

**東京電力(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2015
～2015年中長期ロードマップの改訂に向けて～**

燃料デブリ取り出し戦略プランの概要

2015年6月30日

原子力損害賠償・廃炉等支援機構

戦略プランの初版の発行

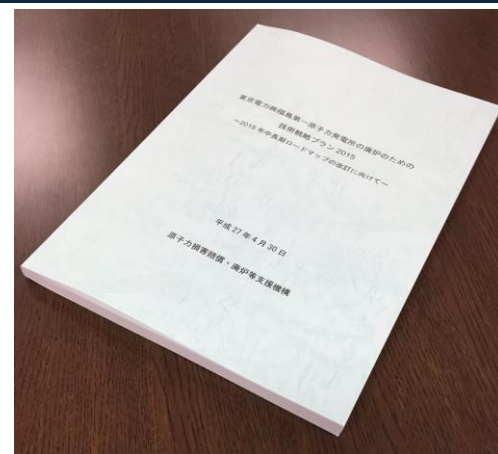
内 容

- 1.はじめに – NDFとは?
- 2.戦略プランについて
- 3.戦略プランの基本的考え方
- 4.燃料デブリ取り出し分野の戦略プラン
- 5.廃棄物対策分野の戦略プラン
- 6.研究開発への取組と全体計画
- 7.今後の進め方

以下のNDFのwebページにて、戦略プランのpdfを入手できます。

http://www.dd.ndf.go.jp/ddwp/wp-content/themes/theme1501/pdf/SP2015_20150623.pdf

http://www.dd.ndf.go.jp/ddwp/wp-content/themes/theme1501/pdf/SP2015_20150624_en.pdf



約 200 ページ

原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF)の設立

2011年12月以降、政府が決定する「中長期ロードマップ」に示される大方針に基づき、東京電力が廃炉に着実に取り組む体制を構築。

政府

「中長期ロードマップ」の決定
(2011年12月策定、2013年6月改定)



東京電力

廃炉作業の着実な実施



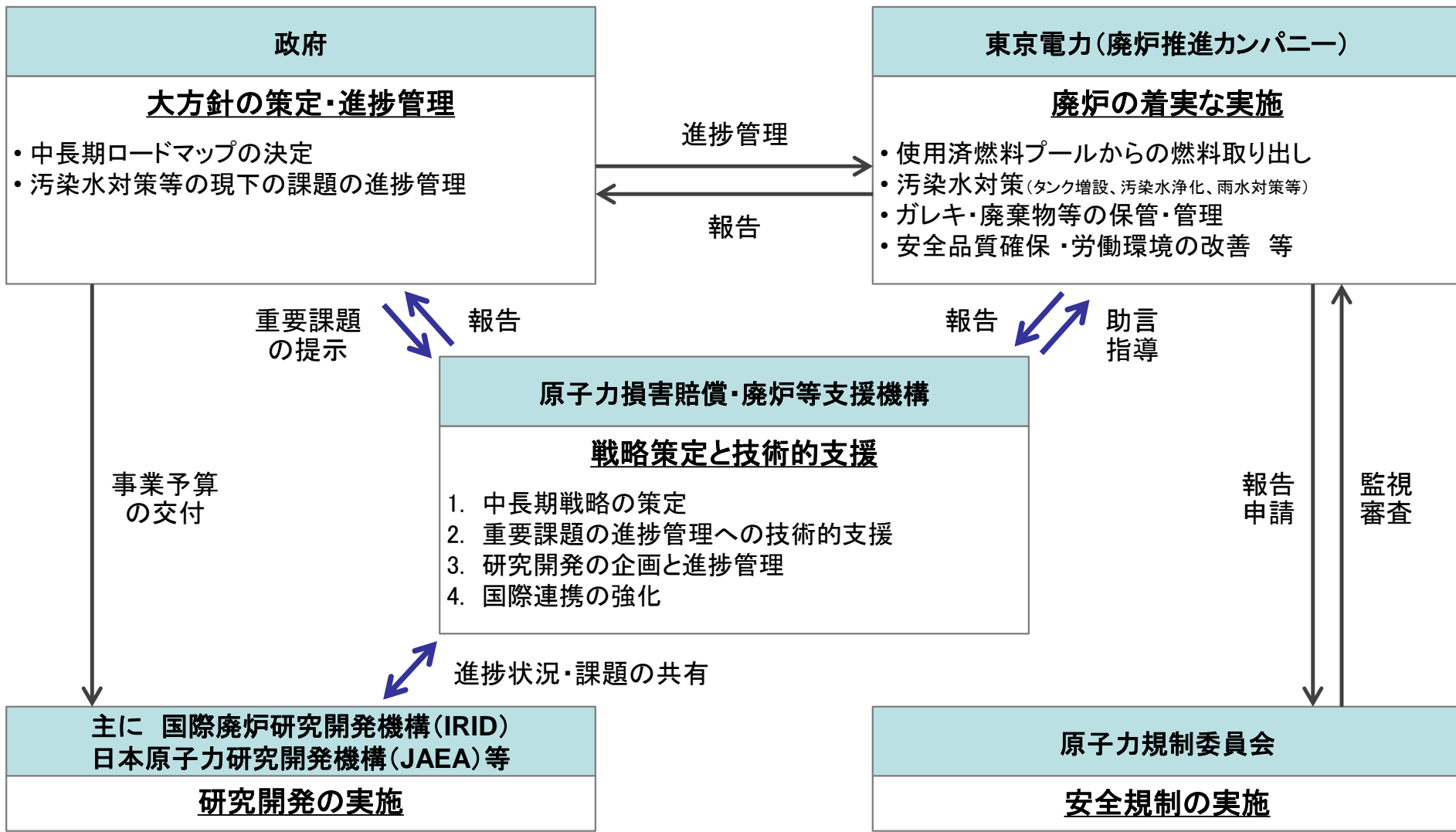
出典：東京電力HP



国が前面に立って、より着実に廃炉を進めるよう
支援体制を強化

“原子力損害賠償・廃炉等支援機構”を設立
(2014年8月18日) (原子力損害賠償支援機構を改組)

