

福島第一原子力発電所廃炉作業の現状と今後の取り組み

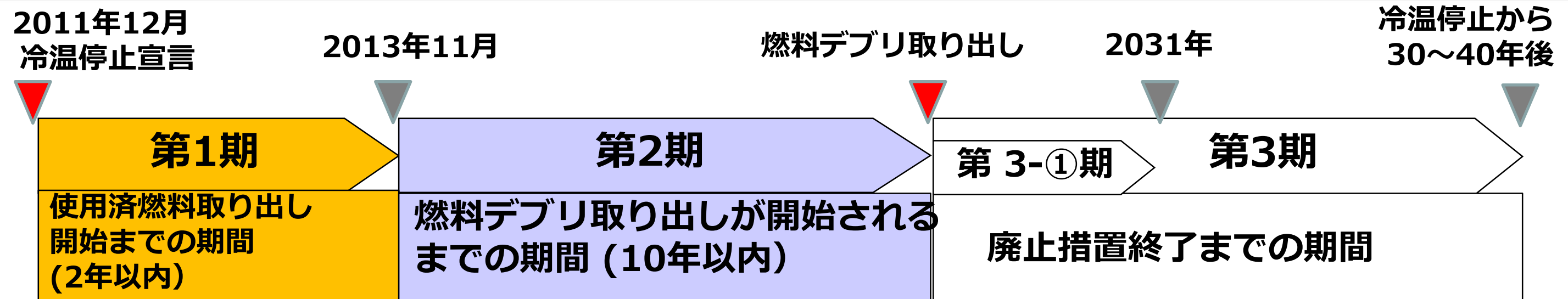
2022年9月9日

石川 真澄

東京電力ホールディングス（株）理事

福島第一廃炉推進カンパニー（廃炉技術担当）

■ 第3期のうち2031年末までの期間を第3-①期とし、「複数の工程を計画的に進める期間」と位置づけ工程を具体化



第3-①期における主なマイルストーン

- 1 汚染水対策**

 - 汚染水発生量を2020年内に150m³/日、2025年内に100m³/日に抑制
 - タービン建屋等の滞留水処理を2020年内に完了
- 2 燃料取り出し**

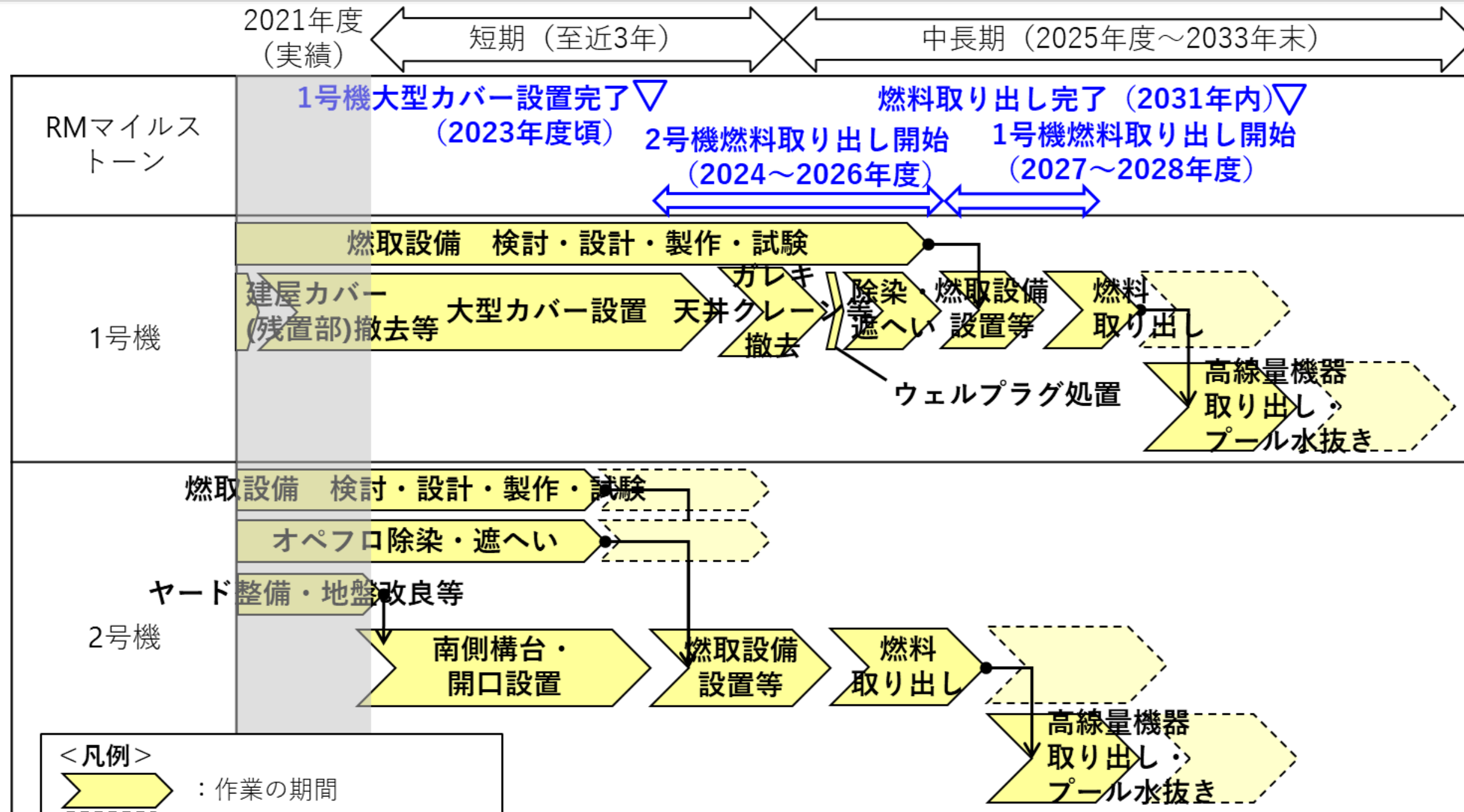
 - 2031年内に全号機 (1 ~ 6号機)取り出し完了
- 3 燃料デブリ取り出し**

 - 初号機 (2号機) の取り出し開始
 - 段階的に取出し規模を拡大
- 4 廃棄物対策**

 - 2028年度内にガレキ等の一時保管解消

- 中長期ロードマップや原子力規制委員会のリスクマップに掲げられた目標を達成するための廃炉全体の主要な作業プロセスを示すために初めて作成
- 毎年更新予定（「廃炉中長期実行プラン2022」2022年3月更新）

(例)
プール
燃料取り出し
(抜粋)



その他の詳細はホームページ参照

<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/plan/2021-j.html>

- ✓2033年までの廃炉全体の主要な作業プロセスを示す
- ✓各対策、作業の関連性が強まっている中、優先順位や関連性の把握を可能にする

※今後の作業の進捗に伴って得られる新たな情報や様々な知見を取り入れ、毎年更新

<東電>

先を見越しながら、戦略的・計画的に廃炉を遂行

<地域の方々>

- ・廃炉作業の今後の具体的な見通しを把握
- ・廃炉事業に積極的かつ計画的に参画

「復興と廃炉の両立」の大原則の具体化

本日のトピック

1. 汚染水・処理水の対策
2. 使用済燃料プールからの燃料取り出し
3. 燃料デブリ取り出しに向けた取り組み
4. 固体廃棄物管理

汚染水・処理水の対策



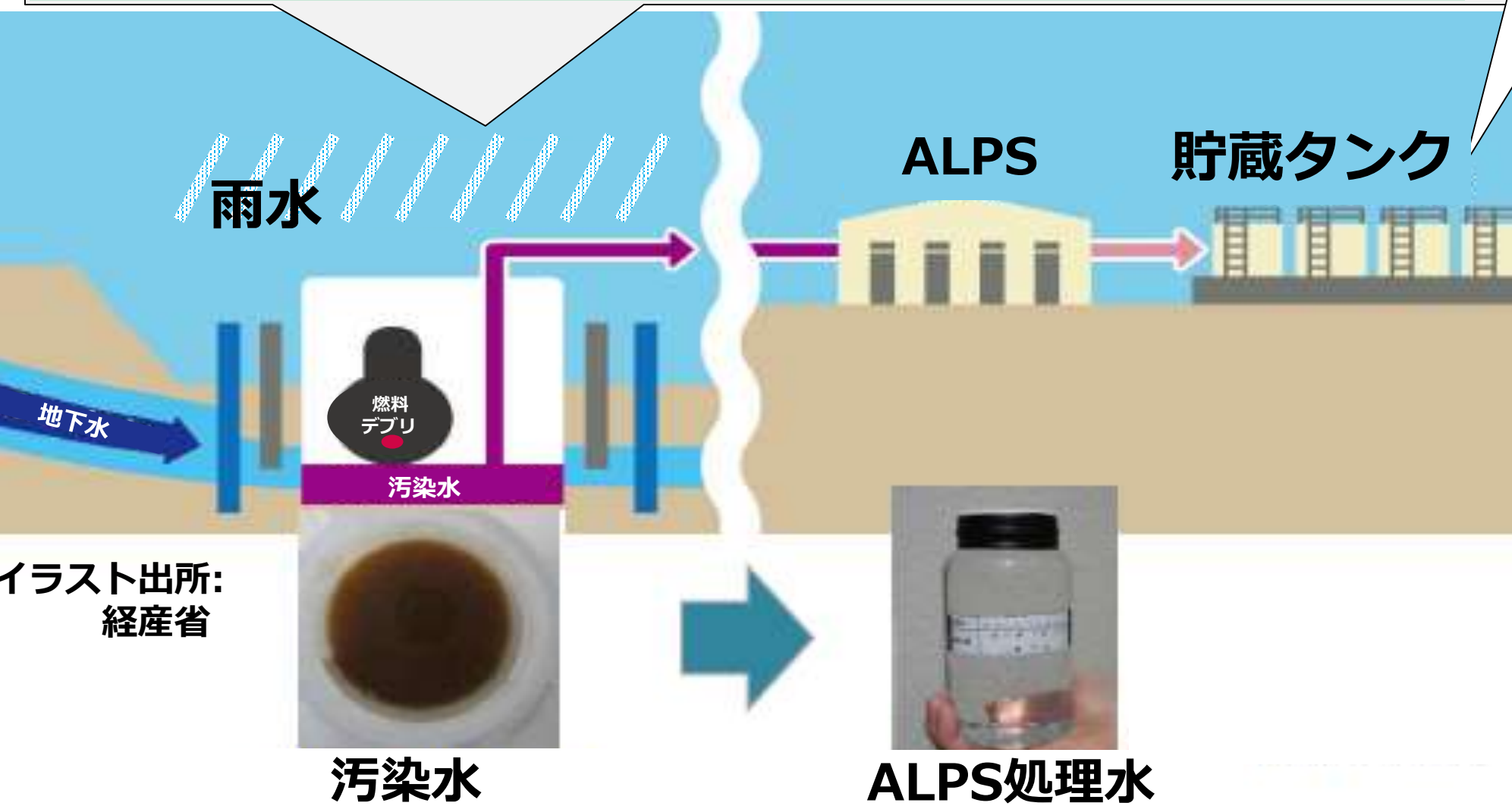
2つのマイルストーンの達成（2020年）

汚染源に雨水・地下水を近づけない

汚染水の発生量：約500m³/日（2014年）から150m³/日未満（2020年）に減少

滞留水の処理

2020年に原子炉建屋等以外の建屋での処理（除去）完了



貯水タンクの状況

タンク貯蔵量

約 131 万 m³
(2022年8月末時点)

確保済タンク容量

約137万m³
(1,047 タンク)

ALPS処理水増加量

約130~150m³/日



東電の方針

ALPS処理水^{※1}の海洋放出にあたっては、国内法令による安全基準や国際法・国際慣行等に基づいて、人や環境への影響^{※2}を評価・測定し、その安全性を確認するとともに、公衆や周辺環境、農林水産品の安全を確保します。

