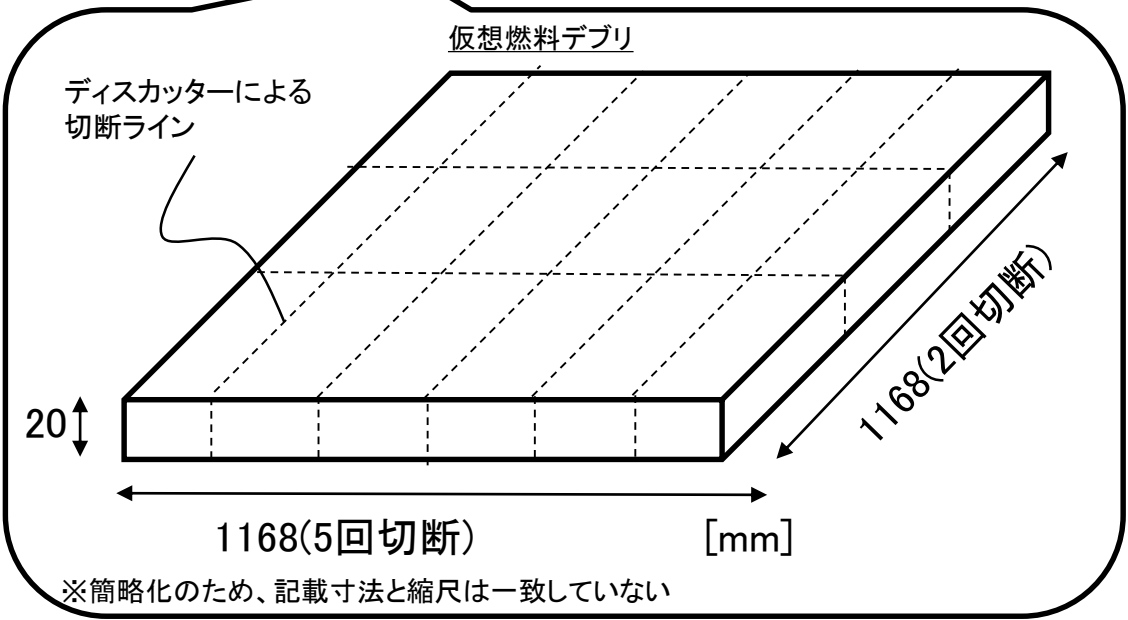
【仮想デブリの総切断長さ】
1168 mm × 7回 = 8176 mm



【集塵PJの試験データ】
試験体を50mm切断したさいの欠損体積: 0.69 cm³
→1mm切断あたりの欠損体積: 0.0138 cm³/mm



8176 × 0.0138
=112.8 [cm³]



- ・次頁以降に作業設備の燃料デブリ加工時におけるPCV内の動的な環境変化一覧表を示す。
表中の略語解説を以下に示す。

[集塵]

燃料デブリのダスト集塵システムの技術開発PJのデータを直接活用

[集塵調査]

燃料デブリのダスト集塵システムの技術開発PJによる他PJ調査結果を直接活用

[集塵理論]

燃料デブリのダスト集塵システムの技術開発PJによる理論計算値を活用

[電中研]

廃止措置工事環境影響評価ハンドブック(第三次版)、(財)電力中央研究所、H19年3月の知見を直接活用

[内調]

原子炉圧力容器内部調査技術の開発PJの知見を直接活用

[監視]

連続監視PJにて仮定を設けて設定

[取り出し]

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の知見を直接活用

[注1]

データ不足のため、[電中研]の金属加工を対象としたマスバランスを適用

作業設備の活動によるPCV内の環境変化一覽表(燃料デブリ加工時)(1/9)

※日中10時間の作業時間のうち、正味の加工時間を3.3時間とする

燃料 デブリ 種類	想定性状			想定加工方法			ダスト粒径,		ダスト総発生量		マスバランスとダスト移行量				加工助剤投入量		飛散防止剤投入量 (気中加工時のみ)		その他											
	密度 [g/cm ³]	圧縮強度 [MPa]	主成分	所在領域	加工モード	機器名	備考	気中加工(飛散抑制剤無し)		水中加工		気中加工		水中加工																
								---	[μm]	---	[μm]	気中加工	水中加工	マスバランス	ダスト移行量	マスバランス	ダスト移行量													
燃料 11	11	[性状把握] 切り株燃料 :230 未熔融燃料 :280	[性状把握] UO ₂ , Zry-2, (U,Zr)O ₂ -C, (Zr,U)O ₂ -T, Zr(O), Fe	R P V 内部	切 断	デ ィ ス ク カ ッ タ ー	ブ レ ー ド 径 : 200 mm 刃 厚 : 1 mm 回 転 数 : 1000 rpm	気中浮遊	何れもピーク 粒径範囲[集塵] 2~3(質量濃度分布) [集塵]0.1~0.3(個数濃度分布)	水中浮遊	[集塵理論] 50以下	655.16	655.16	気中浮遊	「集塵」	6	39.3	気中浮遊	「電中研」	2.00E-05	0.0	【集塵】 【気中加工】 水: 1L/min	198 L (※)	【集塵】 (※) ミス ト: 0.05 L/min	9.9 L (※)	【集塵】 加工時燃料 デブリ温度	102 °C			
								沈降	何れもメディア アン径 [集塵]0.5 (個数分布) [集塵]32.3 (堆積分布)	沈降	[集塵理論] 50より上	沈降	「集塵」	47	307.9	沈降	「電中研」	99.5	651.9											
								---	---	---	---	周辺部飛散	「監視」	47	307.9	水中浮遊	「監視」	0.5	3.3											
								切断	AWJ	---	データ無し																			
								研り	レーザー ガウジング	---	データ無し																			

作業設備の活動によるPCV内の環境変化一覧表(燃料デブリ加工時)(4/9)

※日中10時間の作業時間のうち、正味の加工時間を3.3時間とする

燃料 デブリ 種類	想定性状			想定加工方法			ダスト粒径,		ダスト総発生量		マスバランスとダスト移行量				加工助剤投入量		飛散防止剤投入量 (気中加工時のみ)		その他														
	密度 [g/cm ³]	圧縮 強度 [MPa]	主成 成分	所在 領域	加工 モード	機 器 名	備 考	気中加工(飛散抑 制剤無し)		水中加工		気中加工		水中加工		投入物	総投入量	投入物	総投入量	投入物	総投入量												
								---	[μm]	---	[μm]	---	---	[%]	[g]							---	---	[%]	[g]								
	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---												
14 燃料 デブリ 塊	11	クラフト・岩 盤上 (上部): 2000 上記以 外:230	【Uリッ チ】 (U,Zr)O ₂ -C, (Zr,U)O ₂ -T, 【Feリッ チ】 UO ₂ , Fe,Zry-2, α- Zr(O), SUS/Fe, Fe ₂ (Zr,U) , ZrB ₂ ,Fe ₂ B,Zr(O), Fe ₂ Zr	P V 内 部 ペ デ ス タ ル (床 部 / 内 部 / 外 部)	破 砕	コ ア ポ ー リ リ ン グ	治具 種: インプ リネイ ティッ ドピッ ト 回 転 数: 150~ 300 rpm 穿 孔 速 度: 2.86mm /min 直 径: Φ66mm 給 圧: 15 kN	気 中 浮 遊	[集塵理論] 40以下	気 中 浮 遊	不明	83922	83922	気 中 浮 遊	「集 塵 調 査」	0.003	2.4	気 中 浮 遊	「電 中 研 」	2.00E-05	0.0	【基盤】 【気中加 工】 水: 7L/min	1386 L (*)	不明	-	-	---	---					
								沈 降 ①	SUS304; [125μm以 上] 125~500μm が支配的 [125μ以下]1 ~110μmが 支配的	水 中 移 行	[集塵理論] 50以下	沈 降	「監 視」	99.997	83919.9	水 中 移 行	「電 中 研 」	0.5	419.6														
								沈 降 ②	アルミナ; [125μm以 上]125μmが 支配的 [125μ以下] 0.3~80μ mが支配的	沈 降	[集塵理論] 50以下	沈 降	「監 視」	99.5	83502.7																		
17				破 砕	チ ゼ ル																												

作業設備の活動によるPCV内の環境変化一覧表(燃料デブリ加工時)(6/9)

※日中10時間の作業時間のうち、正味の加工時間を3.3時間とする

燃料 デブリ 種類	想定性状			想定加工方法			ダスト粒径		ダスト総発生量		マスバランスとダスト移行量				加工助剤投入量	飛散防止剤投入量 (気中加工時のみ)		その他									
	密度 [g/cm ³]	圧縮強度 [MPa]	主成分	所在領域	加工モード	機器名	備考	気中加工(飛散抑制剤無し)		水中加工		気中加工		水中加工		投入物	総投入量	投入物	総投入量								
								---	[μm]	---	[μm]	---	---	[%]						[g]	---	---	[%]	[g]			
	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		---	---	---	---	---							
21 既 構 造 物	8	1300	Fe,B4C	P	切	AWJ	噴出圧力: 343MPa 切断速度: 50 mm/min	気中	[監視]20以下	水中	[監視]45以下	2950	2950	気中	「電中研」	2.E-05	0.0	気中	「電中研」	2.00E-05	0.0	[内調] 【水中加工】 水:3.7 L/min	733 L (※)	---	---	[内調] 【水中加工】 ガーネット:500 g/min 粒径 [mm]:	99 kg
								沈降	[集塵理論]20 より上	沈降	[監視]45 より上	沈降	「監視」	97	2861.5	沈降	「監視」	97	2861.5								
								水中	不明	---	---	「電中研」	3	88.5	水中	「電中研」	3	88.5									
22						mm/min ワーク 間距離: 約2mm																					
23						ノズル 角度: 0 deg																				篩目幅0.18 mm(公称) , 0.45 mm 未満	
24					研	レーザ ガウジ ング	加工助 剤とし て水流 あり																				

作業設備の活動によるPCV内の環境変化一覽表(燃料デブリ加工時)(7/9)

※日中10時間の作業時間のうち、正味の加工時間を3.3時間とする

燃料 デブリ 種類	想定性状			想定加工方法			ダスト粒径,				ダスト総発生量		マスバランスとダスト移行量				加工助剤投入量	飛散防止剤投入量 (気中加工時のみ)		その他								
	密度	圧縮強度	主成分	所在領域	加工モード	機器名	備考	気中加工(飛散抑制剤無し)		水中加工		気中加工		水中加工		投入物		総投入量	投入物	総投入量	投入物	総投入量						
								---	[μm]	---	[μm]	気中加工	ダスト移行量	水中加工	ダスト移行量								---	---	[%]	[g]		
	[g/cm ³]	[MPa]	---	[μm]	[g]	[g]	---	---	[%]	[g]	---	---	[%]	[g]	投入物	総投入量		投入物	総投入量	投入物	総投入量							
25 MCC 形成物	3.86	22	(U,Zr)O ₂ -C, (Zr,U)O ₂ -T, Al-Ca-Si-O,Fe, SiO ₂ , (Zr,U)SiO ₄	ベデスタル床部 ドライウエル	切断	ディスクカッター	カッター大きさ、 回転数	気中	何れもピーク 粒径範囲 [集塵]2~3(質量濃度分布) [集塵]0.1~0.3(個数濃度分布)	水中	[集塵]: 0.5(個数分布) [集塵]: 5.2(体積分布)	3407.9	3407.9	気中	一集塵一	6	204.5	水中	一電中研一注1	2.00E-05	0.0	[集塵] 【気中加工】 水: 1L/min	198 L (*)	[集塵] 【気中加工】 ミスト: 0.05 L/min	9.9 L (*)	---	---	---
								沈降	何れもメディア アン径 [集塵]0.6 (個数分布) [集塵]8.4 (堆積分布)	沈降	[集塵理論] 50より上	沈降	一集塵一	37	1260.9	沈降	一電中研一注1	99.5	3390.8									
								周辺部飛散	気中浮遊/沈降の何れか	---	---	周辺部飛散	一監視一	57	1942.5	水中浮遊	一監視一注	0.50	17.0									

(i)PCV内の静的な環境変化

- 静的バウンダリ機能の管理パラメータであるPCVからのガス・放射能の漏洩量は、PCV開口面積に依存する。そのため、安全設備モデルの検討の項目にて、PCVの開口面積が増大がリスクの一つとして抽出されている。
- 静的環境下でPCVが劣化事象することにより、既存破損部の開口面積の増大や、新規破損部の発生などを生じることが考えられる。
- これら劣化事象を引き起こす静的な環境変化として、腐食現象が挙げられる。
- PCV内は高湿潤環境下であることから、気相中の壁面に液膜が付着するような環境であることが予想され、滞留水が存在する液相部、気液界面だけでなく、気相部においてもPCV壁面の腐食が発生するものと考えられる。
- そこで、PCV内で想定される腐食現象について既往知見を調査するとともに、調査結果を基に、腐食現象が重要監視項目として抽出されるか否かを検討する。

(i)PCV内の静的な環境変化

(a)既往知見の調査結果(①液相部における炭素鋼の腐食挙動)

- 液相中では、4.4kGy/hのガンマ線照射により炭素鋼の腐食減量が非照射条件より1.7倍増大し、0.2kGy/hのガンマ線照射では非照射条件とほぼ同じであった。¹⁾

(図1)

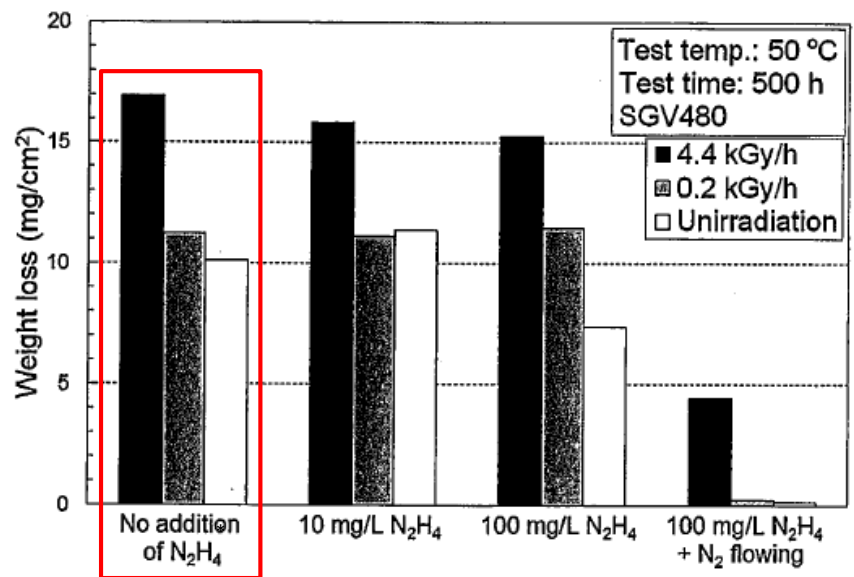


図1 炭素鋼の腐食速度(50°C)に及ぼすガンマ線照射の影響¹⁾

(出典)1)中野ら、ガンマ線照射下におけるヒドラジン添加希釈海中での炭素鋼および低合金鋼の腐食、日本原子力学会和文論文誌、13、1、pp.1-6、2014.

(i)PCV内の静的な環境変化

(a)既往知見の調査結果(②気相部での液膜付着部における炭素鋼の腐食挙動)

- 気相中における液膜付着環境下では、液膜厚さが約10~100μmのときに腐食速度が増大することが確認された。^{2)~4)}(図2)
- 円筒容器内面に液膜を付着させたガンマ線照射環境下での腐食試験において、気相中の液膜腐食環境下の最大浸食深さは、液相部のその約1.9倍であり、照射が重畳することにより、気相中の液膜腐食環境下の最大浸食深さは、非照射条件と比較して4kGy/hで約1.8倍、0.2kGy/hで約1.5倍となることが確認された。⁵⁾⁶⁾

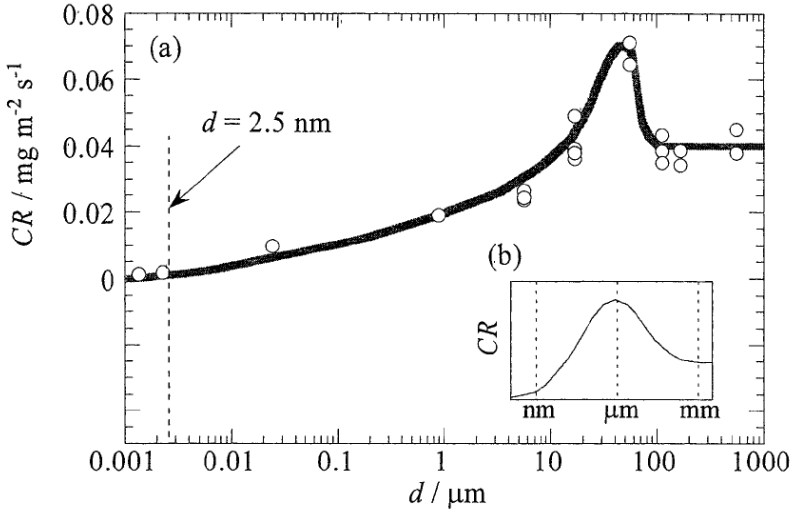


図2 腐食速度と液膜厚さとの関係(a)細矢らのデータ (b)Tomashov's model²⁾

(出典)
 2)細矢ら、Zairyo-to-Kankyo、54、pp.391-395、2005。
 3)片山ら、人工海水液薄膜下での鋼の腐食速度と水膜厚さの関係、日本金属学会誌、65、4、pp.298-302、2001。
 4)山本ら、交流インピーダンス法を用いた屋外環境における鋼の腐食速度の連続測定、日本金属学会誌、65、6、pp.465-469、2001。
 5)土屋ら、炭素鋼配管を用いた気液湿潤環境下における腐食評価、材料と環境2021、A-106、2021。
 6)土屋ら、空中湿潤環境下における炭素鋼の腐食挙動に対する照射影響評価、第68回材料と環境討論会2021、C-112、2021。

(i)PCV内の静的な環境変化

(a)既往知見の調査結果(③気液界面における炭素鋼の腐食挙動)

➤ 半浸漬試験において、気液界面近傍の腐食速度が液相部のそれよりも2.8~3.0倍増大し、更に照射により気液界面の腐食速度が1.61倍増大することが確認された。⁷⁾(図3)

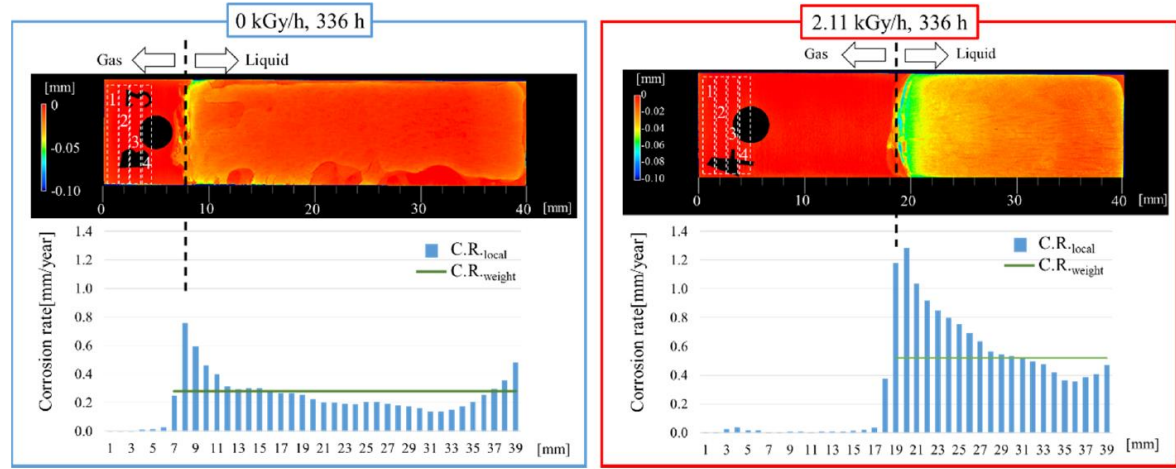


Table 1 Estimation of water film and irradiation effects on corrosion rates

mm/year	0 kGy/h	Irradiation effect	2.11 kGy/h
C.R. weight Full immersion	0.255	× 1.65	0.421
C.R. local At water line	0.795	× 1.61	1.28

Water film effect: × 2.8 (from 0.255 to 0.795)
Irradiation effect: × 1.65 (from 0.421 to 0.694) and × 1.61 (from 0.795 to 1.28)
Total effect at water line: × 3.0 (from 0.255 to 1.28)

図3 336h後の照射(2.11kGy/h)、非照射条件下における試験片の各領域での腐食速度評価結果⁷⁾

(出典) ⁷⁾阿部ら、ガンマ線照射下における喫水部での炭素鋼の腐食速度と長期予測、第67回材料と環境討論会2020、A-309、2020。

(i)PCV内の静的な環境変化

(a)既往知見の調査結果 (③気液界面における炭素鋼の腐食挙動)

- 円筒容器内面に液膜を付着させたガンマ線照射環境下での腐食試験において、非照射環境下における気液界面の最大浸食深さは、液相部のその約5.7倍であり、照射が重畳することにより、気液界面の最大浸食深さは4kGy/hで約1.7倍、0.2kGy/hで約1.2倍となることが確認された。⁶⁾(図4)
- 気液交番環境下における腐食速度は、液相のそれよりも3~5倍大きくなることが確認された。また、気液交番環境下における腐食速度は気中の酸素濃度の増加に伴って線形に増加せず、低濃度域(0~5%)における傾きは高濃度域(5~20.8%)よりも大きいことが確認された。⁸⁾⁹⁾

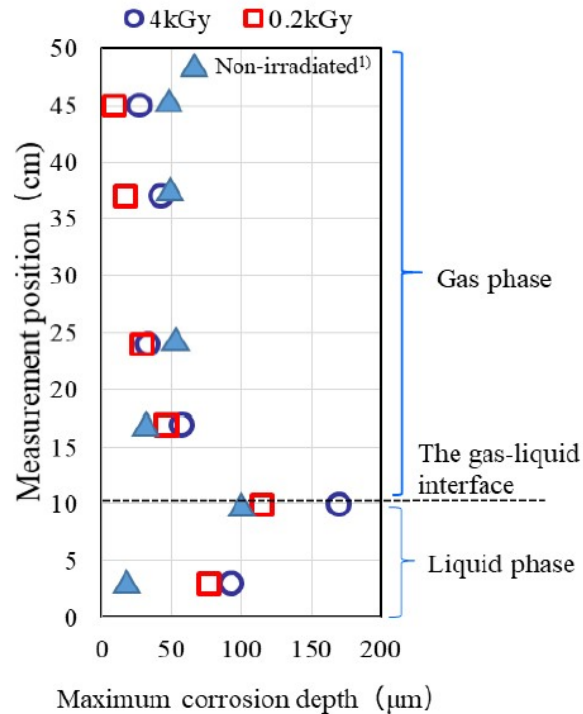


図4 円筒容器高さと最大浸食深さの関係(ガンマ線照射、500h)⁶⁾

(出典)

6)土屋ら、気中湿潤環境下における炭素鋼の腐食挙動に対する照射影響評価、第68回材料と環境討論会2021、C-112、2021。

8)大谷ら、気液交番環境中の鋼の腐食速度に及ぼす海水成分の影響、材料と環境、69、pp.246-252、2020。

9)大谷ら、気液交番環境における炭素鋼の腐食速度に及ぼす気中酸素濃度の影響、第67回材料と環境討論会2020、A-308、2020。

(i)PCV内の静的な環境変化

(b)既往知見の調査結果のまとめ及びデータ拡充方針、

- 気相部の液膜付着環境下における腐食速度は、液相部のその最大1.9倍程度増大し、更に照射が重畳することにより、最大1.8倍程度増大する可能性が示された。液相中の腐食速度を基準とすると、照射環境下で液膜が付着した環境下では約3.4倍程度腐食速度が増大する可能性がある。
- 気液界面の腐食速度は、液相部のその最大5.7倍程度増大し、更に照射が重畳することにより、最大1.7倍増大する可能性が示された。液相中の腐食速度を基準とすると、照射環境下の気液界面では約9.7倍程度腐食速度が増大する可能性がある。
- これら腐食速度の増大を考慮すると、バウンダリであるPCV壁面が急速に腐食減肉する可能性も考えられることから、腐食現象は燃料デブリ取り出し作業の阻害要因となりうる可能性があることが分かった。
- 本事業においても既往知見の検証を行うことを目的に材料試験を一部行うとともに、拡充した知見と既往知見の調査結果を基に、腐食事象を重要監視項目として抽出するか検討を行う。

(ii)構造物の腐食評価に係る検討状況

(a)腐食試験

- (i)項の既往知見調査結果より、表面に液膜が存在する場合、腐食速度が増大することが確認された。
- 一方で、照射環境下で薄い液膜が存在する場合の腐食挙動については不明な点が多い。
- そこで、薄い液膜存在下における炭素鋼の腐食挙動に及ぼす照射線量率の影響を評価することを目的に、表面に一定厚さの液膜を形成させた試験片についてγ線照射下での腐食試験を実施した。

(ii) 構造物の腐食評価に係る検討状況

(a) 腐食試験

➤ 試験条件

- ❑ 供試材: 炭素鋼 (JIS G 3118 SGV480) (表1、図5)
- ❑ 温度: 室温
- ❑ 時間: 50、100、500h
- ❑ 線量率 (ガンマ線): 0、0.2、3kGy/h
- ❑ 液膜厚さ: 0.4、4、30、40μm (制御方法は後述)
- ❑ 試験装置外観: 図6参照

表1 供試材の化学成分 (wt.%)

鋼種	C	Si	Mn	P	S
JIS G 3118 SGV480	≦ 0.27	0.15 ~0.40	0.85 ~1.20	≦ 0.020	≦ 0.020
分析値	0.10	0.16	1.43*	0.014	0.003

*:「Cの上限値を0.01%下げることによりMnの上限値を0.06%上げてもよい。但し、Mnの最大値は、1.60%とする」との記載がJISにあり、規格を満足している。

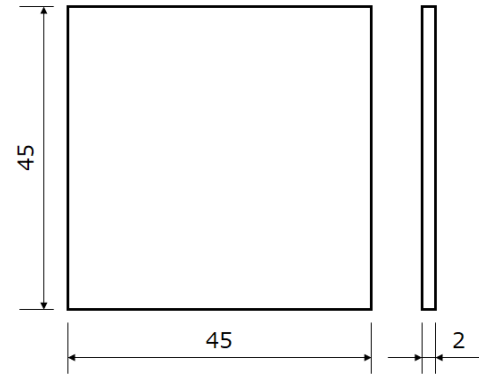


図5 試験片形状

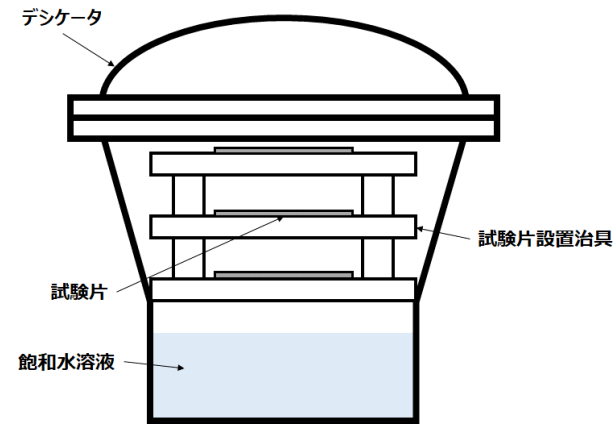


図6 試験装置の概略図

(ii) 構造物の腐食評価に係る検討状況

(a) 腐食試験

➤ 液膜厚さの制御方法

- 試験片表面の海塩粒子付着量と試験容器内の相対湿度によって制御(図7、8)
- 密閉容器内に塩の飽和水溶液が存在する場合、塩の種類に応じて相対湿度一定の雰囲気を作ることが可能(表2)

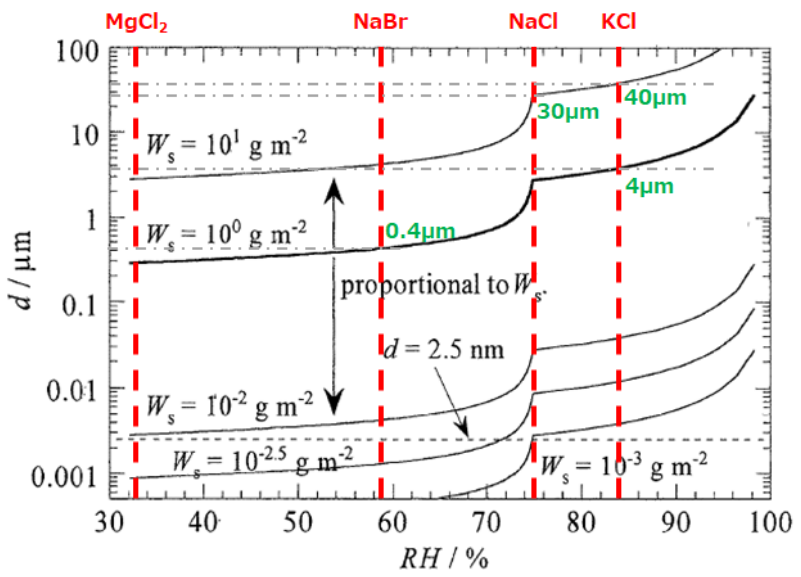


図7 海塩粒子付着量と相対湿度を変化させた時の液膜厚さの評価結果²⁾

(出典) 2) 細矢ら、Zairyo-to-Kankyo、54、pp.391-395、2005。

10) 北野ら、塩類の飽和水溶液による湿度定点の実現方法、計測自動制御学会論文集、23、12、pp.1246-1253、1987。

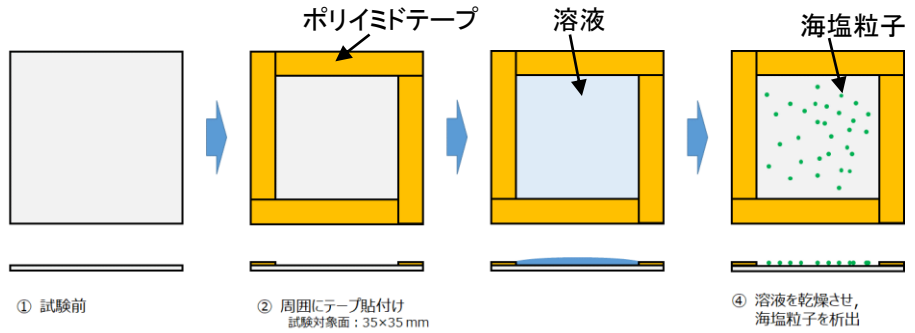


図8 海塩粒子付着手順

表2 試験マトリクス各種塩の湿度定点における実測値¹⁰⁾

	MgCl ₂	NaBr	NaCl	KCl
Relative humidity (measured)	33.2 ± 0.2	58.6 ± 0.4	75.3 ± 0.5	84.2 ± 0.5
Relative humidity (literature)	32.93 ± 0.17	58.36 ± 0.42	75.39 ± 0.13	84.73 ± 0.28
difference	0.3	0.2	-0.1	-0.5

(ii) 構造物の腐食評価に係る検討状況

(a) 腐食試験

➤ 試験マトリックス

表3 試験マトリックス

No.	試験片	温度	線量率 (kGy/h)	相対湿度 (%)	海塩粒子付着量(g/m ²)	液膜厚さ (μm)	試験時間 (h)	N数	
1	SGV480 平板	室温	0 (非照射)	59	1	0.4	50	3	
2				84	1	4			
3				75	10	30			
4				84	10	40			
5				59	1	0.4	100	3	
6				84	1	4			
7				75	10	30			
8				84	10	40			
9				59	1	0.4	500	3	
10				84	1	4			
11				75	10	30			
12				84	10	40			
13			0.2	500	3	59	1	0.4	
14						84	1	4	
15						75	10	30	
16						84	10	40	
17				3	500	3	59	1	0.4
18							84	1	4
19							75	10	30
20							84	10	40