福島第一原子力発電所廃炉プロジェクトに係る関係機関の役割分担



中長期戦略の策定

様々な技術分野の専門家組織として、外部有識者の協力も得つつ、中長期的な戦略について検討を推進

● NDF廃炉部門の技術専門家（30名程度）

- プラント・エンジニア分野
- ロボティクス分野
- 土木・建築分野
- 材料・分析・モニタリング分野
- 燃料・原子炉工学分野

● 外部機関(大学、JAEA等研究機関)の有識者



<廃炉等技術委員会>

第1回	8/21 (木)	第6回	1/28 (水)
第2回	9/30 (火)	第7回	2/23 (月) ※
第3回	10/28 (火) ※	第8回	3/26 (木)
第4回	12/4 (木)	第9回	4/16 (木)
第5回	1/6 (火)	第10回	5/28 (木)

※海外特別委員（4名）も参加

<専門委員会>

・燃料デブリ取り出し専門委員会

第1回	10/20 (月)	第4回	1/19 (月)
第2回	11/26 (水)	第5回	2/13 (金)
第3回	12/22 (月)	第6回	3/18 (水)

・廃棄物対策専門委員会

第1回	11/26 (水)	第4回	2/25 (水)
第2回	12/25 (木)	第5回	3/30 (月)
第3回	1/26 (月)	第6回	6/4 (木)



「戦略プラン」の目的と中長期ロードマップとの関係

政府が提示する目標、政策
政府が決定する戦略、方針、計画の重要要素

政府が決定する
「中長期ロードマップ」



①戦略

目標の実現に向けた取り組みや判断の考え方、優先順位等

NDFが策定する
「戦略プラン」

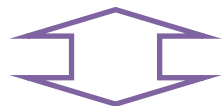


②戦略実行のための具体的な方針
取り組みや判断を進めていくための
具体的な方針・要件

(正式名称：
東京電力（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2015)

③戦略実行のための統合的な計画

現場作業、研究開発等の取り組みに関する統合的な計画



東京電力、研究機関等による具体的計画
(現場作業、エンジニアリング、研究開発)

・東京電力による廃炉の遂行
・メーカー、研究機関等による
研究開発

今、戦略プランの策定が求められる理由

- 状況の変化
- 不確実性への対処
- 厳しい現場状況への対応
- 時間軸上の考え方
- 戦略の共有

● 基本方針

- 福島第一原子力発電所の「廃炉」は、過酷事故により顕在化した放射性物質によるリスクから、人と環境を守るための**継続的なリスク低減活動**
- 中長期の時間軸に沿ったリスク低減戦略を設計

● リスク低減のための5つの基本的考え方

- ◆ 基本的考え方1：安全 放射性物質によるリスクの低減*及び労働安全の確保
（*環境への影響及び作業員の被ばく）
- ◆ 基本的考え方2：確実 信頼性が高く、柔軟性のある技術
- ◆ 基本的考え方3：合理的 リソース（ヒト、モノ、カネ、スペース等）の有効活用
- ◆ 基本的考え方4：迅速 時間軸の意識
- ◆ 基本的考え方5：現場指向 徹底した三現主義（現場、現物、現実）