※1 トリチウム以外の放射性物質が、安全に関する規制基準値を確実に下回るまで多核種除去設備等で浄化処理した水

※2 海洋環境に及ぼす潜在的な影響を含む

モニタリングの拡充・強化

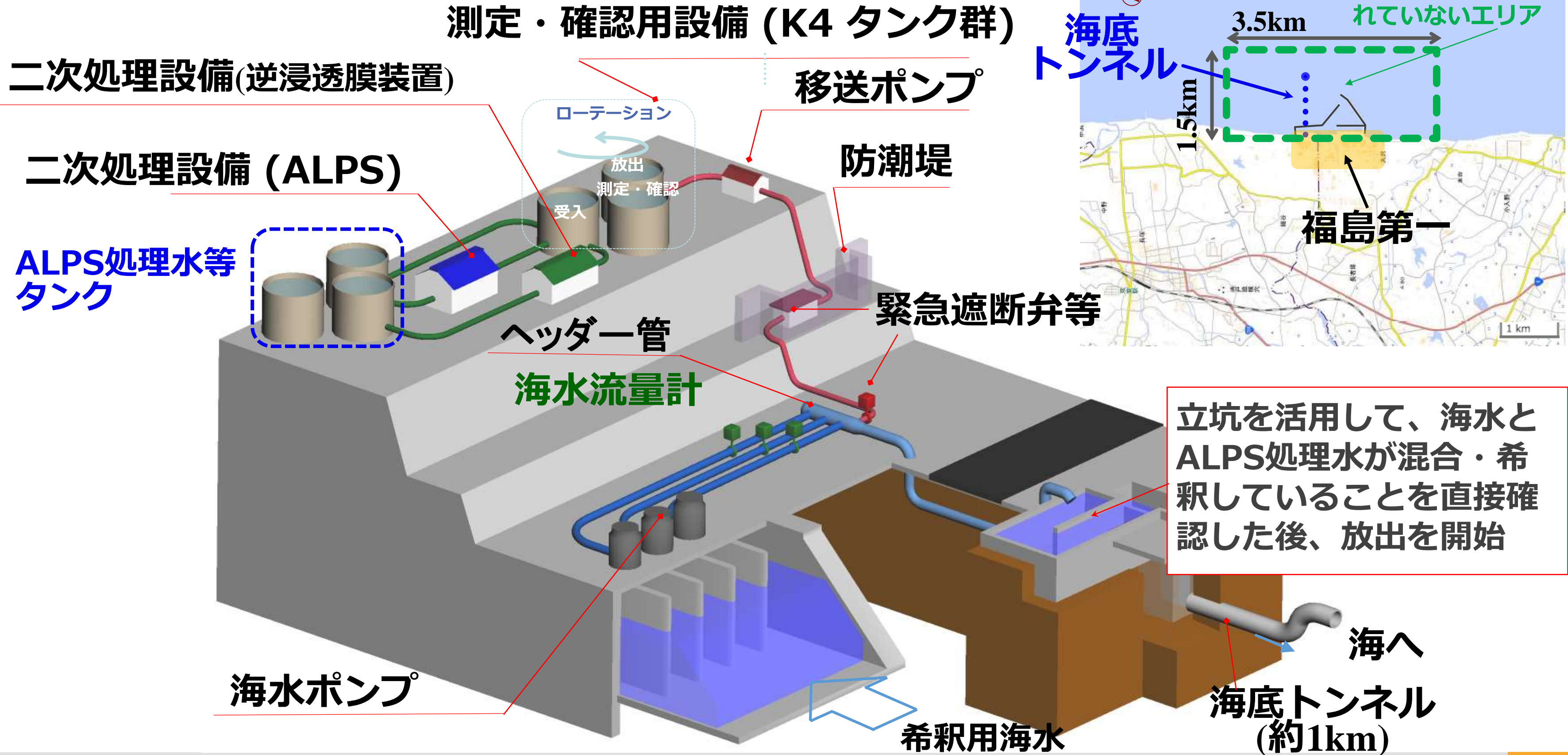
海域モニタリングをより拡充・強化。農林水産業者や専門家のみなさまのご協力を仰ぎ、客観性・透明性を確保します。