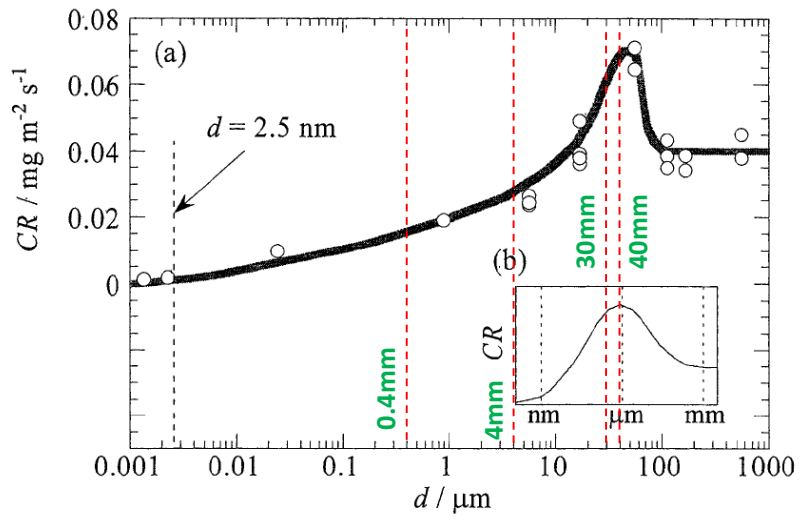


図9 液膜厚さの狙い値と既往知見の比較²⁾

- 液膜厚さをパラメータとして振り、腐食量に及ぼす液膜厚さの影響を評価(図9)
- 照射線量をパラメータとして振り、腐食量に及ぼす照射線量の影響を評価

(ii) 構造物の腐食評価に係る検討状況

(a) 腐食試験

➤ 非照射条件下における腐食試験結果

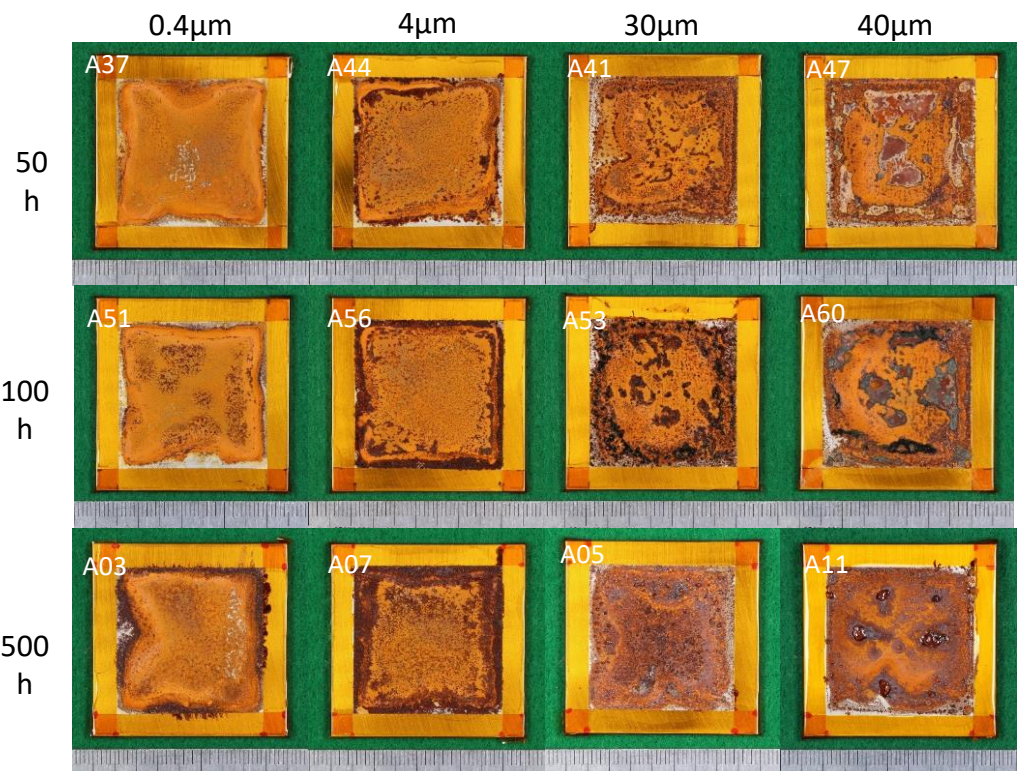


図10 非照射環境下における腐食試験後の外観観察結果(代表例)

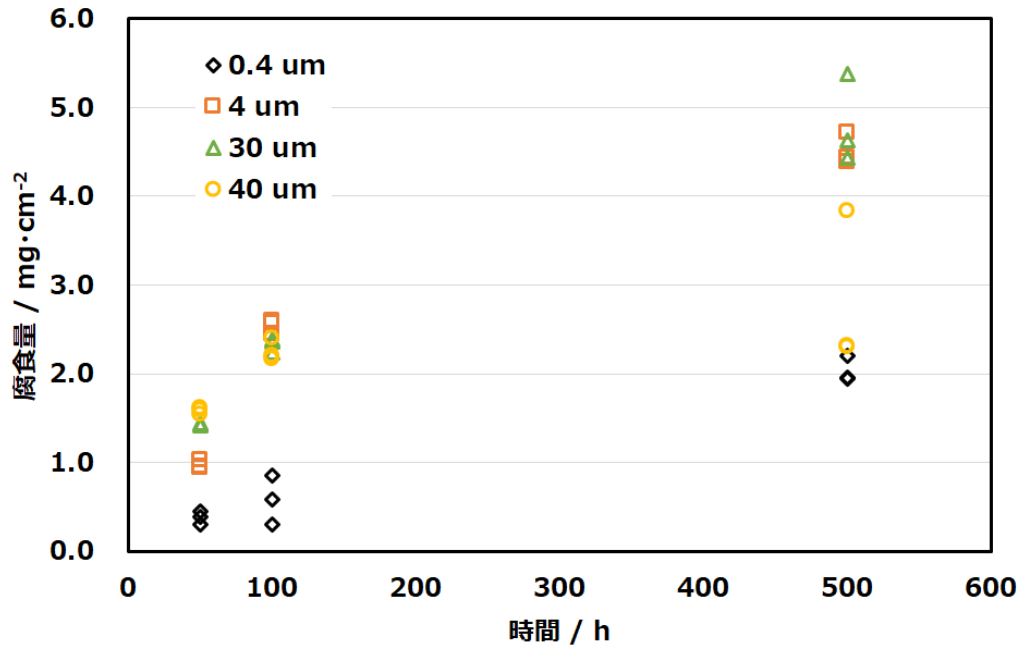


図11 非照射条件下における腐食量の経時変化

- 液膜厚さに依らず、試験時間の増加に伴い腐食量は増大(図11)
- 4μm、30μmで腐食量が大きくなった。

(ii) 構造物の腐食評価に係る検討状況

(a) 腐食試験

- 照射条件下における腐食試験結果 (500h)

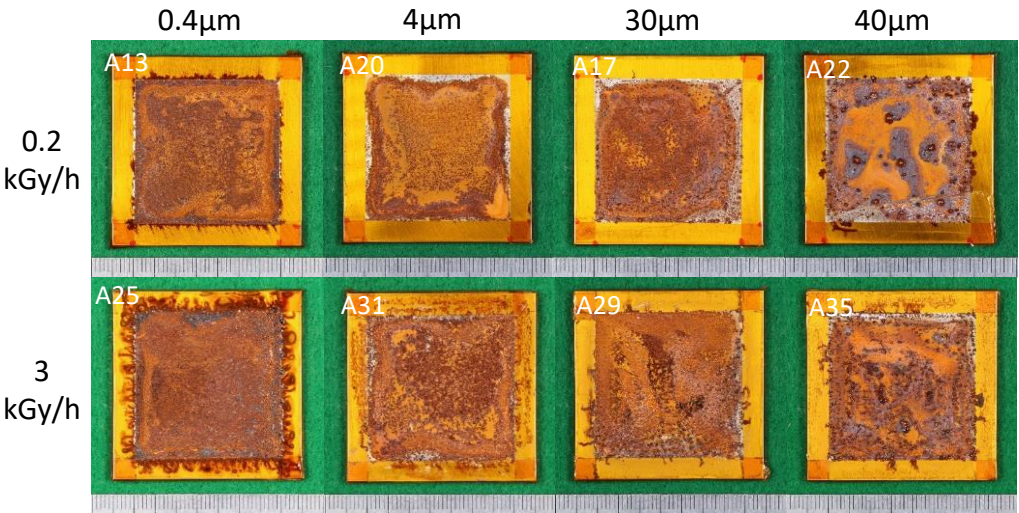


図12 照射環境下における腐食試験後の外観観察結果(代表例)

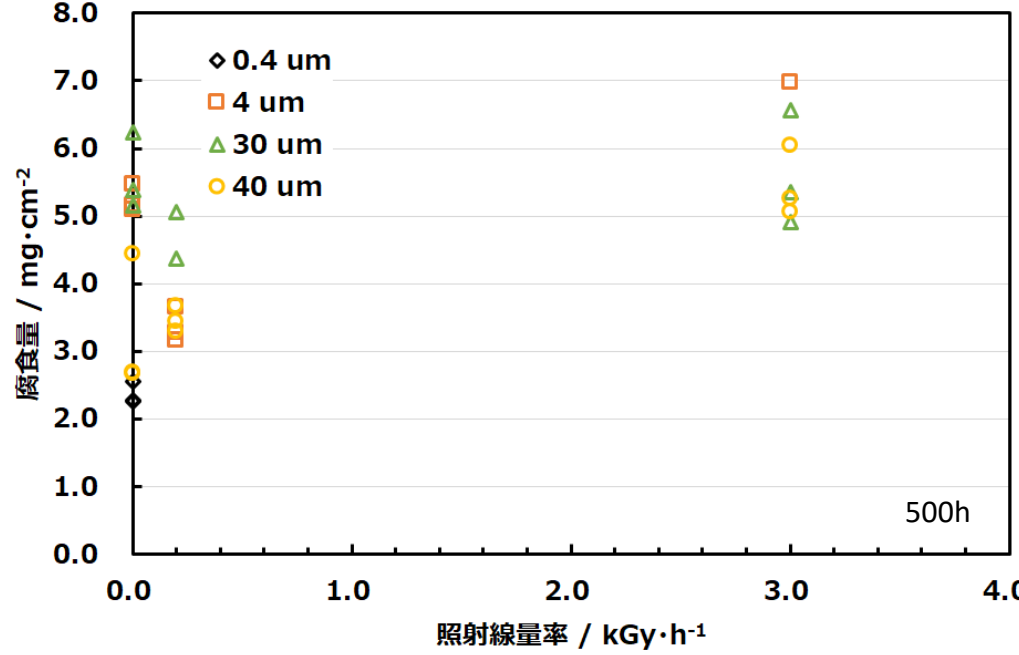


図13 照射環境下の腐食量推定結果(25°Cで補正)

- 線量率0.2kGy/hと3Gy/hを比較すると、3kGy/hでの腐食量の方が1.2~2倍程度大きく、線量率の増加に伴い、腐食が加速されることを確認(図13)

(ii) 構造物の腐食評価に係る検討状況

(b) 構造物の腐食評価

- 非照射環境下における腐食試験結果と既往知見²⁾を比較すると、30 μm 、40 μm では従来知見よりも低い値となった(図14)。
- 30~40 μm は既往知見において腐食量が増大する遷移域近傍の液膜厚さであり、かつ、今回の試験では液膜厚さの実測値を確認していないことから、必ずしも既往知見²⁾と一致しなかったものと考えられる。
- 一方で、複数の既往知見から薄い液膜が付着した条件で腐食速度の加速が認められていることから、液膜が付着した気相環境下の腐食は注視すべき対象と考えられる。

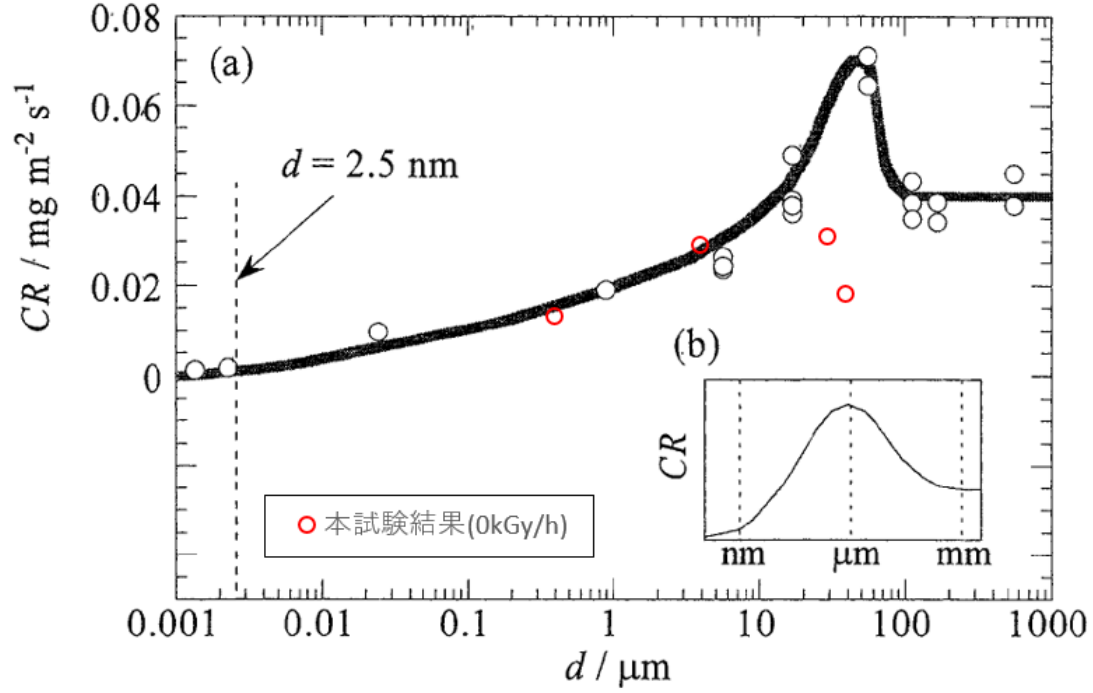


図14 腐食速度と液膜厚さとの関係(本試験結果をオーバープロット)
(a)細矢らのデータ (b)Tomashov's model²⁾

(ii) 構造物の腐食評価に係る検討状況

(b) 構造物の腐食評価

- 液膜が付着した気相環境下における照射効果については、0.2 kGy/hを基準として照射効果を検討すると、3kGy/hでは1.2~2倍程度の腐食速度の加速傾向が認められた(前出の図13参照)。
 - 液相中では、非照射と0.2kGy/hで腐食速度にほとんど差はなく、0.2kGyと4.4kGy/hで腐食速度が1.5倍になることが確認された(前出の図1参照¹⁾)。
 - 気液界面では、非照射と2.11kGy/hで腐食速度が1.6倍程度になることが確認された(前出の図3参照⁷⁾)。
- 本試験で確認した照射による加速倍率は、過去の知見と同程度であった。

以上の既往知見調査結果および腐食試験結果より、実機PCVでは気相部における薄い液膜付着部および気液界面で腐食速度が顕著になることが予想される。そのため、構造物の腐食状況を確認する際には、これら領域の腐食に着目した監視項目の抽出が望まれる。

(出典)1)中野ら、ガンマ線照射下におけるヒドラジン添加希釈海中での炭素鋼および低合金鋼の腐食、日本原子力学会和文論文誌、13、1、pp.1-6、2014。

7)阿部ら、ガンマ線照射下における喫水部での炭素鋼の腐食速度と長期予測、第67回材料と環境討論会2020、A-309、2020。

■リスク評価表からの抽出方法

分析番号	重要監視項目								
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの 間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由
安-気-1	HEPAフィルタ	ダスト濃度低減	PCV内ダスト濃度低減機能低下の加速	HEPAフィルタの有効流路面積が減少し、フィルタ性能が維持できない	①	加工地点からHEPAフィルタに移行するダストの蓄積によるフィルタ要素の部分的閉塞	(a)HEPAフィルタ差圧	直接 (項目4)	HEPAフィルタにおけるダストの蓄積により差圧が上昇し、またこの傾向は流入するダストの量・粒径分布に影響を受けることから選定。
	同上	同上	同上	同上			(b)HEPAフィルタ入口のダスト量・粒径分布	間接 (項目5)	

項目6(検知要求)より抜粋し、重要監視項目と名称を置き換え

■安全設備(気相閉じ込め設備)

本番号は添付資料6.2.4.3-2と連動

表.「モデルID サ4:デブリ加工」における気相閉じ込め設備の重要監視項目(1/2)

分析番号	重要監視項目
安-気-1, 4, 6, 8,31,33,48,51,53,55	HEPAフィルタ差圧
安-気-1,28,48	HEPAフィルタ入口のダスト量・粒径分布
安-気-2,3,29,30,49,50,	HEPAフィルタ上流/下流側ダスト濃度比
安-気-2,29,49	HEPAフィルタ入口のダスト量・化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)
安-気-3,10,30,50	HEPAフィルタ入口のダスト量・核種組成
安-気-4,6,31,33,51,53	HEPAフィルタ入口におけるミスト量
安-気-5,7,9,32,34,52,54,56	HEPAフィルタ入口相対湿度
安-気-5,7,32,34	加工地点におけるミスト散布量
安-気-8,55	HEPAフィルタ入口におけるアブレイシブ量・粒径分布
安-気-9,13,37,56,60	加工地点における入熱量

■安全設備(気相閉じ込め設備)

本番号は添付資料
6.2.4.3-2と連動

表.「モデルID サ4:デブリ加工」における気相閉じ込め設備の重要監視項目(2/2)

分析番号	重要監視項目
安-気-10,11,12,13,57,58,59,60	電気ヒータ前後差温度
安-気-11,12,58,59	電気ヒータ入口におけるミスト量
安-気-14,15	PCV内外差圧
	D/W水面上付近のPCV壁面へ飛来するミスト量・化学的性質(pH、塩化物イオン濃度)
安-気-16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27	PCV内外差圧+系統内圧力
安-気-16	フィルタケーシング入口のダスト量・化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)
安-気-17	フィルタケーシング入口のダスト量・核種組成
安-気-18,19	フィルタケーシング入口のミスト量
安-気-20,24	排気ライン入口のダスト量・化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)
安-気-21,25	排気ライン入口のダスト量・核種組成
安-気-22,23,26,27	排気ライン入口のミスト量
安-気-28	HEPAフィルタ差圧+PCV内外差圧
安-気-35,36,37	排風機風量
安-気-35	排風機入口のダスト量・化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)
安-気-36	排風機入口のダスト量・核種組成
安-気-38,39,40,41,42	デミスタ差圧+PCV内外差圧
安-気-38	デミスタ入口のダスト量・粒径分布
安-気-39	デミスタ入口のダスト量・化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)
安-気-40	デミスタ入口のダスト量・核種組成
安-気-41,42	デミスタ入口におけるミスト量
安-気-43,44,45,46,47	乾式逆洗フィルタ差圧+PCV内外差圧
安-気-43	乾式逆洗フィルタ入口のダスト量・粒径分布
安-気-44	乾式逆洗フィルタ入口のダスト量・化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)
安-気-45	乾式逆洗フィルタ入口のダスト量・核種組成
安-気-46,47	乾式逆洗フィルタ入口におけるミスト量
安-気-52	加工地点における加工助剤(ミスト)散布量
安-気-54	加工地点における飛散防止助剤(ミスト)散布量
安-気-57	電気ヒータ入口のダスト量・核種組成

■安全設備(液相閉じ込め設備)

本番号は添付資料
6.2.4.3-2と連動

表.「モデルID サ4:デブリ加工」における液相閉じ込め設備の重要監視項目

分析番号	重要監視項目
安-液-1.2.3.4.5.7	D/W滞留水移送ポンプ流量
安-液-1	D/W滞留水移送ポンプに流入する移送液の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)
安-液-2,3	D/W滞留水移送ポンプに流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度
安-液-4,5,7	D/W滞留水移送ポンプに流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度
安-液-6,13	PCV内水温
	加工地点における入熱量
安-液-8,9,10,11,12,14	PCV滞留水排出ポンプ流量
安-液-8	PCV滞留水排出ポンプに流入する移送液の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)
安-液-9,10	PCV滞留水排出ポンプに流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度
安-液-11,12,14	PCV滞留水排出ポンプに流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度
安-液-15	D/W水位
	D/W壁面液相の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)
安-液-16,19	系統内流量
安-液-16	配管に流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度
安-液-17,24,25	系統内流量+漏洩量
安-液-17	液体システムに流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度
安-液-18,20,21	系統内流量+漏洩検知
安-液-18,20,22	液体システムに流入する移送液の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)
安-液-19	配管に流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度
安-液-21,26	液体システムに流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度
安-液-22	PCV滞留水バッファタンク水位+漏洩検知
安-液-23,26	系統内流量+D/W滞留水粒子粗取り装置の前後差圧
安-液-23,24	D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度
安-液-25	D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)

■安全設備(冷却設備)

本番号は添付資料
6.2.4.3-2と連動

表.「モデルID サ4:デブリ加工」における冷却設備の重要監視項目

分析番号	重要監視項目
安-冷-1,2,3,4	D/W滞留水移送ポンプ流量
安-冷-1	D/W滞留水移送ポンプ入口における移送液の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)
安-冷-2	D/W滞留水移送ポンプ入口に流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度
安-冷-3	D/W滞留水移送ポンプ入口に流入する移送液中のアブレイシブ量
安-冷-4	D/W滞留水移送ポンプに流入する冷却材中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度
安-冷-5,11	PCV内水温 加工地点における入熱量
安-冷-6,7	冷却器入口/出口温度
安-冷-6	冷却器入口に流入する移送液の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)
安-冷-7	冷却器入口に流入するアブレイシブ量
安-冷-8,9,10,12	PCV滞留水注水ポンプ流量
安-冷-8	PCV滞留水注水ポンプ入口に流入する移送液の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)
安-冷-9	PCV滞留水注水ポンプ入口に流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度
安-冷-10	PCV滞留水注水ポンプに流入する移送液中のアブレイシブ量・粒径分布・粒子の密度
安-冷-12	PCV滞留水注水ポンプに流入する移送液中のアブレイシブ量
安-冷-13	PCV滞留水バッファタンク水量+漏洩量
安-冷-13,16,18	液体システムに流入する冷却材の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)
安-冷-14,17	系統内流量
安-冷-14	配管に流入する冷却材中のダスト量・粒径分布・粒子の密度
安-冷-15,16,18,19,21,22	系統内流量+漏洩量
安-冷-15	液体システムに流入する冷却材中のダスト量・粒径分布・粒子の密度
安-冷-17	配管に流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度
安-冷-19,23	液体システムに流入する冷却材中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度
安-冷-20,23	系統内流量+D/W滞留水粒子粗取り装置の前後差圧
安-冷-20,21	D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する冷却材中のダスト量・粒径分布・粒子の密度
安-冷-22	D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する冷却材の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)

■安全設備(液相・未臨界維持設備)

本番号は添付資料
6.2.4.3-2と連動

表.「モデルID サ4:デブリ加工」における液相・未臨界維持設備の重要監視項目

分析番号	重要監視項目
安-臨-1,2,3,4,5,6,7	D/W滞留水粒子粗取り装置下流のダスト量・粒径分布
安-臨-1	D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のダスト量
安-臨-2,4	D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度
安-臨-3	D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)
安-臨-5	D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のアブレイシブの量
安-臨-6,7	D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度

■作業設備

表.「モデルID サ1:PCV内の全体状況および作業／安全設備の確認」における作業設備の重要監視項目

分析番号	重要監視項目
---	PCV内環境に起因する重要監視項目無し

本番号は
は添付資料
6.2.4.3-3と連動

表.「モデルID サ2:加工対象への接近」における作業設備の重要監視項目

分析番号	重要監視項目
作A-1	暗闇に影響されない干渉物の存在
作A-2	霧に影響されない干渉物の存在
作A-3	雨滴に影響されない干渉物の存在
作A-4	ノイズに影響されない干渉物の存在
作B-1	目的地までの到達時間
	移動経路上の水流の流速
作B-2	ホットスポットに対する機器への影響度(耐放射線性)
	移動経路上のホットスポット位置
作B-3	堆積物の舞い上がりに影響されない移動経路検知
作B-4	暗闇に影響されない現在地検知
作B-5	霧に影響されない現在地検知
作B-6	雨滴に影響されない現在地検知
作B-7	ノイズに影響されない現在地検知

■作業設備

本番号は
は添付資料6.2.4.3-3連動

表.「モデルID サ3:加工前作業」における作業設備の重要監視項目

分析番号	重要監視項目
作A-1	暗闇の影響を受けないデブリの水没有無検知
作A-2	霧の影響を受けないデブリの水没有無検知
作A-3	雨滴の影響を受けないデブリの水没有無検知
作A-4	ノイズの影響を受けないデブリの水没有無検知
作A-5	中性子吸収剤の散布時間 中性子吸収剤散布箇所的水流速度
作A-6	暗闇の影響を受けない中性子吸収剤の散布状況検知
作A-7	霧の影響を受けない中性子吸収剤の散布状況検知
作A-8	雨滴の影響を受けない中性子吸収剤の散布状況検知
作A-9	周辺構造物による死角の影響を受けない中性子吸収剤の散布状況検知

■作業設備

表.「モデルID サ4:デブリ加工」における作業設備の重要監視項目(1/2)

本番号は
は添付資料
6.2.4.3-3と連動

分析番号	重要監視項目
作B-1	加工エリアのデブリ性状(圧縮強度)
作A-1	暗闇に影響されない加工現場のダスト濃度
	暗闇に影響されないデブリ温度
作A-2	霧に影響されない加工現場のダスト濃度
	霧に影響されないデブリ温度
作A-3,5	雨滴に影響されない加工現場のダスト濃度
作A-3	雨滴に影響されないデブリ温度
作A-4	ノイズに影響されない加工現場のダスト濃度
	ノイズに影響されないデブリ温度
作A-5	ダスト飛散に影響されないデブリ温度
作A-6	暗闇に影響されない中性子束
	暗闇に影響されないデブリ寸法
作A-7	霧に影響されない中性子束
	霧に影響されないデブリ寸法
作A-8	雨滴に影響されない中性子束
	雨滴に影響されないデブリ寸法
作A-9	ダスト飛散に影響されない中性子束
	ダスト飛散に影響されないデブリ寸法
作A-10	バックグラウンド(ノイズ)に影響されない中性子束
	バックグラウンドに影響されないデブリ寸法
作A-11	落下地点周辺の中性子束
	構造物が落下モードへ至る構造強度
作A-12	加工現場のダスト濃度
	加工箇所への飛散防止助剤(ミスト)の到達量
作B-2	加工箇所への到達時間
	加工現場の構造物三次元形状(寸法)
作B-3	加工治具の損耗度
	加工するデブリの圧縮強度

■作業設備

表.「モデルID サ4:デブリ加工」における作業設備の重要監視項目(2/2)

本番号は
は添付資料
6.2.4.3-3と連動

分析番号	重要監視項目
作B-4	ホットスポットに対する機器への影響度(耐放射線性) 加工現場のホットスポットの線源位置
作B-5,10,11,12,13,14,15	内容器へのデブリ充填量
作B-5	デブリ加工箇所の冷却水流速と流量
作B-6	暗闇に影響されない加工済みデブリの寸法
作B-7	霧に影響されない加工済みデブリの寸法
作B-8	雨滴に影響されない加工済みデブリの寸法
作B-9	水中浮遊する堆積物、切削粉(ダスト)、中性子吸収剤に影響されない加工済みデブリの寸法
作B-10	デブリ収納箇所の冷却水流速と流量
作B-11	暗闇に影響されないデブリと内容器の相対位置
作B-12	霧に影響されないデブリと内容器の相対位置
作B-13	雨滴に影響されないデブリと内容器の相対位置
作B-14	水中浮遊する堆積物、切削粉(ダスト)、中性子吸収剤に影響されないデブリと内容器の相対位置
作B-15	ノイズに影響されないデブリと内容器の相対位置
作B-16	暗闇に影響されない内容器へのデブリ充填量
作B-17	霧に影響されない内容器へのデブリ充填量
作B-18	雨滴に影響されない内容器へのデブリ充填量
作B-19	水中浮遊する堆積物、切削粉(ダスト)、中性子吸収剤に影響されない内容器へのデブリ充填量
作B-20	ノイズに影響されない内容器へのデブリ充填量

■作業設備

表.「モデルID サ5:加工後の各種記録」における作業設備の重要監視項目

分析番号	重要監視項目
---	PCV内環境に起因する重要監視項目無し

表.「モデルID サ6:デブリのセル移送(PCV→セルR)」における作業設備の重要監視項目

本番号は
は添付資料
6.2.4.3-3と連動

分析番号	重要監視項目
作A-1	暗闇に影響されない干渉物の存在
作A-2	霧に影響されない干渉物の存在
作A-3	雨滴に影響されない干渉物の存在
作A-4	ノイズに影響されない干渉物の存在
作B-1	目的地までの到達時間
	移動経路上の水流の流速
作B-2	ホットスポットに対する機器への影響度(耐放射線性)
	移動経路上のホットスポット位置
作B-3	堆積物の舞い上がりに影響されない移動経路検知
作B-4	内容物の放射線に影響を受けない内容物の現在地
作B-5	ダストに影響されない移動経路検知
作B-6	ノイズに影響されない内容物の現在地

■作業設備

本番号は
は添付資料
6.2.4.3-3と連動

表.「モデルID サ7:デブリの移送①(セルR→セルY)」における作業設備の重要監視項目

分析番号	重要監視項目
作B-1	内容物の放射線に影響されない動線干渉検知
作B-2	ダストの影響を受けない動線干渉検知
作A-1	セル(Y)のダスト濃度
	セル(R)のダスト濃度
作A-2	セル(Y)の水素濃度／もしくは酸素濃度
	内容物の水素発生量
作B-3	セル(Y)の空間線量率
	内容物の表面線量率
作B-4	ダストの舞い上がりに影響されない移動経路検知
作B-5	ダストの舞い上がりに影響されない内容物の現在地検知

本番号は
は添付資料
6.2.4.3-3と連動

表.「モデルID サ8:デブリの収納」における作業設備の重要監視項目

分析番号	重要監視項目
作B-1	内容物の内容物飛び出し有無確認時間
	内容物からの内容物飛び出し有無
作B-2	内容物の損傷有無確認時間
	内容物の損傷有無
作B-3	収納容器への異物(デブリ粉)噛み込み除去時間
	収納容器への異物(デブリ粉)付着量
作B-4	内容物の収納完了時間
	内容物の表面線量率

■作業設備

本番号は
は添付資料
6.2.4.3-3と連動

表.「モデルID サ9:デブリの移送②(セルY→セルG)」における作業設備の重要監視項目

分析番号	重要監視項目
作A-1	セル(G)のダスト濃度
	セル(Y)のダスト濃度
作A-2	系統内流量
作A-2,3	配管に流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度
作A-3	系統内流量+漏洩量
作B-1	移送容器の除染完了時間
	汚染水の影響を受けない検査項目(表面線量率、圧力放置特性、表面汚染濃度)

表.「モデルID サ10:デブリの搬出(セルG→二次バウンダリ)」における作業設備の重要監視項目

分析番号	重要監視項目
---	PCV内環境に起因する重要監視項目無し

■評価結果提示前の補足情報: 安全機能へ影響を与える間接要因の分類(1/2)

リスク評価を実施するにあたり、燃料デブリ取り出し作業に伴い発生する外乱(ダスト/ミストの発生、燃料デブリ性状)により安全機能を構成する機器の劣化を想定するが、外乱の特徴を考慮し、機器に与える影響として次の4項目に類型化し、間接監視の重要監視項目として抽出した。

① 外乱が直接的に安全機能に影響を与える要因

- 加工地点において発生するダストおよびミストが直接機器に蓄積・付着等することにより悪影響を与える。
 - ✓ ダストの蓄積により、機器に悪影響を与える(間接監視項目例: 機器に流入するダスト量および粒径分布)
 - ✓ ミストの蓄積により、機器に悪影響を与える(間接監視項目例: 機器に流入するミストの量)

② 外乱が間接的に安全機能に影響を与える要因

- 加工地点において発生するダスト等が機器に流入することにより、化学的および放射化等により機器の部材を変化させ、悪影響を与える。
 - ✓ 化学的性質の変化に伴い、機器に悪影響を与える(間接監視項目例: 機器に流入するダスト量および化学組成)
 - ✓ 照射による劣化に伴い、機器に悪影響を与える(間接監視項目例: 機器に流入するダスト量および核種組成)

■評価結果提示前の補足情報: 安全機能へ影響を与える間接要因の分類(2/2)

③ 外乱が安全機器を構成する機器の設計条件に影響を与える要因

- 加工地点において発生する外乱が、安全機能を構成する機器の設計条件に影響を与えることにより機器に悪影響を与える。
 - ✓ 設計条件の悪化に伴い、機器に悪影響を与える(間接監視項目例: 機器設計条件(PCV内圧力、温度、相対湿度、ガス組成))

④ その他

- 上記の分類に当てはまらないが、燃料デブリ取り出し作業に伴い、機器特有の故障モードにより、機器に悪影響を与える。

外乱の特徴(ダスト/ミストの発生、燃料デブリ性状)を考慮し、
機器の劣化モードとして4つの因子を考慮する

添付資料6.2.4.3-2: 安全設備のリスク評価表(詳細版)(3/48)

■リスク評価表への外乱情報入力手順(1/2)