リスク低減の考え方

① 放射性物質によるリスク

- ②潜在的影響度と③閉じ込め機能喪失の起こりやすさで決まる。

② 潜在的影響度

- 放射能と性状（固体・液体・気体）で決まる。

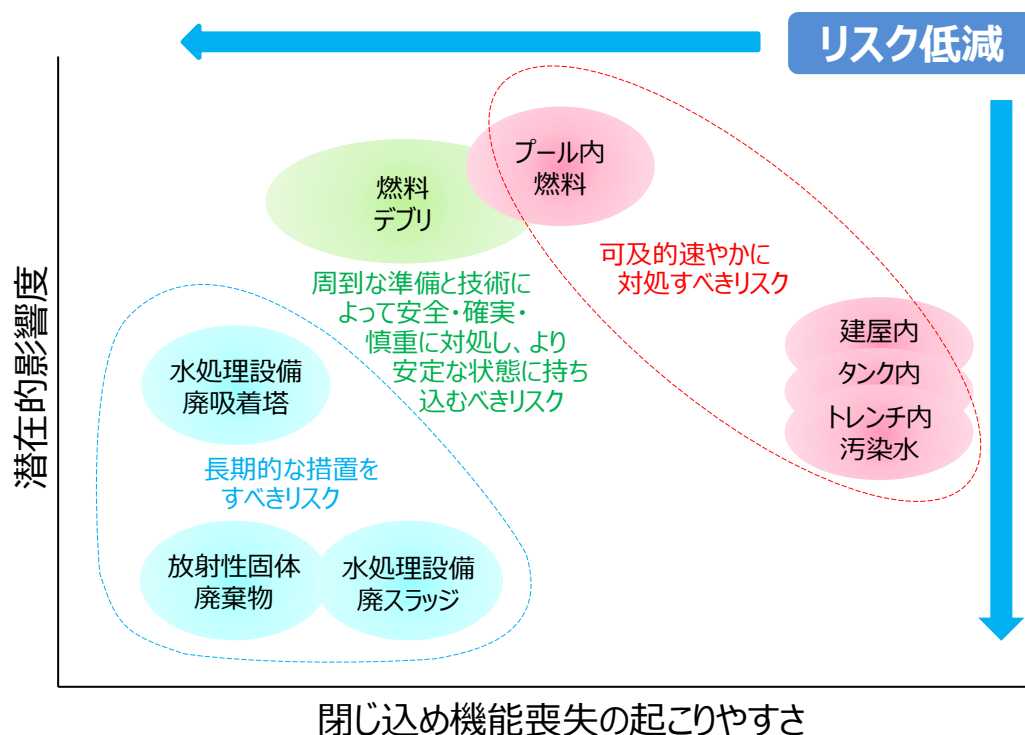
③ 閉じ込め機能喪失の起こりやすさ

- 要因発生の可能性と施設の脆弱性で決まる。

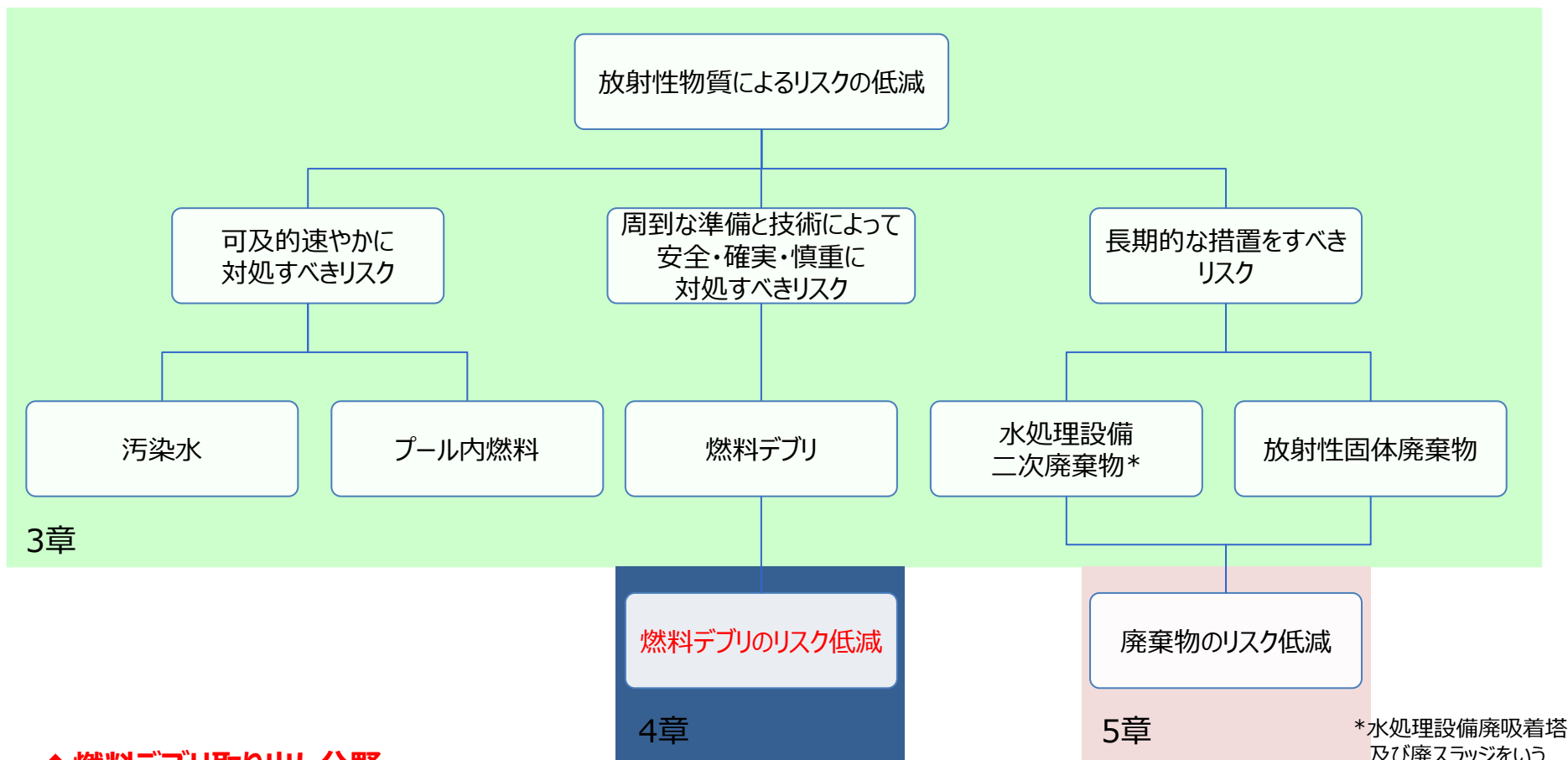
④ リスク低減の進め方

- 放射能の減衰や性状の変化 → 潜在的影響度を低減
- より安全・安定な施設への移動 → 閉じ込め機能喪失の起こりやすさを低減

福島第一原子力発電所のリスクのイメージ



リスク低減に関するロジック・ツリー



◆燃料デブリ取り出し分野

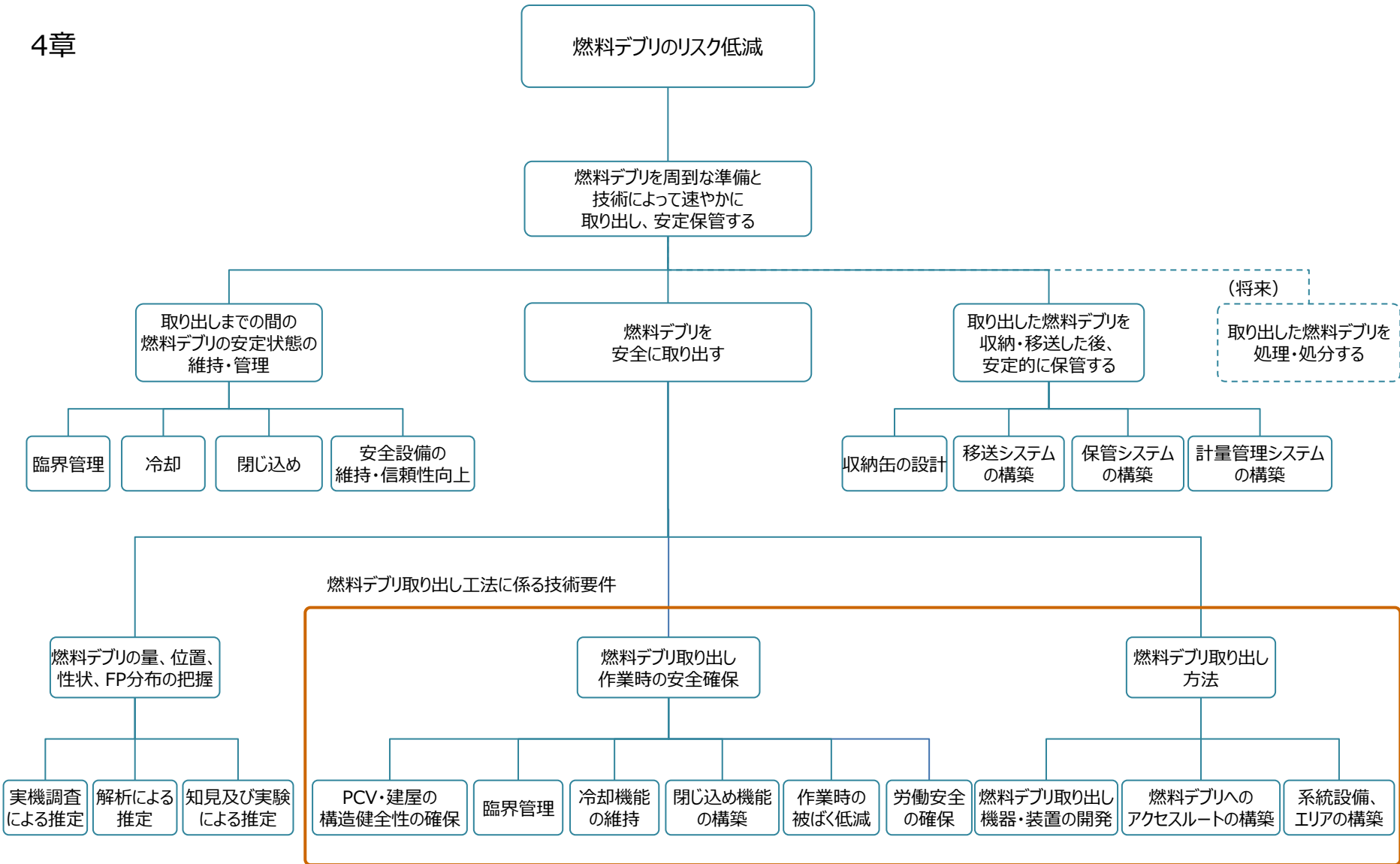
- 号機毎の状況を踏まえ、いくつかの工法（冠水工法、気中工法）とその組み合わせによる実現可能性のあるシナリオを検討

◆廃棄物対策分野

- 処分の安全確保や処理のあり方の基本的考え方を踏まえ、保管管理、処理・処分の方策等について、中長期的観点から方針を策定

燃料デブリ取り出し分野における戦略プランの構成

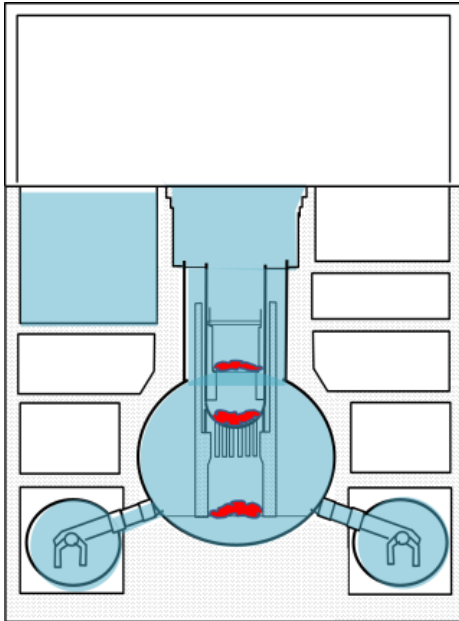
4章



プラント調査状況と燃料デブリ推定位置

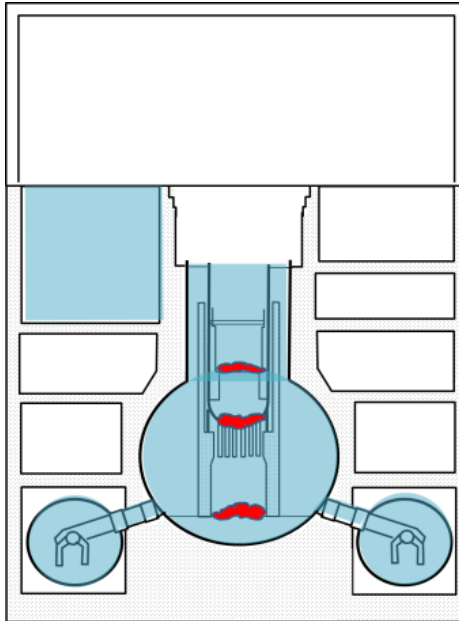
号機	プラント調査状況	燃料デブリ位置の推定