タンクからの漏洩防止

敷地内タンクの漏えい有無を継続的に監視し、将来の自然災害等に備えて適切に保守管理します。

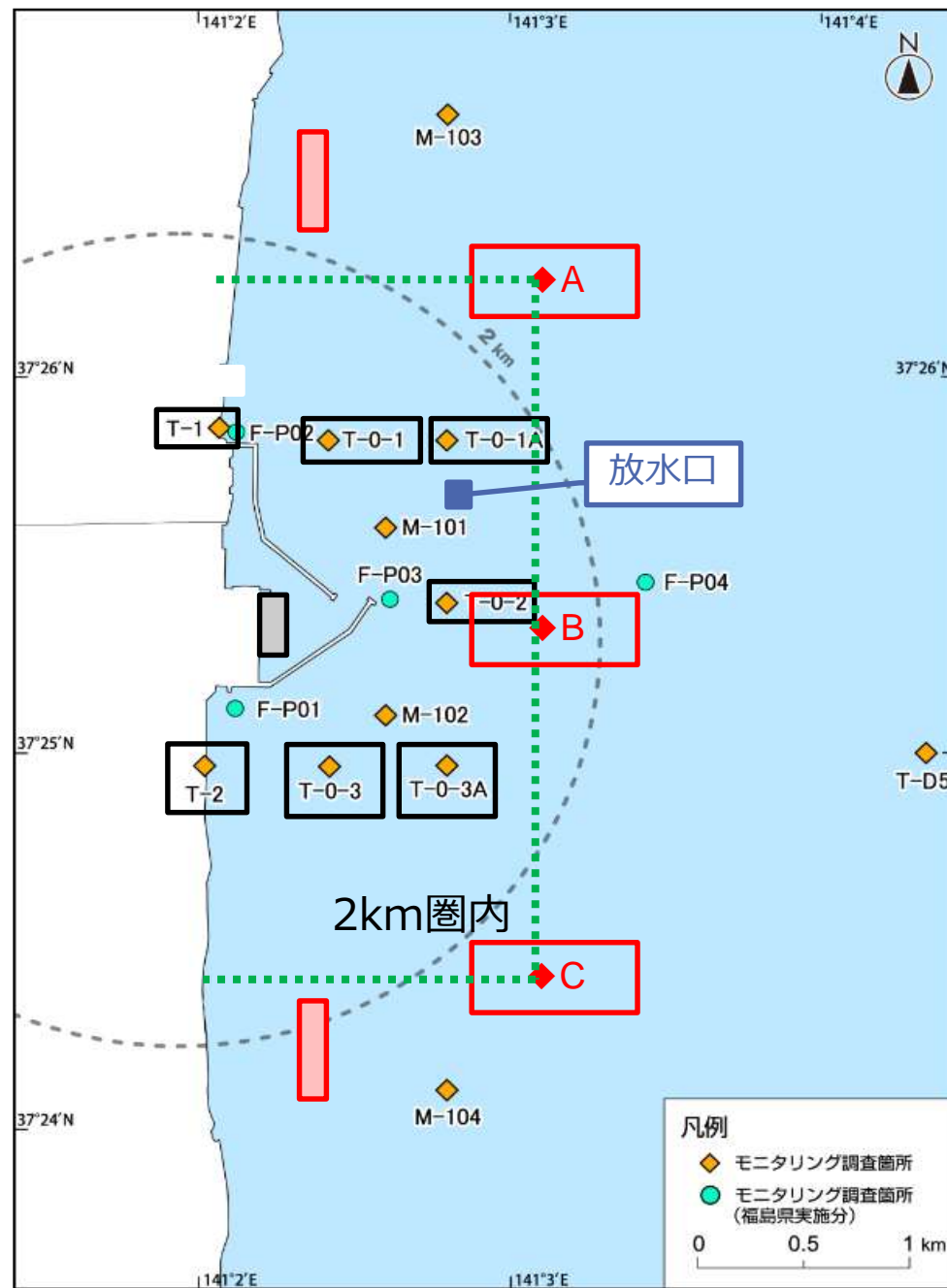
情報発信と風評抑制

人や環境への影響に関する情報等を正確かつ継続的に発信し、風評を受け得るさまざまな産業の生産・加工・流通・消費対策(販路開拓等)に全力で取り組みます。

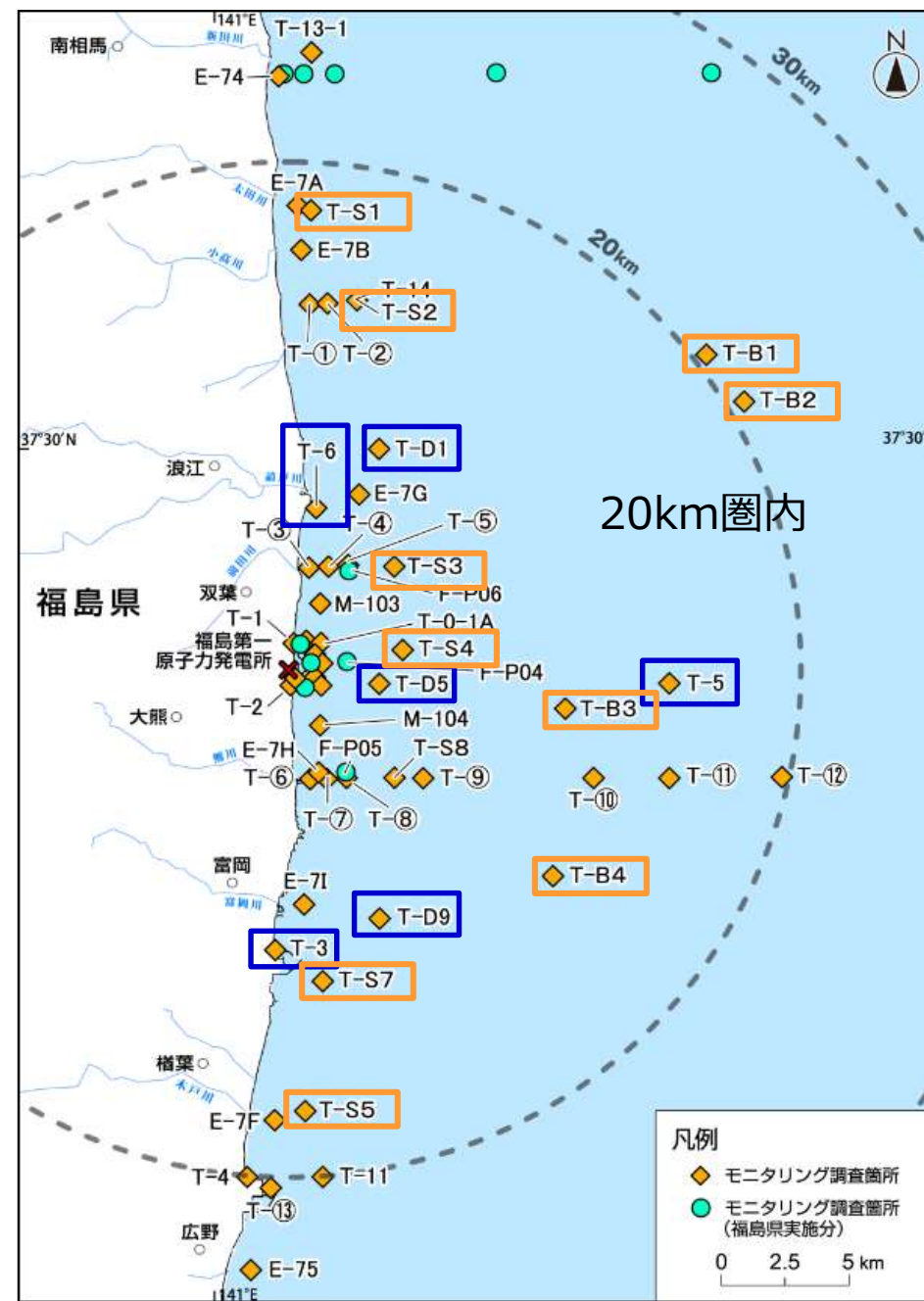


立坑を活用して、海水とALPS処理水が混合・希釈していることを直接確認した後、放出を開始

- 海水、魚類、海藻類について、採取点数、測定対象、頻度を増加
- 検出下限値を国の目標値と整合するよう設定



発電所近傍



沿岸20km圏内

＜凡例＞

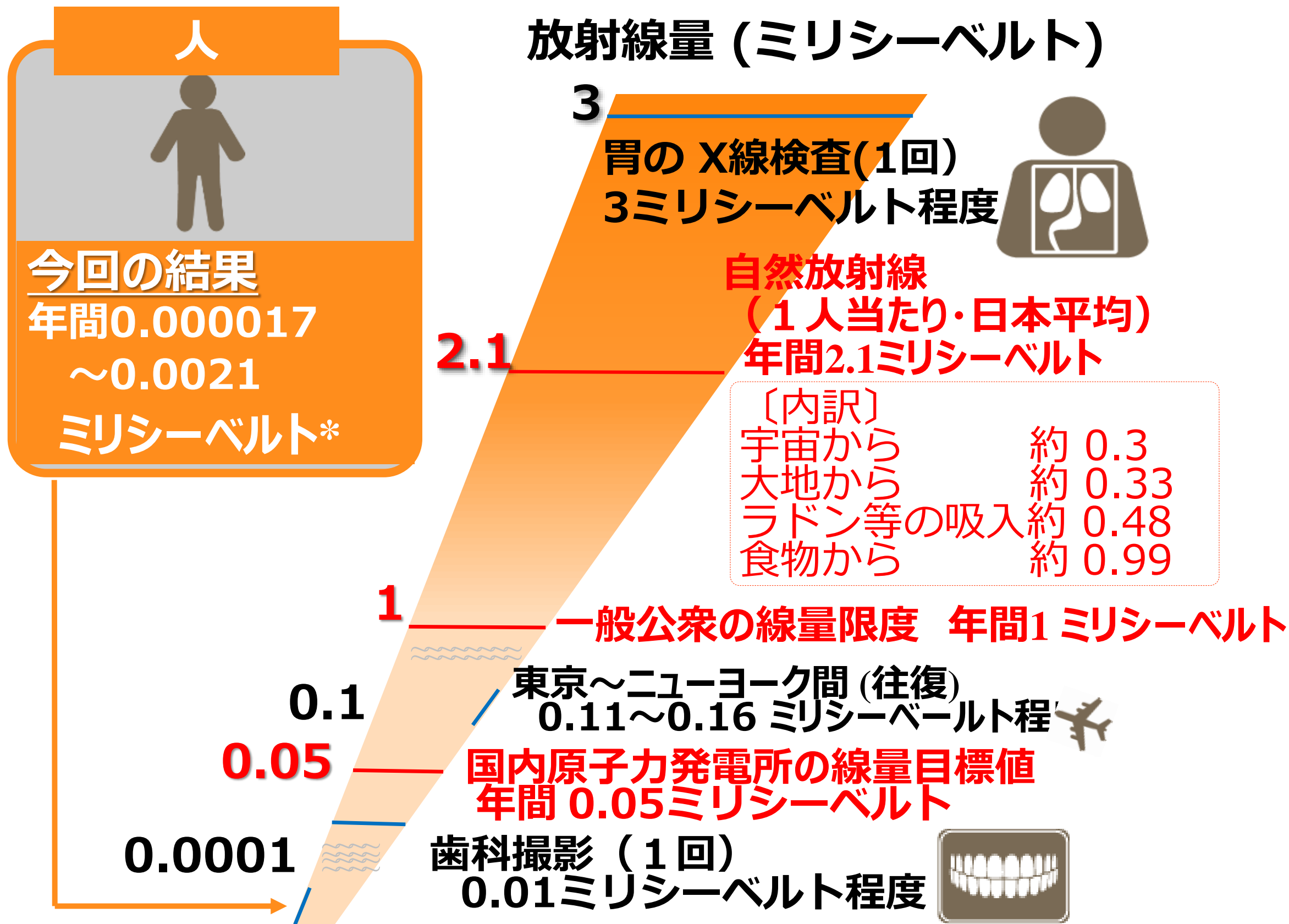
- 【現行の総合モニタリング計画】
- 原子力規制委員会 M-○
 - 環境省 E-○
 - 水産庁(水産物) F-○
 - 福島県 F-○
 - 東京電力 T-○

【東京電力の強化計画】

- : 検出下限値を見直す点(海水)
- : 新たに採取する点(海水)
- : 頻度を増加する点(海水)
- : セシウムにトリチウムを追加する点(海水, 魚類)
- : 従来と同じ点(海藻類)
- : 新たに採取する点(海藻類)
- ⋯ : 日常的に漁業が行われていないエリア※

東西1.5km 南北3.5km

※ : 共同漁業権非設定区域



ICRP提唱の基準値

- 1日あたり1~10 ミリグレイ* (扁平魚・褐藻)
- 1日あたり10~100 ミリグレイ (カニ)