・作業設備の活動によるPCV内の環境変化表に対して、リスク評価表の項目5に入力する外乱を下表のように外乱①～③に分類した。

外乱①

燃料デブリ種類	想定性状				想定加工方法			ダスト粒径			
	密度 [g/cm ³]	圧縮強度 [MPa]	主成分	所在領域	加工モード	機器名	備考	気中加工(飛散抑制剤無し)		水中加工	
								---	[μm]	---	[μm]
燃料デブリ塊	11	クラフト・岩盤 上(上部):2000 上記以外:230	【Uリッチ】 (U, Zr)O ₂ -C、 (Zr, U)O ₂ -T、 【Feリッチ】 UO ₂ 、Fe、Zry-2、 α-Zr(O)、 SUS/Fe、Fe ₂ (Zr、 U)、 ZrB ₂ 、Fe ₂ B、 Zr(O)、Fe ₂ Zr	PV内部 ペDESTAL (床部/内部/ 外部) ドライウエル	切断	ディスク カッター	ブレード径: 200 mm 刃厚: 1 mm 回転数: 1000 rpm	気中浮遊	何れもピーク粒径範囲 2~3(質量濃度分布) 0.1~0.3(個数濃度分布)	気中浮遊	不明
								沈降	何れもメディアン径 0.3(個数分布) 7.9(堆積分布)	沈降	50より上
								周辺部飛散	気中浮遊/沈降の何れか	水中浮遊	50以下

ダスト総発生量		マスバランスとダスト移行量					
		気中加工			水中加工		
気中加工	水中加工	マスバランス		ダスト移行量	マスバランス		ダスト移行量
[g]	[g]	---	[%]	[g]	---	[%]	[g]
1242.1	1242	気中浮遊	4	49.7	気中浮遊	2E-05	0.0
		沈降	37	459.6	沈降	99.5	1235.9
		周辺部飛散	59	732.9	水中浮遊	0.5	6.2

加工助剤投入量		飛散防止剤投入量 (気中加工時のみ)	
投入物	総投入量	投入物	総投入量
【気中加工】 水:1L/min	198 L	ミスト: 0.05L/min	9.9 L
	↑ (※)		↑ (※)

外乱②

外乱③

■リスク評価表への外乱情報入力手順(2/2)

前頁の①～④

No.	外乱
①	加工時に発生するダストの粒径および飛散量
②	加工工具に噴射される加工助剤の使用
③	ダスト飛散防止助剤の使用
④	その他 ・加工時の入熱 ・加工時のアブレイシブ投入

抽出された重要監視項目

分析番号	重要監視項目								
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因(=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由
安-気-1	HEPAフィルタ	ダスト濃度低減	PCV内ダスト濃度上昇	HEPAフィルタが劣化し、排気フィルタ効率が設計値を担保されないことでPCV内ダスト濃度が上昇する。	①	加工地点からHEPAフィルタに移行するダストの蓄積によるフィルタ要素の部分的閉塞	(a)HEPAフィルタ差圧	直接(項目4)	HEPAフィルタにおけるダストの蓄積により差圧が上昇し、またこの傾向は流入するダストの量・粒径分布に影響を受けることから選定。
	同上	同上	同上	同上			(b)HEPAフィルタ入口のダスト量・粒径分布	間接(項目5)	
安-気-14	PCV(一次バウンダリ)	静的バウンダリ	PCV内外差圧低下	PCVが劣化し、開口面積が増大することでインリークが発生し、PCV内外差圧が低下する。	②	加工助剤(ミスト)の蓄積によるPCV壁面の腐食による部分的破損	(a)PCV内外差圧	直接(項目4)	PCV壁面の腐食による開口面積拡大によりPCV内外差圧が低下し、またこの傾向はPCV壁面における液相の化学的性質に影響を受けることから選定。
	同上	同上	同上	同上			(b)D/W水面上付近のPCV壁面へ飛来するミスト量・化学的性質(pH、塩化物イオン濃度)	間接(項目5)	

(a)直接/(b)間接監視を抽出することにより、デブリ取り出し作業に伴う安全機能の低下を予知

エラーの直接原因に対して、デブリ取り出し作業の外乱との因果関係を整理

スループットの低下の要因として安全機能の低下と定義(項目3)し、燃料デブリ取り出し作業に伴う外乱が安全機能を構成する機器に影響を与える要因を分析し、作業遅延を回避するための検知要求を整理

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 【4点】対応策が決定されていない
 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 【4点】作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 【3点】作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 【2点】定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 【1点】定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 【4点】対応策がなく、スルーブット影響が不明
 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 【1点】スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-気-1	HEPAフィルタ	ダスト濃度低減	PCV内ダスト濃度上昇	HEPAフィルタが劣化し、EPAフィルタ効率が設計値を担保されないことでPCV内ダスト濃度が上昇する。	①	加工地点からHEPAフィルタに移行するダストの蓄積によるフィルタ要素の部分的閉塞	(a)HEPAフィルタ差圧	直接 (項目4)	HEPAフィルタにおけるダストの蓄積により差圧が上昇し、またこの傾向は流入するダストの量・粒径分布に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	1	フィルタ目詰まりは日々の積算によるものであり、予測性は良い	1	項目7-1が1点のため	1	3
							(b)HEPAフィルタ入口のダスト量・粒径分布	間接 (項目5)		1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	
安-気-2	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からHEPAフィルタに移行するダストによるフィルタ要素の劣化による部分的破損	(a)HEPAフィルタ上流/下流側ダスト濃度比	直接 (項目4)	HEPAフィルタに蓄積するダストによるフィルタ要素の劣化でフィルタ要素が部分的に破損し、上流と下流側のダスト濃度比が低下する。この傾向は、フィルタに流入するダストの量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成) に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	フィルタ下流側ダスト濃度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)HEPAフィルタ入口のダスト量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成)	間接 (項目5)		1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	継続的な監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	

【分析IDのナンバリングの法則】
 気相設備: 安-気-アラビア数字 液相設備: 安-液-アラビア数字
 冷却設備: 安-冷-アラビア数字 液相未臨界維持設備: 安-臨-アラビア数字

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 【4点】対応策が決定されていない
 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 【4点】作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 【3点】作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 【2点】定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 【1点】定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 【4点】対応策がなく、スルーブット影響が不明
 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 【1点】スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-気-3	HEPAフィルタ	ダスト濃度低減	PCV内ダスト濃度上昇	HEPAフィルタが劣化し、EPAフィルタ効率が設計値を担保されないことでPCV内ダスト濃度が上昇する。	①	加工地点からHEPAフィルタに移行するダストの照射によるフィルタ要素の部分的破損	(a)HEPAフィルタ上流/下流側ダスト濃度比	直接 (項目4)	HEPAフィルタに蓄積するダストの照射によるフィルタ要素が部分的に破損し、上流と下流側のダスト濃度比が低下する。またこの傾向は流入するダストの量・核種組成に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	フィルタ下流側ダスト濃度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)HEPAフィルタ入口のダスト量・核種組成	間接 (項目5)		1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	継続的な監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	
安-気-4	同上	同上	同上	同上	②	加工地点からHEPAフィルタに移行する加工助剤の付着によるフィルタ要素の部分的閉塞	(a)HEPAフィルタ差圧	直接 (項目4)	HEPAフィルタに蓄積するミストによる部分的閉塞により差圧が上昇し、またこの傾向は加工助剤に起因して流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	1	フィルタ目詰まりは日々の積算によるものであり、予測性は良い	1	項目7-1が1点のため	1	3
							(b)HEPAフィルタ入口におけるミスト量	間接 (項目5)		1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-気-5	HEPAフィルタ	ダスト濃度低減	PCV内ダスト濃度上昇	HEPAフィルタが劣化し、EPAフィルタ効率が設計値を担保されないことでPCV内ダスト濃度が上昇する。	②	デブリ取り出し作業に伴い、設計条件であるHEPAフィルタ入口相対湿度が設計想定以上になり、HEPAフィルタの性能劣化	(a)HEPAフィルタ入口相対湿度	直接 (項目4)	HEPAフィルタに流入するガスの相対湿度が設計条件を逸脱している事を確認し、またこの傾向は加工地点における加工助剤 (ミスト) の散布量に影響を受けることから選定。	1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	4	電気ヒータ前後差温度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)加工地点におけるミスト散布量	間接 (項目5)		1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	
安-気-6	同上	同上	同上	同上	③	加工地点からHEPAフィルタに移行する飛散防止助剤の付着による部分的閉塞	(a)HEPAフィルタ差圧	直接 (項目4)	HEPAフィルタに蓄積するミストよりHEPAフィルタ差圧が上昇し、またこの傾向は飛散防止助剤に起因してフィルタ要素に流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	1	フィルタ目詰まりは日々の積算によるものであり、予測性は良い	1	項目7-1が1点のため	1	3
							(b)HEPAフィルタ入口におけるミスト量	間接 (項目5)		1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	
安-気-7	同上	同上	同上	同上	同上	デブリ取り出し作業に伴い、設計条件であるHEPAフィルタ入口相対湿度が設計想定以上になり、HEPAフィルタの性能劣化	(a)HEPAフィルタ入口相対湿度	直接 (項目4)	HEPAフィルタに流入するガスの相対湿度がHEPAフィルタの設計条件を逸脱している事を確認し、またこの傾向は加工地点における飛散防止助剤 (ミスト) 散布量に影響を受けることから選定。	1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	4	電気ヒータ前後差温度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)加工地点におけるミスト散布量	間接 (項目5)		1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スルーブット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 [1点] スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目								重要監視項目の重み付け評価								
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-気-8	HEPAフィルタ	ダスト濃度低減	PCV内ダスト濃度上昇	HEPAフィルタが劣化し、EPAフィルタ効率が設計値を担保されないことでPCV内ダスト濃度が上昇する。	④	加工地点からフィルタに移行するアブレイシブの蓄積によるフィルタ要素の部分的閉塞	(a)HEPAフィルタ差圧	直接 (項目4)	HEPAフィルタに流入するアブレイシブの蓄積によりHEPAフィルタが部分的に閉塞し、HEPAフィルタ差圧が上昇する。この傾向は、加工に起因して	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	1	フィルタ目詰まりは日々の積算によるものであり、予測性は良い	1	項目7-1が1点のため	1	3
							(b)HEPAフィルタ入口におけるアブレイシブ量・粒径分布	間接 (項目5)	HEPAフィルタに流入するアブレイシブ量に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	
安-気-9	同上	同上	同上	同上	同上	加工の入熱によるD/W滞留水の蒸発に伴い、HEPAフィルタ入口相対湿度が設計想定以上になり、HEPAフィルタの性能劣化	(a)HEPAフィルタ入口相対湿度	直接 (項目4)	HEPAフィルタ入口における相対湿度が設計条件を逸脱している事を確認し、またこの傾向は加工地点における入熱量に影響を受けることから選定。	1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み) →2系列化しかない	4	電気ヒータ前後差温度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)加工地点における入熱量	間接 (項目5)	HEPAフィルタに流入するアブレイシブ量に影響を受けることから選定。	1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み) →2系列化しかない	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	
安-気-10	電気ヒータ (前処理設備)	ダスト濃度低減	PCV内ダスト濃度上昇	電気ヒータが劣化し、フィルタの設計値が担保されないことでPCV内ダスト濃度が上昇する。	①	加工地点から電気ヒータに移行するダストの照射による電気ヒータの性能劣化	(a)電気ヒータ前後差温度	直接 (項目4)	電気ヒータの性能劣化により前後の温度差が低下し、またこの傾向は流入するダスト量・核種組成に影響を受けることから選定。	1	電気ヒータ2系列化による使用ヒータ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	電気ヒータ前後差温度の常時監視により事後検知が可能だが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)HEPAフィルタ入口のダスト量・核種組成	間接 (項目5)	HEPAフィルタに流入するアブレイシブ量に影響を受けることから選定。	1	電気ヒータ2系列化による使用ヒータ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	継続的な監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの 間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/ 間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-気-11	電気ヒータ (前処理設備)	ダスト濃度低減	PCV内ダスト濃度上昇	電気ヒータが劣化し、フィルタの設計値が担保されないことでPCV内ダスト濃度が上昇する。	②	加工地点から電気ヒータに移行する加工助剤の付着による電気ヒータの性能劣化	(a)電気ヒータ前後差温度	直接 (項目4)	電気ヒータの性能劣化により前後の温度差が低下し、またこの傾向は加工助剤に起因して流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	電気ヒータ2系列化による使用ヒータ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	電気ヒータ前後差温度の常時監視により事後検知が可能だが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)電気ヒータ入口におけるミスト量	間接 (項目5)		1				電気ヒータ2系列化による使用ヒータ切り替えにより機能担保 (検討済み)			
安-気-12	同上	同上	同上	同上	③	加工地点から電気ヒータに移行する飛散防止助剤の付着による電気ヒータの性能劣化	(a)電気ヒータ前後差温度	直接 (項目4)	電気ヒータの性能劣化により前後の温度差が低下し、またこの傾向は飛散防止助剤に起因して流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	電気ヒータ2系列化による使用ヒータ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	電気ヒータ前後差温度の常時監視により事後検知が可能だが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)電気ヒータ入口におけるミスト量	間接 (項目5)		1				電気ヒータ2系列化による使用ヒータ切り替えにより機能担保 (検討済み)			
安-気-13	同上	同上	同上	同上	④	加工時の入熱によるPCV温度上昇による電気ヒータの性能劣化	(a)電気ヒータ前後差温度	直接 (項目4)	電気ヒータの性能劣化により前後の温度差が低下し、またこの傾向は流入するガスの温度を上昇させる加工地点における入熱量に影響を受けることから選定。	1	PCV設計温度を超過しないように加工作業を進めることを前提とする	4	電気ヒータ前後差温度の常時監視により事後検知が可能だが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)加工地点における入熱量	間接 (項目5)		1				PCV設計温度を超過しないように加工作業を進めることを前提とする			

添付資料6.2.4.3-2: 安全設備のリスク評価表(詳細版)(10/48)

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの 間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/ 間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-気-14	PCV (一次パウナダリ)	静的パウナダリ	PCV内外差圧低下	PCVが劣化し、開口面積が増大することでインリークが発生し、PCV内外差圧が低下する。	②	加工助剤 (ミスト) の蓄積によるPCV壁面の腐食による部分的破損	(a)PCV内外差圧	直接 (項目4)	PCV壁面の腐食による開口面積拡大によりPCV内外差圧が低下し、またこの傾向はPCV壁面における液相の化学的性質に影響を受けることから選定。	4	安全機能への影響が大きい。 (ファン風量増の場合は過剰スベックになる可能性・開口位置を特定した上での補修には課題がある)	4	PCV内外差圧の常時監視により事後検知が可能だが、予測性が悪い。破損箇所の特定が困難となる場合が考えられる。	3	安全機能への影響が大きく、PCV補修が完了するまで作業停止となる。	48	48
							(b)D/W水面上付近のPCV壁面へ飛来するミスト量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度)			間接 (項目5)	4	安全機能への影響が大きい。 (ファン風量増の場合は過剰スベックになる可能性・開口位置を特定した上での補修には課題がある)	4	継続的な監視が必要であるが、予測性は悪い。	3		
安-気-15	同上	同上	同上	同上	③	飛散防止助剤 (ミスト) によるPCV壁面の腐食による部分的破損	(a)PCV内外差圧	直接 (項目4)	PCV壁面の腐食による開口面積拡大によりPCV内外差圧が低下し、またこの傾向はPCV壁面における液相の化学的性質に影響を受けることから選定。	4	安全機能への影響が大きい。 (ファン風量増の場合は過剰スベックになる可能性・開口位置を特定した上での補修には課題がある)	4	PCV内外差圧の常時監視により事後検知が可能だが、予測性が悪い。破損箇所の特定が困難となる場合が考えられる。	3	安全機能への影響が大きく、PCV補修が完了するまで作業停止となる。	48	48
							(b)D/W水面上付近のPCV壁面へ飛来するミスト量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度)			間接 (項目5)	4	安全機能への影響が大きい。 (ファン風量増の場合は過剰スベックになる可能性・開口位置を特定した上での補修には課題がある)	4	継続的な監視が必要であるが、予測性は悪い。	3		

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スルーブット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 [1点] スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-気-16	フィルタケーシング	静的パウダリ	PCV内外差圧低下	フィルタケーシングが劣化し、開口面積が増大することでインリークが発生し、PCV内外差圧が低下する。	①	加工地点からフィルタケーシングに移行するダストの腐食による部分的破損	(a)PCV内外差圧 + 系統内圧力	直接 (項目4)	フィルタケーシングの部分的破損により一次パウダリの開口が増大することでPCV内外の差圧が低下し、またこの傾向はフィルタケーシングに流入するダストの量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成) に影響を受けることから選定。	1	安全機能への影響はあるが、他のパウダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	4	PCV内外差圧の常時監視により事後検知が可能だが、予測性が悪い。破損箇所の特定が困難となる場合が考えられる。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)フィルタケーシング入口のダスト量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成)	間接 (項目5)		1	安全機能への影響はあるが、他のパウダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	4	継続的な監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	
安-気-17	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からフィルタケーシングに移行するダストの照射による部分的破損	(a)PCV内外差圧 + 系統内圧力	直接 (項目4)	フィルタケーシングの部分的破損により一次パウダリの開口が増大することでPCV内外の差圧が低下し、またこの傾向はフィルタケーシングに流入するダストの量・核種組成に影響を受けることから選定。	1	安全機能への影響はあるが、他のパウダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	4	PCV内外差圧の常時監視により事後検知が可能だが、予測性が悪い。破損箇所の特定が困難となる場合が考えられる。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)フィルタケーシング入口のダスト量・核種組成	間接 (項目5)		1	安全機能への影響はあるが、他のパウダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	4	継続的な監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	

添付資料6.2.4.3-2: 安全設備のリスク評価表(詳細版)(12/48)

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-気-18	フィルタケージ	静的パウンダリ	PCV内外差圧低下	フィルタケージが劣化し、開口面積が増大することでインリークが発生し、PCV内外差圧が低下する。	②	加工地点からフィルタケージに移行する加工助剤の付着による部分的破損	(a)PCV内外差圧+系統内圧力	直接 (項目4)	フィルタケージの部分的破損により一次パウンダリの開口が増大することでPCV内外の差圧が低下し、またこの傾向はフィルタケージに流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	4	PCV内外差圧の常時監視により事後検知が可能だが、予測性が悪い。破損箇所の特定が困難となる場合が考えられる。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)フィルタケージ入口のミスト量	間接 (項目5)		1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	3		継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。			
安-気-19	同上	同上	同上	同上	③	加工地点からフィルタケージに移行する飛散防止助剤の付着による部分的破損	(a)PCV内外差圧+系統内圧力	直接 (項目4)	フィルタケージの部分的破損により一次パウンダリの開口が増大することでPCV内外の差圧が低下し、またこの傾向はフィルタケージに流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	4	PCV内外差圧の常時監視により事後検知が可能だが、予測性が悪い。破損箇所の特定が困難となる場合が考えられる。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)フィルタケージ入口のミスト量	間接 (項目5)		1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	3		継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。			
安-気-20	ダクト	静的パウンダリ	PCV内外差圧低下	ダクトが劣化し、開口面積が増大することでインリークが発生し、PCV内外差圧が低下する。	①	加工地点からダクトに移行するダストの腐食による部分的破損	(a)PCV内外差圧+系統内圧力	直接 (項目4)	ダクトの部分的破損により一次パウンダリの開口が増大することでPCV内外の差圧が低下し、またこの傾向は排気ラインに流入するダストの量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成) に影響を受けることから選定。	1	安全機能への影響はあるが、他のパウンダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	4	PCV内外差圧の常時監視により事後検知が可能だが、予測性が悪い。破損箇所の特定が困難となる場合が考えられる。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)排気ライン入口のダスト量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成)	間接 (項目5)		1	安全機能への影響はあるが、他のパウンダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	4		継続的な監視が必要であるが、予測性は悪い。			

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スルーブット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 [1点] スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-気-21	ダクト	静的バウンダリ	PCV内外差圧低下	ダクトが劣化し、開口面積が増大することでインリークが発生し、PCV内外差圧が低下する。	①	加工地点からダクトに移行するダストによる照射による部分的破損	(a)PCV内外差圧+系統内圧力	直接 (項目4)	ダクトの部分的破損により一次バウンダリの開口が増大することでPCV内外の差圧が低下し、またこの傾向は排気ラインに流入するダストの量・核種組成に影響を受けることから選定。	1	安全機能への影響はあるが、他のバウンダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	4	PCV内外差圧の常時監視により事後検知が可能だが、予測性が悪い。破損箇所の特定が困難となる場合が考えられる。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)排気ライン入口のダスト量・核種組成	間接 (項目5)		1	安全機能への影響はあるが、他のバウンダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	4		継続的な監視が必要であるが、予測性は悪い。			
安-気-22	同上	同上	同上	同上	②	加工地点からダクトに移行する加工助剤の付着による部分的破損	(a)PCV内外差圧+系統内圧力	直接 (項目4)	ダクトの破損により一次バウンダリの開口が増大することでPCV内外の差圧が低下し、またこの傾向は排気ラインに流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	安全機能への影響はあるが、他のバウンダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	4	PCV内外差圧の常時監視により事後検知が可能だが、予測性が悪い。破損箇所の特定が困難となる場合が考えられる。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)排気ライン入口のミスト量	間接 (項目5)		1	安全機能への影響はあるが、他のバウンダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	3		継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。			
安-気-23	同上	同上	同上	同上	③	加工地点からダクトに移行する飛散防止助剤の付着による部分的破損	(a)PCV内外差圧+系統内圧力	直接 (項目4)	ダクトの部分的破損により一次バウンダリの開口が増大することでPCV内外の差圧が低下し、またこの傾向は排気ラインに流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	安全機能への影響はあるが、他のバウンダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	4	PCV内外差圧の常時監視により事後検知が可能だが、予測性が悪い。破損箇所の特定が困難となる場合が考えられる。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)排気ライン入口のミスト量	間接 (項目5)		1	安全機能への影響はあるが、他のバウンダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	3		継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。			

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-気-24	隔離弁 (系統内に存在する弁を総合)	静的パウダリ	PCV内外差圧低下	隔離弁が劣化し、開口面積が増大することでインリークが発生し、PCV内外差圧が低下する。	①	加工地点から隔離弁に移行するダストの腐食による部分的破損	(a)PCV内外差圧+系統内圧力	直接 (項目4)	隔離弁の部分的破損により一次パウダリの開口が増大することでPCV内外の差圧が低下し、またこの傾向は排気ラインに流入するダストの量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成) に影響を受けることから選定。	1	安全機能への影響はあるが、他のパウダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	4	PCV内外差圧の常時監視により事後検知が可能だが、予測性が悪い。破損箇所の特定が困難となる場合が考えられる。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)排気ライン入口のダスト量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成)	間接 (項目5)		1	安全機能への影響はあるが、他のパウダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	4	継続的な監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	
安-気-25	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点から隔離弁に移行するダストの照射による部分的破損	(a)PCV内外差圧+系統内圧力	直接 (項目4)	隔離弁の部分的破損により一次パウダリの開口が増大することでPCV内外の差圧が低下し、またこの傾向は排気ラインに流入するダストの量・核種組成に影響を受けることから選定。	1	安全機能への影響はあるが、他のパウダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	4	PCV内外差圧の常時監視により事後検知が可能だが、予測性が悪い。破損箇所の特定が困難となる場合が考えられる。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)排気ライン入口のダスト量・核種組成	間接 (項目5)		1	安全機能への影響はあるが、他のパウダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	4	継続的な監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	
安-気-26	同上	同上	同上	同上	②	加工地点から隔離弁に移行する加工助剤の付着による部分的破損	(a)PCV内外差圧+系統内圧力	直接 (項目4)	隔離弁の部分的破損により一次パウダリの開口が増大することでPCV内外の差圧が低下し、またこの傾向は排気ラインに流入するダストの量に影響を受けることから選定。	1	安全機能への影響はあるが、他のパウダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	4	PCV内外差圧の常時監視により事後検知が可能だが、予測性が悪い。破損箇所の特定が困難となる場合が考えられる。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)排気ライン入口のダスト量	間接 (項目5)		1	安全機能への影響はあるが、他のパウダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スルーブット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 [1点] スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-気-27	隔離弁 (系統内に存在する弁を総合)	静的パウンダリ	PCV内外差圧低下	隔離弁が劣化し、開口面積が増大することでインリークが発生し、PCV内外差圧が低下する。	③	加工地点から隔離弁に移行する飛散防止助剤の付着による部分的破損	(a)PCV内外差圧 + 系統内圧力	直接 (項目4)	隔離弁の部分的破損により一次パウンダリの開口が増大することでPCV内外の差圧が低下し、またこの傾向は排気ラインに流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	安全機能への影響はあるが、他のパウンダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	4	PCV内外差圧の常時監視により事後検知が可能だが、予測性が悪い。破損箇所の特定が困難となる場合が考えられる。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)排気ライン入口のミスト量			間接 (項目5)	1	安全機能への影響はあるが、他のパウンダリ部分と比較して発生頻度が低いことが想定される。	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	
安-気-28	HEPAフィルタ	動的パウンダリ	PCV内外差圧低下	フィルタ要素が劣化し、排風機的设计値が担保されないことで排気風量が低下し、PCV内外差圧が低下する。	①	加工地点からHEPAフィルタに移行するダストの蓄積によるフィルタ要素の部分的閉塞	(a)HEPAフィルタ差圧 + PCV内外差圧	直接 (項目4)	ダストの蓄積により差圧が上昇し、またこの傾向はHEPAフィルタに流入するダストの量・粒径分布に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	1	フィルタ目詰まりは日々の積算によるものであり、予測性は良い	1	項目7-1が1点のため	1	3
							(b)HEPAフィルタ入口のダスト量・粒径分布			間接 (項目5)	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	
安-気-29	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からHEPAフィルタに移行するダストによるフィルタ要素の劣化による部分的破損	(a)HEPAフィルタ上流/下流側ダスト濃度比	直接 (項目4)	HEPAフィルタに蓄積するダストによるフィルタ要素の劣化でフィルタ要素が部分的に破損し、上流と下流側のダスト濃度比が低下する。この傾向は、フィルタに流入するダストの量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成) に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	フィルタ下流側ダスト濃度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)HEPAフィルタ入口のダスト量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成)			間接 (項目5)	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	継続的な監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スルーブット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 [1点] スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-気-30	HEPAフィルタ	動的のパウダリ	PCV内外差圧低下	フィルタ要素が劣化し、排風機的设计値が担保されないことで排気風量が低下し、PCV内外差圧が低下する。	①	加工地点からHEPAフィルタに移行するダストの照射によるフィルタ要素の部分的破損	(a)HEPAフィルタ上流/下流側ダスト濃度比	直接 (項目4)	HEPAフィルタに蓄積するダストの照射によるフィルタ要素が部分的に破損し、上流と下流側のダスト濃度比が低下する。またこの傾向は流入するダストの量・核種組成に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	フィルタ下流側ダスト濃度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)HEPAフィルタ入口のダスト量・核種組成	間接 (項目5)		1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	継続的な監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	
安-気-31	同上	同上	同上	同上	②	加工地点からHEPAフィルタに移行する加工助剤の付着による部分的閉塞	(a)HEPAフィルタ差圧	直接 (項目4)	HEPAフィルタにおけるダストの蓄積によりHEPAフィルタ差圧が上昇し、またこの傾向は加工助剤に起因してHEPAフィルタに流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	1	フィルタ目詰まりは日々の積算によるものであり、予測性は良い	1	項目7-1が1点のため	1	3
							(b)HEPAフィルタ入口におけるミスト量	間接 (項目5)		1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	
安-気-32	同上	同上	同上	同上	同上	デブリ取り出し作業に伴い、設計条件であるHEPAフィルタ入口相対湿度が設計想定以上になり、HEPAフィルタの性能劣化	(a)HEPAフィルタ入口相対湿度	直接 (項目4)	HEPAフィルタに流入するガスの相対湿度が設計条件を逸脱している事を確認し、またこの傾向は加工地点における加工助剤 (ミスト) の散布量に影響を受けることから選定。	1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	4	電気ヒータ前後差温度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)加工地点におけるミスト散布量	間接 (項目5)		1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スルーブット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 [1点] スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-気-33	HEPAフィルタ	動的のパウダリ	PCV内外差圧低下	フィルタ要素が劣化し、排風機的设计値が担保されないことで排気風量が低下し、PCV内外差圧が低下する。	③	加工地点からHEPAフィルタに移行する飛散防止剤の飛散による部分的閉塞	(a)HEPAフィルタ差圧	直接 (項目4)	HEPAフィルタにおけるダストの蓄積によりHEPAフィルタ差圧が上昇し、またこの傾向は加工助剤に起因してHEPAフィルタに流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	1	フィルタ目詰まりは日々の積算によるものであり、予測性は良い	1	項目7-1が1点のため	1	3
							(b)HEPAフィルタ入口におけるミスト量			間接 (項目5)	1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)		3			
安-気-34	同上	同上	同上	同上	同上	デブリ取り出し作業に伴い、設計条件であるHEPAフィルタ入口相対湿度が設計想定以上になり、HEPAフィルタの性能劣化	(a)HEPAフィルタ入口相対湿度	直接 (項目4)	HEPAフィルタに流入するガスの相対湿度が設計条件を逸脱している事を確認し、またこの傾向は加工地点における飛散防止剤 (ミスト) の散布量に影響を受けることから選定。	1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	4	電気ヒータ前後差温度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)加工地点におけるミスト散布量			間接 (項目5)	1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)		3			
安-気-35	排風機	動的のパウダリ	PCV内外差圧低下	排風機が劣化し、排風機的设计値が担保されないことで排気風量が低下し、PCV内外差圧が低下する。	①	加工地点から排風機に移行するダストによる腐食による排風機の部分的破損	(a)排風機風量	直接 (項目4)	排風機に蓄積するダストによるフィルタ要素の腐食で排風機が部分的に破損し、排風機風量が低下する。この傾向は、排風機に流入するダストの量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成) に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	フィルタ下流側ダスト濃度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)排風機入口のダスト量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成)			間接 (項目5)	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)		4			

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スルーブット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 [1点] スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-気-36	排風機	動的パウダリ	PCV内外差圧低下	排風機が劣化し、排風機的设计値が担保されないことで排気風量が低下し、PCV内外差圧が低下する。	同上	加工地点から排風機に移行するダストの照射による排風機の部分的破損	(a)排風機風量	直接 (項目4)	排風機に蓄積するダストの照射により排風機が部分的に破損し、排風機風量が低下する。またこの傾向は流入するダストの量・核種組成に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	フィルタ下流側ダスト濃度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)排風機入口のダスト量・核種組成	間接 (項目5)		1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4		継続的な監視が必要であるが、予測性は悪い。		1	
安-気-37	同上	同上	同上	同上	④	加工時の入熱によるPCV温度上昇による排風機の性能劣化	(a)排風機風量	直接 (項目4)	排風機の性能低下により排気風量が低下し、またこの傾向は流入するダストの温度を上昇させる加工地点における入熱量に影響を受けることから選定。	1	PCV設計温度を超過しないように加工作業を進めることを前提とする	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	3
							(b)加工地点における入熱量	間接 (項目4)		1	PCV設計温度を超過しないように加工作業を進めることを前提とする	3		排気ファン上流側温度の常時監視により事前検知が可能で、予測性は良い		1	
安-気-38	デミスタ (前処理設備)	動的パウダリ	PCV内外差圧低下	デミスタが劣化し、排風機的设计値が担保されないことで排気風量が低下し、PCV内外差圧が低下する。	①	加工地点からデミスタに移行するダストの蓄積による部分的閉塞	(a)デミスタ差圧+PCV内外差圧	直接 (項目4)	デミスタの部分的閉塞によりデミスタ前後の差圧が上昇し、またこの傾向は流入するダストの量・粒径分布に影響を受けることから選定。	1	デミスタ2系列化による使用デミスタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	3	デミスタ差圧の定期的な監視及びPCV内外差圧の常時監視により事後検知が可能であり、PCV内外差圧の兆候より事前予測可能。	1	項目7-1が1点のため	3	3
							(b)デミスタ入口のダスト量・粒径分布	間接 (項目5)		1	デミスタ2系列化による使用デミスタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	3		継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。		1	