1号機	<ul style="list-style-type: none"> • D/W内水位は底部から約3m程度 • S/C内水位はほぼ満水 • サンドクッションドレン管からの漏えいを確認 • S/C真空破壊ラインの伸縮継手カバーからの漏えいを確認 • 原子炉建屋1階南東エリアに線量率高い（数Sv/h）箇所あり 	<ul style="list-style-type: none"> • 燃料デブリはほぼ全量下部プレナムへ落下、炉心部にほとんど燃料残存無し • 下部プレナムに落下した燃料デブリは大部分がD/W底部に落下 • RPVペDESTAL外側にも存在範囲が拡大（シェルアタックの可能性有り）
2号機	<ul style="list-style-type: none"> • D/W内水位は底部から約30cm程度 • S/C内水位は中央部付近であり、トラス室水位とほぼ同等 • トラス室上部に漏えい痕跡無し • RPVペDESTAL開口部から内部を撮影した写真によりRPV下部の構造物が確認できたため、RPV底部の破損は大規模ではない可能性有り 	<ul style="list-style-type: none"> • 燃料デブリの一部は下部プレナムへ落下、また、一部はD/W底部に落下、一部は炉心部に残存（RPVペDESTAL外側には無い可能性有り）
3号機	<ul style="list-style-type: none"> • D/W内水位は底部から約6.5m程度（D/WとS/Cの差圧より推定） • S/Cはほぼ満水 • 主蒸気配管Dの伸縮継手周辺からの漏えいを確認 	<ul style="list-style-type: none"> • 燃料デブリの一部は下部プレナムへ落下、また、一部はD/W底部に落下、一部は炉心部に残存（RPVペDESTAL外側には無い可能性有り）