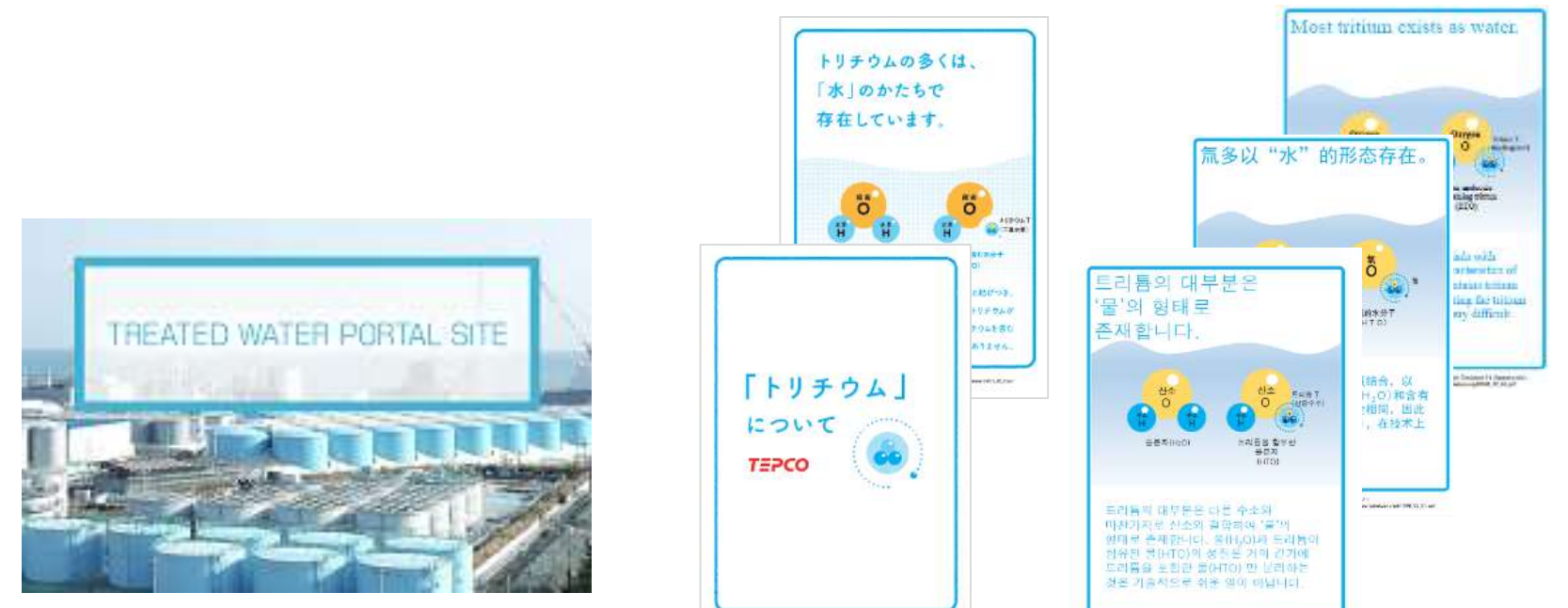
*シーベルトは、放射線が「人」に当たった時の影響の大きさを表す単位

*グレイは、放射線が「もの」に当たった時にどれくらいのエネルギーを「もの」に与えたのかを表す単位

科学的根拠に基づく情報をお伝えし、疑問やご懸念に応えていく

国内・海外の理解醸成（国と連携）

- 理解醸成ツールの多言語化
 - ・ 処理水ポータルサイト
 - ・ 「トリチウム」冊子
- 海外メディア取材対応
- 大使館等への説明 など



処理水ポータルサイト

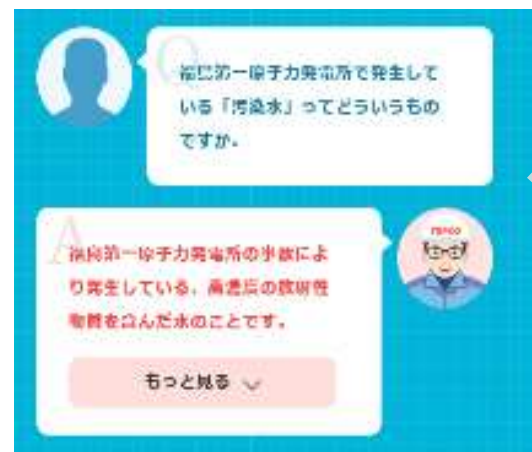
「トリチウム」冊子

Webサイト「処理水ポータル」

の適時更新、動画・SNSの活用

- 消費者のみなさま、海外のみなさまの安心に繋がるよう、「Q&A」のさらなる充実・強化

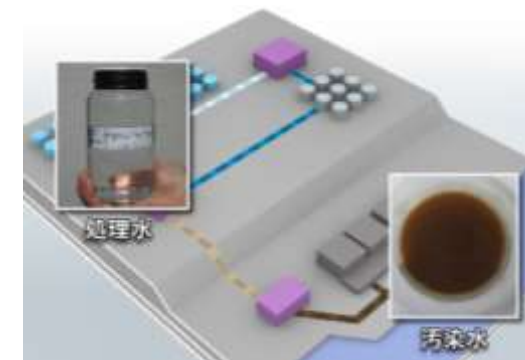
英語・中国語（簡体字/繁体字）
・韓国語版を公開



処理水ポータルサイト
Q&Aコーナー



処理水ポータルサイト



解説動画
（廃炉資料館にて上映）

使用済燃料プールからの燃料取り出し

8/3/2020 10:23:32 AM

▼ 1・2号機

▼ 3・4号機

瓦礫撤去、
除染等

燃料取扱機の
設置

燃料取り出し

保管・移送

1号機

〔2027～2028年度
取り出し開始予定〕

2号機

〔2024～2026年度
取り出し開始予定〕

3号機

〔2021年2月
取り出し完了〕

4号機

〔2014年12月
取り出し完了〕

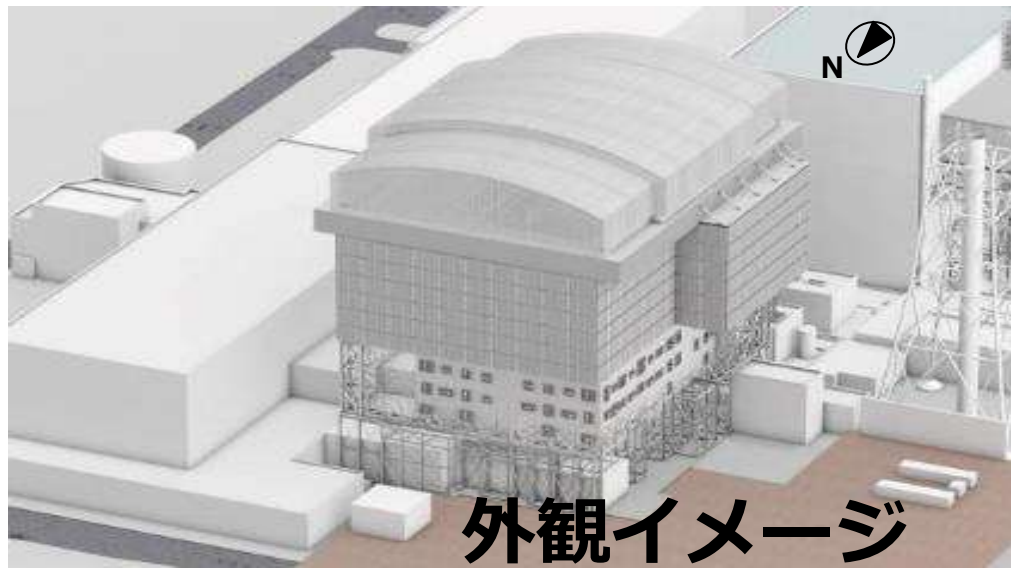
事故直後



現状



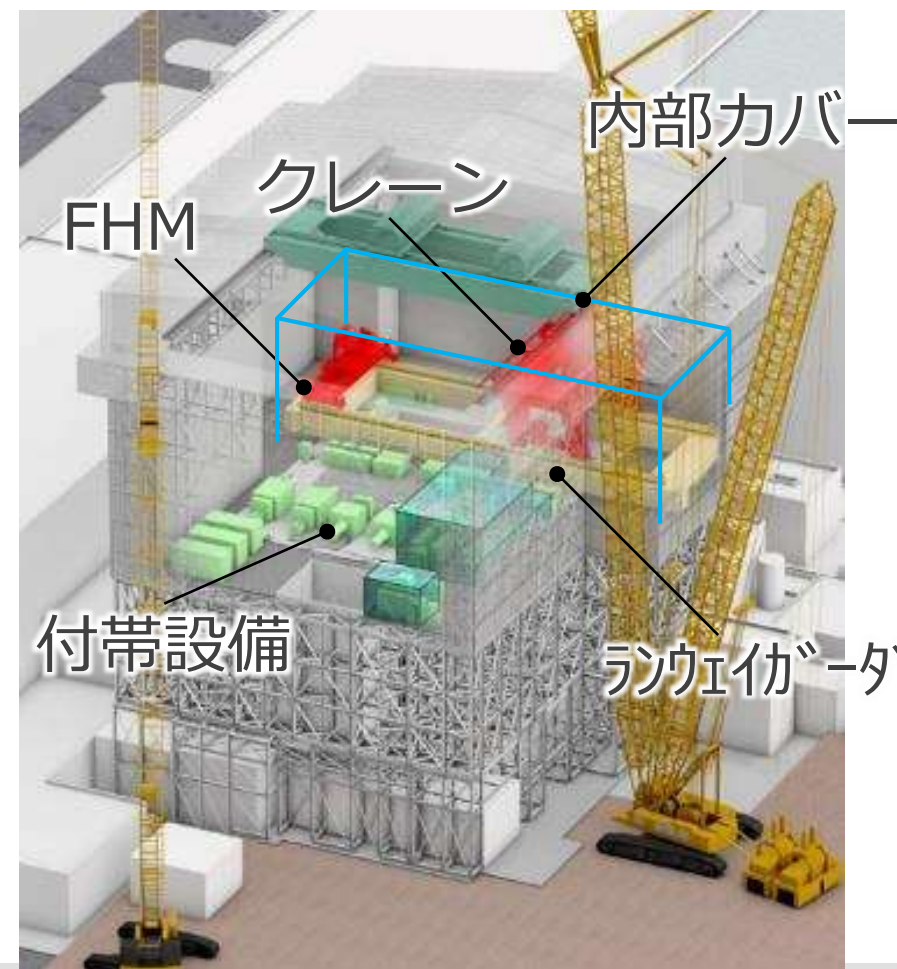
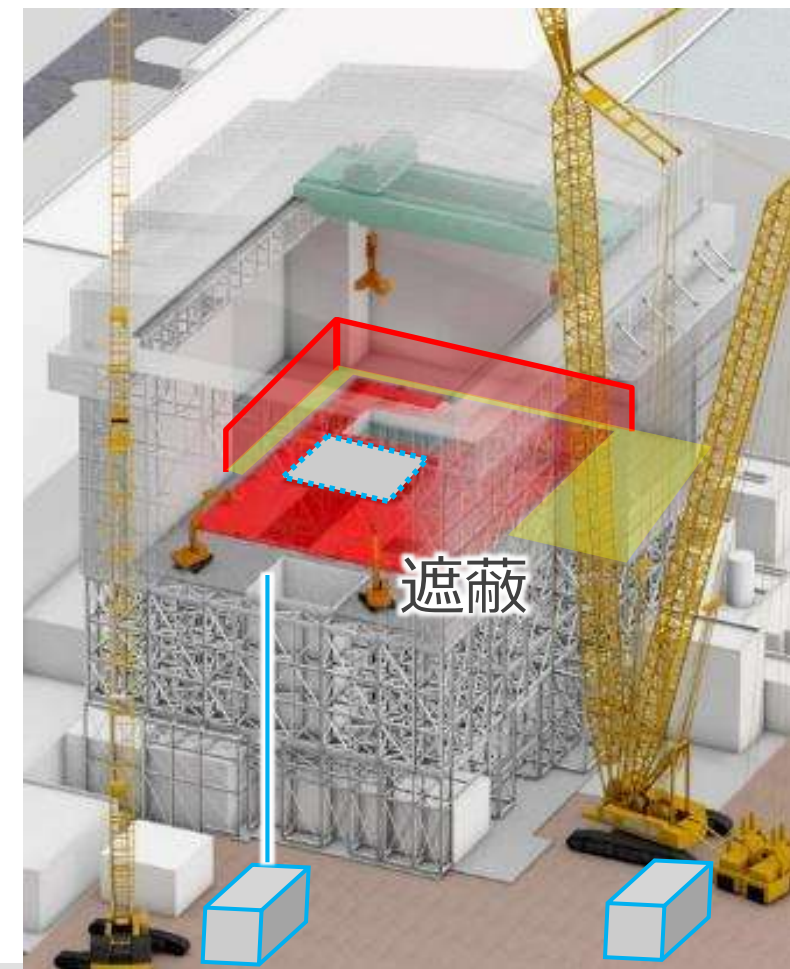
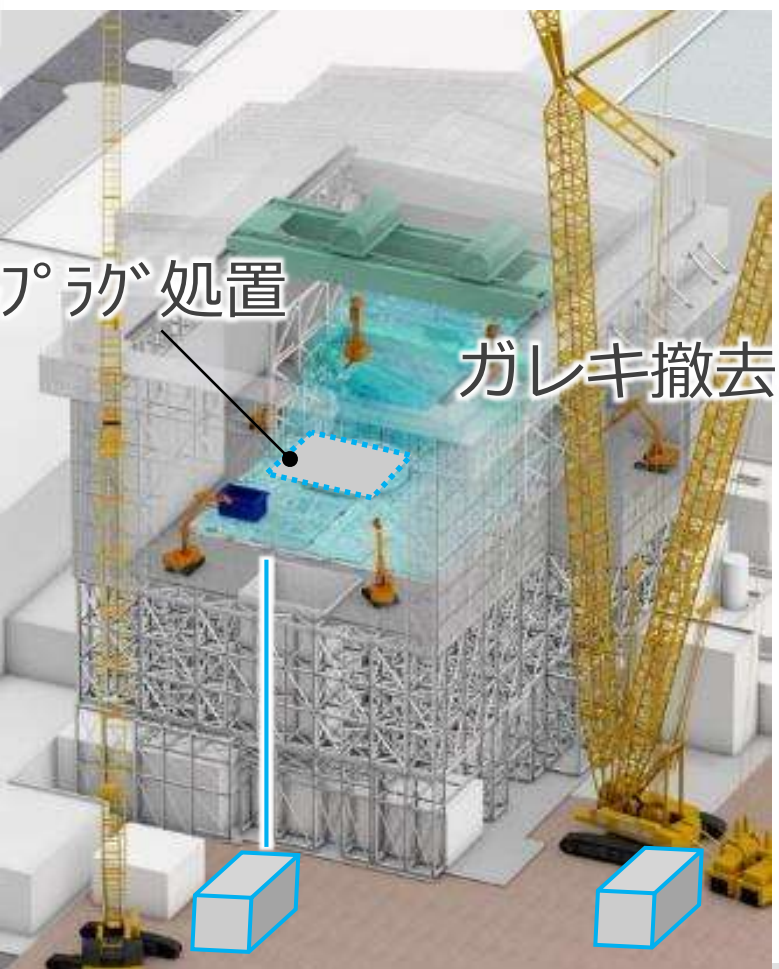
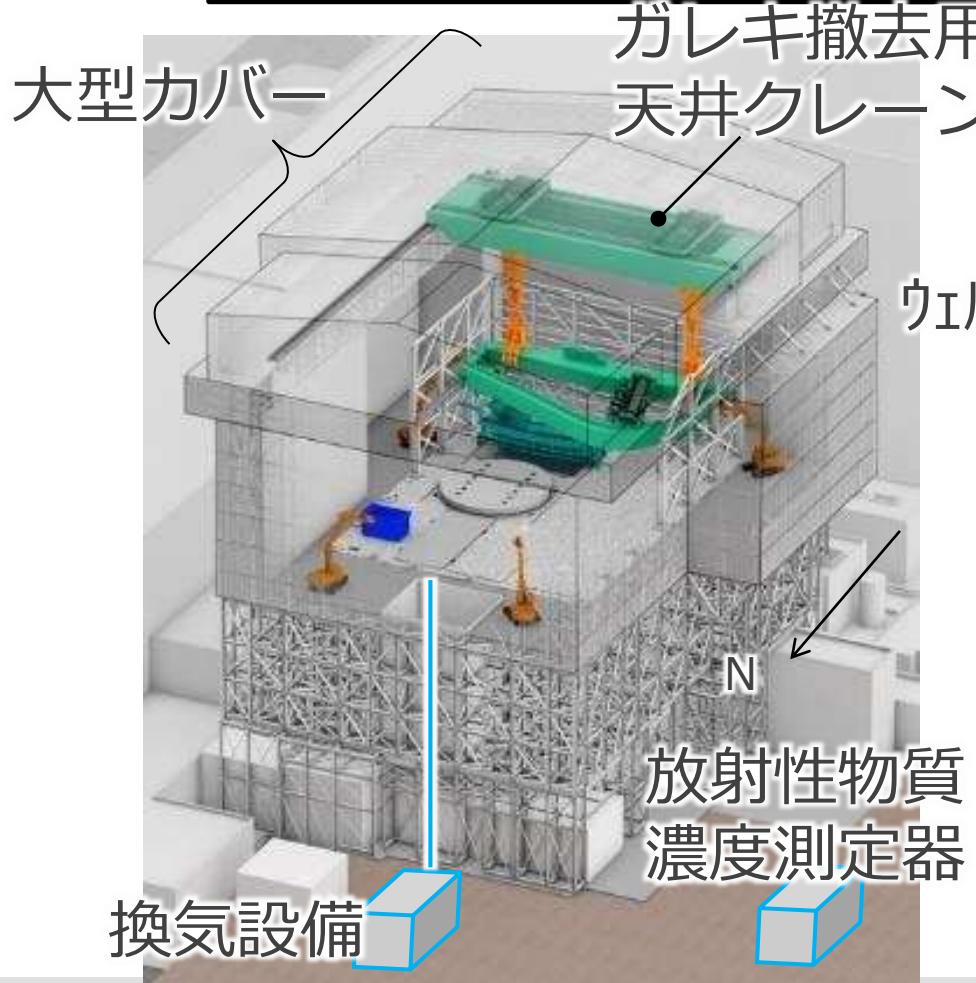
1号機からの燃料取り出し工法



■ 放射性ダストの飛散を防止するために建屋上部に大型カバーを予め設置、大型カバー内のガレキ撤去用天井クレーン等を用いてガレキを撤去。その後、除染・遮蔽、燃料取扱設備（FHM, クレーン）の設置後、取り出しを実施

▼大型カバー設置完了(2023年度頃)