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スルーブット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 [1点] スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-気-39	デミスタ (前処理設備)	動的のパウダリ	PCV内外差圧低下	デミスタが劣化し、排風機的设计値が担保されないことで排気風量が低下し、PCV内外差圧が低下する。	同上	加工地点からデミスタに移行するダストによる腐食による部分的破損	(a)デミスタ差圧+PCV内外差圧	直接 (項目4)	デミスタに蓄積するダストによる腐食でデミスタが部分的に破損し、デミスタ前後の差圧が上昇する。この傾向は、フィルタに流入するダストの量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成) に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	フィルタ下流側ダスト濃度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)デミスタ入口のダスト量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成)	間接 (項目5)	デミスタに蓄積するダストによる腐食でデミスタが部分的に破損し、デミスタ前後の差圧が上昇する。この傾向は、フィルタに流入するダストの量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成) に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	継続的な監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	
安-気-40	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からデミスタに移行するダストの照射による部分的破損	(a)デミスタ差圧+PCV内外差圧	直接 (項目4)	デミスタに蓄積するダストによる照射でデミスタが部分的に破損し、デミスタ前後の差圧が上昇する。この傾向は、フィルタに流入するダストの量・核種組成に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	フィルタ下流側ダスト濃度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)デミスタ入口のダスト量・核種組成	間接 (項目5)	デミスタに蓄積するダストによる照射でデミスタが部分的に破損し、デミスタ前後の差圧が上昇する。この傾向は、フィルタに流入するダストの量・核種組成に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	継続的な監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	
安-気-41	同上	同上	同上	同上	②	加工地点からデミスタに移行する加工助剤の付着による部分的閉塞	(a)デミスタ差圧+PCV内外差圧	直接 (項目4)	デミスタの部分的閉塞によりデミスタ前後の差圧が上昇し、またこの傾向はデミスタに流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	デミスタ2系列化による使用デミスタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	3	デミスタ差圧の定期的な監視及びPCV内外差圧の常時監視により事後検知が可能であり、PCV内外差圧の兆候より事前予測可能。	1	項目7-1が1点のため	3	3
							(b)デミスタ入口におけるミスト量	間接 (項目5)	デミスタの部分的閉塞によりデミスタ前後の差圧が上昇し、またこの傾向はデミスタに流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	デミスタ2系列化による使用デミスタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 【4点】対応策が決定されていない
 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 【4点】作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 【3点】作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 【2点】定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 【1点】定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 【4点】対応策がなく、スルーブット影響が不明
 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 【1点】スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-気-42	デミスタ (前処理設備)	動的のパウダリ	PCV内外差圧低下	デミスタが劣化し、排風機的设计値が担保されないことで排気風量が低下し、PCV内外差圧が低下する。	③	加工地点からデミスタに移行する飛散防止助剤の付着による部分的閉塞	(a)デミスタ差圧+PCV内外差圧	直接 (項目4)	デミスタの部分的閉塞によりデミスタ前後の差圧が上昇し、またこの傾向はデミスタに流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	デミスタ2系列化による使用デミスタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	3	デミスタ差圧の定期的な監視及びPCV内外差圧の常時監視により事後検知が可能であり、PCV内外差圧の兆候より事前予測可能。	1	項目7-1が1点のため	3	3
							(b)デミスタ入口におけるミスト量	間接 (項目5)		1				デミスタ2系列化による使用デミスタ切り替えにより機能担保 (検討済み)			
安-気-43	乾式逆洗フィルタ (前処理設備)	動的のパウダリ	PCV内外差圧低下	乾式逆洗フィルタの劣化により、排風機的设计値が担保されないことで排気風量が低下し、PCV内外差圧が低下する。	①	加工地点から乾式逆洗フィルタに移行するダストの蓄積による部分的閉塞	(a)乾式逆洗フィルタ差圧+PCV内外差圧	直接 (項目4)	乾式逆洗フィルタの部分的閉塞により乾式逆洗フィルタ前後の差圧が上昇する。この傾向は乾式逆洗フィルタに流入するダストの量・粒径分布に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	1	フィルタ目詰まりは日々の積算によるものであり、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	1	3
							(b)乾式逆洗フィルタ入口のダスト量・粒径分布	間接 (項目5)		1				フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)			
安-気-44	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点から乾式逆洗フィルタに移行するダストによる腐食による部分的破損	(a)乾式逆洗フィルタ差圧+PCV内外差圧	直接 (項目4)	乾式逆洗フィルタに蓄積するダストによる腐食でフィルタ要素が部分的に破損し、乾式逆洗フィルタ前後の差圧が低下する。この傾向は、乾式逆洗フィルタに流入するダストの量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成) に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	フィルタ下流側ダスト濃度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)乾式逆洗フィルタ入口のダスト量・化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成)	間接 (項目5)		1				フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)			

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スルーブット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 [1点] スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-気-45	乾式逆洗フィルタ (前処理設備)	動的のパウダリ	PCV内外差圧低下	乾式逆洗フィルタの劣化により、排風機的设计値が担保されないことで排気風量が低下し、PCV内外差圧が低下する。	①	加工地点から乾式逆洗フィルタに移行するダストの照射による部分的破損	(a)乾式逆洗フィルタ差圧+PCV内外差圧	直接 (項目4)	乾式逆洗フィルタに蓄積するダストによる照射でフィルタ要素が部分的に破損し、乾式逆洗フィルタ前後の差圧が低下する。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	フィルタ下流側ダスト濃度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)乾式逆洗フィルタ入口のダスト量・核種組成	間接 (項目5)	この傾向は、乾式逆洗フィルタに流入するダストの量・核種組成に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	継続的な監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	
安-気-46	同上	同上	同上	同上	②	加工地点から乾式逆洗フィルタに移行する加工助剤の付着による部分的閉塞	(a)乾式逆洗フィルタ差圧+PCV内外差圧	直接 (項目4)	乾式逆洗フィルタの部分的閉塞により乾式逆洗フィルタ前後の差圧が上昇し、またこの傾向は乾式逆洗フィルタに流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	1	フィルタ目詰まりは日々の積算によるものであり、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	1	3
							(b)乾式逆洗フィルタ入口におけるミスト量	間接 (項目5)		1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	
安-気-47	同上	同上	同上	同上	③	加工地点から乾式逆洗フィルタに移行する飛散防止助剤の付着による閉塞	(a)乾式逆洗フィルタ差圧+PCV内外差圧	直接 (項目4)	乾式逆洗フィルタの部分的閉塞により乾式逆洗フィルタ前後の差圧が上昇し、またこの傾向は流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	1	フィルタ目詰まりは日々の積算によるものであり、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	1	3
							(b)乾式逆洗フィルタ入口におけるミスト量	間接 (項目5)		1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-気-48	HEPAフィルタ	放出抑制	HEPAフィルタ下流側ダスト濃度上昇	HEPAフィルタが劣化し、フィルタ効率が設計値を担保されないことでPCV内ダスト濃度が上昇する。	①	加工地点からHEPAフィルタに移行するダストの蓄積による部分的閉塞	(a)HEPAフィルタ差圧	直接 (項目4)	HEPAフィルタにおけるダストの蓄積による部分的閉塞によりフィルタ差圧が上昇し、またこの傾向は流入するダストの量・粒径分布に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	1	フィルタ目詰まりは日々の積算によるものであり、予測性は良い	1	項目7-1が1点のため	1	3
							(b)HEPAフィルタ入口のダスト量・粒径分布			間接 (項目5)							
安-気-49	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からHEPAフィルタに移行するダストによるフィルタ要素の劣化による部分的破損	(a)HEPAフィルタ上流/下流側ダスト濃度比	直接 (項目4)	HEPAフィルタに蓄積するダストによるフィルタ要素の劣化でフィルタ要素が部分的に破損し、上流と下流側のダスト濃度比が低下する。この傾向は、フィルタに流入するダストの量・化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	フィルタ下流側ダスト濃度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)HEPAフィルタ入口のダスト量・化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)			間接 (項目5)							
安-気-50	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からHEPAフィルタに移行するダストの照射によるフィルタ要素の部分的破損	(a)HEPAフィルタ上流/下流側ダスト濃度比	直接 (項目4)	HEPAフィルタに蓄積するダストの照射によるフィルタ要素が部分的に破損し、上流と下流側のダスト濃度比が低下する。またこの傾向は流入するダストの量・核種組成に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	フィルタ下流側ダスト濃度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)HEPAフィルタ入口のダスト量・核種組成			間接 (項目5)							

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-気-51	HEPAフィルタ	放出抑制	HEPAフィルタ下流側ダスト濃度上昇	HEPAフィルタが劣化し、フィルタ効率が設計値を担保されないことでPCV内ダスト濃度が上昇する。	②	加工地点からHEPAフィルタに移行する加工助剤の付着による部分的閉塞	(a)HEPAフィルタ差圧	直接 (項目4)	HEPAフィルタにおけるミストの蓄積による部分的閉塞によりHEPAフィルタ差圧が上昇し、またこの傾向は加工助剤に起因して流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	1	フィルタ目詰まりは日々の積算によるものであり、予測性は良い	1	項目7-1が1点のため	1	3
							(b)HEPAフィルタ入口におけるミスト量	間接 (項目5)		1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	
安-気-52	同上	同上	同上	同上	同上	デブリ取り出し作業に伴い、設計条件であるHEPAフィルタ入口相対湿度が設計想定以上になり、HEPAフィルタの性能劣化	(a)HEPAフィルタ入口相対湿度	直接 (項目4)	HEPAフィルタに流入するガスの相対湿度が設計条件を逸脱している事を確認し、またこの傾向は加工地点における加工助剤 (ミスト) の散布量に影響を受けることから選定。	1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	4	電気ヒータ前後差温度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)加工地点における加工助剤 (ミスト) 散布量	間接 (項目5)		1	デミスタ及び電気ヒータをフィルタ前段に設置することにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	
安-気-53	同上	同上	同上	同上	③	加工地点からHEPAフィルタに移行する飛散防止助剤の付着による部分的閉塞	(a)HEPAフィルタ差圧	直接 (項目4)	ミストの蓄積によりHEPAフィルタ差圧が上昇し、またこの傾向は飛散防止助剤に起因して流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	1	フィルタ目詰まりは日々の積算によるものであり、予測性は良い	1	項目7-1が1点のため	1	3
							(b)HEPAフィルタ入口におけるミスト量	間接 (項目5)		1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スルーブット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 [1点] スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-気-54	HEPAフィルタ	放出抑制	HEPAフィルタ下流側ダスト濃度上昇	HEPAフィルタが劣化し、フィルタ効率が設計値を担保されないことでPCV内ダスト濃度が上昇する。	③	デブリ取り出し作業に伴い、設計条件であるHEPAフィルタ入口相対湿度が設計想定以上になり、HEPAフィルタの性能劣化	(a)HEPAフィルタ入口相対湿度	直接 (項目4)	HEPAフィルタに流入するガスの相対湿度が設計条件を逸脱している事を確認し、またこの傾向は加工地点における飛散防止助剤 (ミスト) の散布量に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	電気ヒータ前後差温度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)加工地点における飛散防止助剤 (ミスト) 散布量	間接 (項目5)		1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	
安-気-55	同上	同上	同上	同上	④	加工地点からHEPAフィルタに移行するアプレキシブの蓄積によるHEPAフィルタ要素の部分的閉塞	(a)HEPAフィルタ差圧	直接 (項目4)	HEPAフィルタに流入するアプレキシブの蓄積によりHEPAフィルタが部分的に閉塞し、HEPAフィルタ差圧が上昇する。この傾向は、加工に起因してHEPAフィルタに流入するアプレキシブ量に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	1	フィルタ目詰まりは日々の積算によるものであり、予測性は良い	1	項目7-1が1点のため	1	3
							(b)HEPAフィルタ入口におけるアプレキシブ量・粒径分布	間接 (項目5)		1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	
安-気-56	同上	同上	同上	同上	同上	加工の入熱によるD/W滞留水の蒸発に伴い、HEPAフィルタ入口相対湿度が設計想定以上になり、HEPAフィルタの性能劣化	(a)HEPAフィルタ入口相対湿度	直接 (項目4)	HEPAフィルタ入口における相対湿度が設計条件を逸脱している事を確認し、またこの傾向は加工地点における入熱量に影響を受けることから選定。	1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	電気ヒータ前後差温度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)加工地点における入熱量	間接 (項目5)		1	フィルタ2系列化による使用フィルタ切り替えにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-気-57	電気ヒータ (前処理設備)	放出抑制	フィルタ下流側ダスト濃度上昇	電気ヒータが故障し、相対湿度が低下しない事でフィルタの設計条件(相対湿度99%以下)を担保できずフィルタが劣化・破損し、フィルタ下流側ダスト濃度が上昇する。	①	加工地点から電気ヒータに移行するダストの照射による電気ヒータの性能劣化	(a)電気ヒータ前後差温度	直接 (項目4)	電気ヒータの性能劣化により前後の温度差が低下し、またこの傾向は電気ヒータに流入するダスト量・核種組成に影響を受けることから選定。	1	電気ヒータ2系列化による使用ヒータ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	電気ヒータ前後差温度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)電気ヒータ入口のダスト量・核種組成	間接 (項目5)		1	電気ヒータ2系列化による使用ヒータ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4		継続的な監視が必要であるが、予測性は悪い。			
安-気-58	同上	同上	同上	同上	②	加工地点から電気ヒータに移行する加工助剤の付着による電気ヒータの性能劣化	(a)電気ヒータ前後差温度	直接 (項目4)	電気ヒータの性能劣化により前後の温度差が低下し、またこの傾向は加工助剤に起因して電気ヒータに流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	電気ヒータ2系列化による使用ヒータ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	電気ヒータ前後差温度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)電気ヒータ入口におけるミスト量	間接 (項目5)		1	電気ヒータ2系列化による使用ヒータ切り替えにより機能担保 (検討済み)	3		継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。			
安-気-59	同上	同上	同上	同上	③	加工地点から電気ヒータに移行する飛散防止助剤の付着による電気ヒータの性能劣化	(a)電気ヒータ前後差温度	直接 (項目4)	電気ヒータの性能劣化により前後の温度差が低下し、またこの傾向は飛散防止助剤に起因して電気ヒータに流入するミストの量に影響を受けることから選定。	1	電気ヒータ2系列化による使用ヒータ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	電気ヒータ前後差温度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)電気ヒータ入口におけるミスト量	間接 (項目5)		1	電気ヒータ2系列化による使用ヒータ切り替えにより機能担保 (検討済み)	3		継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。			

■リスク評価表(気相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業遅延を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-気-60	電気ヒータ (前処理設備)	放出抑制	フィルタ下流側ダスト濃度上昇	電気ヒータが故障し、相対湿度が低下しない事でフィルタの設計条件 (相対湿度99%以下) を担保できずフィルタが劣化・破損し、フィルタ下流側ダスト濃度が上昇する。	④	加工時の入熱によるPCV温度上昇による電気ヒータの性能劣化	(a)電気ヒータ前後差温度	直接 (項目4)	電気ヒータの性能劣化により前後の温度差が低下し、またこの傾向は流入するガスの温度を上昇させる加工地点における入熱量に影響を受けることから選定。	1	電気ヒータ2系列化による使用ヒータ切り替えにより機能担保 (検討済み)	4	電気ヒータ前後差温度の常時監視により事後検知が可能だが予測性は悪い	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)加工地点における入熱量			間接 (項目5)	1	電気ヒータ2系列化による使用ヒータ切り替えにより機能担保 (検討済み)	3	継続的な監視が必要であるが、予測性は良い。	1		

■リスク評価表(液相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー(間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-液-1	D/W滞留水移送ポンプ	動的バウン	D/W水位の上昇	D/W滞留水移送ポンプが劣化し、ポンプ流量が設計値を担保できないことでD/W水位が上昇する	①	加工地点からD/W滞留水移送ポンプに移行するダストの混入によるポンプの部分的閉塞	(a)D/W滞留水移送ポンプ流量	直接(項目4)	D/W滞留水移送ポンプにおけるダストの混入による部分的閉塞によりポンプ流量が低下し、またこの傾向はトーラス室滞留水移送ポンプに流入する移送液中のダストの量・粒径分布に影響を受けることから選定。	1	多重化・犠牲陽極により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	3	常時監視が必要であるが、検知性は良い。	1	項目7-1が1点であるため	3	4
							(b)D/W滞留水移送ポンプに流入する移送液の化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成)	間接(項目5)	多重化・犠牲陽極により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	4	閉じ込めに係るD/W水位管理のための機器であることから常時監視が要求されるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点であるため	4			
安-液-2	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からD/W滞留水移送ポンプに移行するダストの蓄積によって生じる電位差に起因する腐食による部分的破損	(a)D/W滞留水移送ポンプ流量	直接(項目4)	D/W滞留水移送ポンプの部分的破損によってポンプ流量が低下し、またこの傾向はD/W滞留水移送ポンプに流入する移送液中のダストの量・粒径分布に影響を受けることから選定。	1	多重化・犠牲陽極により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	3	常時監視が必要であるが、検知性は良い。	1	項目7-1が1点であるため	3	4
							(b)D/W滞留水移送ポンプに流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度	間接(項目5)	多重化・犠牲陽極により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	4	閉じ込めに係るD/W水位管理のための機器であることから常時監視が要求されるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点であるため	4			

■リスク評価表(液相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー(間接原因) 対応によるスループットへの影響	個別	代表点
安-液-3	D/W滞留水移送ポンプ	動的バウン	D/W水位の上昇	D/W滞留水移送ポンプが劣化し、ポンプ流量が設計値を担保できないことでD/W水位が上昇する	①	加工地点からD/W滞留水移送ポンプに移行する移送液の化学的性質によるインペラ等金属部材の腐食による部分的破損	(a)D/W滞留水移送ポンプ流量	直接(項目4)	D/W滞留水移送ポンプの部分的破損によってポンプ流量が低下し、またこの傾向はトラス室滞留水移送ポンプに流入する移送液の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)に影響を受けることから選定。	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	3	常時監視が必要であるが、検知性は良い。	1	項目7-1が1点であるため	3	4
							(b)D/W滞留水移送ポンプに流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度	間接(項目5)	移送ポンプに流入する移送液の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)に影響を受けることから選定。	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	4	閉じ込めに係るD/W室水位管理のための機器であることから常時監視が要求されるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点であるため	4	
安-液-4	同上	同上	同上	同上	④	加工地点からD/W滞留水移送ポンプに移行するアブレイシブの混入によるポンプの部分的閉塞	(a)D/W滞留水移送ポンプ流量	直接(項目4)	D/W滞留水移送ポンプにおけるアブレイシブの混入による部分的閉塞によりポンプ流量が低下し、またこの傾向はトラス室滞留水移送ポンプに流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度に影響を受けることから選定。	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	3	常時監視が必要であるが、検知性は良い。	1	項目7-1が1点であるため	3	4
							(b)D/W滞留水移送ポンプに流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度	間接(項目5)	移送ポンプに流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度に影響を受けることから選定。	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	4	閉じ込めに係るD/W水位管理のための機器であることから常時監視が要求されるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点であるため	4	
安-液-5	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からD/W滞留水移送ポンプに移行するアブレイシブの蓄積によって生じる電位差に起因する腐食による部分的破損	(a)D/W滞留水移送ポンプ流量	直接(項目4)	D/W滞留水移送ポンプの部分的破損によってポンプ流量が低下し、またこの傾向はD/W滞留水移送ポンプに流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度に影響を受けることから選定。	1	多重化・犠牲陽極により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	3	常時監視が必要であるが、検知性は良い。	1	項目7-1が1点であるため	3	4
							(b)D/W滞留水移送ポンプに流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度	間接(項目5)	移送ポンプに流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度に影響を受けることから選定。	1	多重化・犠牲陽極により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	4	閉じ込めに係るD/W水位管理のための機器であることから常時監視が要求されるが、予測性は悪い	1	項目7-1が1点であるため	4	

■リスク評価表(液相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー(間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-液-6	D/W滞留水移送ポンプ	動的のパウダリ	D/W水位の上昇	D/W滞留水移送ポンプが劣化し、ポンプ流量が設計値を担保できないことでD/W水位が上昇する	④	デブリ取り出し作業に伴い、設計条件である移送液中の温度が設計想定以上になり、ポンプの性能劣化		直接(項目4)	D/W滞留水移送ポンプに流入する移送液の温度が設計条件を逸脱していることを確認し、またこの傾向は加工地点における入熱量に影響を受けることから選定。	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	3	常時監視が必要であるが、検知性は良い。	1	項目7-1が1点であるため	3	3
								間接(項目5)		1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	3	閉じ込めに係るD/W水位管理のための機器であることから常時監視が要求されるが、有意な変動に対しては検知性が良い。	1	項目7-1が1点であるため	3	
安-液-7	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からD/W滞留水移送ポンプに移行するアブレイシブがインベラに接触し、同部が摩擦することによるポンプの部分的破損		直接(項目4)	D/W滞留水移送ポンプにおけるアブレイシブの混入による部分的破損によりポンプ流量が低下し、またこの傾向はトラス室滞留水移送ポンプに流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度に影響を受けることから選定。	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	3	常時監視が必要であるが、検知性は良い。	1	項目7-1が1点であるため	3	4
								間接(項目5)		1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	4	閉じ込めに係るD/W水位管理のための機器であることから常時監視が要求されるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点であるため	4	
安-液-8	PCV滞留水排出ポンプ	動的のパウダリ	PCV滞留水パツファタンの排水異常	PCV滞留水排出ポンプが劣化し、ポンプ流量が設計値を担保できないことでPCVパツファタン内水位が上昇する	①	加工地点からPCV滞留水排出ポンプに移行するダストの混入によるポンプの部分的閉塞		直接(項目4)	PCV滞留水排出ポンプにおけるダストの混入による部分的閉塞によりポンプ流量が低下し、またこの傾向はトラス室滞留水移送ポンプに流入する移送液中のダストの量・粒径分布に影響を受けることから選定。	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	1	動作時の監視が必要であるが、検知性は良い。	1	項目7-1が1点であるため	1	2
								間接(項目5)		1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	2	パツファタン内の水を定期的に排水することで循環冷却を成立させるための機器であり、動作時の監視が必要だが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点であるため	2	

添付資料6.2.4.3-2: 安全設備のリスク評価表(詳細版)(30/48)

■リスク評価表(液相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-液-9	PCV滞留水排出ポンプ	動的のパウダリ	PCV滞留水パッファタンクの排水異常	PCV滞留水排出ポンプが劣化し、ポンプ流量が設計値を担保できないことでPCVパッファタンク内水位が上昇する	①	加工地点からPCV滞留水排出ポンプに移行するダストの蓄積によって生じる電位差に起因する腐食による部分的破損	(a)PCV滞留水排出ポンプ流量	直接 (項目4)	PCV滞留水排出ポンプの部分的破損によってポンプ流量が低下し、またこの傾向はPCV滞留水排出ポンプに流入する移送液中のダストの量・粒径分布に影響を受けることから選定。	1	多重化・犠牲陽極により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	3	常時監視が必要であるが、検知性は良い。	1	項目7-1が1点であるため	3	4
							(b)PCV滞留水排出ポンプに流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度	間接 (項目5)		1	多重化・犠牲陽極により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	4	パッファタンク内の水を定期的に排水することで循環冷却を成立させるための機器であり、動作時の監視が必要だが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点であるため	4	
安-液-10	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からPCV滞留水排出ポンプに移行する移送液の化学的性質によるインペラ等金属部材の腐食による部分的破損	(a)PCV滞留水排出ポンプ流量	直接 (項目4)	PCV滞留水排出ポンプの部分的破損によってポンプ流量が低下し、またこの傾向はトラス室滞留水移送ポンプに流入する移送液の化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成) に影響を受けることから選定。	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	1	動作時の監視が必要であるが、検知性は良い。	1	項目7-1が1点であるため	1	2
							(b)PCV滞留水排出ポンプに流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度	間接 (項目5)		1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	2	パッファタンク内の水を定期的に排水することで循環冷却を成立させるための機器であり、動作時の監視が必要だが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点であるため	2	
安-液-11	同上	同上	同上	同上	④	加工地点からPCV滞留水排出ポンプに移行するアブレイシブの混入によるポンプの部分的閉塞	(a)PCV滞留水排出ポンプ流量	直接 (項目4)	PCV滞留水排出ポンプにおけるアブレイシブの混入による部分的閉塞によりポンプ流量が低下し、またこの傾向はトラス室滞留水移送ポンプに流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度に影響を受けることから選定。	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	1	動作時の監視が必要であるが、検知性は良い。	1	項目7-1が1点であるため	1	2
							(b)PCV滞留水排出ポンプに流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度	間接 (項目5)		1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	2	パッファタンク内の水を定期的に排水することで循環冷却を成立させるための機器であり、動作時の監視が必要だが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点であるため	2	

■リスク評価表(液相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-液-12	PCV滞留水排出ポンプ	動的パウナダリ	PCV滞留水パツファタンの排水異常	PCV滞留水排出ポンプが劣化し、ポンプ流量が設計値を担保できないことでPCVパツファタン内水位が上昇する	④	加工地点からPCV滞留水排出ポンプに移行するアブレイシブの蓄積によって生じる電位差に起因する腐食による部分的破損	(a)PCV滞留水排出ポンプ流量	直接 (項目4)	PCV滞留水排出ポンプの部分的破損によってポンプ流量が低下し、またこの傾向はPCV滞留水排出ポンプに流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度に影響を受けることから選定。	1	多重化・犠牲陽極により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	3	常時監視が必要であるが、検知性は良い。	1	項目7-1が1点であるため	3	4
							(b)PCV滞留水排出ポンプに流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度	間接 (項目5)		1							
安-液-13	同上	同上	同上	同上	同上	デブリ取り出し作業に伴い、設計条件である移送液中の温度が設計想定以上に、ポンプの性能劣化	(a)PCV内水温	直接 (項目4)	PCV滞留水排出ポンプに流入する移送液の温度が設計条件を逸脱していることを確認し、またこの傾向は加工地点における入熱量に影響を受けることから選定。	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	1	動作時の監視が必要であるが、検知性は良い。	1	項目7-1が1点であるため	1	2
							(b)加工地点における入熱量	間接 (項目5)		1							
安-液-14	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からPCV滞留水排出ポンプに移行するアブレイシブがインペラに接触し、同部が摩擦することによるポンプの部分的破損	(a)PCV滞留水排出ポンプ流量	直接 (項目4)	PCV滞留水排出ポンプにおけるアブレイシブの混入による部分的破損によりポンプ流量が低下し、またこの傾向はトーラス室滞留水移送ポンプに流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度に影響を受けることから選定。	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	1	動作時の監視が必要であるが、検知性は良い。	1	項目7-1が1点であるため	1	2
							(b)PCV滞留水排出ポンプに流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度	間接 (項目5)		1							

■リスク評価表(液相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スルーブット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 [1点] スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー(間接原因) 対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-液-15	D/W	静的パウダリ	D/W水位低下	D/Wが劣化し、開口面積が増大することでトラス室への漏洩が増大し、D/W水位が低下する。	①	加工地点からD/Wに移行する滞留水の水質変化に伴う腐食による部分的破損	(a)D/W水位	間接(項目4)	D/Wにおける開口面積拡大によりD/W水位が低下し、またこの傾向はD/W壁面における水質条件に影響を受けることから選定。	1	安全機能への影響は小さい。 (D/W水位の過剰低下に際してはD/W滞留水移送ポンプの流量を調整すればよい)	3	D/W水位の常時監視により事後検知が可能であり、検知性は良い。ただし、破損箇所の特定が困難となる場合が考えられる。	1	項目7-1が1点であるため	3	4
							(b)D/W壁面液相の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)										
安-液-16	配管	静的パウダリ	系統内移送液流量低下	配管が劣化し、系統内移送液流量が設計値を担保できないことで接続しているパウダリあるいはタンクの水位が上昇または低下する。	①	加工地点から配管に移行するダストの蓄積による部分的閉塞	(a)系統内流量	直接(項目4)	配管の閉塞により系統内流量が低下し、またこの傾向は配管に流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度に影響を受けることから選定	1	閉塞の傾向が有意にみられるときは配管のフラッシングにより対応可能。	3	系統内流量の常時監視により傾向把握及び事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)配管に流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度										

■リスク評価表(液相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-液-17	配管	静的バウンダリ	系統内移送液流量低下	配管が劣化し、バウンダリの開口面積が増大することで移送液量が低下する。	①	加工地点から配管に移行するダストの蓄積によって生じる電位差に起因する腐食による部分的破損	(a)系統内流量+漏洩量	直接 (項目4)	配管の破損により漏洩が発生することで系統内の移送液流量が低下し、またこの傾向は配管に流入するダストの量・粒径分布に影響を受けることから選定。	1	安全機能への影響はあるが、発生頻度が低いことが想定される。	3	系統内流量の常時監視及び漏洩検知により事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)液体システムに流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度	間接 (項目5)		1	安全機能への影響はあるが、発生頻度が低いことが想定される。	4		閉じ込めに係る機器であることから常時監視が要求されるが、予測性は悪い。		1	
安-液-18	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点から配管に移行する滞留水の水质変化に伴う腐食による部分的破損	(a)系統内流量+漏洩検知	直接 (項目4)	配管の破損により漏洩が発生することで系統内の移送液流量が低下し、またこの傾向は配管に流入するダストの化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成) に影響を受けることから選定。	1	安全機能への影響はあるが、発生頻度が低いことが想定される。	3	系統内流量の常時監視及び漏洩検知により事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)液体システムに流入する移送液の化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成)	間接 (項目5)		1	安全機能への影響はあるが、発生頻度が低いことが想定される。	4		閉じ込めに係る機器であることから常時監視が要求されるが、予測性は悪い。		1	
安-液-19	配管	静的バウンダリ	同上	配管が劣化し、系統内移送液流量が設計値を担保できないことで接続しているバウンダリあるいはタンクの水位が上昇または低下する。	④	加工地点から配管に移行するアプレイシブの蓄積による部分的閉塞	(a)系統内流量	直接 (項目4)	配管の閉塞により系統内流量が低下し、またこの傾向は配管に流入する移送液中のアプレイシブの量・粒径分布・粒子の密度に影響を受けることから選定	1	閉塞の傾向が有意にみられるときは配管のフラッシングにより対応可能。	3	系統内流量の常時監視により傾向把握及び事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)配管に流入する移送液中のアプレイシブの量・粒径分布・粒子の密度	間接 (項目5)		1	閉塞の傾向が有意にみられるときは配管のフラッシングにより対応可能。	4		閉じ込めに係る機器であることから常時監視が要求されるが、予測性は悪い。		1	

■リスク評価表(液相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スルーブット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 [1点] スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー(間接原因)対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-液-20	弁 (系統内に存在する弁を総合)	静的パウ ンダリ	系統内移 送液流量 低下	弁が劣化し、パ ウンダリの開口 面積が増大する ことで移送流量 が低下する。	①	加工地点から弁 に移行するダス トが付着し、腐 食による部分的 破損	(a)系統内流量+ 漏洩検知	直接(項 目4)	弁の破損により漏洩が 発生することで系統内の移 送液流量が低下し、また この傾向は液相系システ ムに流入するダストの化 学的性質(pH、塩化物イ オン濃度、化学組成)に 影響を受けることから選 定。	1	安全機能への影響はある が、発生頻度が低いこと が想定される。	3	系統内流量の常時監視及 び漏洩検知により事後検 知が可能であり、検知性 は良い。	1	項目7-1が1点のた め	3	4
							(b)液体系システ ムに流入する移 送液の化学的性 質(pH、塩化物 イオン濃度、化 学組成)	間接(項 目5)		1	安全機能への影響はある が、発生頻度が低いこと が想定される。	4		閉じ込めに係る機器であ ることから常時監視が要 求されるが、予測性は悪 い。		1	
安-液-21	同上	同上	同上	弁が劣化し、移 送流量が管理値 を逸脱する。	④	加工地点から弁 に移行するアプ レイシブの蓄積 による弁の固着	(a)系統内流量+ 漏洩検知	直接(項 目4)	弁の固着により閉塞が発 生することで系統内の移 送液流量が低下し、また この傾向は液相系システ ムに流入するダストの化 学的性質(pH、塩化物イ オン濃度、化学組成)に 影響を受けることから選 定。	1	安全機能への影響はある が、発生頻度が低いこと が想定される。	3	系統内流量の常時監視及 び漏洩検知により事後検 知が可能であり、検知性 は良い。	1	項目7-1が1点のた め	3	4
							(b)液体系システ ムに流入する移 送液中のアプ レイシブの量・粒 径分布・粒子の 密度	間接(項 目5)		1	安全機能への影響はある が、発生頻度が低いこと が想定される。	4		閉じ込めに係る機器であ ることから常時監視が要 求されるが、予測性は悪 い。		1	
安-液-22	PCV滞留 水バッ ファタン ク	静的パウ ンダリ	系統内移 送液流量 低下	PCV滞留水バッ ファタンクが破 損し、冷却材通 量が低減するこ とで敷地境界線 量/作業員被ば く線量が管理値 を逸脱する。	①	加工地点から PCV滞留水バッ ファタンクに移 行するダストが 蓄積、付着し、 腐食による部分 的破損	(a)PCV滞留水 バッファタンク 水位+漏洩検知	直接(項 目4)	PCV滞留水バッファタン クの破損によりバッファ タンク水位が低下し、ま たこの傾向はPCV滞留水 バッファタンクに流入す るダストの化学的性質 (pH、塩化物イオン濃 度、化学組成)に影響を 受けることから選定。	1	安全機能への影響は小さ く、また発生頻度が低い ことが想定される。	3	系統内流量の常時監視及 び漏洩検知により事後検 知が可能であり、検知性 は良い。	1	項目7-1が1点のた め	3	4
							(b)液体系システ ムに流入する移 送液の化学的性 質(pH、塩化物 イオン濃度、化 学組成)	間接(項 目5)		1	安全機能への影響は小さ く、また発生頻度が低い ことが想定される。	4		閉じ込めに係る機器であ ることから常時監視が要 求されるが、予測性は悪 い。		1	