PCV内水位ごとの工法の種類



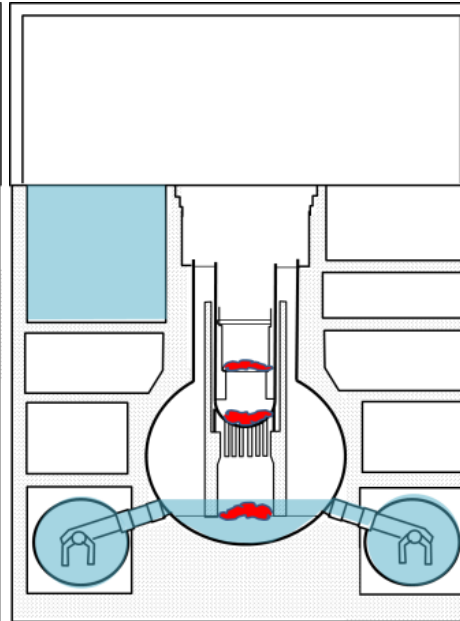
完全冠水工法

原子炉ウエル上部までの
水張りを行う工法



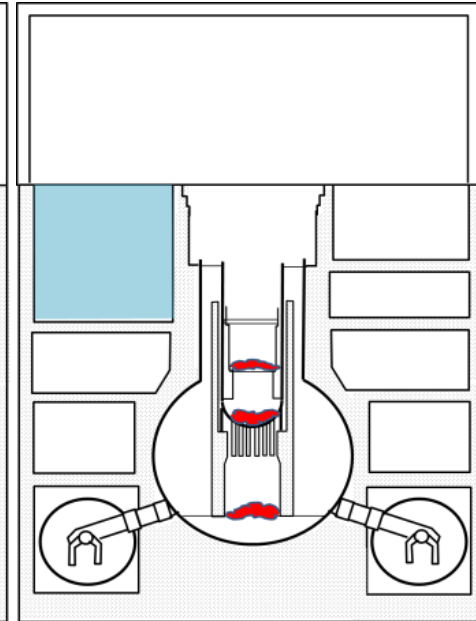
冠水工法

燃料デブリ分布位置より
上部までの水張りを行う
工法



気中工法

燃料デブリ分布位置最上
部より低いレベルまで水
張りを行う工法






完全気中工法

燃料デブリ分布全範囲を
気中とし、水冷、散水を
全く行わない工法

燃料デブリ取り出し工法オプションの絞り込み

		アクセス方向		
		上	横	下
水位	完全冠水	a.		
	冠水			
	気中	b.	c.	
	完全気中			

-  : アクセス口から水が流出する可能性
-  : 新たにアクセスルートを構築する困難さ
-  : 冷却性能評価の困難さ



重点的に取り組む工法

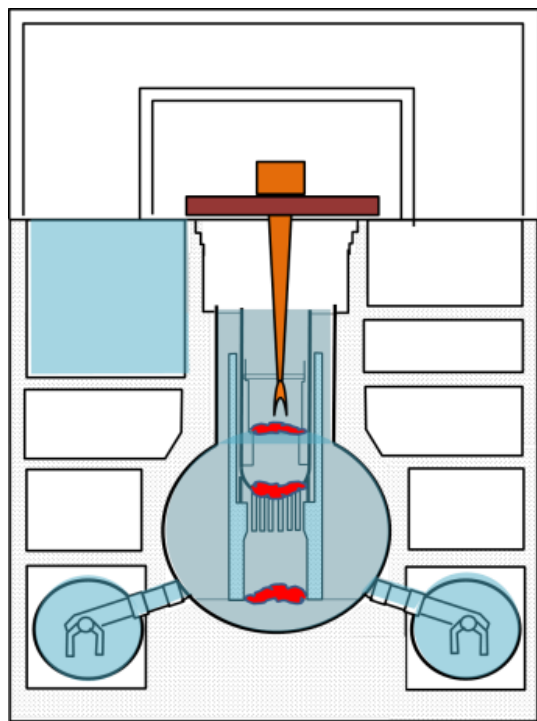
- a. 冠水-上アクセス工法^{注2}
- b. 気中-上アクセス工法
- c. 気中-横アクセス工法