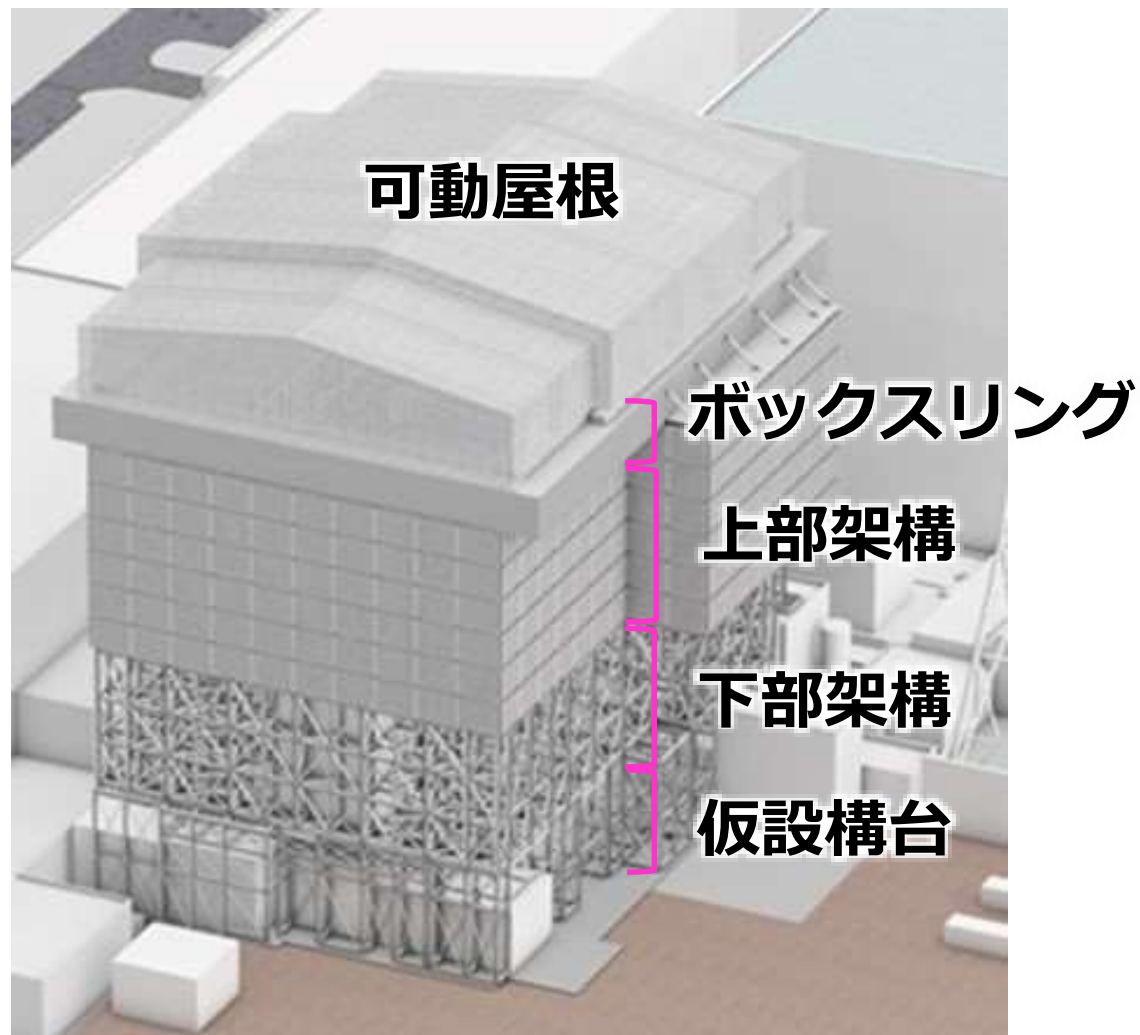
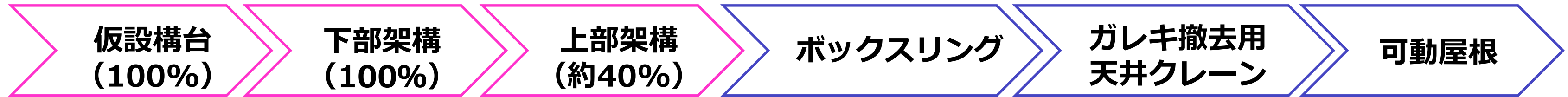
▼燃料取り出し開始(2027~2028年度)



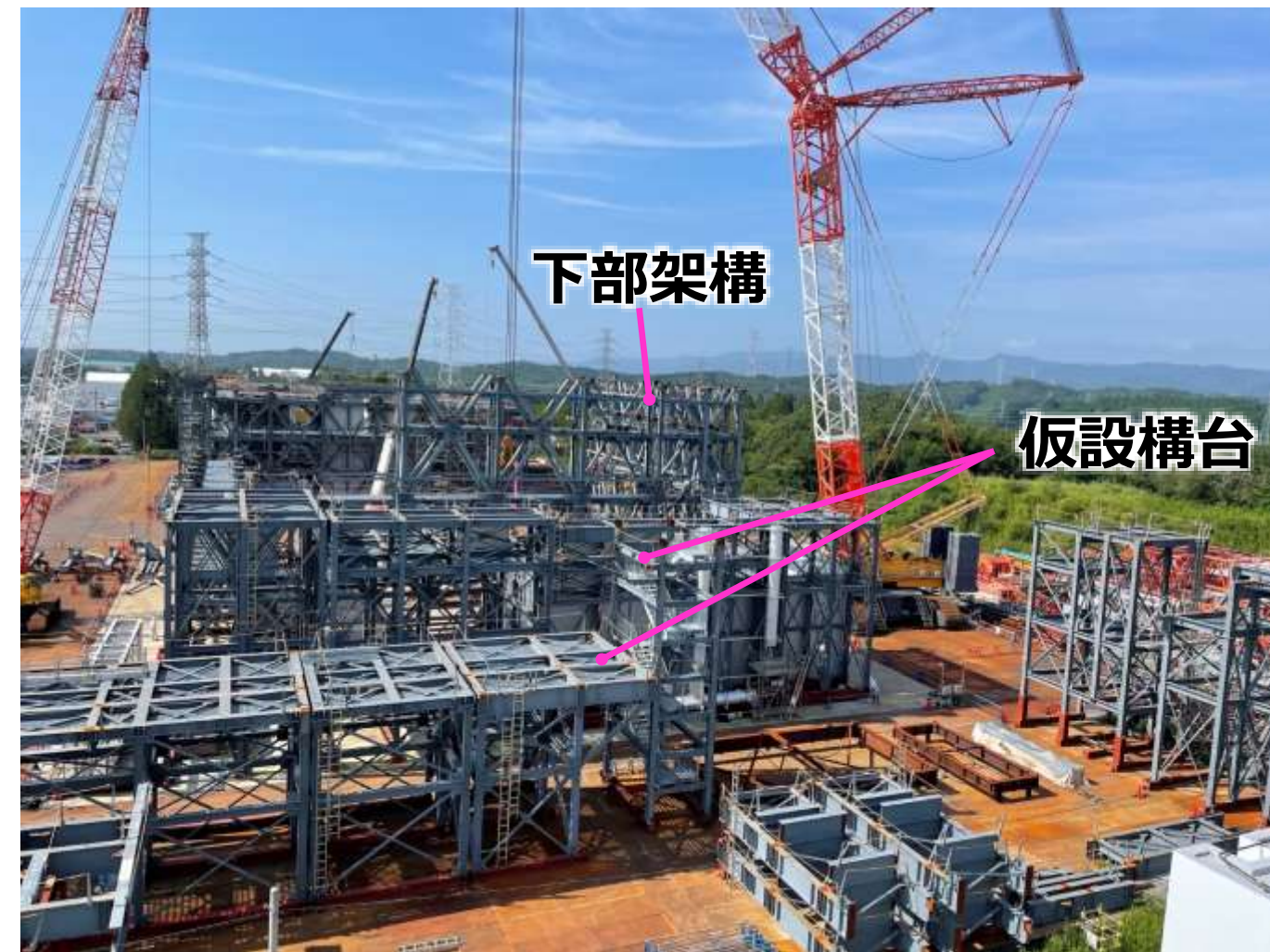
1号機 大型カバー設置の進捗状況

- 大型カバー設置へ向けた鉄骨等の地組作業等を、構外ヤードで実施中
- 現在、仮設構台、下部架構の地組が完了し、上部架構の地組が約40%完了（2022年8月末現在）