■リスク評価表(液相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー(間接原因)対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-液-23	D/W滞留水粒子粗取り装置	静的パウダリ	系統内移送流量低下	D/W滞留水粒子粗取り装置が劣化し、系統内移送流量が設計値を担保できないことでD/W水位が上昇する	①	加工地点からD/W滞留水粒子粗取り装置に移行するダストの蓄積による部分的閉塞	(a)系統内流量 + D/W滞留水粒子粗取り装置の前後差圧	直接(項目4)	D/W滞留水粒子粗取り装置の閉塞により系統内流量が低下し、またこの傾向はD/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度に影響を受けることから選定	1	サイクロンの場合はダストの蓄積しにくい構造になっているため発生頻度が小さく、またオートストレーナの場合は閉塞検知後自動的に夾雑物が排出されるため、安全機能への影響は小さいと考えられる。	3	系統内流量及びD/W滞留水粒子粗取り装置の前後差圧の常時監視により傾向把握及び事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度			間接(項目5)	1	同上	4	閉じ込めに係る機器であることから常時監視が要求されるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	
安-液-24	同上	同上	同上	D/W滞留水粒子粗取り装置が劣化し、漏洩が発生することで敷地境界線量/作業員被ばく線量が管理値を逸脱する。	同上	加工地点からD/W滞留水粒子粗取り装置に移行するダストの蓄積によって生じる電位差に起因する腐食による部分的破損	(a)系統内流量 + 漏洩量	直接(項目4)	D/W滞留水粒子粗取り装置の破損により漏洩が発生し、またこの傾向は液体システムに流入する移送液の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)に影響を受けることから選定	1	同上	3	系統内流量の常時監視及び漏洩検知により事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度			間接(項目5)	1	同上	4	閉じ込めに係る機器であることから常時監視が要求されるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	

■リスク評価表(液相閉じ込め設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー(間接原因)対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-液-25	D/W滞留水粒子粗取り装置	静的パウダリ	系統内移送液流量低下	D/W滞留水粒子粗取り装置が劣化し、漏洩が発生することで敷地境界線量/作業員被ばく線量が管理値を逸脱する。	①	加工地点からD/W滞留水粒子粗取り装置に移行する滞留水の水質変化に伴う腐食による部分的破損	(a)系統内流量+漏洩量	直接(項目4)	D/W滞留水粒子粗取り装置の破損により漏洩が発生し、またこの傾向は液体システムに流入する移送液の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)に影響を受けることから選定	1	安全機能への影響は小さく、また発生頻度が低いことが想定される。	3	系統内流量の常時監視及び漏洩検知により事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)	間接(項目5)		1		同上		4		閉じ込めに係る機器であることから常時監視が要求されるが、予測性は悪い。	
安-液-26	同上	同上	同上	D/W滞留水粒子粗取り装置が劣化し、系統内移送液流量が設計値を担保できないことでD/W水位が上昇する	④	加工地点からD/W滞留水粒子粗取り装置に移行するアプレイシブの蓄積による部分的閉塞	(a)系統内流量+D/W滞留水粒子粗取り装置の前後差圧	直接(項目4)	D/W滞留水粒子粗取り装置の閉塞により系統内流量が低下し、またこの傾向は液体システムに流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度に影響を受けることから選定	1	サイクロン場合はダストの蓄積しにくい構造になっているため発生頻度が小さく、またオートストレーナの場合は閉塞検知後自動的に夾雑物が排出されるため、安全機能への影響は小さいと考えられる。	3	系統内流量及びD/W滞留水粒子粗取り装置の前後差圧の常時監視により傾向把握及び事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)液体システムに流入する移送液中のアプレイシブの量・粒径分布・粒子の密度	間接(項目5)		1		同上		4		閉じ込めに係る機器であることから常時監視が要求されるが、予測性は悪い。	

■リスク評価表(冷却設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スルーブット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 [1点] スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因(=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー(間接原因)対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-冷-1	D/W滞留水移送ポンプ	デブリ冷却	PCV液相温度の上昇	D/W滞留水移送ポンプが劣化し、ポンプ流量が設計値を担保できなくなることでPCV内液相温度が上昇する。	①	加工地点からD/W滞留水移送ポンプに移行する冷却材に含まれるダストにより、インペラ等金属部材が腐食しD/W滞留水移送ポンプの部分的破損	(a)D/W滞留水移送ポンプ流量	直接(項目4)	D/W滞留水移送ポンプにおけるダストによる腐食に伴う部分的破損によりポンプ流量が低下し、またこの傾向はD/W滞留水移送ポンプに流入する移送液の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)に影響を受けることから選定。	1	多重化・犠牲陽極により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	4	継続監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点であるため	4	4
							(b)D/W滞留水移送ポンプ入口における移送液の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)	間接(項目5)		1	多重化・犠牲陽極により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	3	PCV冷却水確保のための機器であることから取り出し作業中の動作が要求されるが、有意な機能低下については検知性が良い	1	項目7-1が1点であるため	3	
安-冷-2	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からD/W滞留水移送ポンプに移行する冷却材に含まれるダストの混入・噛み込みによるD/W滞留水移送ポンプの部分的破損	(a)D/W滞留水移送ポンプ流量	直接(項目4)	D/W滞留水移送ポンプの機能低下によってポンプ流量が低下し、またこの傾向はD/W滞留水移送ポンプに流入する移送液中のダストの量・粒径分布に影響を受けることから選定。	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	4	継続監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点であるため	4	4
							(b)D/W滞留水移送ポンプ入口に流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度	間接(項目5)		1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	3	PCV冷却水確保のための機器であることから取り出し作業中の動作が要求されるが、有意な機能低下については検知性が良い	1	項目7-1が1点であるため	3	

■リスク評価表(冷却設備)

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スルーブット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 [1点] スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-冷-3	D/W滞留水移送ポンプ	デブリ冷却	PCV液相温度の上昇	D/W滞留水移送ポンプが劣化し、ポンプ流量が設計値を担保できなくなることでPCV内液相温度が上昇する。	④	加工地点からD/W滞留水移送ポンプに移行する冷却材に含まれる、AWJ加工時に放出されるアブレイシブがインペラに接触し、同部が摩擦することによるD/W滞留水移送ポンプの部分的破損	(a)D/W滞留水移送ポンプ流量	直接 (項目4)	D/W滞留水移送ポンプの機能低下によってポンプ流量が低下し、またこの傾向はD/W滞留水移送ポンプに流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布に影響を受けることから選定。	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	4	継続監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点であるため	4	4
							(b)D/W滞留水移送ポンプ入口に流入する移送液中のアブレイシブ量	間接 (項目5)		1							
安-冷-4	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からD/W滞留水移送ポンプに移行する冷却材に含まれるアブレイシブの混入・噛み込みによるD/W滞留水移送ポンプの部分的破損	(a)D/W滞留水移送ポンプ流量	直接 (項目4)	D/W滞留水移送ポンプの機能低下によってポンプ流量が低下し、またこの傾向は液体システムに流入する冷却材温度に影響を受けることから選定。	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	4	継続監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点であるため	4	4
							(b)D/W滞留水移送ポンプに流入する冷却材中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度	間接 (項目5)		1							
安-冷-5	同上	同上	同上	同上	同上	デブリ取り出し作業に伴い、設計条件である冷却材温度が設計想定以上になり、ポンプの性能劣化	(a)PCV内水温	直接 (項目4)	D/W滞留水移送ポンプ入口の機能低下によってポンプ流量が低下し、またこの傾向はD/W滞留水移送ポンプ入口に流入する移送液の温度に影響を受けることから選定。	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	4	継続監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点であるため	4	4
							(b)加工地点における入熱量	間接 (項目5)		1							

■リスク評価表(冷却設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-冷-6	冷却器	デブリ冷却	冷却器の除熱量低減による冷却機能の劣化	冷却器部品の性状変化による除熱量の減衰	①	加工地点から冷却器に移行する冷却材に含まれるダストによる金属部材の性状変化に伴う冷却器の性能劣化	(a)冷却器入口/出口温度	直接 (項目4)	冷却器の機能低下は冷却器前後の温度差によって検知することが可能であり、またこの傾向は冷却器に流入する移送液中のダスト量に影響を受けることから選定。	1	循環冷却系の機能停止時にはRO処理水を水源とする外部注水系が起動すること(多重化)により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	3	炉注水冷却のための機器であることから取り出し作業中の動作が要求されるが、有意な機能低下については検知性が良い	1	項目7-1が1点であるため	3	3
							(b)冷却器入口に流入する移送液の化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成)	間接 (項目5)	循環冷却系の機能停止時にはRO処理水を水源とする外部注水系が起動すること(多重化)により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	1	継続監視が必要であり、予測性は良い。	3	項目7-1が1点であるため	1	3		
安-冷-7	同上	同上	同上	同上	④	加工地点から冷却器に移行する冷却材に含まれる、AWJ加工時に放出されるアブレイシブが冷却器内配管に接触し、同部が摩耗することによる冷却器の部分的破損	(a)冷却器入口/出口温度	直接 (項目4)	冷却器の機能低下は冷却器前後の温度差によって検知することが可能であり、またこの傾向は冷却器に流入する移送液中のアブレイシブ量に影響を受けることから選定。	1	循環冷却系の機能停止時にはRO処理水を水源とする外部注水系が起動すること(多重化)により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	3	炉注水冷却のための機器であることから取り出し作業中の動作が要求されるが、有意な機能低下については検知性が良い	1	項目7-1が1点であるため	3	3
							(b)冷却器入口に流入するアブレイシブ量	間接 (項目5)	循環冷却系の機能停止時にはRO処理水を水源とする外部注水系が起動すること(多重化)により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	1	継続監視が必要であり、予測性は良い。	3	項目7-1が1点であるため	1	3		

■リスク評価表(冷却設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スルーブット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 [1点] スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-冷-8	PCV滞留水注水ポンプ	デブリ冷却	冷却材の通量低減による冷却機能の劣化	ポンプの機能低下	①	加工地点からPCV滞留水注水ポンプに移行する冷却材中に含まれるダストによるインペラ等金属部材の腐食・変形に伴うPCV滞留水注水ポンプの部分的破損	(a)PCV滞留水注水ポンプ流量	直接 (項目4)	PCV滞留水注水ポンプの機能低下によってポンプ流量が低下し、またこの傾向はPCV滞留水注水ポンプに流入する移送液の化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成) に影響を受けることから選定。	1	多重化・犠牲陽極により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	4	継続監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点であるため	4	4
							(b)PCV滞留水注水ポンプ入口に流入する移送液の化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成)	間接 (項目5)		1	多重化・犠牲陽極により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	3		PCV冷却水注入のための機器であることから取り出し作業中の動作が要求されるが、有意な機能低下については検知性が良い			
安-冷-9	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からPCV滞留水注水ポンプに移行する冷却材中に含まれるダストの混入・噛み込みによるポンプの部分的破損	(a)PCV滞留水注水ポンプ流量	直接 (項目4)	PCV滞留水注水ポンプの機能低下によってポンプ流量が低下し、またこの傾向はPCV滞留水注水ポンプに流入する移送液中のダストの量・粒径分布に影響を受けることから選定。	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	4	継続監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点であるため	4	4
							(b)PCV滞留水注水ポンプ入口に流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度	間接 (項目5)		1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	3		PCV冷却水注入のための機器であることから取り出し作業中の動作が要求されるが、有意な機能低下については検知性が良い			
安-冷-10	同上	同上	同上	同上	④	加工地点からPCV滞留水注水ポンプに移行する冷却材中に含まれるAWJ加工時に放出されるアブレイシブの混入・噛み込みによるポンプの部分的破損	(a)PCV滞留水注水ポンプ流量	直接 (項目4)	PCV滞留水注水ポンプの機能低下によってポンプ流量が低下し、またこの傾向はPCV滞留水注水ポンプに流入する移送液のアブレイシブの量に影響を受けることから選定。	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	4	継続監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点であるため	4	4
							(b)PCV滞留水注水ポンプに流入する移送液中のアブレイシブ量・粒径分布・粒子の密度	間接 (項目5)		1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	3		PCV冷却水注入のための機器であることから取り出し作業中の動作が要求されるが、有意な機能低下については検知性が良い			

■リスク評価表(冷却設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー(間接原因)対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-冷-11	PCV滞留水注水ポンプ	デブリ冷却	冷却材の通量低減による冷却機能の劣化	ポンプの機能低下	④	デブリ取り出し作業に伴い、設計条件である冷却材温度が設計想定以上になり、ポンプの性能劣化	(a)PCV内水温	直接(項目4)	D/W滞留水移送ポンプ入口の機能低下によってポンプ流量が低下し、またこの傾向はD/W滞留水移送ポンプ入口に流入する	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	4	継続監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点であるため	4	4
							(b)加工地点における入熱量	間接(項目5)	移送液の温度に影響を受けることから選定。	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	3	PCV冷却水注入のための機器であることから取り出し作業中の動作が要求されるが、有意な機能低下については検知性が良い	1	項目7-1が1点であるため	3	
安-冷-12	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からPCV滞留水注水ポンプに移行する冷却材中に含まれる、AWJ加工時に放出されるアブレシブがインペラに接触し、同部が摩耗することによるポンプの部分的破損	(a)PCV滞留水注水ポンプ流量	直接(項目4)	PCV滞留水注水ポンプの機能低下によってポンプ流量が低下し、またこの傾向はPCV滞留水注水ポンプに流入する移送液中の	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	4	継続監視が必要であるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点であるため	4	4
							(b)PCV滞留水注水ポンプに流入する移送液中のアブレシブ量	間接(項目5)	のアブレシブ量に影響を受けることから選定。	1	多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	3	PCV冷却水注入のための機器であることから取り出し作業中の動作が要求されるが、有意な機能低下については検知性が良い	1	項目7-1が1点であるため	3	

■リスク評価表(冷却設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-冷-13	PCV滞留水バッファタンク	デブリ冷却	冷却材の通量低減による冷却機能の劣化	PCV滞留水バッファタンクが破損し、冷却材通量が低減することでPCV内温度が管理値を逸脱する。	①	加工地点からPCV滞留水バッファタンク移行する冷却水中に含まれるダストによる腐食による劣化	(a)PCV滞留水バッファタンク水量+漏洩量	直接 (項目4)	PCV滞留水バッファタンクの破損により漏洩が発生することで冷却系の水源が確保できなくなり系統内の冷却材通量が低下し、またこの傾向はPCV	1	安全機能への影響はあるが、発生頻度が低いことが想定される。	3	系統内流量の常時監視及び漏洩検知により事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)液体システムに流入する冷却材の化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成)	間接 (項目5)	滞留水バッファタンクに流入するダストの化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成) に影響を受けることから選定。	1	同上	4	閉じ込めに係る機器であることから常時監視が要求されるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	
安-冷-14	配管	同上	系統内冷却材流量低下	配管が劣化し、系統内冷却材流量が設計値を担保できないことでPCV内温度が管理値を逸脱する。	①	加工地点から配管に移行するダストの蓄積による部分的閉塞	(a)系統内流量	直接 (項目4)	配管の閉塞により系統内流量が低下し、またこの傾向は配管に流入する冷却材中のダスト量・粒径分布に影響を受けることから選定	1	閉塞の傾向が有意にみられるときは配管のフラッシングにより対応可能。	3	系統内流量の常時監視により傾向把握及び事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)配管に流入する冷却材中のダスト量・粒径分布・粒子の密度	間接 (項目5)		1	同上	4	冷却に係る機器であることから常時監視が要求されるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	

■リスク評価表(冷却設備)

■項目7-1の得点表
 【4点】対応策が決定されていない
 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 【4点】作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 【3点】作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 【2点】定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 【1点】定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 【4点】対応策がなく、スループット影響が不明
 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 【1点】スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー(間接原因)対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-冷-15	配管	デブリ冷却	系統内冷却材流量低下	配管の劣化に伴う漏洩により冷却材通量が低減することでPCV内温度が管理値を逸脱する。	①	加工地点から配管に移行するダストの蓄積によって生じる電位差に起因する腐食による部分的破損	(a)系統内流量+漏洩量	直接(項目4)	配管の破損により漏洩が発生することで系統内の冷却材流量が低下し、またこの傾向は配管に流入するダストの量・粒径分布に影響を受けることから選定。	1	安全機能への影響はあるが、発生頻度が低いことが想定される。	3	系統内流量の常時監視及び漏洩検知により事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)液体系システムに流入する冷却材中のダスト量・粒径分布・粒子の密度	間接(項目5)		1		4		1		4	
安-冷-16	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点から配管に移行する冷却材の水質変化に伴う腐食による部分的破損	(a)系統内流量+漏洩量	直接(項目4)	配管の破損により漏洩が発生することで系統内の冷却材流量が低下し、またこの傾向は配管に流入するダストの化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)に影響を受けることから選定。	1	安全機能への影響はあるが、発生頻度が低いことが想定される。	3	系統内流量の常時監視及び漏洩検知により事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)液体系システムに流入する冷却材の化学的性質(pH、塩化物イオン濃度、化学組成)	間接(項目5)		1		4		1		4	
安-冷-17	配管	静的バウンダリ	同上	配管が劣化し、系統内冷却材流量が設計値を担保できないことでPCV内温度が管理値を逸脱する。	④	加工地点から配管に移行するアブレイシブの蓄積による部分的閉塞	(a)系統内流量	直接(項目4)	配管の閉塞により系統内流量が低下し、またこの傾向は配管に流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布に影響を受けることから選定	1	閉塞の傾向が有意にみられるときは配管のフラッシングにより対応可能。	3	系統内流量の常時監視により傾向把握及び事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)配管に流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度	間接(項目5)		1		4		1		4	

■リスク評価表(冷却設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スルーブット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 [1点] スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-冷-18	弁 (系統内に存在する弁を総合)	静的パウンダリ	系統内冷却材流量低下	弁の劣化に伴う漏洩により冷却材通量が低減することでPCV内温度が管理値を逸脱する。	①	加工地点から弁に移行するダストが付着し、腐食による部分的破損	(a)系統内流量+漏洩量	直接 (項目4)	弁の破損により漏洩が発生することで系統内の冷却材流量が低下し、またこの傾向は液相システムに流入するダストの化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成) に影響を受けることから選定。	1	安全機能への影響はあるが、発生頻度が低いことが想定される。	3	系統内流量の常時監視及び漏洩検知により事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)液体システムに流入する冷却材の化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成)	間接 (項目5)		1				同上			
安-冷-19	同上	同上	同上	弁の劣化に伴う固着により冷却材通量が低減することでPCV内温度が管理値を逸脱する。	④	加工地点から弁に移行するアプレキシブの蓄積による弁の固着	(a)系統内流量+漏洩量	直接 (項目4)	弁の固着により閉塞が発生することで系統内の冷却材流量が低下し、またこの傾向は液相システムに流入するダストの化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成) に影響を受けることから選定。	1	安全機能への影響はあるが、発生頻度が低いことが想定される。	3	系統内流量の常時監視及び漏洩検知により事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)液体システムに流入する冷却材中のアプレキシブの量・粒径分布・粒子の密度	間接 (項目5)		1				同上			
安-冷-20	D/W滞留水粒子粗取り装置	静的パウンダリ	系統内冷却材流量低下	D/W滞留水粒子粗取り装置が劣化し、系統内冷却材流量が設計値を担保できないことでPCV内温度が管理値を逸脱する。	①	加工地点からD/W滞留水粒子粗取り装置に移行するダストの蓄積による部分的閉塞	(a)系統内流量+D/W滞留水粒子粗取り装置の前後差圧	直接 (項目4)	D/W滞留水粒子粗取り装置の閉塞により系統内流量が低下し、またこの傾向はD/W滞留水粒子粗取り装置に流入する冷却材中のダスト量・粒径分布に影響を受けることから選定	1	サイクロン場合はダストの蓄積しにくい構造になっているため発生頻度が小さく、またオートストレーナの場合は閉塞検知後自動的に夾雑物が排出されるため、安全機能への影響は小さいと考えられる。	3	系統内流量及びD/W滞留水粒子粗取り装置の前後差圧の常時監視により傾向把握及び事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する冷却材中のダスト量・粒径分布・粒子の密度	間接 (項目5)		1				同上			

■リスク評価表(冷却設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スルーブット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 [1点] スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-冷-21	D/W滞留水粒子粗取り装置	静的パウダリ	系統内冷却材流量低下	D/W滞留水粒子粗取り装置が劣化し、漏洩が発生することでPCV内温度が管理値を逸脱する。	①	加工地点からD/W滞留水粒子粗取り装置に移行するダストの蓄積によって生じる電位差に起因する腐食による部分的破損	(a)系統内流量+漏洩量	直接 (項目4)	D/W滞留水粒子粗取り装置の破損により漏洩が発生し、またこの傾向は液体システムに流入する冷却材の化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成) に影響を受けることから選定	1	サイクロンの場合はダストの蓄積しにくい構造になっているため発生頻度が小さく、またオートストレーナの場合は閉塞検知後自動的に夾雑物が排出されるため、安全機能への影響は小さいと考えられる。	3	系統内流量の常時監視及び漏洩検知により事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する冷却材中のダスト量・粒径分布・粒子の密度			間接 (項目5)							
安-冷-22	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からD/W滞留水粒子粗取り装置に移行する滞留水の水質変化に伴う腐食による部分的破損	(a)系統内流量+漏洩量	直接 (項目4)	D/W滞留水粒子粗取り装置の破損により漏洩が発生し、またこの傾向は液体システムに流入する冷却材の化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成) に影響を受けることから選定	1	安全機能への影響は小さく、また発生頻度が低いことが想定される。	3	系統内流量の常時監視及び漏洩検知により事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する冷却材の化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成)			間接 (項目5)							
安-冷-23	同上	同上	同上	D/W滞留水粒子粗取り装置が劣化し、系統内冷却材流量が設計値を担保できないことでPCV内温度が管理値を逸脱する。	④	加工地点からD/W滞留水粒子粗取り装置に移行するアプレイシブの蓄積による部分的閉塞	(a)系統内流量+D/W滞留水粒子粗取り装置の前後差圧	直接 (項目4)	D/W滞留水粒子粗取り装置の閉塞により系統内流量が低下し、またこの傾向は液体システムに流入する冷却材中のダスト量・粒径分布に影響を受けることから選定	1	サイクロンの場合はダストの蓄積しにくい構造になっているため発生頻度が小さく、またオートストレーナの場合は閉塞検知後自動的に夾雑物が排出されるため、安全機能への影響は小さいと考えられる。	3	系統内流量及びD/W滞留水粒子粗取り装置の前後差圧の常時監視により傾向把握及び事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)液体システムに流入する冷却材中のアプレイシブの量・粒径分布・粒子の密度			間接 (項目5)							

■リスク評価表(液相/未臨界維持設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スルーブット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスルーブットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスルーブットが下がる
 [1点] スルーブットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの 間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/ 間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスルーブットへの影響	個別	代表点
安-臨-1	D/W滞留水粒子粗取り装置	臨界防止	臨界近接	D/W滞留水粒子粗取り装置が劣化し、除去粒子径が設計値を担保できずにPCV滞留水バッファタンクにおける粒子の蓄積が増大することで臨界に近接する。	①	加工地点からD/W滞留水粒子粗取り装置に移行するダストの接触による装置内フィルタ部メッシュの部分的破損 (オートストレーナの場合)	(a)D/W滞留水粒子粗取り装置下流のダスト量・粒径分布	直接 (項目4)	D/W滞留水粒子粗取り装置の破損により大粒径の粒子が装置を通過し、またこの傾向は)D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のダスト量・粒径分布に影響を受けることから選定	1	安全機能への影響は小さく、また発生頻度が低いことが想定される。	4	D/W滞留水粒子粗取り装置下流のダスト量・粒径分布により事後検知が可能であるが、検知性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のダスト量	間接 (項目5)	同上	1	同上	4	臨界防止に係る機器であることから常時監視が要求されるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	
安-臨-2	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からD/W滞留水粒子粗取り装置に移行するダストの蓄積によって生じる電位差に起因する腐食による装置内フィルタ部メッシュの部分的破損 (オートストレーナの場合)	(a)D/W滞留水粒子粗取り装置下流のダスト量・粒径分布	直接 (項目4)	D/W滞留水粒子粗取り装置の破損により大粒径の粒子が装置を通過し、またこの傾向は)D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のダスト量・粒径分布に影響を受けることから選定	1	安全機能への影響は小さく、また発生頻度が低いことが想定される。	4	D/W滞留水粒子粗取り装置下流のダスト量・粒径分布により事後検知が可能であるが、検知性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度	間接 (項目5)	同上	1	同上	4	臨界防止に係る機器であることから常時監視が要求されるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	

■リスク評価表(液相/未臨界維持設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-臨-3	D/W滞留水粒子粗取り装置	臨界防止	臨界近接	D/W滞留水粒子粗取り装置が劣化し、除去粒子径が設計値を担保できずPCV滞留水バッファタンクにおける粒子の蓄積が増大することで臨界に近接する。	①	加工地点からD/W滞留水粒子粗取り装置に移行する滞留水の水質変化に伴う腐食による装置内フィルタ部メッシュの部分的破損 (オートストレーナの場合)	(a)D/W滞留水粒子粗取り装置下流のダスト量・粒径分布	直接 (項目4)	D/W滞留水粒子粗取り装置の破損により大粒径の粒子が装置を通過し、またこの傾向はD/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液の化学的性質 (pH、塩化物イオン濃度、化学組成) に影響を受けることから選定	1	安全機能への影響は小さく、また発生頻度が低いことが想定される。	4	D/W滞留水粒子粗取り装置下流のダスト量・粒径分布により事後検知が可能であるが、検知性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	4
								間接 (項目5)		1				同上			
安-臨-4	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からD/W滞留水粒子粗取り装置に移行するダストにより移送液の密度が増大し、装置内流量が不足することによる遠心分離除去効率の低減	(a)D/W滞留水粒子粗取り装置下流のダスト量・粒径分布	直接 (項目4)	D/W滞留水粒子粗取り装置の破損により大粒径の粒子が装置を通過し、またこの傾向はD/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のダスト量・粒径分布に影響を受けることから選定	1	安全機能への影響は小さく、また発生頻度が低いことが想定される。	4	D/W滞留水粒子粗取り装置下流のダスト量・粒径分布により事後検知が可能であるが、検知性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度	間接 (項目5)		1				同上			
安-臨-5	同上	同上	同上	同上	④	加工地点からD/W滞留水粒子粗取り装置に移行するアプレキシブの接触による装置内フィルタ部メッシュの部分的破損 (オートストレーナの場合)	(a)D/W滞留水粒子粗取り装置下流のダスト量・粒径分布	直接 (項目4)	D/W滞留水粒子粗取り装置の破損により大粒径の粒子が装置を通過し、またこの傾向はD/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のアプレキシブの量・粒径分布に影響を受けることから選定	1	サイクロンの場合は夾雑物の蓄積しにくい構造になっているため発生頻度が小さく、またオートストレーナの場合は閉塞検知後自動的に夾雑物が排出されるため、安全機能への影響は小さいと考えられる。	3	系統内流量及びD/W滞留水粒子粗取り装置の前後差圧の常時監視により傾向把握及び事後検知が可能であり、検知性は良い。	1	項目7-1が1点のため	3	4
							(b)D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のアプレキシブの量	間接 (項目5)		1				同上			

■リスク評価表(液相/未臨界維持設備)

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が悪い
 [3点] 作業中の常時監視が必要かつ予測性が良い
 [2点] 定期的な監視が必要かつ予測性が悪い
 [1点] 定期的な監視が必要かつ予測性が良い

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

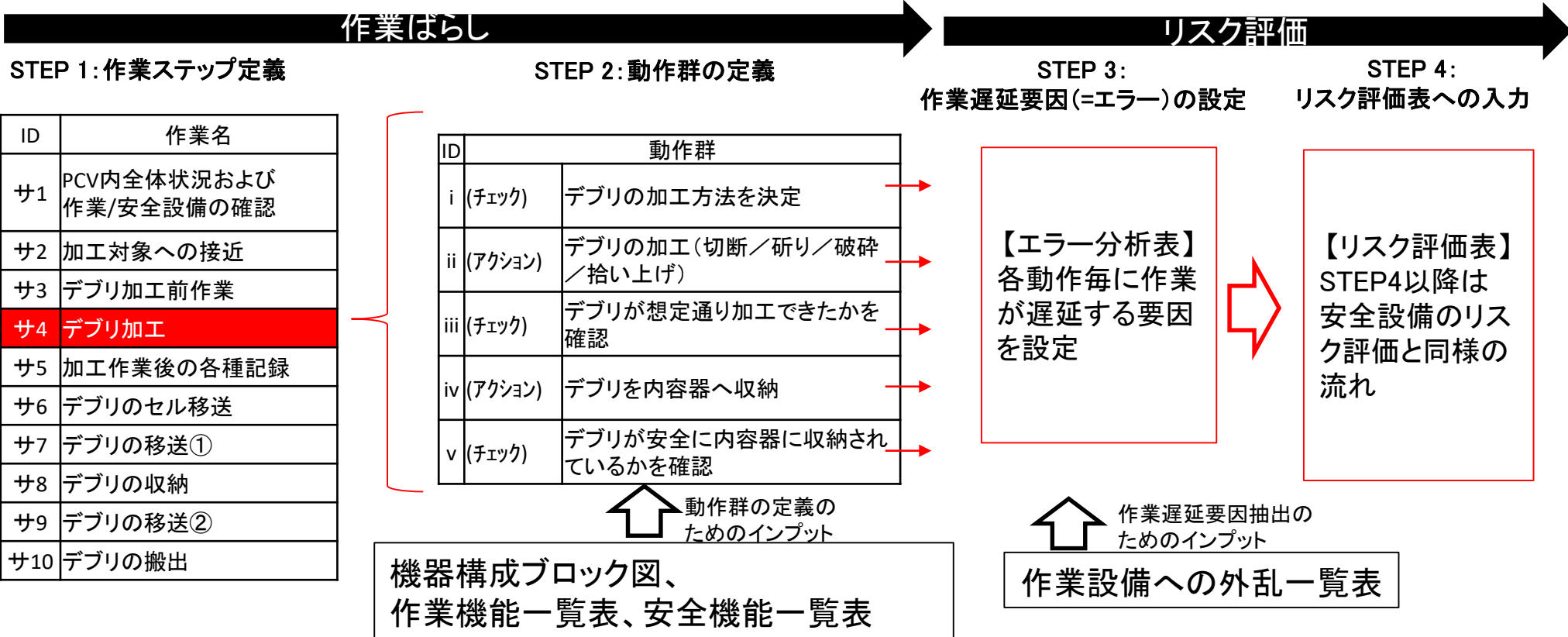
モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

分析番号	重要監視項目									重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3	項目4	項目5-1	項目5-2	項目6-1	項目6-2	項目6-3	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因 (=エラー)	エラーの直接原因	エラーの 間接原因	選定理由	作業を回避するための検知要求	直接監視/ 間接監視	検知要求の選定理由	点数	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
安-臨-6	D/W滞留水粒子粗取り装置	臨界防止	臨界近接	D/W滞留水粒子粗取り装置が劣化し、除去粒子径が設計値を担保できずにPCV滞留水バッファタンクにおける粒子の蓄積が増大することで臨界に近接する。	④	加工地点からD/W滞留水粒子粗取り装置に移行するアブレイシブの蓄積によって生じる電位差に起因する腐食による装置内フィルタ部メッシュの部分破損(オートストレナーの場合)	(a)D/W滞留水粒子粗取り装置下流のダスト量・粒径分布	直接(項目4)	D/W滞留水粒子粗取り装置の破損により大粒径の粒子が装置を通過し、またこの傾向はD/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布に影響を受けることから選定	1	安全機能への影響は小さく、また発生頻度が低いことが想定される。	4	D/W滞留水粒子粗取り装置下流のダスト量・粒径分布により事後検知が可能であるが、検知性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度	間接(項目5)	同上	1	同上	4	臨界防止に係る機器であることから常時監視が要求されるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	
安-臨-7	同上	同上	同上	同上	同上	加工地点からD/W滞留水粒子粗取り装置に移行するアブレイシブにより移送液の密度が増大し、装置内流量が不足することによる遠心分離除去効率の低減	(a)D/W滞留水粒子粗取り装置下流のダスト量・粒径分布	直接(項目4)	D/W滞留水粒子粗取り装置の破損により大粒径の粒子が装置を通過し、またこの傾向はD/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布に影響を受けることから選定	1	安全機能への影響は小さく、また発生頻度が低いことが想定される。	4	D/W滞留水粒子粗取り装置下流のダスト量・粒径分布により事後検知が可能であるが、検知性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	4
							(b)D/W滞留水粒子粗取り装置に流入する移送液中のアブレイシブの量・粒径分布・粒子の密度	間接(項目5)	同上	1	同上	4	臨界防止に係る機器であることから常時監視が要求されるが、予測性は悪い。	1	項目7-1が1点のため	4	