水位による特徴、アクセス方向による特徴、工事に関連する課題の重さを勘案し、重点的に検討する工法を選んだ。^{注1}

注1：水位はアクセス口より低いことを前提とする。

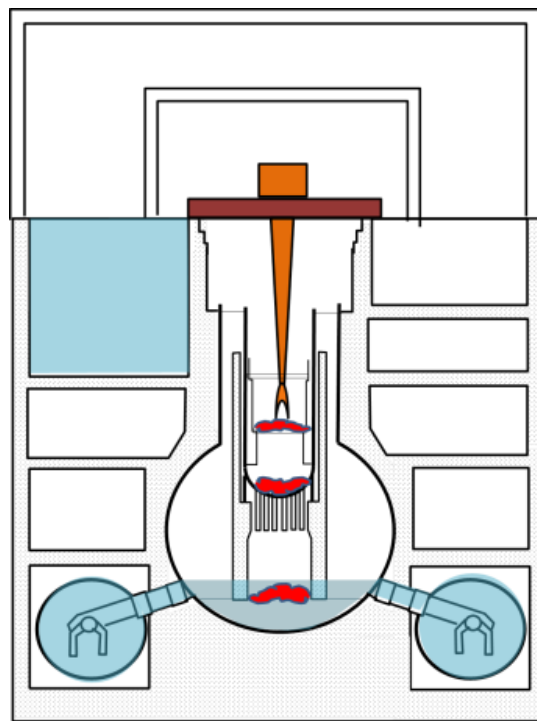
注2：冠水には完全冠水を含む。

重点的に取り組む3つの燃料デブリ取り出し工法（イメージ）



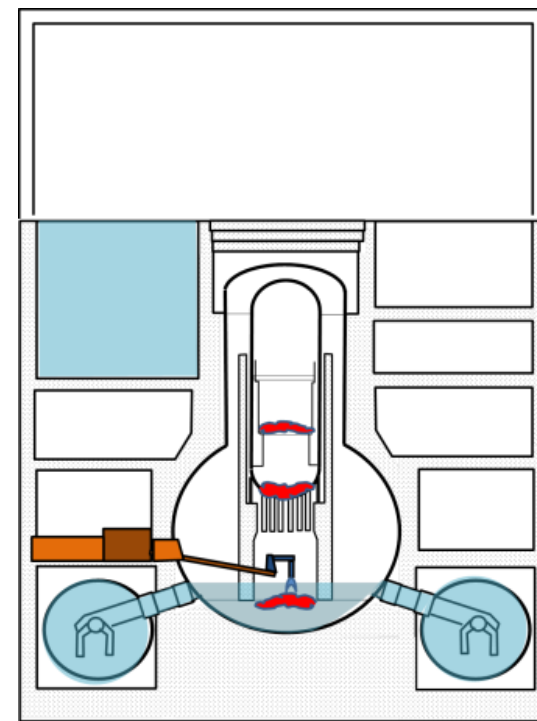
冠水-上アクセス工法

燃料デブリ上方の炉内構造物取り出しが完了していることを前提としたイメージ



気中-上アクセス工法

燃料デブリ上方の炉内構造物取り出しが完了していることを前提としたイメージ



気中-横アクセス工法

PCV内RPVペデスタル外側の機器、干渉物撤去が完了していることを前提としたイメージ

燃料デブリ取り出し工法シナリオと対処可能な燃料デブリの位置

シナリオ	工法			各シナリオが対処可能な燃料デブリの位置		
	冠水上アクセス	気中上アクセス	気中横アクセス	RPV内	RPVペDESTAL内	RPVペDESTAL外
(1)	○	—	—	OK	OK	NG
(2)	—	○	—	OK	OK	NG
(3)	—	—	○	NG	OK	OK
(4)	①	—	②	OK	OK	OK
(5)	②	—	①	OK	OK	OK
(6)	—	①	②	OK	OK	OK
(7)	—	②	①	OK	OK	OK