現時点

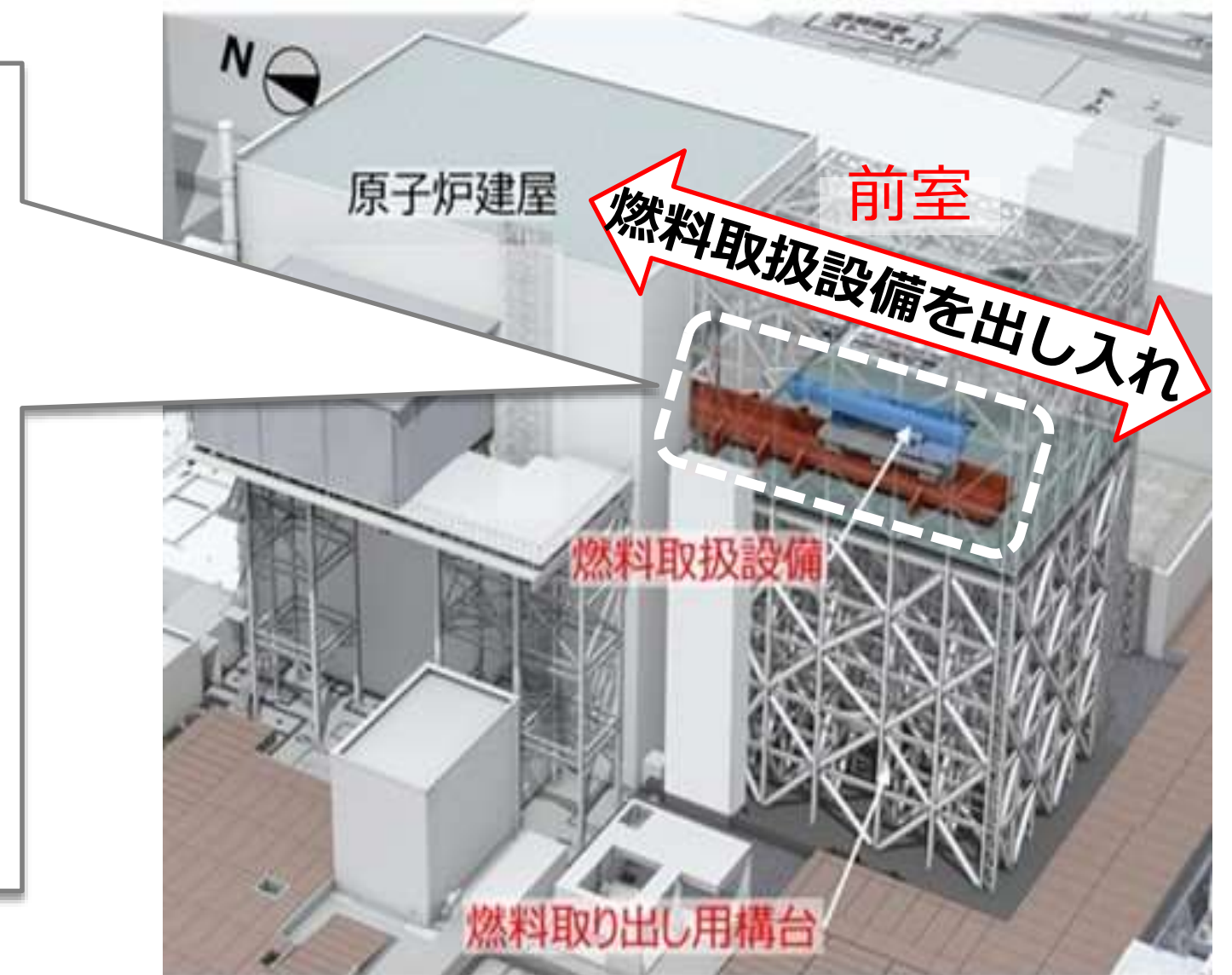
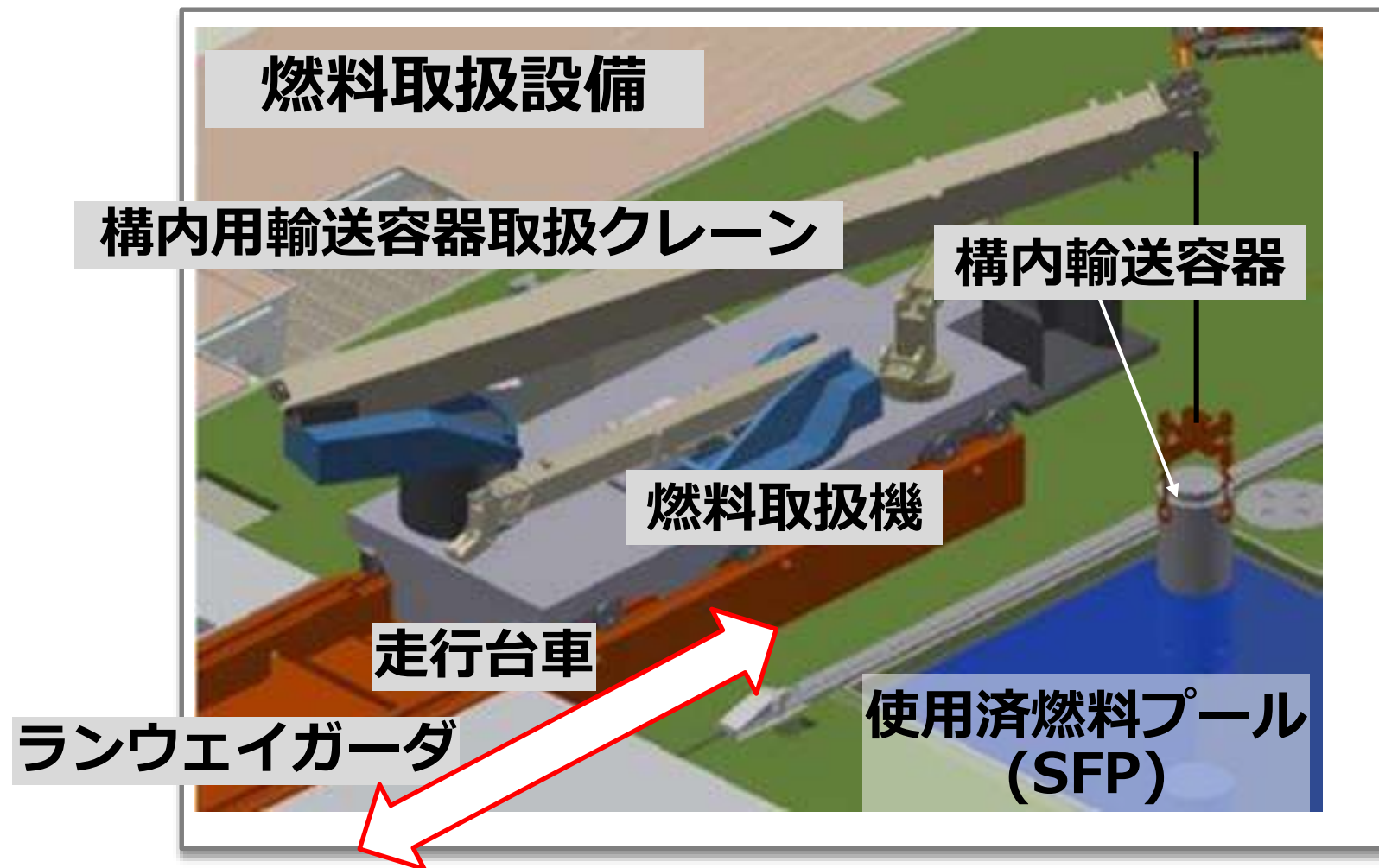
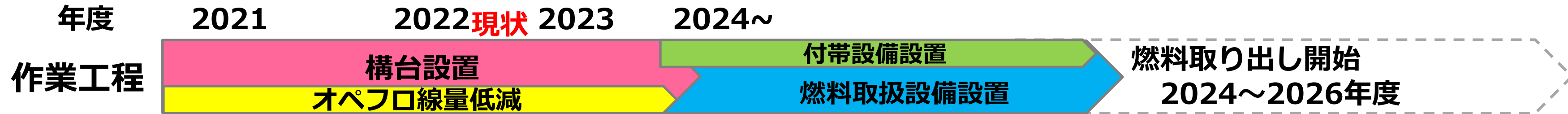


大型カバー全体の概要図



構外ヤード全景 (2022.8.8)

- 既存建屋を活用、最小限の壁面開口部を設置
- 壁面開口部から燃料取扱設備を出し入れ ⇒ 汚染拡散を防止
- 除染・遮蔽後、燃料取扱設備を設置
- 遠隔操作で燃料取り出し ⇒ 被ばく低減



- 2021年8月からオペフロ線量低減に向けてオペフロ内の除染（その1）を開始し、12月に完了
- 今年2月より、遮へい設置（その1）を開始し、5月に完了

＜オペフロ線量低減の作業ステップ＞

2021年度 → 2022年度 → 2023年度

▼現在

①除染
(その1) 完了

②遮へい設置
(その1) 完了

③④⑤
干渉物撤去

⑥除染
(その2)

⑦遮蔽設置
(その2)