■ 評価結果提示前の補足情報: リスク評価に先立つ作業設備特有の追加手順

- 作業設備は安全設備と異なり、複数の動作を組み合わせてPCV内で作業を行う。例えば、「燃料デブリを加工する」という作業は以下STEP2に示すようなチェックとアクションの動作の繰り返し(動作群)から成る。
- チェックは次に控えるアクションの性質(例. 燃料デブリ加工のうち、ディスクカッターとAWJどちらを使うかなど)もしくは実行／不実行(例. ディスクカッターで加工するか否か など)を決めるものとして定義する。
- 作業設備のリスク評価は動作群に対して個別に実施する。そのため、リスク評価を行う前段階として、作業毎に動作群を定義する必要がある(いわゆる、作業ばらし)。
- 作業ばらしとリスク評価の実行手順を以下に示す。具体的な作業方法は次頁以降を参照のこと。



■ 作業設備特有のリスク評価手順

- 前頁に示したSTEP 1~2の実行手順を示す。

OSTEP1の作業ステップ

ID	作業名
サ1	PCV内全体状況および作業/安全設備の確認
サ2	加工対象への接近
サ3	デブリ加工前作業
サ4	デブリ加工
サ5	加工作業後の各種記録
サ6	デブリのセル移送
サ7	デブリの移送①
サ8	デブリの収納
サ9	デブリの移送②
サ10	デブリの搬出

①作業ステップから分析する作業1つを選定。

OSTEP2の動作群の属性を決定する作業詳細シート

ID	属性	内容
a	目的	デブリを細かくして内容器へ収納する
b	環境	PCV内部
c	安全	【気相】ダスト飛散防止機能、PCV損傷防止機能、デブリ過剰加熱防止機能、【臨界】デブリ形状制御機能
d	機器	【デブリ加工設備】デブリ加工機構、【デブリ密封収納/移送設備】線源収納機構
e	対象	デブリ (燃料, 燃料デブリ塊 (Uリッチ, Feリッチ), 既設構造物, MCCI形成物)
f	先行作業	ID: サ3
g	作業開始条件	条件1: 先行作業の正常終了
h	動作群	動作群シート参照
i	作業終了条件	内容器へのデブリ収納の完了
j	次作業引継ぎ	デブリ入り内容器の引き渡し (※k項参照)
k	その他	内容器に収納されたデブリは未臨界状態を維持する

②デブリ取り出しモデルの情報に基づき、ID a項~k項を入力。

③ID aとiに記載した内容を達成するための動作群を設定

OSTEP2の動作群シート

ID	動作	備考
i	(チェック) <対象>の加工方法を決定	
ii	(アクション) <機器: デブリ加工機構>による<対象>の加工 (切断/研り/破碎/拾い上げ)	
iii	(チェック) <対象>の加工結果を確認	加工結果確認: 内容器に入る寸法までデブリを細分化できているかの確認を指す
iv	(アクション) <機器: 線源収納機構>で、<対象>を<機器: 内容器>へ収納	
v	(チェック) 内容器に収納された<対象: デブリ>の安全確認	安全確認: 内容器からデブリが零れ落ちず、未臨界状態を維持している状態の確認を指す

■ 作業設備特有のリスク評価手順

- 本添付資料1/59頁に示したSTEP 2~3の実行手順を示す。
- 本資料中に示す単語「エラー」は作業遅延要因と同義である。

OSTEP2の動作群(前ページの再掲)

ID	動作	備考
i	(チェック) <対象>の加工方法を決定	
ii	(アクション) <機器: デブリ加工機構>による<対象>の加工(切断/研り/破碎/拾い上げ)	
iii	(チェック) <対象>の加工結果を確認	加工終了で
iv	(アクション) <機器: 線源収納機構>で、<対象>を<機器: 内容器>へ収納	
v	(チェック) 内容器に収納された<対象: デブリ>の安全確認	安全確認状態

OSTEP3の作業設備への外乱一覧表

分析ID	分類	場所	外乱候補
外乱-1	静的要素	PCV	PCV内は暗闇状態
外乱-2	静的要素	PCV	PCV内は霧が発生している
外乱-3	静的要素	PCV	PCV内はデブリの発熱で気流が発生している
外乱-4	静的要素	PCV	PCV内は既存開口部のインリークで気流が発生している
外乱-5	静的要素	PCV	PCV内は窒素注入で気流が発生している
外乱-6	静的要素	PCV	PCV内は冷却水の注入により雨滴が発生している

定義した動作ごとにエラー分析を展開

① 定義した動作が阻害され、作業遅延するトップ事象を入力

② 注目する動作に関与する機能を入力。入力候補は作業詳細シートのID c(安全機能関連)もしくはd(作業機能関連)に係るものいずれか

OSTEP3のエラー分析表

ID	動作群シートID	作業停滞するエラーモード	注目機能	注目外乱	注目外乱	エラー発生メカニズム	補足
1	i	デブリの加工方法の決定に時間がかかる	作業	外乱-22		デブリの性状と選択する加工方法の相性が悪く、加工方法決定に時間がかかる。	
2	ii	デブリの加工に時間がかかる	気相	外乱-1	外乱-20	暗闇(視界不良)でデブリを過剰に加熱し、放射性物質が揮発する	
3	ii	同上	気相	外乱-2	外乱-20	霧(視界不良)でデブリを過剰に加熱し、放射性物質が揮発する	
4	ii	同上	気相	外乱-6	外乱-20	雨滴(視界不良)でデブリを過剰に加熱し、放射性物質が揮発する	
5	ii	同上	気相	外乱-24	外乱-20	高いバックグラウンド(ノイズ)でデブリを過剰に加熱し、放射性物質が揮発する	
6	ii	同上	気相	外乱-19	外乱-20	ダスト飛散(視界不良)でデブリを過剰に加熱し、放射性物質が揮発する	
7	ii	同上	臨界	外乱-1	外乱-21	暗闇(視界不良)でデブリを不適切形状に加工し、デブリが臨界状態へ接近する	
8	ii	同上	臨界	外乱-2	外乱-21	霧(視界不良)でデブリを不適切形状に加工し、デブリが臨界状態へ接近する	
9	ii	同上	臨界	外乱-6	外乱-21	雨滴(視界不良)でデブリを不適切形状に加工し、デブリが臨界状態へ接近する	
10	ii	同上	臨界	外乱-18	外乱-21	ダスト飛散(視界不良)でデブリを不適切形状に加工し、デブリが臨界状態へ接近する	

③ オブジェクティブツリーの要領で注目機能に関連するエラー発生メカニズムを抽出。抽出にあたっては「作業設備への外乱一覧表」を活用。

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (4/59)

■ 作業設備特有のリスク評価手順

- 本添付資料1/59頁に示したSTEP 4の実行手順を示す。

OSTEP3のエラー分析表(前ページの再掲)

ID	動作群シートID	作業停滞するエラーモード	注目機能	注目外乱	注目外乱	エラー発生メカニズム	補足
1	i	デブリの加工方法の決定に時間がかかる	作業	外乱-22		デブリの性状と選択する加工方法の相性が悪く、加工方法決定に時間がかかる。	
2	ii	デブリの加工に時間がかかる	気相	外乱-1	外乱-20	暗闇(視界不良)でデブリを過剰に加熱し、放射性物質が揮発する	
3	ii	同上	気相	外乱-2	外乱-20	霧(視界不良)でデブリを過剰に加熱し、放射性物質が揮発する	

13	ii	同上	気相	外乱-23		加工により飛散するダストでPCV内ダスト濃度許容値に接近する	
14	ii	同上	作業	外乱-13		外力を加えたい箇所へ加工治具をアクセスさせるのに時間がかかる	
15	ii	同上	作業	外乱-16		加工治具の損耗が早く、頻繁な交換によって加工に時間がかかる	
16	ii	同上	作業	外乱-15		ホットスポットが出現し、機器への影響評価に時間がかかる	
17	ii	同上	作業	外乱-7		水流に阻害されて機械的/熱的外力がデブリへ伝達しない	

OSTEP4のリスク評価表

重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価									
項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)		項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3	項目7-4 (評価結果)			
対象機器	対称が担う機能	分析ID	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能への影響	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー(間接原因)対処によるスループットへの影響	個別	代表点
デブリ加工機構	燃料デブリ加工機能	15	加工治具の損耗が早く、頻繁な交換によって加工に時間がかかる	加工治具の過剰な損耗	燃料デブリ	【項目4】 (a)加工治具の損耗度	3	作業	ツールチェンジャなど、加工治具をその場で遠隔交換する技術は燃料デブリ取り出しPJにて開発中。	3	・加工治具の損耗の直接的判断は困難。目視確認の場合は運転員の官能検査訓練が必要。目視以外の場合、治具の振動やモータ出力など、複数データを取得し、判断する必要がある。 ・上記いずれも一般産業技術を活用可能。	2	項目7-1の対応により、作業が一時的に制限されるものとする。	18	18
				同上	同上	【項目5】 (b)燃料デブリの圧縮強度	3	作業	同上	3	・圧縮強度はサンプルを採取して引張試験などを実施する必要がある、直接的な判断は困難。 ・既存技術では加工現場ではなく、サンプル採取+ホットラジ試験が必要であるため、その場測定が求められる場合、課題がある。	2	同上	18	18

①エラー分析表(作業詳細シート)に入力した機器と注目機能を入力

②エラー分析表で設定したエラー発生メカニズムを入力

③項目3のメカニズムを端的な物量現象に分解

④エラー分析表から引き継いだ情報を基に、リスク評価を実施

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 【4点】対応策が決定されていない
 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績があ。

■項目7-2の得点表
 【4点】直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 【3点】直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 【2点】直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 【1点】直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 【4点】対応策がなく、スループット影響が不明
 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 【1点】スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

日々の作業フロー

モデルID		重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価							
項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)		項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
対象機器	対称が担う機能	分析ID	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
PCV内環境変化なし															

作業阻害要因無し

※1

※4

※2

※3

(※1)レイアウトの都合上、項目2の名称を省略。正式名称:対象機器が担う安全機能もしくは作業機能
 (※2)レイアウトの都合上、項目7-1の名称を省略。正式名称:安全機能もしくは作業機能への阻害対策の有無
 (※3)レイアウトの都合上、項目7-3の名称を省略。正式名称:項目7-1の対策によるスループットへの影響
 (※4)レイアウトの都合上、分析IDの表記を本頁以降は省略。

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (6/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID		重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
工程	作業	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
	コ3 : デブリ取り出し	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作A-1	PCV内移動機構	PCV内移動機能	暗闇で干渉物の存在有無を把握できず移動経路上の安全確認に時間がかかる	干渉物の存在有無の把握遅延	暗闇	【項目4/5】 (a)暗闇に影響されない干渉物の存在	1	安全	1F-2 PCV内部調査では専用装置で作業ルート上の干渉物有無を事前確認する手法の有効性を示しており、類似した方法の適用が想定される。	1	・3Dスキャンなどの寸法取得を行えば直接的な判断は可能 ・1F-2 PCV詳細調査ではレーザスキャンによる干渉物の維持情報を把握する技術が適用される。	1	項目7-1が1点のため	1	1	
作A-2	PCV内移動機構	PCV内移動機能	霧で干渉物の存在有無を把握できず移動経路上の安全確認に時間がかかる	干渉物の存在有無の把握遅延	霧	【項目4/5】 (a)霧に影響されない干渉物の存在	1	安全	同上	1	同上	1	同上	1	1	
作A-3	PCV内移動機構	PCV内移動機能	雨滴で干渉物の存在有無を把握できず移動経路上の安全確認に時間がかかる	干渉物の存在有無の把握遅延	雨滴	【項目4/5】 (a)雨滴に影響されない干渉物の存在	1	安全	同上	1	同上	1	同上	1	1	

分析番号はこれら2つの文字数列の組み合わせで定義

作A-1

【分析IDのナンバリングの法則】
 安全機能関連: 作A-アラビア数字
 作業機能関連: 作B-アラビア数字

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (7/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

工程		コ3 : デブリ取り出し													
作業		サ2 : 加工対象への接近													
リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価						項目7-4 (評価結果)		
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より 抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		個別	代表 点	
	対象 機器	対称 が担 う機 能	作業遅延要因	エラーの直 接原因	エラーの間 接原因	作業遅延を回避 するための検知 要求	点 数	該 当 機 能	機能阻害対策の有無	点 数	作業員による的確・迅速 な現場対応への影響	点 数			エラー (間接原因) 対処による スループットへの影 響
作A-4	PCV 内移 動機 構	PCV 内移 動機 能	高いバックグラウンドで 干渉物の存在有無を確認 できず移動経路上の安全 確認に時間がかかる	干渉物の存在 有無の把握遅延	ノイズ	【項目4/5】 (a)ノイズに影響 されない干渉物 の存在	1	安全	1F-2 PCV内部調査では専 用装置で作業ルート上の 干渉物有無を事前確認す る手法の有効性を示して おり、類似した方法の適 用が想定される。	1	・3Dスキャンなどの寸法 取得を行えば直接的な判 断は可能 ・1F-2 PCV詳細調査では レーザスキャンによる干 渉物の維持情報を把握す る技術が適用される。	1	項目7-1が1点のため	1	1
作B-1	PCV 内移 動機 構	PCV 内移 動機 能	水流で移動に時間がかか る	低い移送速 度	水流	【項目4】 (a)目的地までの 到達時間	1	作業	・1F-3 PCV内部調査にて 水中ROVの投入実績があ り、水流を考慮した設計 対応がなされているので 類似対応が必要となる。 ・水中仕様の重機は一般 作業に存在し、水流に抵 抗した対応策の策定は可 能とした。	1	・実移動時間を取得する ことで直接的に判断可能 ・操作で実行可能であ り、導入に課題は無い	1	項目7-1が1点のため	1	2
						【項目5】 (b)移動経路上の 水流の流速	1	作業	同上	2	プライス流速計を使用す る場合、直接的に流速の 判断が可能であるが、流 量計の高線量環境での耐 放射線性の影響評価が必 要なため課題がある	1	同上	2	2

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績があ。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ2	: 加工対象への接近

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より 抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
	対象 機器	対称 が担 う機 能	作業遅延要因	エラーの直 接原因	エラーの間 接原因	作業遅延を回避 するための検知 要求	点 数	該 当 機 能	機能阻害対策の有無	点 数	作業員による的確・迅速 な現場対応への影響	点 数	エラー (間接原因) 対処による スループットへの影 響	個 別	代 表 点
作B- 2	PCV 内移 動機 構	PCV 内移 動機 能	ホットスポット出現によ る機器への影響評価で移 動に時間がかかる	放射線に対 する影響の 把握遅延	ホットス ポット	【項目4】 (a)ホットスポ ットに対する機器 への影響度 (耐 放射線性)	1	作 業	ホットスポットを確認し た場合、その場から一時 退避する作業要領は1F-2 PCV内部調査で取り入れ られているので、類似対 応が必要になる。	1	・線量計を用いる場合、 作業設備の積算被ばく量 に基づく閾値を設定すれ ば直接的に判断すること ができる。 ・線量計はPCV内部調査 PJの現地実証試験で導入 実績がある。	3	項目7-1の対応による 一時退避期間が不明 のため、スループッ トが大幅に低下する ものとする。	3	9
						【項目5】 (b)移動経路上の ホットスポット 位置	1	作 業	同上	3	・線量計を用いる場合、 周囲のバックグラウンド により線源の具体的な位 置特定は直接的に判断で きない。 ・高線量環境でのホット スポットの特定技術の開 発が必要。	3	同上	9	9

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (9/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3 : デブリ取り出し		重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
作業	サ2 : 加工対象への接近		項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
リスク評価表分析番号	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因			エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作B- 3	PCV内移動機構	PCV内移動機能	移動時の堆積物の舞い上がりで移動経路を検知できず、移動に時間がかかる			移動経路の把握遅延	堆積物の舞い上がり	【項目4/5】 (a) 堆積物の舞い上がりに影響されない移動経路検知	3	作業	1F-2 PCV詳細調査ではレーザスキャンによる干渉物の維持情報を事前に把握し、PCV内環境下でも機器の移動が行える技術を開発中である。	3	燃料デブリ試験的取り出しフェーズで投入するサンプリング装置はレーザスキャンによる構造物配置状況の情報取得技術を実施し、現地実証試験予定。	1	項目7-1に示す技術の導入によりスループットへの影響はない	9	9
作B- 4	PCV内移動機構	PCV内移動機能	暗闇で現在地の確認に時間がかかる			PCV内移動機構の現在地把握遅延	暗闇	【項目4/5】 (a) 暗闇に影響されない現在地検知	3	作業	・1F-2 PCV内部調査では機器の移動量と図面情報に基づき、自己位置を推定した。 ・1F-3 水中ROV調査では周辺構造物と図面情報に基づき、自己位置を推定した。 ・デブリ取り出しでは干渉物の撤去などで周辺構造物配置は変化していくので、追加対策が必要である。	2	・項目7-1に示した過去のPCV内部調査で採用された手法により、作業員は直接的に自己位置判断は可能である。 ・しかし工事進行に伴い、ランドマークが変化していく可能性が高いため、PCV内構造物配置情報の更新作業が必要であり、課題がある。	1	同上	6	6

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (10/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ2	: 加工対象への接近

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より 抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
	対象 機器	対称 が担 う機 能	作業遅延要因	エラーの直 接原因	エラーの間 接原因	作業遅延を回避 するための検知 要求	点 数	該 当 機 能	機能阻害対策の有無	点 数	作業員による的確・迅速 な現場対応への影響	点 数	エラー (間接原因) 対処による スループットへの影 響	個 別	代 表 点
作B-5	PCV 内移 動機 構	PCV 内移 動機 能	霧で現在地の確認に時間 がかかる	PCV内移動 機構の現在 地把握遅延	霧	【項目4/5】 (a)霧に影響され ない現在地検知	3	作 業	・1F-2 PCV内部調査では 機器の移動量と図面情報 に基づき、自己位置を推定 した。 ・1F-3 水中ROV調査では 周辺構造物と図面情報に 基づき、自己位置を推定 した。 ・デブリ取り出しでは干 渉物の撤去などで周辺構 造物配置は変化していく ので、追加対策が必要で ある。	2	・項目7-1に示した過去の PCV内部調査で採用され た手法により、作業員は 直接的に自己位置判断は 可能である。 ・しかし工事進行に伴 い、ランドマークが変化 していく可能性が高いた め、PCV内構造物配置情 報の更新作業が必要であ り、課題がある。	1	項目7-1に示す技術の 導入によりスルー ットへの影響はな い	6	6
作B-6	PCV 内移 動機 構	PCV 内移 動機 能	雨滴で現在地の確認に時 間がかかる	PCV内移動 機構の現在 地把握遅延	雨滴	【項目4/5】 (a)雨滴に影響され ない現在地検 知	3	作 業	同上	2	同上	1	同上	6	6
作B-7	PCV 内移 動機 構	PCV 内移 動機 能	高いバックグラウンドで 現在地の確認に時間がか かる	PCV内移動 機構の現在 地把握遅延	ノイズ	【項目4/5】 (a)ノイズに影響 されない現在地 検知	3	作 業	同上	2	同上	1	同上	6	6

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ3	: 加工前作業

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価						項目7-4 (評価結果)		
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		個別	代表点	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数			エラー(間接原因)対処によるスループットへの影響
作A-1	デブリ加工機構	【臨界】中性子吸収剤散布機能	暗闇でデブリの水没無確認に時間がかかる	デブリの水没無の把握遅延	暗闇	【項目4/5】 (a)暗闇の影響を受けないデブリの水没無検知	3	安全	水没しているにも関わらず、中性子吸収剤を塗布しない誤った判断が必要である。1F補助事業で開発中の中性子計測器を活用し、臨界近接した場合は直ちに中性子材を散布する対応方針が必要である。	3	カメラ画像で官能的な判断(=直接的な判断)できる場合もあるが、撮影条件によっては誤った判断をする場合があり、確実性は担保されない。	2	項目7-1の対応により、作業量が制限される。	18	18
作A-2	デブリ加工機構	【臨界】中性子吸収剤散布機能	霧でデブリの水没無確認に時間がかかる	デブリの水没無の把握遅延	霧	【項目4/5】 (a)霧の影響を受けないデブリの水没無検知	3	安全	同上	3	同上	2	同上	18	18

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (12/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ3	: 加工前作業

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作A-3	デブリ加工機構	【臨界】中性子吸収剤散布機能	雨滴でデブリの水没有無確認に時間がかかる	デブリの水没有無の把握遅延	雨滴	【項目4/5】 (a)雨滴の影響を受けないデブリの水没有無検知	3	安全	水没しているにも関わらず、中性子吸収剤を塗布しない誤った判断が必要である。1F補助事業で開発中の中性子計測器を活用し、臨界近接した場合は直ちに中性子材を散布する対応方針が必要である。	3	カメラ画像で官能的な判断 (= 直接的な判断) できる場合もあるが、撮影条件によっては誤った判断をする場合があり、確実性は担保されない。	2	項目7-1の対応により、作業量が制限される。	18	18
作A-4	デブリ加工機構	【臨界】中性子吸収剤散布機能	高いバックグラウンドでデブリの水没有無確認に時間がかかる	デブリの水没有無の把握遅延	ノイズ	【項目4/5】 (a)ノイズの影響を受けないデブリの水没有無検知	3	安全	同上	3	同上	2	同上	18	18

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ3	: 加工前作業

リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価						項目7-4 (評価結果)		
	項目 1	項目 2	項目3 (エ ラー抽出表 より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		個 別	代 表 点	
	対象 機器	対称 が担 う機 能	作業遅延要 因	エラーの直 接原因	エラーの間接 原因	作業遅延を回避するための 検知要求	点 数	該 当 機 能	機能障害対策の有無	点 数	作業員による的確・迅速 な現場対応への影響	点 数			エラー (間接原因) 対処による スループットへの影 響
作A-5	デブリ加工機 構	【臨 界】 中性 子吸 収剤 散布 機能	冷却水の水流によって 中性子吸収剤が分散 し、散布に時間がかかる	中性子吸収剤の散布が 不十分	水流	【項目4】 (a)中性子吸収剤の散布時間	3	安全	・デブリ取り出しPJで開発する中性子吸収剤の密度は高く、マランゴニ対流などには打ち勝って沈降すると考えられる。	2	・実作業時間を取得することで直接的に判断可能 ・操作室で実行可能であり、導入に課題は無い	2	・項目7-1の評価により、スループットへの影響は限定的と考えられる。	12	12
						【項目5】 (b)中性子吸収剤散布箇所の水流速度	3	安全	同上	2	ブライス流速計を使用する場合、直接的に流速の判断が可能であるが、流量計の高線量環境での耐放射線性の影響評価が必要なため課題がある	2	同上	12	12

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (14/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 【4点】対応策が決定されていない
 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 【4点】直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 【3点】直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 【2点】直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 【1点】直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 【4点】対応策がなく、スループット影響が不明
 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 【1点】スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ3	: 加工前作業

リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目 1	項目 2	項目3 (エ ラー抽出表 より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結 果)		
	対象 機器	対 称 が 担 う 機 能	作 業 遅 延 要 因	エ ラ ー の 直 接 原 因	エ ラ ー の 間 接 原 因	作 業 遅 延 を 回 避 す る た め の 検 知 要 求	点 数	該 当 機 能	機 能 阻 害 対 策 の 有 無	点 数	作 業 員 に よ る 的 確 ・ 迅 速 な 現 場 対 応 へ の 影 響	点 数	エ ラ ー (間 接 原 因) 対 処 に よ る ス ル ー プ ッ ト へ の 影 響	個 別	代 表 点
作A-6	デブリ加工機構	【臨 界】 中性 子吸 収剤 散布 機能	暗闇で中性 子吸収剤の 散布結果確 認に時間が かかる	中性子吸収 剤の散布状 況の把握遅 延	暗闇	【項目4/5】 (a)暗闇の影響を受けない 中性子吸収剤の散布状況検 知	3	安 全	中性子吸収剤の散布が不 十分にも関わらず、加工 作業を開始する誤った判 断がなされるリスク対策 が必要である。1F補助事 業で開発中の中性子計測 器を活用し、散布後の効 果確認を行う作業要領を 同補助事業では提唱して いる。	3	カ メ ラ 画 像 で 官 能 的 な 判 断 (=直 接 的 な 判 断) で き る 場 合 も あ る が 、 撮 影 条 件 に よ っ て は 誤 っ た 判 断 を す る 場 合 が あ り 、 確 実 性 は 担 保 さ れ な い。	2	項 目 7-1 の 対 応 に よ り 、 作 業 量 が 制 限 さ れ る。	18	18
作A-7	デブリ加工機構	【臨 界】 中性 子吸 収剤 散布 機能	霧で中性子 吸収剤の散 布結果確認 に時間が かかる	中性子吸収 剤の散布状 況の把握遅 延	霧	【項目4/5】 (a)霧の影響を受けない中 性子吸収剤の散布状況検 知	3	安 全	同上	3	同上	2	同上	18	18

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (15/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ3	: 加工前作業

リスク評価表 分析番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作A-8	デブリ加工機構	【臨界】中性子吸収剤散佈結果確認に時間がかかる	雨滴で中性子吸収剤の散佈状況の把握遅延	中性子吸収剤の散佈状況の把握遅延	雨滴	【項目4/5】 (a)雨滴の影響を受けない中性子吸収剤の散佈状況検知	3	安全	中性子吸収剤の散佈が不十分にも関わらず、加工作業を開始する誤った判断がなされるリスク対策が必要である。1F補助事業で開発中の中性子計測器を活用し、散佈後の効果確認を行う作業要領を同補助事業では提唱している。	3	カメラ画像で官能的な判断 (=直接的な判断) できる場合もあるが、撮影条件によっては誤った判断をする場合があり、確実性は担保されない。	2	項目7-1の対応により、作業量が制限される。	18	18
作A-9	デブリ加工機構	【臨界】中性子吸収剤散佈結果確認に時間がかかる	散佈場所の死角が多く、中性子吸収剤の散佈結果確認に時間がかかる	中性子吸収剤の散佈状況の把握遅延	周辺構造物	【項目4/5】 (a)周辺構造物による死角の影響を受けない中性子吸収剤の散佈状況検知	3	安全	同上	3	同上	2	同上	18	18

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (16/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作B-1	デブリ加工機構	燃料デブリ加工機能	デブリの性状と選択する加工方法の相性が悪く、加工方法決定に時間がかかる。	最適な加工方法の判断遅延	様々な性状を持つ燃料デブリ	【項目4/5】 (a)加工エリアの燃料デブリ性状 (圧縮強度)	3	作業	デブリ取り出しPJでは、デブリの性状 (主に圧縮強度) に応じたデブリ加工方法を検討しており、1つのデブリに対して複数の加工方法を順次試行する作業要領も検討されている。	4	デブリに対する最適な加工方法決定のために必要な性情データは圧縮強度以外に明示されておらず、課題がある。	2	項目7-1の加工方法の順次試行をする間は、作業量が制限される。	24	24
作A-1	デブリ加工機構	【気相】 デブリ過剰加熱防止機	暗闇 (視界不良) でデブリを過剰に加熱し、放射性物質が揮発する	過剰加熱による放射性物資の揮発	暗闇 (視界不良) による過剰加熱	【項目4】 (a)暗闇に影響されない加工現場のダスト濃度	3	安全	下記の一時的な対応方法で安全機能を維持するが、実現性は未評価。 ・作業の一時停止 ・冷却水の注入	2	・ダスト濃度の閾値を設定すれば直接的な判断が可能。 ・暗闇かつ高線量環境のデブリ加工現場でダスト濃度を測定する技術が必要。	3	項目7-1の対応による作業の一時停止期間が不明のため、スループットが大幅に低下するものとする。	18	18
						【項目5】 (b)暗闇に影響されないデブリ温度	3	安全	同上	2	・デブリ温度の閾値を設定すれば直接的な判断が可能。 ・サーモカメラで測定する場合、高線量環境での耐放射線性で課題がある。	3	同上	18	18

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作A-2	デブリ加工機構	【気相】 デブリ過剰加熱防止機	霧(視界不良)でデブリを過剰に加熱し、放射性物質が揮発する	過剰加熱による放射性物質の揮発	霧(視界不良)による過剰加熱	【項目4】 (a)霧に影響されない加工現場のダスト濃度	3	安全	下記の一般的な対応方法で安全機能を維持するが、実現性は未評価。 ・作業の一時停止 ・冷却水の注入	2	・ダスト濃度の閾値を設定すれば直接的な判断が可能。 ・霧かつ高線量環境のデブリ加工現場でダスト濃度を測定する技術が必要。	3	項目7-1の対応による作業の一時停止期間が不明のため、スループットが大幅に低下するものとする。	18	18
						【項目5】 (b)霧に影響されないデブリ温度	3	安全	同上	2	・デブリ温度の閾値を設定すれば直接的な判断が可能。 ・サーモカメラで測定する場合、高線量環境での耐放射線性で課題がある。	3	同上	18	18

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作A-3	デブリ加工機構	【気相】 デブリ過剰加熱防止機	雨滴 (視界不良) でデブリを過剰に加熱し、放射性物質が揮発する	過剰加熱による放射性物質の揮発	雨滴 (視界不良) による過剰加熱	【項目4】 (a)雨滴に影響されない加工現場のダスト濃度	3	安全	下記の一般的な対応方法で安全機能を維持するが、実現性は未評価。 ・作業の一時停止 ・冷却水の注入	2	・ダスト濃度の閾値を設定すれば直接的な判断が可能。 ・雨滴かつ高線量環境のデブリ加工現場でダスト濃度を測定する技術が必要。	3	項目7-1の対応による作業の一時停止期間が不明のため、スループットが大幅に低下するものとする。	18	18
						【項目5】 (b)雨滴に影響されないデブリ温度	3	安全	同上	2	・デブリ温度の閾値を設定すれば直接的な判断が可能。 ・サーモカメラで測定する場合、雨滴による阻害および、高線量環境での耐放射線性で課題がある。	3	同上	18	18

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目 1	項目 2	項目3 (エ ラー抽出表 より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結 果)		
	対象 機器	対称 が担 う機 能	作業遅延要 因	エラーの直 接原因	エラーの間接 原因	作業遅延を回避するための 検知要求	点 数	該 当 機 能	機能障害対策の有無	点 数	作業員による的確・迅速 な現場対応への影響	点 数	エラー (間接原因) 対処による スループットへの影 響	個 別	代 表 点
作A- 4	デブ リ加 工機 構	【気 相】 デブ リ過 剰加 熱防 止機 能	高いバック グラウンド (ノイズ) でデブリを 過剰に加熱 し、放射性 物質が揮発 する	過剰加熱に よる 放射性物資 の揮発	高いバックグ ラウンド (ノ イズ) による 過剰加熱	【項目4】 (a)ノイズに影響されない 加工現場のダスト濃度	3	安全	下記の一般的な対応方法 で安全機能を維持する が、実現性は未評価。 ・作業の一時停止 ・冷却水の注入	2	・ダスト濃度の閾値を設 定すれば直接的な判断が 可能。 ・放射性によるノイズが 発生し、かつ高線量環境 のデブリ加工現場でダス ト濃度を測定する技術が 必要。	3	項目7-1の対応による 作業の一時停止期間 が不明のため、ス ループットが大幅に 低下するものとする。	18	18
						【項目5】 (b)ノイズに影響されない デブリ温度	3	安全	同上	2	・デブリ温度の閾値を設 定すれば直接的な判断が 可能。 ・サーモカメラで測定す る場合、雨滴による障害 および、高線量環境での 耐放射線性で課題があ る。	3	同上	18	18