※○内の数字は施工順を示す。

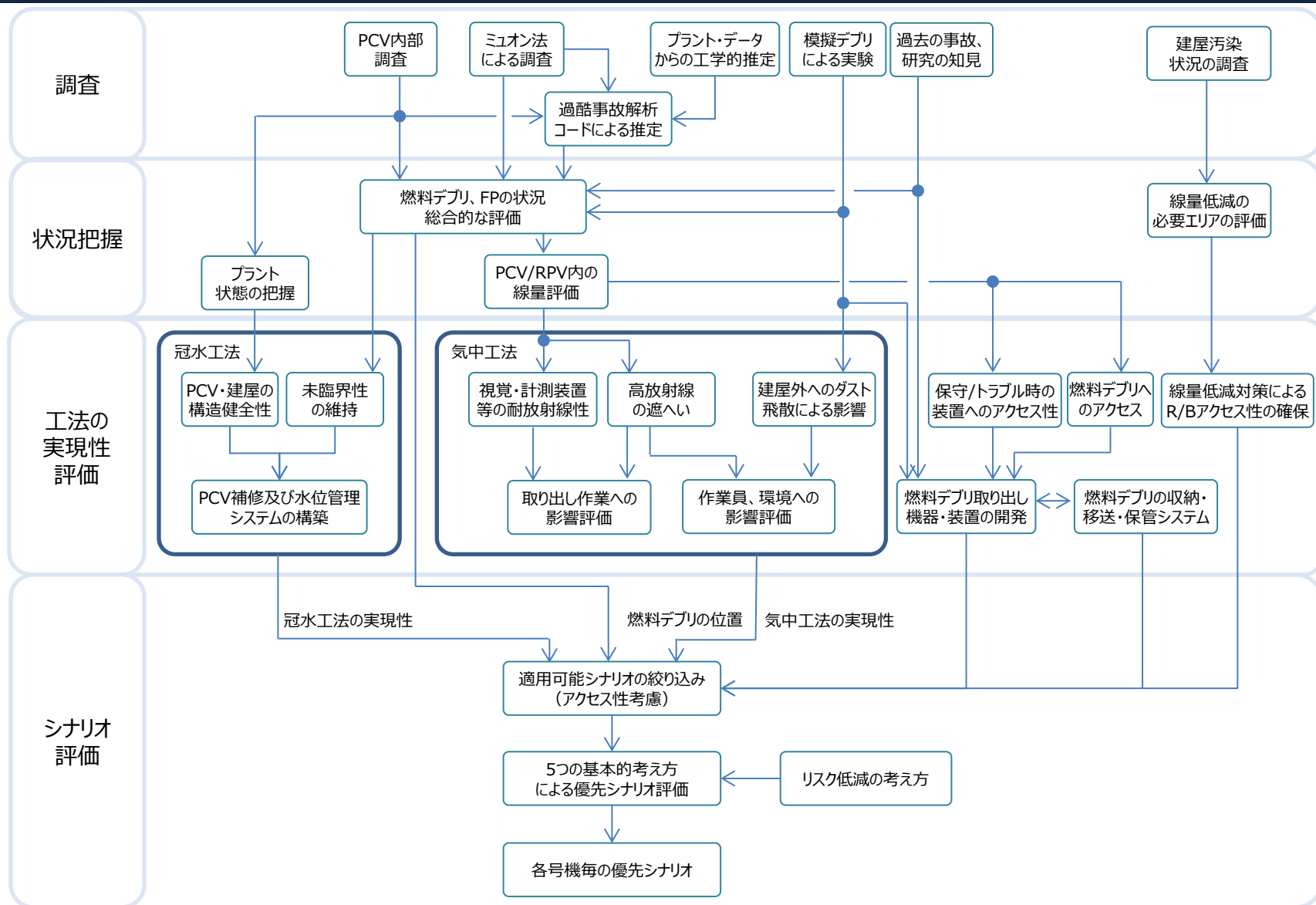
燃料デブリ取り出し工法の技術的課題

技術要件	冠水工法	気中工法
1. PCV・建屋の構造健全性の確保	☆ 冠水時等の荷重及び経年劣化等	○
2. 臨界管理	☆ 水位上昇時等の未臨界性の維持	○
3. 冷却機能の維持	○	☆ 燃料デブリの空冷可能性
4. 閉じ込め機能の構築	☆ PCV補修及び水位管理	☆ 放射性ダストの飛散
5. 作業時の被ばく低減	◎ 原子炉建屋内の除染	☆ 高放射線の遮へい ◎ 原子炉建屋内の除染
6. 労働安全の確保	○	○
7. 燃料デブリ取り出し機器・装置の開発	◎ 装置の保守	☆ 耐放射線性 ◎ 装置の保守
8. 燃料デブリへのアクセスルートの構築	◎	◎
9. 系統設備、エリア構築	○	○
10. 収納・移送・保管	◎	◎