＜①オペフロ除染作業（その1）＞

ダスト飛散抑制を目的に実施した除染は、床面、壁面、天井クレーン、天井トラス、天井面のアクセス可能な範囲で実施

＜②遮へい設置（その1）＞

線量が最も高い原子炉ウェル上に遮へいを設置



床面除染前



床面除染後

床面の高圧水による除染



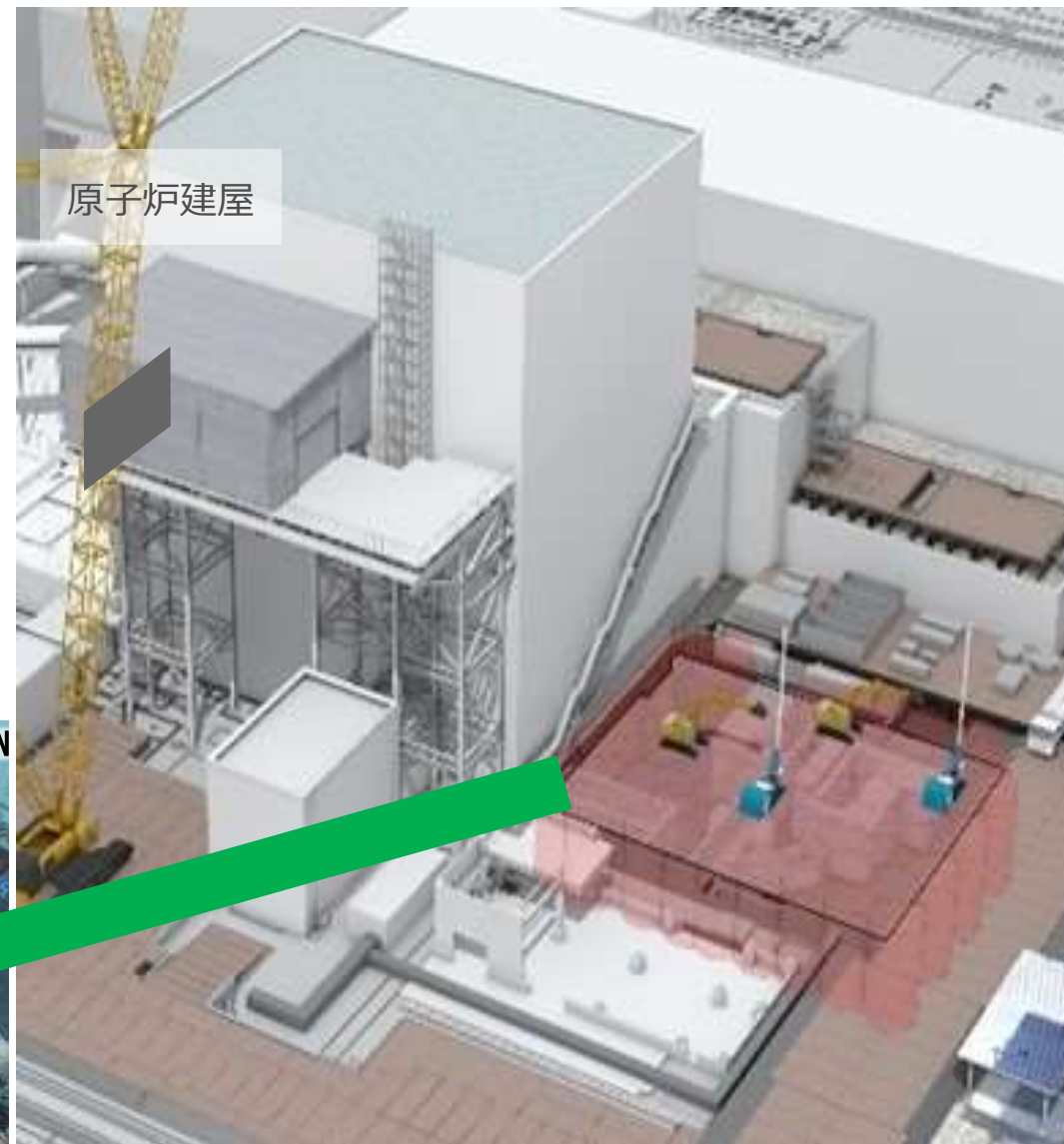
▼現在

STEP4
構台設置工事
・基礎設置
・鉄骨建方

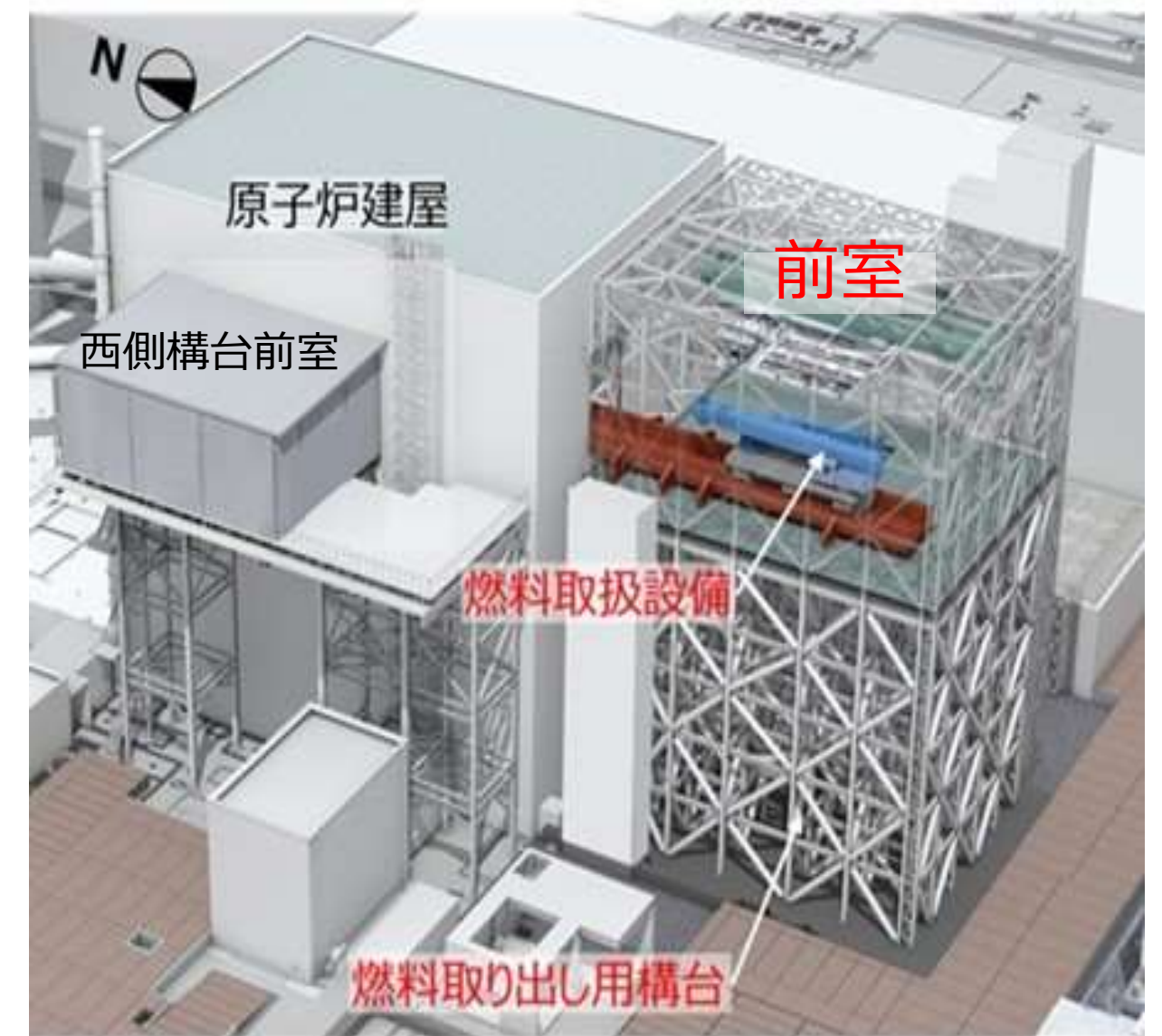
STEP3
地盤改良工事
・地盤改良

STEP2
地盤改良準備工事
・MMS打設
・路盤整備

STEP1
干渉物撤去工事
・干渉物撤去
・OFケーブル撤去



地盤改良工事イメージ図



構台イメージ図



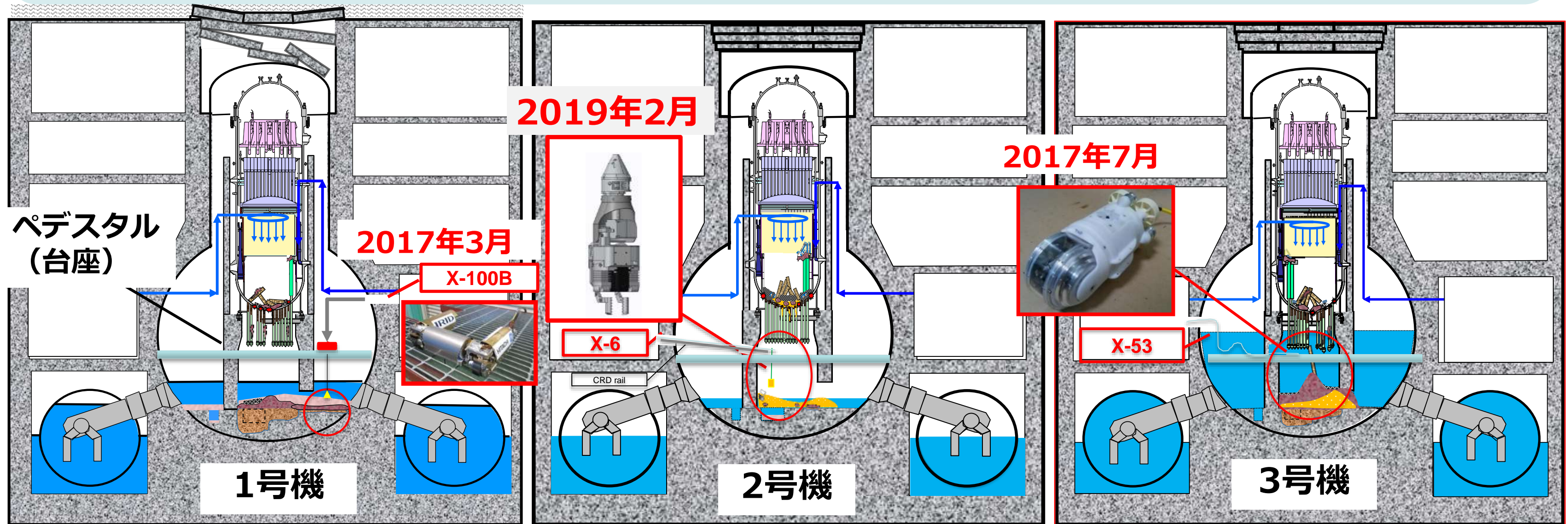
2022年1月8日現在

燃料デブリ取り出しに向けた取り組み

ロボット調査

事故進展解析

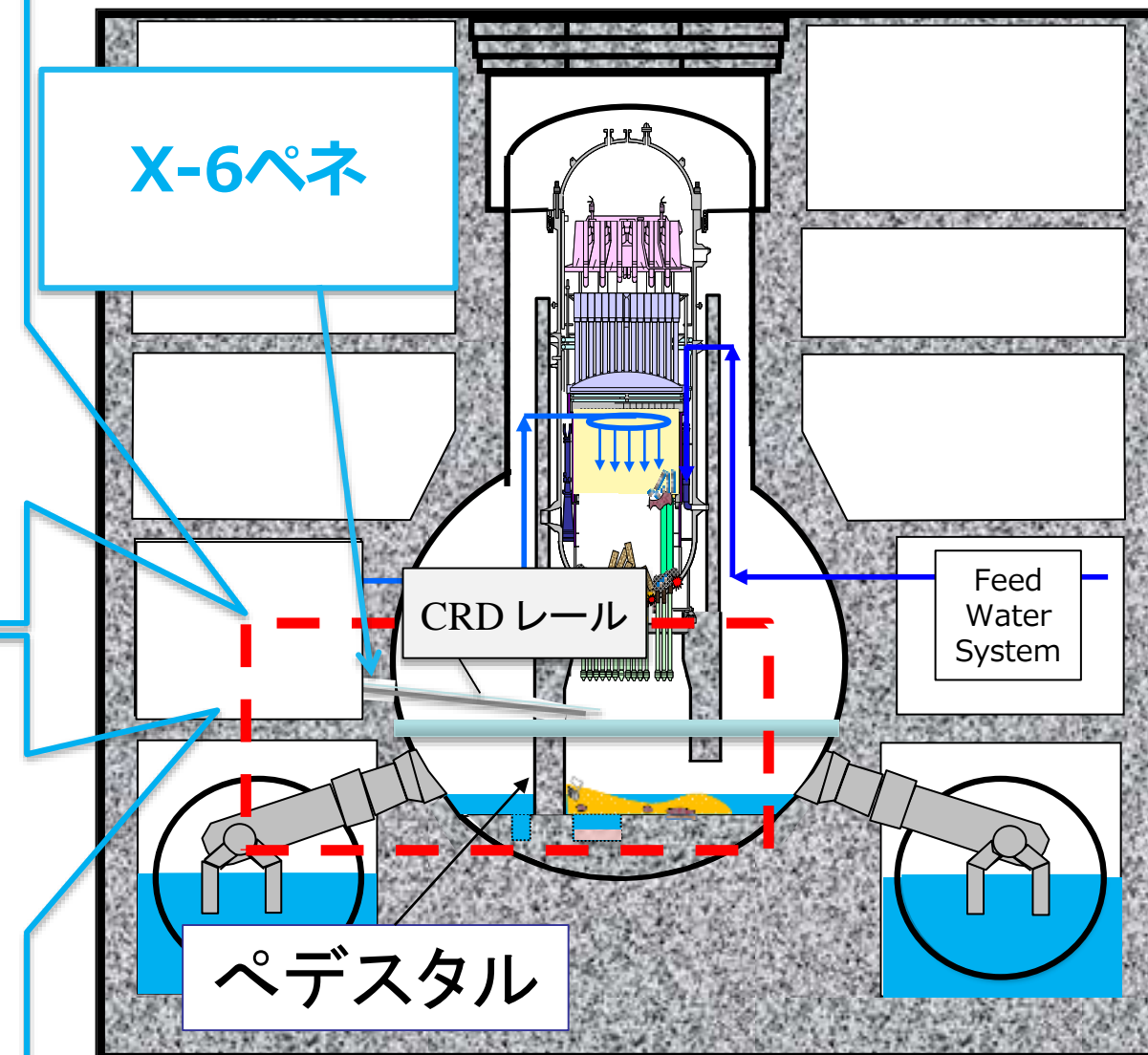
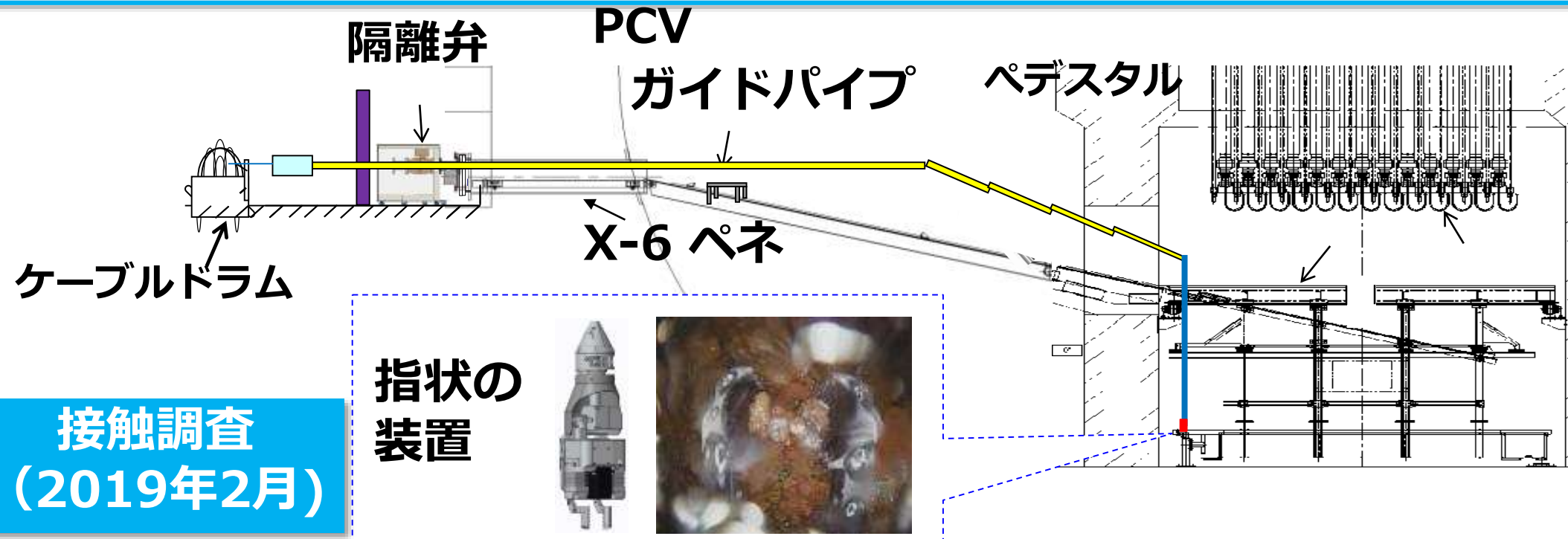
ミュオン調査