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 【4点】対応策が決定されていない
 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 【4点】直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 【3点】直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 【2点】直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 【1点】直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 【4点】対応策がなく、スループット影響が不明
 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 【1点】スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目 1	項目 2	項目3 (エ ラー抽出表 より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結 果)		
	対象 機器	対称 が担 う機 能	作業遅延要 因	エラーの直 接原因	エラーの間接 原因	作業遅延を回避するための 検知要求	点 数	該 当 機 能	機能障害対策の有無	点 数	作業員による的確・迅速 な現場対応への影響	点 数	エラー (間接原因) 対処による スループットへの影 響	個 別	代 表 点
作A-5	デブリ加工機	【気相】 デブリ過剰加熱防止機	ダスト飛散 (視界不良) でデブリを過剰に加熱し、放射線物質が揮発する	過剰加熱による放射線物質の揮発	ダスト飛散 (視界不良) による過剰加熱	【項目4】 (a)雨滴に影響されない加工現場のダスト濃度	3	安全	下記の一般的な対応方法で安全機能を維持するが、実現性は未評価。 ・作業の一時停止 ・冷却水の注入	2	・ダスト濃度の閾値を設定すれば直接的な判断が可能。 ・高線量環境のデブリ加工現場でダスト濃度を測定する技術が必要。	3	項目7-1の対応による作業の一時停止期間が不明のため、スループットが大幅に低下するものとする。	18	18
						【項目5】 (b)ダスト飛散に影響されないデブリ温度	3	安全	同上	2	・デブリ温度の閾値を設定すれば直接的な判断が可能。 ・サーモカメラで測定する場合、ダストによる障害および、高線量環境での耐放射線性で課題がある。	3	同上	18	18

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 【4点】対応策が決定されていない
 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 【4点】直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 【3点】直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 【2点】直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 【1点】直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 【4点】対応策がなく、スループット影響が不明
 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 【1点】スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目 1	項目 2	項目3 (エ ラー抽出表 より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結 果)		
	対象 機器	対称 が担 う機 能	作業遅延要 因	エラーの直 接原因	エラーの間接 原因	作業遅延を回避するための 検知要求	点 数	該 当 機 能	機能障害対策の有無	点 数	作業員による的確・迅速 な現場対応への影響	点 数	エラー (間接原因) 対処による スループットへの影 響	個 別	代 表 点
作A- 6	デブ リ加 工機 構	【臨 界】 デブ リ加 工形 状制 御機 能	暗闇 (視界 不良) でデ ブ リを不適 切形状に加 工し、デブ リが臨 界状態へ接 近する	形状変化に よるデブ リの臨 界近接	暗闇 (視界不 良) による不 適切な加工	【項目4】 (a)暗闇に影響されない中 性子束	3	安全	1F補助事業では中性子吸 収剤の散布 (作業一時停 止) による再臨界防止技 術を開発中である。	2	・中性子計測器を用いる 場合、中性子束の閾値を 設定すれば直接的に判断 が可能。 ・中性子計測器は1F補助 事業にて開発中。	2	項目7-1の対応によ り、中性子吸収剤の 散布中は、作業量が 制限される。	12	24
						【項目5】 (b)暗闇に影響されないデ ブリ寸法	3	安全	同上	4	・カメラ映像を用いる場 合、デブリ寸法を直接的 に判断することは困難 で、画像処理が必要。 ・一般的なカメラは高線 量環境での耐放射線性が 低く、開発課題がある。	2	同上	24	24

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 【4点】対応策が決定されていない
 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 【4点】直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 【3点】直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 【2点】直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 【1点】直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 【4点】対応策がなく、スループット影響が不明
 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 【1点】スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク評価表分析番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作A-7	デブリ加工機構	【臨界】 デブリ加工形状制御機能	霧(視界不良)でデブリを不適切形状に加工し、デブリが臨界状態へ接近する	形状変化によるデブリの臨界近接	霧(視界不良)による不適切な加工	【項目4】 (a)霧に影響されない中性子束	3	安全	1F補助事業では中性子吸収剤の散布(作業一時停止)による再臨界防止技術を開発中である。	2	・中性子計測器を用いる場合、中性子束の閾値を設定すれば直接的に判断が可能。 ・中性子計測器は1F補助事業にて開発中。	2	項目7-1の対応により、中性子吸収剤の散布中は、作業量が制限される。	12	24
						【項目5】 (b)霧に影響されないデブリ寸法	3	安全	同上	4	・カメラ映像を用いる場合、デブリ寸法を直接的に判断することは困難で、画像処理が必要。 ・霧対策のための画像処理や照明によるハレーション抑制が必要。 ・一般的なカメラは高線量環境での耐放射線性が低く、開発課題がある。	2	同上	24	24

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク評価表分析番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作A-8	デブリ加工機構	【臨界】でデブリ加工形状制御機能	雨滴 (視界不良) でデブリを不適切形状に加工し、デブリが臨界状態へ接近する	形状変化によるデブリの臨界近接	雨滴 (視界不良) による不適切な加工	【項目4】 (a) 雨滴に影響されない中性子束	3	安全	1F補助事業では中性子吸収剤の散布 (作業一時停止) による再臨界防止技術を開発中である。	2	・中性子計測器を用いる場合、中性子束の閾値を設定すれば直接的に判断が可能。 ・中性子計測器は1F補助事業にて開発中。	2	項目7-1の対応により、中性子吸収剤の散布中は、作業量が制限される。	12	24
						【項目5】 (b) 雨滴に影響されないデブリ寸法	3	安全	同上	4	・カメラ映像を用いる場合、デブリ寸法を直接的に判断することは困難で、画像処理が必要。 ・カメラレンズに付着する液滴はガスなどによる吹き飛ばし (RPV内部調査PJで開発中) や曇り止め処理が必要。 ・一般的なカメラは高線量環境での耐放射線性が低く、開発課題がある。	2	同上	24	24

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (24/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 【4点】対応策が決定されていない
 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 【4点】直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 【3点】直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 【2点】直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 【1点】直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 【4点】対応策がなく、スループット影響が不明
 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 【1点】スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作A-9	デブリ加工機構	【臨界】 デブリ加工形状制御機能	ダスト飛散 (視界不良) でデブリを不適切形状に加工し、デブリが臨界状態へ接近する	形状変化によるデブリの臨界近接	ダスト飛散 (視界不良) による不適切な加工	【項目4】 (a)ダスト飛散に影響されない中性子束	3	安全	1F補助事業では中性子吸収剤の散布 (作業一時停止) による再臨界防止技術を開発中である。	2	・中性子計測器を用いる場合、中性子束の閾値を設定すれば直接的に判断が可能。 ・中性子計測器は1F補助事業にて開発中。	2	項目7-1の対応により、中性子吸収剤の散布中は、作業量が制限される。	12	24
						【項目5】 (b)ダスト飛散に影響されないデブリ寸法	3	安全	同上	4	・カメラ映像を用いる場合、デブリ寸法を直接的に判断することは困難で、画像処理が必要。 ・ダスト飛散によるデブリ加工状況の視認性評価はディスクカッターについて集塵PJにて検討しているが、他の加工方法は未評価。 ・一般的なカメラは高線量環境での耐放射線性が低く、開発課題がある。	2	同上	24	24

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク評価表分析番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作A-10	デブリ加工機構	【臨界】 デブリ加工形状制御機能	高いバックグラウンド(ノイズ)でデブリを不適切形状に加工し、デブリが臨界状態へ接近する	形状変化によるデブリの臨界近接	ノイズ(視界不良)による不適切な加工	【項目4】 (a)バックグラウンド(ノイズ)に影響されない中性子束	3	安全	1F補助事業では中性子吸収剤の散布(作業一時停止)による再臨界防止技術を開発中である。	2	・中性子計測器を用いる場合、中性子束の閾値を設定すれば直接的に判断が可能。 ・中性子計測器は1F補助事業にて開発中。	2	項目7-1の対応により、中性子吸収剤の散布中は、作業量が制限される。	12	24
						【項目5】 (b)バックグラウンドに影響されないデブリ寸法	3	安全	同上	4	・カメラ映像を用いる場合、デブリ形状寸法を直接的に判断することは困難で、画像処理が必要。 ・PCV内環境による放射線によるカメラノイズはPCV内部調査PJでも発生しているが、目視調査においては大きな悪影響は報告されていない。 ・カメラは高線量環境での耐放射線性が低く、開発課題がある。	2	同上	24	24

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価						項目7-4 (評価結果)		
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		個別	代表点	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数			エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響
作A-11	デブリ加工機	【臨界】	加工箇所から構造物が落下してデブリに衝突し、デブリが臨界状態へ接近する	形状変化によるデブリの臨界近接	構造物の落下	【項目4】 (a)落下地点周辺の中性子束	3	安全	・デブリ取り出しPJでは中性子吸収剤の散布 (作業一時停止) による再臨界防止技術が開発中である。 ・デブリ取り出しPJでは、加工箇所が脆くなり、重力落下することを防止するため加工物を支えるサポートアームや落下物を受け止め皿などの概念が検討されている。	2	・中性子計測器を用いる場合、中性子束の閾値を設定すれば直接的に判断が可能。 ・中性子計測器は1F補助事業にて開発中。	2	項目7-1の対応により、中性子吸収剤の散布中は、作業量が制限される。	12	24
						【項目5】 (b)構造物が落下モードへ至る構造強度	3	安全	同上	4	・構造物の構造強度は、欠陥、ひずみ、応力、亀裂などの種々のパラメータに基づき評価する必要があり、直接的な判断は困難。 ・一般産業では橋梁やコンクリートトンネルなどの構造強度評価のための非破壊検査装置 (超音波測定器など) が存在するが、高線量環境での耐放射線性や複雑形状への適用方法などの技術課題がある。	2	同上	24	24

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (27/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別
作A-12	デブリ加工機構	【気相】加工により飛散するダストでPCV内ダスト濃度許容値に接近する	過剰なダスト飛散	ダスト飛散防止機能を超えるデブリ加工	【項目4】 (a)加工現場のダスト濃度	1	安全	加工作業を一時中断することで過剰なダスト飛散はなくなる。1F-1 PCV内部調査アクセスルート構築工事で類似事象に対応例あり。	2	※気相安全設備の監視データの活用が困難である場合、以下の対応が必要。 ・ダストサンプラーを用いる場合、ダスト濃度を直接的に判断することは可能。 ・高線量環境のデブリ加工現場でダスト濃度を測定する技術が必要。	3	・項目7-1の対応は作業一時中断が条件であることから、1点にはしない。 ・項目7-1の対応による作業の一時停止期間が不明のため、スループットが大幅に低下するものとする。	6	12
								【項目5】 (b)加工箇所への飛散防止助剤 (ミスト) の到達量						

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価						項目7-4 (評価結果)		
	項目 1	項目 2	項目3 (エ ラー抽出表 より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		個 別	代 表 点	
	対象 機器	対称 が担 う機 能	作業遅延要 因	エラーの直 接原因	エラーの間接 原因	作業遅延を回避するための 検知要求	点 数	該 当 機 能	機能障害対策の有無	点 数	作業員による的確・迅速 な現場対応への影響	点 数			エラー (間接原因) 対処による スループットへの影 響
作B- 2	デブ リ加 工機 構	燃料 デブ リ加 工機 能	外力を加え たい箇所へ 加工治具を アクセスさ せるのに時 間がかかる	加工箇所へ のアクセシ 性の悪さ	加工現場の構 造物	【項目4】 (a)加工箇所への到達時間	3	作 業	PCV内で複雑に配置され た構造物に対するロボット アームのアクセシ性向上 技術は、燃料デブリ取り 出しPJにて開発中である。	3	デブリ取り出しPJ「多関 節MNPの遠隔操作支援手 法」では、事前に構造物 配置情報を取得し、機械 処理することで加工箇所 へのアクセシ性向上を支 援・評価する技術を開発 中。	1	項目7-1の対応によ り、スループットへの 影響は低いものと する。	9	9
						【項目5】 (b)加工現場の構造物三次 元形状 (寸法)	3	作 業	同上	3	燃料デブリ試験的取り出 しフェーズで投入するサ ンプリング装置はレー ザースキャンによる構 造物配置状況の情報取得 技術を実装し、現地実証 試験予定。	1	同上	9	9

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価							
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別
作B-3	燃料デブリ加工機能	加工治具の損耗が早く、頻繁な交換によって加工に時間がかかる	加工治具の過剰な損耗	燃料デブリ	【項目4】 (a)加工治具の損耗度	3	作業	ツールチェンジャなど、加工治具をその場で遠隔交換する技術は燃料デブリ取り出しPJにて開発中。	3	・加工治具の損耗の直接的判断は困難。目視確認の場合は運転員の官能検査訓練が必要。目視以外の場合、治具の振動やモータ出力など、複数データを取得し、判断する必要がある。 ・上記いずれも一般産業技術を活用可能。	2	項目7-1の対応により、作業が一時的に制限されるものとする。	18	18
					【項目5】 (b)加工する燃料デブリの圧縮強度	3	作業	同上	3	・圧縮強度はサンプルを採取して引張試験などを実施する必要があり、直接的な判断は困難。 ・既存技術では加工現場ではなく、サンプル採取+ホットラゴ試験が必要であるため、その場測定が求められる場合、課題がある。	2	同上	18	18

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (30/59)

■リスク評価表

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

■項目7-1の得点表
 【4点】対応策が決定されていない
 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 【4点】直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 【3点】直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 【2点】直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 【1点】直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 【4点】対応策がなく、スループット影響が不明
 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 【1点】スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作B-4	デブリ加工機構	燃料デブリ加工機能	ホットスポットが出現し、機器への影響評価に時間がかかる	放射線に対する影響の判断遅延	ホットスポット	【項目4】 (a)ホットスポットに対する機器への影響度 (耐放射線性)	1	作業	ホットスポットを確認した場合、その場から一時退避する作業要領は1F-2 PCV内部調査で取り入れられている。	1	・線量計を用いる場合、作業設備の積算被ばく量に基づく閾値を設定すれば直接的に判断することができる。 ・線量計はPCV内部調査PJの現地実証試験で導入実績がある。	3	項目7-1の対応による一時退避期間が不明のため、スループットが大幅に低下するものとする。	3	9
						【項目5】 (b)加工現場のホットスポットの線源位置	1	作業	同上	3	・線量計を用いる場合、周囲のバックグラウンドにより線源の具体的な位置特定は直接的に判断できない。 ・高線量環境でのホットスポットの特定技術の開発が必要。	3	同上	9	9
作B-5	デブリ加工機構	燃料デブリ加工機能	水流に障害されて機械的/熱的外力がデブリへ伝達しない	デブリへの外力伝達不足	水流	【項目4】 (a)内容器へのデブリ充填量	4	作業	冷却水が直接注入されるRPV内の水流状況は不明。また、対応策も検討されていない。	1	1日あたりのデブリのスループット量で直接的に判断ができ、導入に実現性がある	4	項目7-1の対応が決定できないため、スループットへの影響不明	16	32
						【項目5】 (b)燃料デブリ加工箇所の冷却水流速と流量	4	作業	同上	2	ブライス流速計を使用する場合、直接的に流速の判断が可能であるが、流量計の高線量環境での耐放射線性の影響評価が必要なため課題がある	4	同上	32	32

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作B-6	デブリ加工機構	燃料デブリ加工機能	暗闇で加工結果 (デブリ細断完了) が得られず、加工のやり直しで時間がかかる	加工したデブリの形状変化が不明	暗闇	【項目4/5】 (a)暗闇に影響されない加工済みデブリの寸法	4	作業	デブリ取り出しPJでは、デブリの加工技術の検討を実施しているが、当該エラーの対策は詳細検討されていない。	4	・カメラ映像を用いる場合、デブリ寸法を直接的に判断することは困難で、画像処理が必要。 ・一般的なカメラは高線量環境での耐放射線性が低く、開発課題がある。	4	項目7-1にて対策が決定されていないため、スループットへの影響不明	64	64
作B-7	デブリ加工機構	燃料デブリ加工機能	霧で加工結果 (デブリ細断完了) が得られず、加工のやり直しで時間がかかる	加工したデブリの形状変化が不明	霧	【項目4/5】 (a)霧に影響されない加工済みデブリの寸法	4	機能	デブリ取り出しPJでは、デブリの加工技術の検討を実施しているが、当該エラーの対策は詳細検討されていない。	4	・カメラ映像を用いる場合、デブリ寸法を直接的に判断することは困難で、画像処理が必要。 ・霧対策のための画像処理や照明によるハレーション抑制が必要。 ・一般的なカメラは高線量環境での耐放射線性が低く、開発課題がある。	4	項目7-1にて対策が決定されていないため、スループットへの影響不明	64	64

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (32/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価						項目7-4 (評価結果)		
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		個別	代表点	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数			エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響
作B- 8	デブリ加工機構	燃料デブリ加工機能	雨滴で加工結果 (デブリ細断完了) が得られず、加工のやり直しで時間がかかる	加工したデブリの形状変化が不明	雨滴	【項目4/5】 (a)雨滴に影響されない加工済みデブリの寸法	4	作業	デブリ取り出しPJでは、デブリの加工技術の検討を実施しているが、当該エラーの対策は詳細検討されていない。	4	・カメラ映像を用いる場合、デブリ寸法を直接的に判断することは困難で、画像処理が必要。 ・カメラレンズに付着する液滴はガスなどによる吹き飛ばし (RPV内部調査PJで開発中) や曇り止め処理が必要。 ・一般的なカメラは高線量環境での耐放射線性が低く、開発課題がある。	4	項目7-1にて対策が決定されていないため、スループットへの影響不明	64	64
作B- 9	デブリ加工機構	燃料デブリ加工機能	堆積物、切削粉 (ダスト)、中性子吸収剤の水中浮遊で加工結果 (デブリ細断完了) が得られず、加工のやり直しで時間がかかる。	加工したデブリの形状変化が不明	浮遊する中性子吸収剤	【項目4/5】 (a)水中浮遊する堆積物、切削粉 (ダスト)、中性子吸収剤に影響されない加工済みデブリの寸法	4	作業	デブリ取り出しPJでは、デブリの加工技術の検討を実施しているが、当該エラーの対策は詳細検討されていない。	4	・カメラ映像を用いる場合、デブリ形状を寸法を直接的に判断することは困難で、画像処理が必要。 ・浮遊する中性子吸収剤は流動性があることから、人為的な水流によって視界確保は可能である。 ・カメラは高線量環境での耐放射線性が低く、開発課題がある。	4	項目7-1にて対策が決定されていないため、スループットへの影響不明	64	64

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価						項目7-4 (評価結果)		
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		個別	代表点	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数			エラー(間接原因)対処によるスループットへの影響
作B-10	線源 収納 機構	燃料 デブリ 回収機 能	水流に障害 されてデブリ が内容容器 に収まらない (流れて	低い燃料回 收速度	水流	【項目4】 (a)内容容器へのデブリ充填量	4	作業	冷却水が直接注入されるRPV内の水流状況は不明。また、対応策も検討されていない。	1	1日あたりのデブリのスループット量で直接的に判断ができ、導入に実現性がある	4	項目7-1に対応が決定できないためスループットへの影響不明	16	32
						【項目5】 (b)燃料デブリ収納箇所の冷却水流速と流量	4	作業	同上	2	ブライズ流速計を使用する場合、直接的に流速の判断が可能であるが、流量計の高線量環境での耐放射線性の影響評価が必要なため課題がある	4	同上	32	32

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (34/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 【4点】対応策が決定されていない
 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 【4点】直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 【3点】直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 【2点】直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 【1点】直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 【4点】対応策がなく、スループット影響が不明
 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 【1点】スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID		コ3 : デブリ取り出し		重要監視項目			重要監視項目の重み付け評価						項目7-4 (評価結果)				
工程	作業	コ3	サ4 : デブリ加工	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		個別	代表点
リスク評価表分析番号	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点		
作B-11	線源収納機構	燃料デブリ回収機能	暗闇 (視界不良) で内容器へのデブリ収納に時間がかかる	低い燃料回収速度	暗闇	【項目4】 (a)内容器へのデブリ充填量	4	作業	・デブリの拾い上げ動作で内容器に回収する場合、その場の環境測定に頼らない半自動化による繰り返し動作は一般産業技術に存在し、PCV内環境(視界不良)からの作業阻害低減が期待できる。 ・デブリ形状によっては運転員操作による軌道修正が必要な可能性もあるため、開発課題がある。	1	1日あたりのデブリのスループット量で直接的に判断ができ、導入に実現性がある	2	項目7-1に対応のうち、運転員の介入により作業速度が落ちる可能性がある。	8	24		
						【項目5】 (b)暗闇に影響されないデブリと内容器の相対位置	3	作業	同上	4	・項目7-1に示す半自動化に対する運転員の軌道修正対応 (デブリと内容器の微小なずれなど) は、カメラ映像を用いる場合、習熟による見極めが必要であり、直接的に判断できない。 ・カメラ+照明で検知する場合、高線量環境での耐放射線性の影響評価が必要。	2	同上	24	24		

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (35/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作B-12	線源 収納 機構	燃料 デブリ 回収機 能	霧 (視界不良) で内容 器へのデ ブリ収納 に時間 がかかる	低い燃料回 収速度	霧	【項目4】 (a) 内容器へのデブリ充填 量	4	作業	・デブリの拾い上げ動作 で内容器に回収する場 合、その場の環境測定に 頼らない半自動化による 繰り返し動作は一般産業 技術に存在し、PCV内環 境(視界不良)からの作業 障害低減が期待できる。 ・デブリ形状によっては 運転員操作による軌道修 正が必要な可能性もある ため、開発課題がある。	1	1日あたりのデブリのス ループット量で直接的に 判断ができ、導入に実現 性がある	2	項目7-1に対応のう ち、運転員の介入に より作業速度が落ち る可能性がある。	8	24
						【項目5】 (b) 霧に影響されないデ ブリと内容器の相対位置	3	作業	同上	4	・項目7-1に示す半自動 作業に対する運転員の軌 道修正対応 (デブリと内 容器の微小なずれなど) は、カメラ映像を用いる 場合、習熟による見極め が必要であり、直接的に 判断できない。 ・カメラは霧対策のため の画像処理や照明調整 (ハレーション抑制) 技 術は一般に存在する。 ・カメラは高線量環境で の耐放射線性が低く、開 発課題がある。	2	同上	24	24

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (36/59)

■リスク評価表

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目					重要監視項目の重み付け評価									
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)			
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作B-13	線源 収納 機構	燃料 デブリ 回収機 能	雨滴 (視界不良) で内容容器へのデブリ収納に時間がかかる	低い燃料回収速度	雨滴	【項目4】 (a)内容容器へのデブリ充填量	4	作業	・デブリの拾い上げ動作で内容容器に回収する場合、その場の環境測定に頼らない半自動化による繰り返し動作は一般産業技術に存在し、PCV内環境(視界不良)からの作業阻害低減が期待できる。 ・デブリ形状によっては運転員操作による軌道修正が必要な可能性もあるため、開発課題がある。	1	1日あたりのデブリのスループット量で直接的に判断ができ、導入に実現性がある	2	項目7-1に対応のうち、運転員の介入により作業速度が落ちる可能性がある。	8	24
						【項目5】 (b)雨滴に影響されないデブリと内容容の相対位置	3	作業	同上	4	・項目7-1に示す半自動作業に対する運転員の軌道修正対応 (デブリと内容容の微小なずれなど) は、カメラ映像を用いる場合、習熟による見極めが必要であり、直接的に判断できない。 ・カメラレンズに付着する液滴はガスなどによる吹き飛ばしや親水性コーティングなどの対応技術が一般に存在する。 ・カメラは高線量環境での耐放射線性が低く、開発課題がある。	2	同上	24	24

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (37/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程 コ3 : デブリ取り出し
 作業 サ4 : デブリ加工

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作B-14	線源 収納 機構	燃料 デブリ 回収機 能	堆積物、切削粉(ダスト)、中性子吸収剤の水中浮遊(視界不良)で、内容容器へのデブリ収納に時間がかかる	低い燃料回収速度	浮遊する中性子吸収剤	【項目4】 (a)内容容器へのデブリ充填量	4	作業	・デブリの拾い上げ動作で内容容器に回収する場合、その場の環境測定に頼らない半自動化による繰り返し動作は一般産業技術に存在し、PCV内環境(視界不良)からの作業阻害低減が期待できる。 ・デブリ形状によっては運転員操作による軌道修正が必要な可能性もあるため、開発課題がある。	1	1日あたりのデブリのスループット量で直接的に判断ができ、導入に実現性がある	2	項目7-1に対応のうち、運転員の介入により作業速度が落ちる可能性がある。	8	24
						【項目5】 (b)水中浮遊する堆積物、切削粉(ダスト)、中性子吸収剤に影響されないデブリと内容容器の相対位置	3		同上	4	・項目7-1に示す半自動化に対する運転員の軌道修正対応(デブリと内容容器の微小なずれなど)は、カメラ映像を用いる場合、習熟による見極めが必要であり、直接的に判断できない。 ・浮遊する中性子吸収剤は流動性があることから、人為的な水流によって視界確保は可能である。 ・カメラは高線量環境での耐放射線性が低く、開発課題がある。	2	同上	24	24

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (38/59)

■リスク評価表

モデルID		重要監視項目					重要監視項目の重み付け評価									
工程	コ3	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
作業	サ4	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー(間接原因)対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作B-	15	線源収納機構	燃料デブリ回収機能	高いバックグラウンド(ノイズ)で内容器へのデブリ収納に時間がかかる	低い燃料回収速度	ノイズ	【項目4】 (a)内容器へのデブリ充填量	4	作業	・デブリの拾い上げ動作で内容器に回収する場合、その場の環境測定に頼らない半自動化による繰り返し動作は一般産業技術に存在し、PCV内環境(視界不良)からの作業阻害低減が期待できる。 ・デブリ形状によっては運転員操作による軌道修正が必要な可能性もあるため、開発課題がある。	1	1日あたりのデブリのスループット量で直接的に判断ができ、導入に実現性がある	2	項目7-1に対応のうち、運転員の介入により作業速度が落ちる可能性がある。	8	24
							【項目5】 (b)ノイズに影響されないデブリと内容器の相対位置	3	作業	同上	4	・項目7-1に示す半自動作業に対する運転員の軌道修正対応(デブリと内容器の微小なずれなど)は、カメラ映像を用いる場合、習熟による見極めが必要であり、直接的に判断できない。 ・PCV内環境による放射線によるカメラノイズはPCV内部調査PJでも発生しているが、目視調査においては大きな悪影響は報告されていない。 ・カメラは高線量環境での耐放射線性が低く、開発課題がある。	2	同上	24	24

■項目7-1の得点表
 【4点】対応策が決定されていない
 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 【4点】直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 【3点】直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 【2点】直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 【1点】直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 【4点】対応策がなく、スループット影響が不明
 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 【1点】スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (39/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 【4点】対応策が決定されていない
 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 【4点】直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 【3点】直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 【2点】直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 【1点】直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 【4点】対応策がなく、スループット影響が不明
 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 【1点】スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク評価表分析番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価						項目7-4 (評価結果)		
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		個別	代表点	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数			エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響
作B-16	線源 収納 機構	燃料 デブリ 回収 機能	暗闇 (視界不良) でデブリを内容器に収納できたか確認できない	内容器内の燃料デブリの充填量不明 (内容器から溢れるなど)	暗闇	【項目4/5】 (a)暗闇に影響されない内容器へのデブリ充填量	3	作業	・段階的規模拡大取り出しPJでは、少量デブリの回収技術開発を行っている ・大規模取り出しフェーズでは、上記PJの技術応用が期待できるが、詳細な検討や技術開発は実施していない	2	・段階的規模拡大取り出しPJでは、PCV内環境から縁切りしたカプセル内でのカメラを用いた少量デブリの回収技術開発を行っており、運転員による操作試験も実施している。 ・大規模取り出しフェーズでは、上記PJの技術応用が期待できるが、詳細な検討や技術開発は実施していない	4	項目7-1に示す対応が未決定のため、スループットへの影響不明	24	24
作B-17	線源 収納 機構	燃料 デブリ 回収 機能	霧 (視界不良) でデブリを内容器に収納できたか確認できない	内容器内の燃料デブリの充填量不明 (内容器から溢れるなど)	霧	【項目4/5】 (a)霧に影響されない内容器へのデブリ充填量	3	作業	・段階的規模拡大取り出しPJでは、少量デブリの回収技術開発を行っている ・大規模取り出しフェーズでは、上記PJの技術応用が期待できるが、詳細な検討や技術開発は実施していない	2	・段階的規模拡大取り出しPJでは、PCV内環境から縁切りしたカプセル内でのカメラを用いた少量デブリの回収技術開発を行っており、運転員による操作試験も実施している。 ・大規模取り出しフェーズでは、上記PJの技術応用が期待できるが、詳細な検討や技術開発は実施していない	4	項目7-1に示す対応が未決定のため、スループットへの影響不明	24	24

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目 1	項目 2	項目3 (エ ラー抽出表 より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結 果)		
	対象 機器	対称 が担 う機 能	作業遅延要 因	エラーの直 接原因	エラーの間接 原因	作業遅延を回避するための 検知要求	点 数	該 当 機 能	機能障害対策の有無	点 数	作業員による的確・迅速 な現場対応への影響	点 数	エラー (間接原因) 対処による スループットへの影 響	個 別	代 表 点
作B-18	線源 収納 機構	燃料 デブ リ回 収機 能	雨滴 (視界 不良) でデ ブリを内容 器に収納で きたか確認 できない	内容器内の 燃料デブリ の充填量不 明 (内容器 から溢れる など)	雨滴	【項目4/5】 (a)雨滴に影響されない内 容器へのデブリ充填量	3	作 業	・段階的規模拡大取り出 しPJでは、少量デブリの 回収技術開発を行っている ・大規模取り出しフェー ズでは、上記PJの技術応 用が期待できるが、詳細 な検討や技術開発は実施 していない	2	・段階的規模拡大取り出 しPJでは、PCV内環境か ら縁切りしたカプセル内 でのカメラを用いた少量 デブリの回収技術開発を 行っており、運転員によ る操作試験も実施してい る。 ・大規模取り出しフェー ズでは、上記PJの技術応 用が期待できるが、詳細 な検討や技術開発は実施 していない	4	項目7-1に示す対応が 未決定のため、ス ループットへの影響 不明	24	24

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (41/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 【4点】対応策が決定されていない
 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 【4点】直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 【3点】直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 【2点】直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 【1点】直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 【4点】対応策がなく、スループット影響が不明
 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 【1点】スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ4	: デブリ加工

リスク評価表分析番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価						項目7-4 (評価結果)		
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		個別	代表点	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数			エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響
作B-19	線源収納機構	燃料デブリ回収機能	堆積物、切削粉(ダスト)、中性子吸収剤の水中浮遊(視界不良)で、デブリを容器に収納できなかったか確認できない	容器内の燃料デブリの充填量不明(容器から溢れるなど)	浮遊する中性子吸収剤	【項目4/5】水中浮遊する堆積物、切削粉(ダスト)、中性子吸収剤に影響されない容器へのデブリ充填量	3	作業	・段階的規模拡大取り出しPJでは、少量デブリの回収技術開発を行っている ・大規模取り出しフェーズでは、上記PJの技術応用が期待できるが、詳細な検討や技術開発は実施していない	2	・段階的規模拡大取り出しPJでは、PCV内環境から縁切りしたカプセル内でのカメラを用いた少量デブリの回収技術開発を行っており、運転員による操作試験も実施している。 ・大規模取り出しフェーズでは、上記PJの技術応用が期待できるが、詳細な検討や技術開発は実施していない	4	項目7-1に示す対応が未決定のため、スループットへの影響不明	24	24
作B-20	線源収納機構	燃料デブリ回収機能	高いバックグラウンド(ノイズ)でデブリを容器に収納できなかったか確認できない	容器内の燃料デブリの充填量不明(容器から溢れるなど)	ノイズ	【項目4/5】(a)ノイズに影響されない容器へのデブリ充填量	3	作業	・段階的規模拡大取り出しPJでは、少量デブリの回収技術開発を行っている ・大規模取り出しフェーズでは、上記PJの技術応用が期待できるが、詳細な検討や技術開発は実施していない	2	・段階的規模拡大取り出しPJでは、PCV内環境から縁切りしたカプセル内でのカメラを用いた少量デブリの回収技術開発を行っており、運転員による操作試験も実施している。 ・大規模取り出しフェーズでは、上記PJの技術応用が期待できるが、詳細な検討や技術開発は実施していない	4	項目7-1に示す対応が未決定のため、スループットへの影響不明	24	24

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 【4点】対応策が決定されていない
 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 【4点】直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 【3点】直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 【2点】直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 【1点】直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 【4点】対応策がなく、スループット影響が不明
 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 【1点】スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程 コ3 : デブリ取り出し
 作業 サ5 : 加工後の各種記録

リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価						項目7-4 (評価結果)	
	項目 1	項目 2	項目3 (エ ラー抽出表 より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		個別	代表 点
	対象 機器	対称 が担 う機 能	作業遅延要 因	エラーの直 接原因	エラーの間接 原因	作業遅延を回避 するための検知 要求	点数	該当 機能	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速 な現場対応への影響	点数		
PCV内環境変化なし														