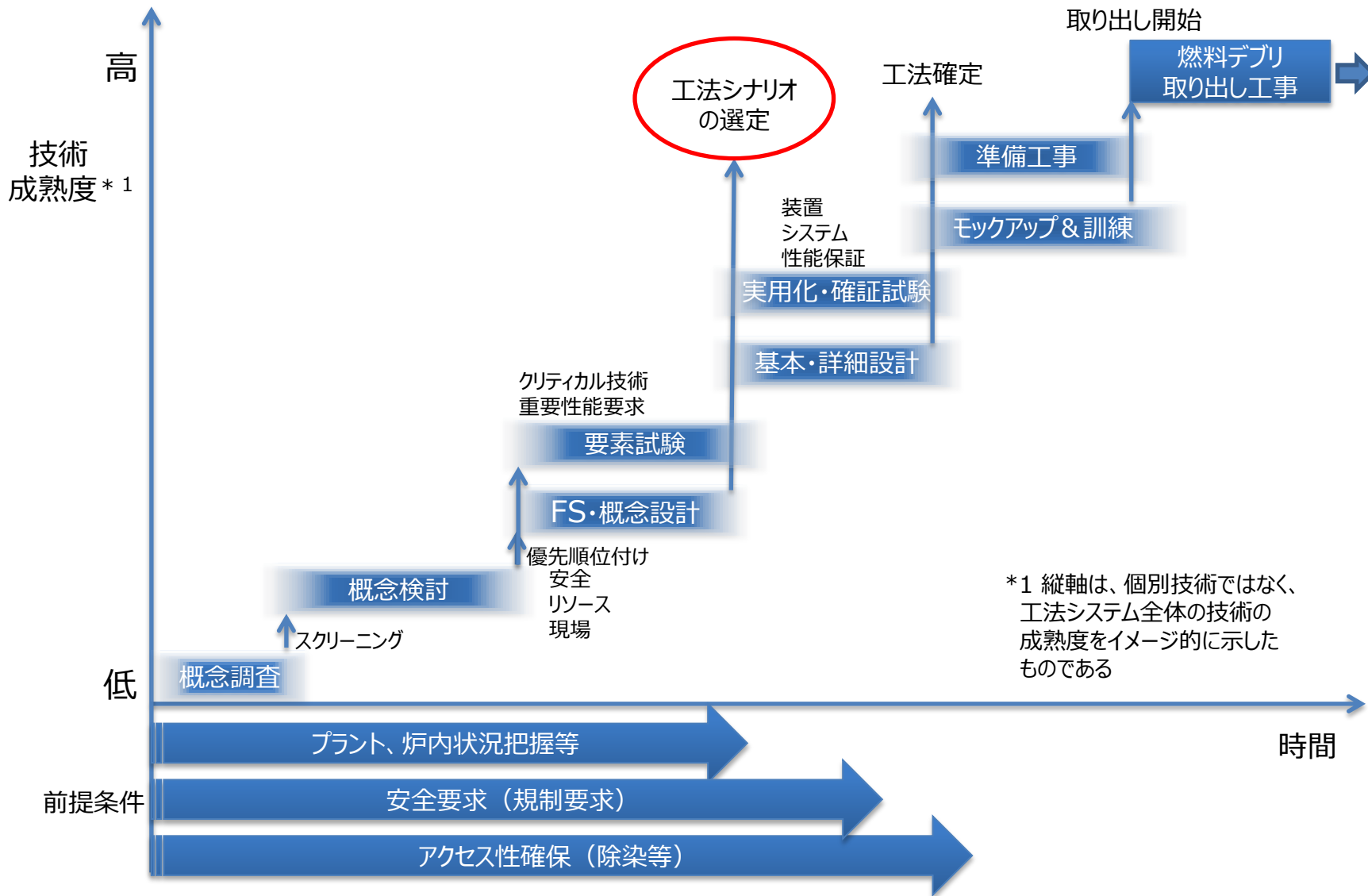
☆ : 工法実現のために特に重要な課題, ◎ : 工法実現のために共通な課題

○ : 確認すべき事項

燃料デブリ取り出しシナリオ選定フロー

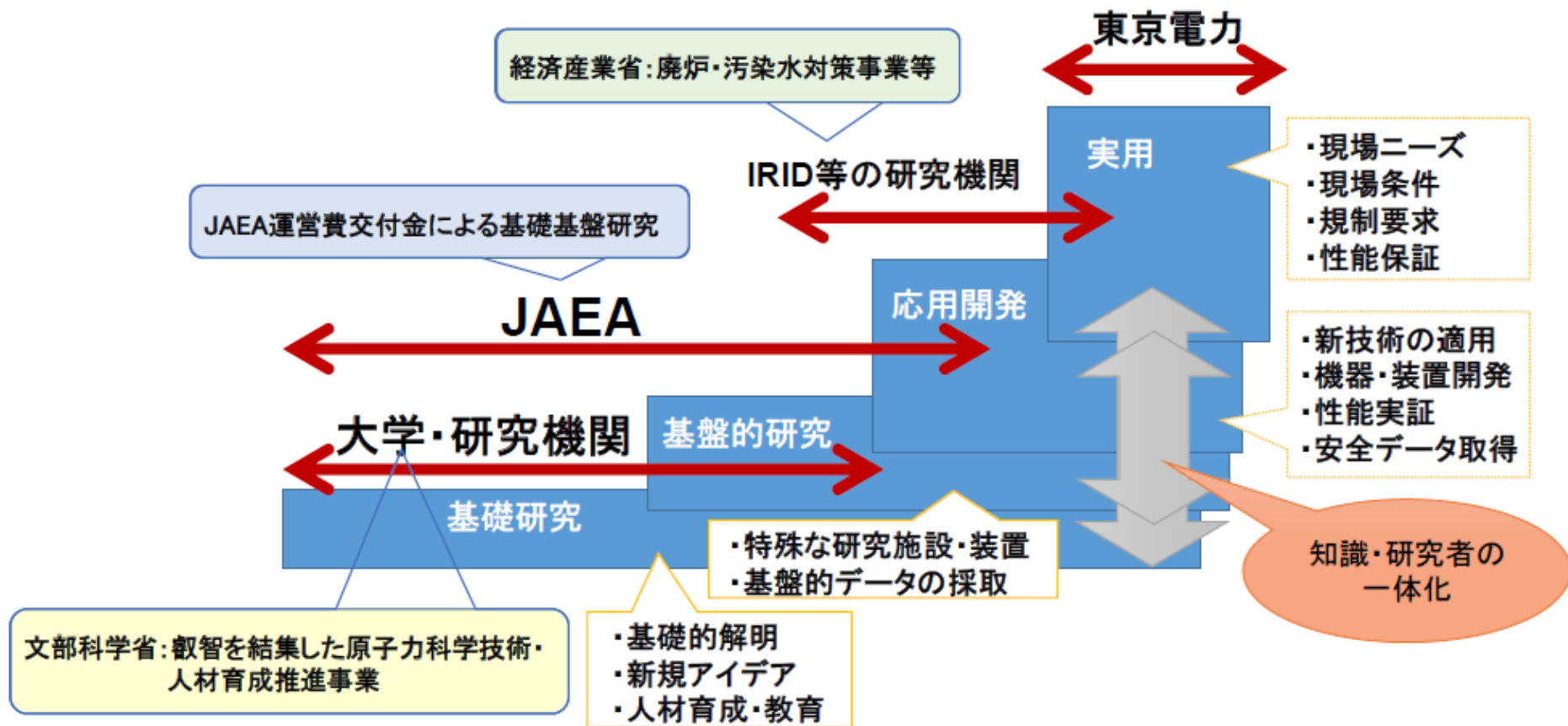


燃料デブリ取り出しにむけての道筋



廃炉に関連する研究開発事業の全体像

- 東京電力による取り組みに加え、IRID（国際廃炉研究開発機構）、JAEA（日本原子力研究開発機構）等の研究機関や大学等が実施する研究開発等を一元的に把握・レビューし、各実施主体の特性や期待される成果を踏まえた上で、役割分担の明確化と関係機関の密接な連携により全体を最適化。



研究開発プロジェクト次期計画に関する検討ステップ

- ① 現行の研究開発プロジェクトについて、現場の最新状況等を踏まえた妥当性等の確認・検討を行うことにより、課題を抽出・特定。
- ② 「戦略プラン」等の検討を通じ、優先的に取り組むべき研究開発課題を特定・整理。
- ③ 上記を踏まえ、新たな課題への対応を含め、個別の研究開発プロジェクトの次期計画を提案。

(ステップ①)

現行の研究開発プロジェクトの検討・評価
－ 現場の最新状況等を踏まえた妥当性等の確認・検討

(ステップ③)

課題の
特定

研究開発 P J の
次期計画を提案

(ステップ②)

戦略プラン等の検討を通じた研究開発課題の
特定
(必要な技術等の重要度、難易度を含む)

研究開発プロジェクトの次期計画

- 燃料デブリ取り出し分野
 - ◆ 除染・線量低減
 - ✓ 原子炉建屋内の遠隔除染技術の開発
 - ◆ 原子炉格納容器の補修
 - ✓ 原子炉格納容器漏えい箇所の補修・止水技術の開発
 - ✓ 原子炉格納容器漏えい箇所の補修・止水技術の実規模試験
 - ◆ 炉内状況の把握
 - ✓ 原子炉格納容器内部調査技術の開発
 - ✓ 原子炉圧力容器内部調査技術の開発
 - ✓ 事故進展解析及び実機データ等による炉内状況把握の高度化
 - ✓ 原子炉内燃料デブリ検知技術の開発（ミュオン活用）
 - ◆ 燃料デブリ取り出し工法
 - ✓ 燃料デブリ・炉内構造物取り出し技術の開発
 - ✓ 燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発
 - ✓ 原子炉圧力容器/原子炉格納容器の健全性評価技術の開発
 - ✓ 燃料デブリ臨界管理技術の開発
 - ◆ 燃料デブリ分析
 - ✓ 燃料デブリ性状把握（模擬デブリを用いた性状把握、実デブリ分析）

「戦略プラン」検討への取り組み