作業阻害要因無し

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (43/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ6	: デブリのセル移送

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価						項目7-4 (評価結果)		
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		個別	代表点	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数			エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響
作A-1	セル移送機構	燃料デブリ回収機能	暗闇で干渉物の存在有無を確認できず移動経路上の安全確認に時間がかかる	干渉物の存在有無の把握遅延	暗闇	【項目4/5】 (a)暗闇に影響されない干渉物の存在	3	安全	・1F-2 PCV内部調査では専用装置で作業ルート上の干渉物有無を事前確認する手法の有効性を示しており、類似した方法の適用が想定される。 ・本作業では燃料デブリを移送するため、追加の安全対策が求められるものとし、2点とする。これら対策はデブリ取り出しPJの各工法の特徴毎に検討が進められている。	1	・3Dスキャンなどの寸法取得を行えば直接的な判断は可能 ・1F-2 PCV詳細調査ではレーザスキャンによる干渉物の維持情報を把握する技術が適用される。	1	項目7-1に示す各工法の特徴毎の安全対策は、作業を大きく制限する要素が抽出されないため、1点とする。	3	3
作A-2	セル移送機構	燃料デブリ回収機能	霧で干渉物の存在有無を確認できず移動経路上の安全確認に時間がかかる	干渉物の存在有無の把握遅延	霧	【項目4/5】 (a)霧に影響されない干渉物の存在	3	安全	同上	1	同上	1	同上	3	3

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (44/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

工程	コ3	: デブリ取り出し													
作業	サ6	: デブリのセル移送		重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価					
リスク 評価表 分析 番号	項目 1	項目 2	項目3 (エ ラー抽出表 より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結 果)		
	対象 機器	対称 が担 う機 能	作業遅延要 因	エラーの直 接原因	エラーの間接 原因	作業遅延を回避するための 検知要求	点 数	該 当 機 能	機能阻害対策の有無	点 数	作業員による的確・迅速 な現場対応への影響	点 数	エラー (間接原因) 対処による スループットへの影 響	個 別	代 表 点
作A-3	セル 移送 機構	燃料 デブ リ回 取機 能	雨滴で干渉物の存在有無を確認できず移動経路上の安全確認に時間がかかる	干渉物の存在有無の把握遅延		【項目4/5】 (a)雨滴に影響されない干渉物の存在	3	安全	・1F-2 PCV内部調査では専用装置で作業ルート上の干渉物有無を事前確認する手法の有効性を示しており、類似した方法の適用が想定される。 ・本作業では燃料デブリを移送するため、追加の安全対策が求められるものとし、2点とする。これら対策はデブリ取り出しPJの各工法の特徴毎に検討が進められている。	1	・3Dスキャンなどの寸法取得を行えば直接的な判断は可能 ・1F-2 PCV詳細調査ではレーザスキャンによる干渉物の維持情報を把握する技術が適用される。	1	項目7-1に示す各工法の特徴毎の安全対策は、作業を大きく制限する要素が抽出されないため、1点とする。	3	3
作A-4	セル 移送 機構	燃料 デブ リ回 取機 能	高いバックグラウンドで干渉物の存在有無を確認できず移動経路上の安全確認に時間がかかる	干渉物の存在有無の把握遅延		【項目4/5】 (a)ノイズに影響されない干渉物の存在	3	安全	同上	1	同上	1	同上	3	3

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (45/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ6	: デブリのセル移送

リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価						項目7-4 (評価結果)		
	項目 1	項目 2	項目3 (エ ラー抽出表 より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		個 別	代 表 点	
	対象 機器	対 称 が 担 う 機 能	作 業 遅 延 要 因	エ ラー の 直 接 原 因	エ ラー の 間 接 原 因	作 業 遅 延 を 回 避 す る た め の 検 知 要 求	点 数	該 当 機 能	機 能 阻 害 対 策 の 有 無	点 数	作 業 員 に よ る 的 確 ・ 迅 速 な 現 場 対 応 へ の 影 響	点 数			エ ラー (間 接 原 因) 対 処 に よ る ス ル ー プ ッ ト へ の 影 響
作B-1	セル 移送 機構	燃料 デ ブ リ 回 取 機 能	水流で内容 器の移動に 時間がかかる	遅い移動速度	水流	【項目4】 (a)目的地までの到達時間	2	作 業	・水中仕様の重機は一般 作業技術に存在し、水流 に抵抗することは可能。 ・本作業では燃料デブリ を移送するため、追加の 安全対策が求められるもの とし、2点とする。これら 対策は各工法の特徴毎に 検討が進めていく必要が ある	1	・実移動時間を取得する ことで直接的に判断可能 ・操作で実行可能であ り、導入に課題は無い	1	項目7-1に示す具体的 な安全対策はデブリ 取り出しPJでは深掘り 検討されていないが、 気中移送の応用が期待 できるものとし、1点と する。	2	4
						【項目5】 (b)移動経路上の水流の 流速	2	作 業	同上	2	ブ ラ イ ス 流 速 計 を 使 用 す る 場 合 、 直 接 的 に 流 速 の 判 断 が 可 能 で あ る が 、 流 量 計 の 高 線 量 環 境 で の 耐 放 射 線 性 の 影 響 評 価 が 必 要 な た め 課 題 が あ る	1	同上	4	4

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (46/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ6	: デブリのセル移送

リスク評価表 分析番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価						項目7-4 (評価結果)		
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3				
	対象機器	が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作B-2	セル移送機構	燃料デブリ回収機能	ホットスポットとなった内容機器への影響評価で移動に時間がかかる	放射線に対する影響の判断遅延	内容器の放射線	【項目4】 (a)ホットスポットに対する機器への影響度 (耐放射線性)	1	作業	・ 一般に、使用済み燃料移送のように耐放射線性が低い部品は線源から遠ざける設計で対応する。 ・ デブリ取り出しPJでは、クレーンによって電気駆動部品を内容器に接近させずに移送する手法も提案されている。	1	・ 線量計を用いる場合、作業設備の積算被ばく量に基づく閾値を設定すれば直接的に判断することができる。 ・ 線量計はPCV内部調査PJの現地実証試験で導入実績がある。	1	項目7-1が1点のため	1	3
						【項目5】 (b)移動経路上のホットスポット位置	1	作業	同上	3	・ 線量計を用いる場合、周囲のバックグラウンドに影響を受けない測定方法を確立する必要がある。 ・ 高線量環境でのホットスポットの特定技術の開発が必要。	1	同上	3	3

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (47/59)

■リスク評価表

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ6	: デブリのセル移送

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価						項目7-4 (評価結果)		
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		個別	代表点	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による確・迅速な現場対応への影響	点数			エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響
作B-3	セル移送機構	燃料デブリ回収機能	移動時の堆積物の舞上がりで移動経路を検知できず、移動に時間がかかる	移動経路の把握遅延		堆積物の舞上がり	3	作業	1F-2 PCV詳細調査ではレーザスキャンによる干渉物の維持情報を事前に把握し、PCV内環境下でも機器の移動が行える技術を開発中である。本技術は気中を前提にしているが、スキャナを水中仕様に換装することで対応可能とする。	3	海中でのレーザスキャン技術などは一般産業に存在し、水中の空間線量率は低いことから適用性は高い。	1	項目7-1に示す技術の導入によりスループットへの影響はない	9	9
作B-4	セル移送機構	燃料デブリ回収機能	内容物の放射線で現在の確認に時間がかかる	内容物の現在地把握遅延		内容物の放射線	3	作業	同上	3	同上	1	同上	9	9
作B-5	セル移送機構	燃料デブリ回収機能	セル(R)のダスト舞上がりで現在の確認に時間がかかる	内容物の現在地把握遅延		ダスト	3	作業	同上	3	同上	1	同上	9	9
作B-6	セル移送機構	燃料デブリ回収機能	高いバックグラウンドで現在の確認に時間がかかる	内容物の現在地把握遅延		ノイズ	3	作業	同上	3	同上	1	同上	9	9

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ7	: デブリの移送①

リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目 1	項目 2	項目3 (エ ラー抽出表 より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結 果)		
	対象 機器	対 称 が担 う機 能	作 業遅延要 因	エ ラーの直 接原因	エ ラーの間接 原因	作 業遅延を回避するための 検知要求	点 数	該 当 機 能	機 能阻害対策の有無	点 数	作 業員による的確・迅速 な現場対応への影響	点 数	エ ラー (間接原因) 対処による スループットへの影 響	個 別	代 表 点
作B-1	セル 内移 送機 構①	燃料 デブ リ封 缶機 能	内容器の放 射線で移動 経路上の動 線干渉有無 確認に時間 がかかる	他作業との 動線干渉有 無把握遅延	内容器の放射 線	【項目4/5】 (a)内容器の放射線に影響 されない動線干渉検知	2	作 業	無人環境で並行する作業 の干渉有無監視およびそ れに基づくオペレーショ ンは一般産業（製造工場 など）で普及しているの で、この技術導入がなさ れるものとする。	3	・並行する作業が多くな るほど、管理パラメータ が増えるため作業員の直 接的な判断はできなくな る。 ・機械による監視は作業ラ インの特性に合わせて専用 設計する必要がある。	1	項目7-1の対応により スループットへの影 響は無いものとし る。	6	6
作B-2	セル 内移 送機 構①	燃料 デブ リ封 缶機 能	セル(R)のダ スト舞い上 がり移動 経路上の動 線干渉有無 確認に時間 がかかる	他作業との 動線干渉有 無把握遅延	セル(R)のダ スト	【項目4/5】 (a)ダストの影響を受けな い動線干渉検知	2	作 業	同上	3	同上	1	同上	6	6

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (49/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ7	: デブリの移送①

リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価							
	項目 1	項目 2	項目3 (エ ラー抽出表 より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結 果)	
	対象 機器	対 称 が 担 う 機 能	作 業 遅 延 要 因	エ ラー の 直 接 原因	エ ラー の 間 接 原因	作 業 遅 延 を 回 避 す る た め の 検 知 要 求	点 数	該 当 機 能	機 能 阻 害 対 策 の 有 無	点 数	作 業 員 に よ る 的 確 ・ 迅 速 な 現 場 対 応 へ の 影 響	点 数	エ ラー (間 接 原因) 対 処 に よ る ス ル ー プ ッ ト へ の 影 響	個 別
作A-1	セル (Y) パ ウ ン ダ リ 機 能	静的 容 器 の ダ ス ト が セル (Y) の 環 境 維 持 に 及 ぼ す 影 響 評 価 に 時 間 が か か る	セル(Y)の汚 染 度 上 昇 有 無 把 握 の 遅 延	セル(R)のダ ス ト	【項目4】 (a)セル(Y)のダ ス ト 濃 度	1	安 全	・セル(Y)のダ ス ト 濃 度 が 一 時 的 に 上 昇 し て も 換 気 空 調 設 備 に よ る 時 間 経 過 で 濃 度 は 下 が る。 ・現 在 の P C V も ダ ス ト 濃 度 が 上 昇 し た 際 は 作 業 一 時 停 止 す る こ と で 対 応 し て い る。	1	ダ ス ト 濃 度 の 閾 値 を 設 定 す れ ば 直 接 的 な 判 断 が 可 能。	2	項 目 7 - 1 の 対 応 に よ り 作 業 量 が 制 限 (作 業 の 一 時 停 止) さ れ る	2	2
					【項目5】 (b)セル(R)のダ ス ト 濃 度	1	安 全	同 上	1	同 上	2	同 上	2	2

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ7	: デブリの移送①

リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目 1	項目 2	項目3 (エ ラー抽出表 より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結 果)		
	対象 機器	対称 が担 う機 能	作業遅延要 因	エラーの直 接原因	エラーの間接 原因	作業遅延を回避するための 検知要求	点 数	該 当 機 能	機能障害対策の有無	点 数	作業員による的確・迅速 な現場対応への影響	点 数	エラー (間接原因) 対処による スループットへの影 響	個 別	代 表 点
作A- 2	セル (Y) ンダ リ機 能	静的 パウ ンダ リ機 能	内容器の水 素がセル (Y)の環境維 持に及ぼす 影響評価に 時間がかかる	セル(Y)の水 素濃度上昇 による影響 把握有無の 遅延	内容器の水素	【項目4】 (a)セル(Y)の水素濃度/も しくは酸素濃度	1	安全	・セル(Y)の水素あるいは 酸素濃度が一時的に上昇 しても換気空調設備およ び窒素封入設備による時 間経過で濃度は下がる。 ・現在のPCVも窒素封入 による安全対策を実行中 である。	1	水素濃度あるいは酸素濃 度の閾値を設定すれば直 接的な判断が可能。	2	項目7-1の対応により 作業量が制限 (作業 の一時停止) される	2	2
						【項目5】 (b)内容器の水素発生量	1	安全	同上	2	・水素濃度計を活用し、 閾値と比較することで直 接的に判断が可能。 ・内容器は高線量である ことから、計器を接近さ せる場合は耐放射線性を 持たせるなどの課題があ る。	2	同上	2	2

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ7	: デブリの移送①

リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目 1	項目 2	項目3 (エ ラー抽出表 より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結 果)		
	対象 機器	対称 が担 う機 能	作業遅延要 因	エラーの直 接原因	エラーの間接 原因	作業遅延を回避するための 検知要求	点 数	該 当 機 能	機能障害対策の有無	点 数	作業員による的確・迅速 な現場対応への影響	点 数	エラー (間接原因) 対処による スループットへの影 響	個 別	代 表 点
作B- 3	セル (Y)	セル の遮 蔽機 能	内容器の放 射線がセル (Y)の環境維 持に及ぼす 影響評価に 時間がかかる	セル(Y)の空 間線量率上 昇有無把握 の遅延	内容器の放射 線	【項目4】 セル(Y)の空間線量率	2	作 業	・セル(Y)の空間規模に対 して線源 (内容器) は小 さいことから重大な影響 は及ぼさないと考えられ る。 ・セル運用に支障がある 場合、内容器をセル(R)に 一時的に差し戻すなどの 対応が考えられる。	1	・線量計を活用し、閾値 と比較することで直接的 に判断が可能	2	項目7-1の対応により 作業量が制限 (作業 の一時停止) される	2	2
						【項目5】 (b)内容器の表面線量率	2	作 業	同上	1	・線量計を活用すること で直接的に判断が可能	2	同上	2	2

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ7	: デブリの移送①

リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目 1	項目 2	項目3 (エ ラー抽出表 より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結 果)		
	対象 機器	対称 が担 う機 能	作業遅延要 因	エラーの直 接原因	エラーの間接 原因	作業遅延を回避するための 検知要求	点 数	該 当 機 能	機能障害対策の有無	点 数	作業員による確・迅速 な現場対応への影響	点 数	エラー (間接原因) 対処による スループットへの影 響	個 別	代 表 点
作B-4	セル内移送機構①	燃料デブリ封缶機能	セル(R)のダスト舞い上がりで移動経路を検知できず、移動に時間がかかる	移動経路の把握遅延	セル(R)のダスト舞い上がり	【項目4/5】 (a)ダストの舞い上がりに影響されない移動経路検知	2	作業	セル(R)は新規設置構造物であることから、移動経路は設計段階で定義可能である。	1	セル(R)は新規設置構造物であることから、移動経路は設計段階で定義可能であり、直接的な判断は可能である。	1	項目7-1の対応によりスループットへの影響は無いものとする。	2	2
作B-5	セル内移送機構①	燃料デブリ封缶機能	内容物の放射線で内容物の現在地確認に時間がかかる	内容物の現在地把握	内容物の放射線	【項目4/5】 (a)ダストの舞い上がりに影響されない内容物の現在地検知	2	作業	同上	1	ITVやセル内移送機構の車輪回転量などで直接的に判断可能である。検知要求精度が高い場合はリミッタスイッチなどの活用策も存在する。	1	同上	2	2

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ8	: デブリの密封収納

リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価						項目7-4 (評価結果)		
	項目 1	項目 2	項目3 (エ ラー抽出表 より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		個 別	代 表 点	
	対象 機器	対 称 が 担 う 機 能	作 業 遅 延 要 因	エ ラ ー の 直 接 原 因	エ ラ ー の 間 接 原 因	作 業 遅 延 を 回 避 す る た め の 検 知 要 求	点 数	該 当 機 能	機 能 阻 害 対 策 の 有 無	点 数	作 業 員 に よ る 的 確 ・ 迅 速 な 現 場 対 応 へ の 影 響	点 数			エ ラ ー (間 接 原 因) 対 処 に よ る ス ル ー プ ッ ト へ の 影 響
作B-1	密封 収納 機構	燃料 デブ リ封 缶機 能	内容 器の 放 射線 で内 容 器 から の内 容 物 飛 び出 し有 無 確 認 に 時 間 が か かる	内 容 器 から の内 容 物 飛 び出 し有 無 の 把 握 遅 延	内 容 器 の 内 容 物	【項目4】 (a) 内容 器の内 容物 飛び 出し 有無 確認 時間	2	作 業	内 容 器 から 異 物 が 飛 び 出 して いた 場 合 、 セル (R) に 差 し 戻 し 、 別 の 内 容 器 へ の 入 れ 変 え 対 応 な ど が 想 定 さ れ る。	1	・実 作 業 時 間 を 取 得 す る こ と で 直 接 的 に 判 断 可 能 ・操 作 室 で 実 行 可 能 で あ り 、 導 入 に 課 題 は 無 い	2	項 目 7-1 の 対 応 に よ り 、 作 業 量 が 制 限 さ れ る。	4	12
						【項目5】 (b) 内 容 器 から の内 容 物 飛 び 出 し 有 無	2	作 業	同 上	3	カ メ ラ 画 像 で 官 能 的 な 判 断 (= 直 接 的 な 判 断) で き る 場 合 も あ る が 、 撮 影 条 件 に よ っ て は 誤 っ た 判 断 を す る 場 合 が あ り 、 確 実 性 は 担 保 さ れ な い。	2	同 上	12	12

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (54/59)

■リスク評価表

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ8	: デブリの密封収納

■項目7-1の得点表
 【4点】対応策が決定されていない
 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 【4点】直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 【3点】直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 【2点】直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 【1点】直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 【4点】対応策がなく、スループット影響が不明
 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 【1点】スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作B- 2	密封 収納 機構	燃料 デブリ 封 缶機 能	内容物の放射線 で内容物の損傷有 無確認に時間がかかる	内容物の損傷有無の把握遅延	内容物移送中の損傷	【項目4】 (a) 内容物の損傷有無確認時間	2	作業	内容物が損傷していた場合、セル(R)に差し戻し、別の内容器への入れ替え対応などが想定される。	1	・実作業時間を取得することで直接的に判断可能 ・操作室で実行可能であり、導入に課題は無い	2	項目7-1の対応により、作業量が制限される。	4	12
						【項目5】 (b) 内容物の損傷有無	2	作業	同上	3	カメラ画像で官能的な判断 (= 直接的な判断) できる場合もあるが、撮影条件によっては誤った判断をする場合があり、確実性は担保されない。	2	同上	12	12
作B- 3	密封 収納 機構	燃料 デブリ 封 缶機 能	内容物のダスト (デブリ粉) が移送容器の蓋と本体に付着し、除去に時間がかかる	遅い異物 (デブリ粉) 撤去速度	移送容器内部の燃料デブリ粉	【項目4/5】 (a) 移送容器 への異物 (デブリ粉) 噛み込み除去時間	2	作業	容器へのダスト付着モード (静電気力あるいは水滴による表面張力) により、異物除去方法は変わるが、除去そのものに大きな技術課題はないと想定される。	1	・実作業時間を取得することで直接的に判断可能 ・操作室で実行可能であり、導入に課題は無い	1	異物除去方法が確立した場合スループットへの影響はない	2	6
						【項目4/5】 (b) 移送容器 への異物 (デブリ粉) 付着量	2	作業	同上	3	カメラ画像で官能的な判断 (= 直接的な判断) できる場合もあるが、撮影条件によっては誤った判断をする場合があり、確実性は担保されない。	1	同上	6	6

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (55/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ8	: デブリの密封収納

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価						項目7-4 (評価結果)		
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		個別	代表点	
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能障害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数			エラー(間接原因)対処によるスループットへの影響
作B-4	密封収納機構	燃料デブリ封缶機能	内容器の放射線によるノイズで密封収納容器への収納に時間がかかる	遅い収納速度	内容器の放射線	【項目4】 (a)内容器の収納完了時間	3	作業	内容器からの放射線により、機器の動作精度に影響が及ぶ場合本エラーは無視できなくなるが、デブリ取り出しPJでは高線量環境下でのデブリ収納方法について各工法に沿った検討をしている。	1	・実作業時間を取得することで直接的に判断可能 ・操作室で実行可能であり、導入に課題は無い	1	項目7-1に示す各工法の特徴に沿った対応を行うことで、する	3	4
						【項目5】 (b)内容器の表面線量率	2	作業	同上	1	・線量計を活用することで直接的に判断が可能	2	同上	4	4

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (56/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ9	: デブリの移送②

リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目 1	項目 2	項目3 (エ ラー抽出表 より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結 果)		
	対象 機器	対称 が担 う機 能	作業遅延要 因	エラーの直 接原因	エラーの間接 原因	作業遅延を回避するための 検知要求	点 数	該 当 機 能	機能障害対策の有無	点 数	作業員による的確・迅速 な現場対応への影響	点 数	エラー (間接原因) 対処による スループットへの影 響	個 別	代 表 点
作A-1	セル (G)	静的 パワ ンダ リ機 能	セル(Y)で気 中浮遊して いたダスト がセル(G)の 環境維持に 及ぼす影響 評価に時間 がかかる	セル(G)の汚 染度上昇有 無把握の遅 延	セル(Y)のダ スト	【項目4】 (a)セル(G)のダスト濃度	1	安 全	・セル(G)のダスト濃度が 一時的に上昇しても換気 空調設備による時間経過 で濃度は下がる。 ・現在のPCVもダスト濃 度が上昇した際は作業一 時停止することで対応し ている。	1	ダスト濃度の閾値を設定 すれば直接的な判断が可 能。	2	項目7-1の対応により 作業量が制限 (作業 の一時停止) される	2	2
						【項目5】 (a)セル(Y)のダスト濃度	1	安 全	同上	1	同上	2	同上	2	2

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (57/59)

■リスク評価表

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ9	: デブリの移送②

■項目7-1の得点表
 【4点】対応策が決定されていない
 【3点】対応策は存在するが、開発途上のものである
 【2点】対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 【1点】対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 【4点】直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 【3点】直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 【2点】直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 【1点】直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 【4点】対応策がなく、スループット影響が不明
 【3点】対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 【2点】対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 【1点】スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

リスク評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目1	項目2	項目3 (エラー抽出表より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結果)		
	対象機器	対称が担う機能	作業遅延要因	エラーの直接原因	エラーの間接原因	作業遅延を回避するための検知要求	点数	該当機能	機能阻害対策の有無	点数	作業員による的確・迅速な現場対応への影響	点数	エラー (間接原因) 対処によるスループットへの影響	個別	代表点
作A-2	除染水排水機	輸送容器の除染機能	汚染水排水配管に移行するダスト蓄積による部分的閉塞による排水能力の低下。	排水能力の低下	水除染による汚染水	【項目4】 (a)系統内流量	1	安全	閉塞の傾向が有意にみられるときは配管のフラッシングにより対応可能。	1	閾値との比較により直接的に判断が可能。	1	項目7-1が1点のため	1	4
						【項目5】 (b)配管に流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度	1	安全	・密封収納容器表面に付着するダスト量は微量と想定され、PCV内の液相設備よりエラー発生頻度は低いと想定される。 ・必要に応じて配管多重化により対応。また、短時間の機能低下、あるいは停止に対しては極めて影響軽微	4	サンプリングとホットラゴでの分析が必要である場合、作業員は直接的に判断ができない。汚染水を扱うため、サンプリング方法に課題がある。	1	同上	4	4
作A-3	除染水排水機	輸送容器の除染機能	汚染水排水配管に移行するダスト蓄積で生じる電位差に起因した腐食による配管劣化 (バウンダリ機能低下) の加速。	配管の劣化	水除染による汚染水	(a)系統内流量 + 漏洩量	1	安全	安全機能への影響はあるが、発生頻度が低いことが想定される。	1	閾値との比較により直接的に判断が可能。	1	項目7-1が1点のため	1	4
						【項目5】 (b)配管に流入する移送液中のダスト量・粒径分布・粒子の密度	1	安全	同上	4	サンプリングとホットラゴでの分析が必要である場合、作業員は直接的に判断ができない。汚染水を扱うため、サンプリング方法に課題がある。	1	同上	4	4

添付資料6.2.4.3-3: 作業設備のリスク評価表(詳細版) (58/59)

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ9	: デブリの移送②

リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価								
	項目 1	項目 2	項目3 (エ ラー抽出表 より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		項目7-4 (評価結 果)		
	対象 機器	対 称 が 担 う 機 能	作 業 遅 延 要 因	エ ラー の 直 接 原 因	エ ラー の 間 接 原 因	作 業 遅 延 を 回 避 す る た め の 検 知 要 求	点 数	該 当 機 能	機 能 阻 害 対 策 の 有 無	点 数	作 業 員 に よ る 的 確 ・ 迅 速 な 現 場 対 応 へ の 影 響	点 数	エ ラー (間 接 原 因) 対 処 に よ る ス ル ー プ ッ ト へ の 影 響	個 別	代 表 点
作B-1	セル 外 搬 出 確 認 機 構	燃料 デ ブ リ 搬 出 機 能	汚 染 水 の 飛 散 で 検 査 装 置 が 汚 染 さ れ、 検 査 に 時 間 が か か る。	検 査 作 業 の 遅 れ	水 除 染 に よ る 汚 染 水	【項目4】 (a) 移 送 容 器 の 除 染 完 了 時 間	2	作 業	汚 染 水 の 飛 び 散 り を 想 定 し、 セル (G) を 2 つ に 分 け る な ど の 対 応 策 が 想 定 さ れ る。	1	・実 作 業 時 間 を 取 得 す る こ と で 直 接 的 に 判 断 可 能 ・操 作 室 で 実 行 可 能 で あ り、 導 入 に 課 題 は 無 い	1	項 目 7-1 の 対 応 に よ り ス ル ー プ ッ ト へ の 影 響 は 無 い も の と す る。	2	4
						【項目5】 汚 染 水 の 影 響 を 受 け な い 検 査 項 目 (表 面 線 量 率、 密 封 度、 表 面 汚 染 濃 度)	2	作 業 同 上		2	項 目 7-1 の 対 応 に よ り 汚 染 水 の 影 響 を 受 け な ず に 検 知 要 求 は 達 成 可 能 で あ る。 い ず れ の 項 目 も 閾 値 と 比 較 す る こ と で 直 接 的 に 判 断 可 能 で あ る が、 無 人 操 作 で の 検 知 す る 場 合 は 検 査 機 の 遠 隔 操 作 で 課 題 が あ る。	1	同 上	4	4

添付資料6.2.4.3-3: デブリ取り出し・搬出作業システムのリスク評価表(詳細版) (59/59)

No.173

■リスク評価表

■項目7-1の得点表
 [4点] 対応策が決定されていない
 [3点] 対応策は存在するが、開発途上のものである
 [2点] 対応策は存在するが、1Fでの適用実績はない
 [1点] 対応策は存在し、1Fでの適用実績がある。

■項目7-2の得点表
 [4点] 直接的に判断できず、かつ導入に課題がある
 [3点] 直接的に判断できず、かつ導入に実現性が見込める
 [2点] 直接的に判断でき、かつ導入に課題がある
 [1点] 直接的に判断でき、かつ導入に実現性が見込める

■項目7-3の得点表
 [4点] 対応策がなく、スループット影響が不明
 [3点] 対応策は存在するが、作業中止によりスループットが大幅に下がる
 [2点] 対応策は存在するが、作業量の制限によりスループットが下がる
 [1点] スループットへの影響はない、もしくは7-1が1点のとき

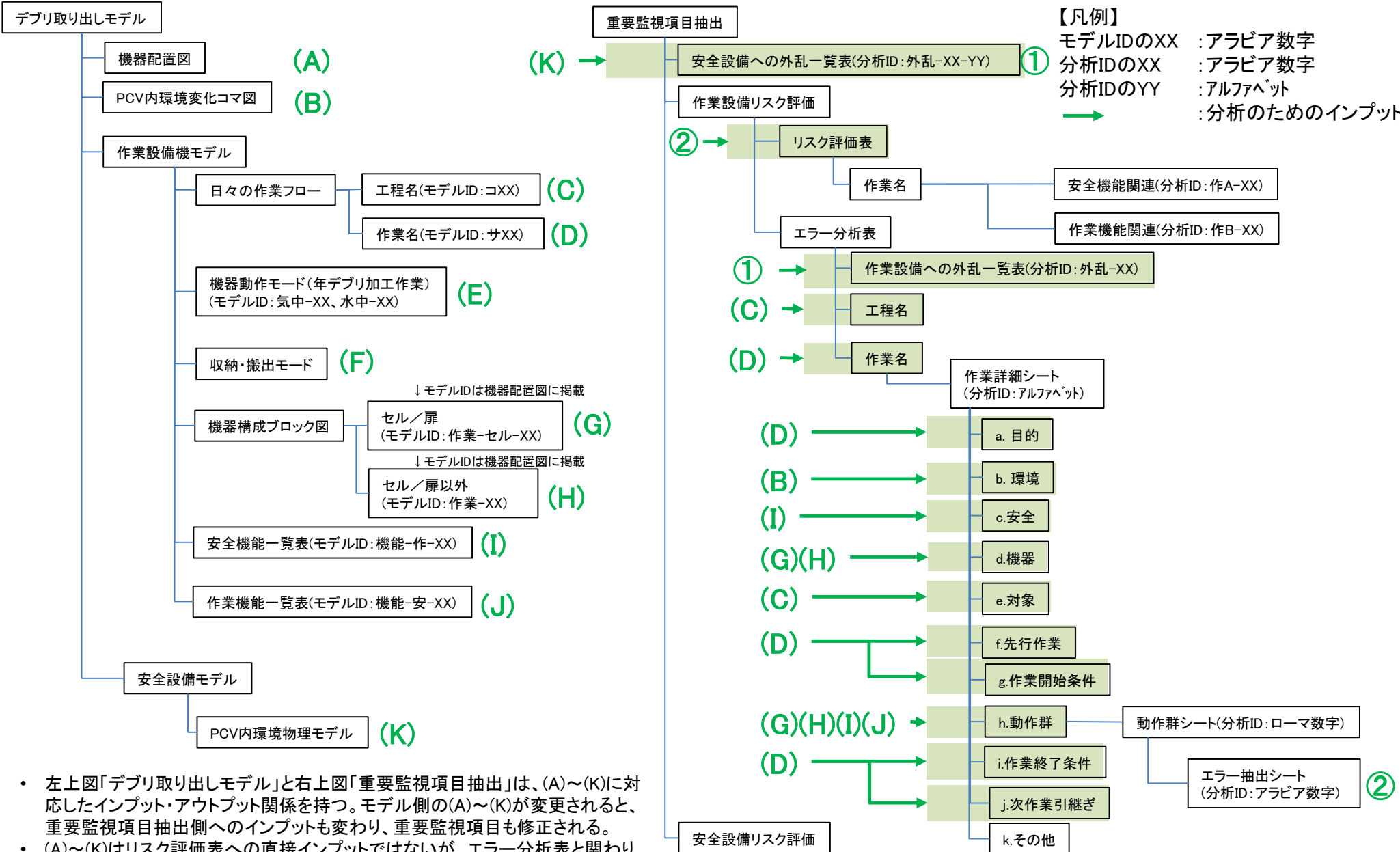
モデルID

工程	コ3	: デブリ取り出し
作業	サ10	: デブリの搬出

リスク 評価表 分析 番号	重要監視項目						重要監視項目の重み付け評価						項目7-4 (評価結果)	
	項目 1	項目 2	項目3 (エ ラー抽出表 より抜粋)	項目4	項目5	項目6	項目7-1		項目7-2		項目7-3		個 別	代 表 点
	対象 機器	対称 が担 う機 能	作業遅延要 因	エラーの直 接原因	エラーの間 接原因	作業遅延を回避 するための検知 要求	点 数	該 当 機 能	機能障害対策の有無	点 数	作業員による的確・迅速 な現場対応への影響	点 数		
PCV内環境変化なし														

作業障害要因無し

添付資料6.2.4.3-4: デブリ取り出しモデルとリスク評価表の相関性



- 左上図「デブリ取り出しモデル」と右上図「重要監視項目抽出」は、(A)~(K)に対応したインプット・アウトプット関係を持つ。モデル側の(A)~(K)が変更されると、重要監視項目抽出側へのインプットも変わり、重要監視項目も修正される。
- (A)~(K)はリスク評価表への直接インプットではないが、エラー分析表と関わりを持つため、分析表が変更されると②を介してリスク評価表が更新される。