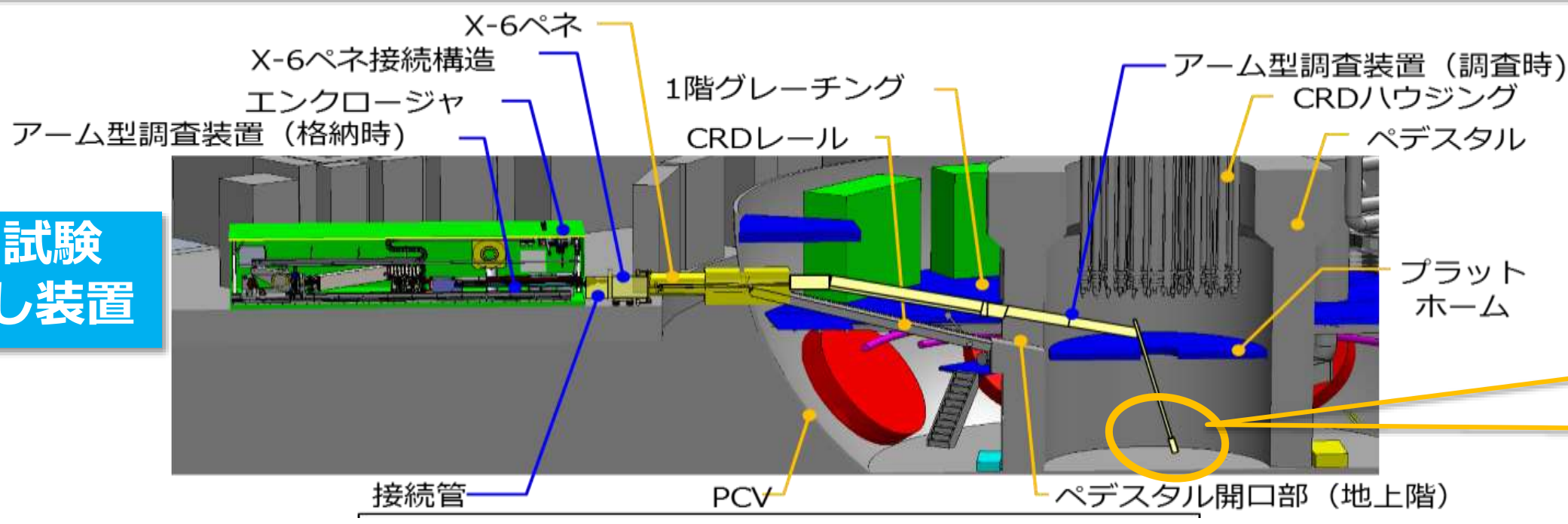
デブリ取り出し初号機は2号機に決定

- 2019年の調査時に使用したのと同じアクセスルートを用いてロボットアームを挿入
- 金ブラシや真空容器を装置に取り付け、2019年調査時に確認した堆積物を少量、回収予定

2号機

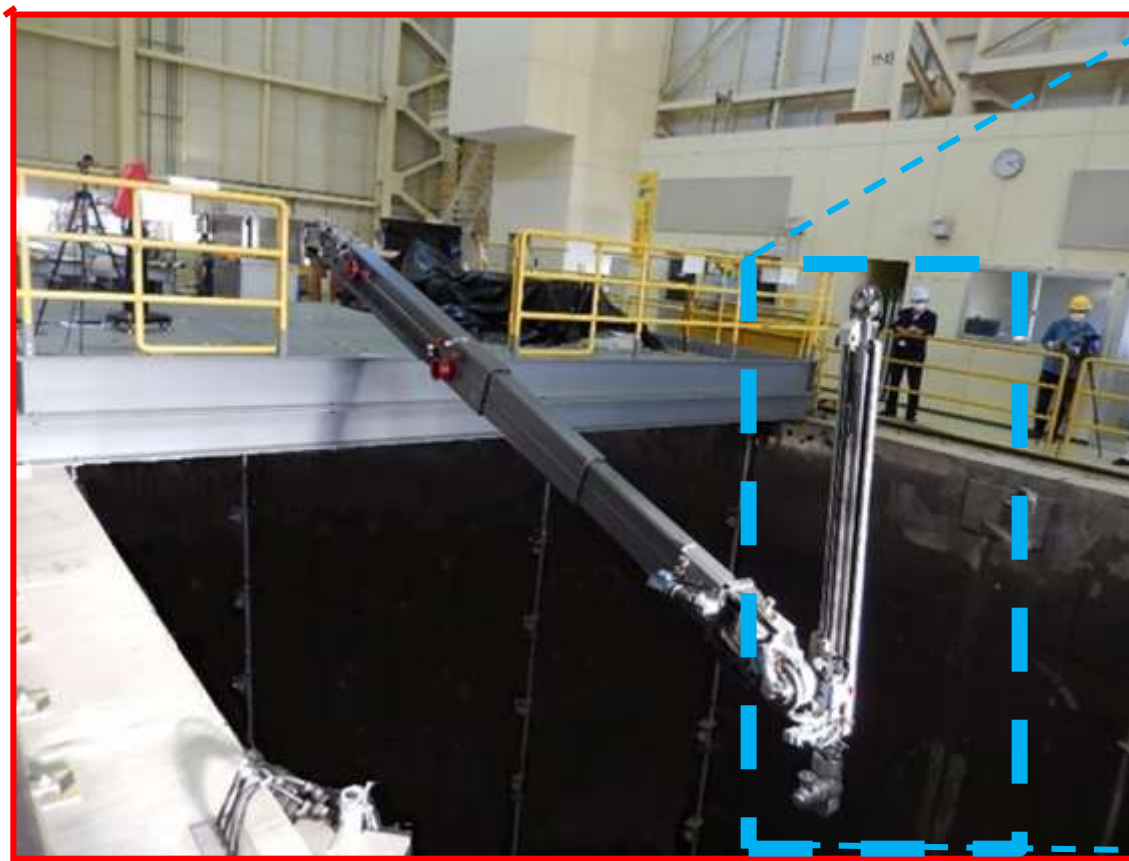
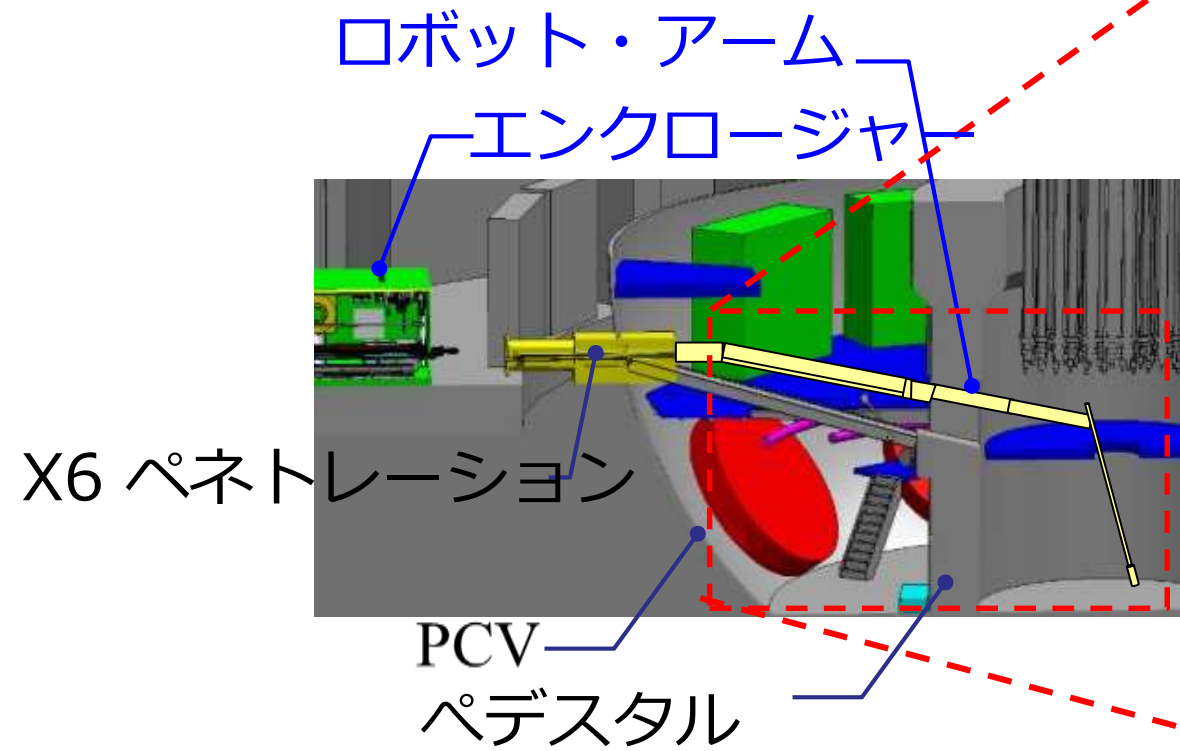


2号機 試験 取り出し装置



■ ロボットアームの伸長などを行い、動作状況を確認

< 神戸での性能試験の例 >

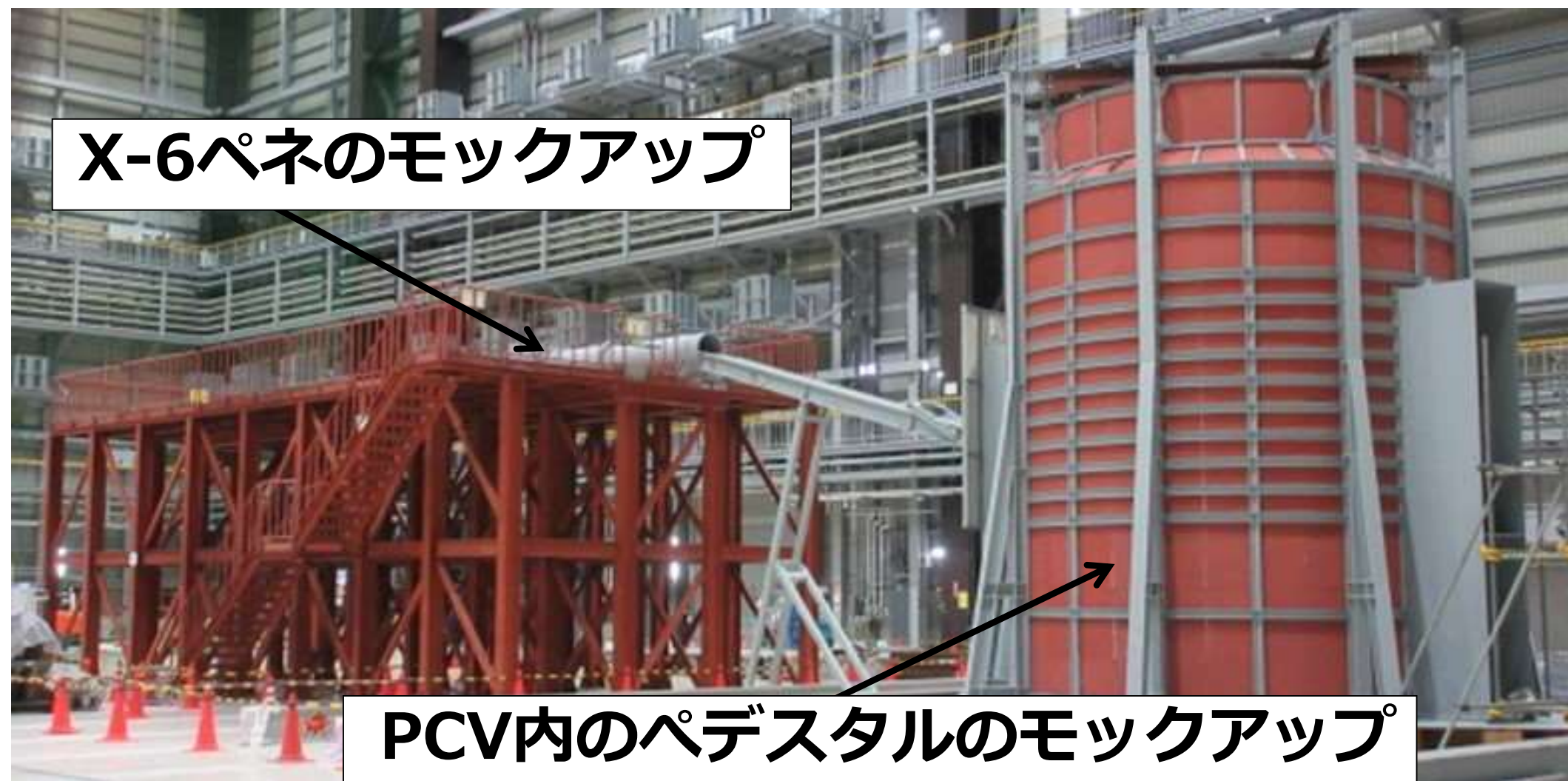


- 装置は神戸から日本原子力研究開発機構（JAEA） 梶葉遠隔技術開発センターに輸送
- モックアップ施設での性能確認試験及び操作訓練を2022年2月14日より開始

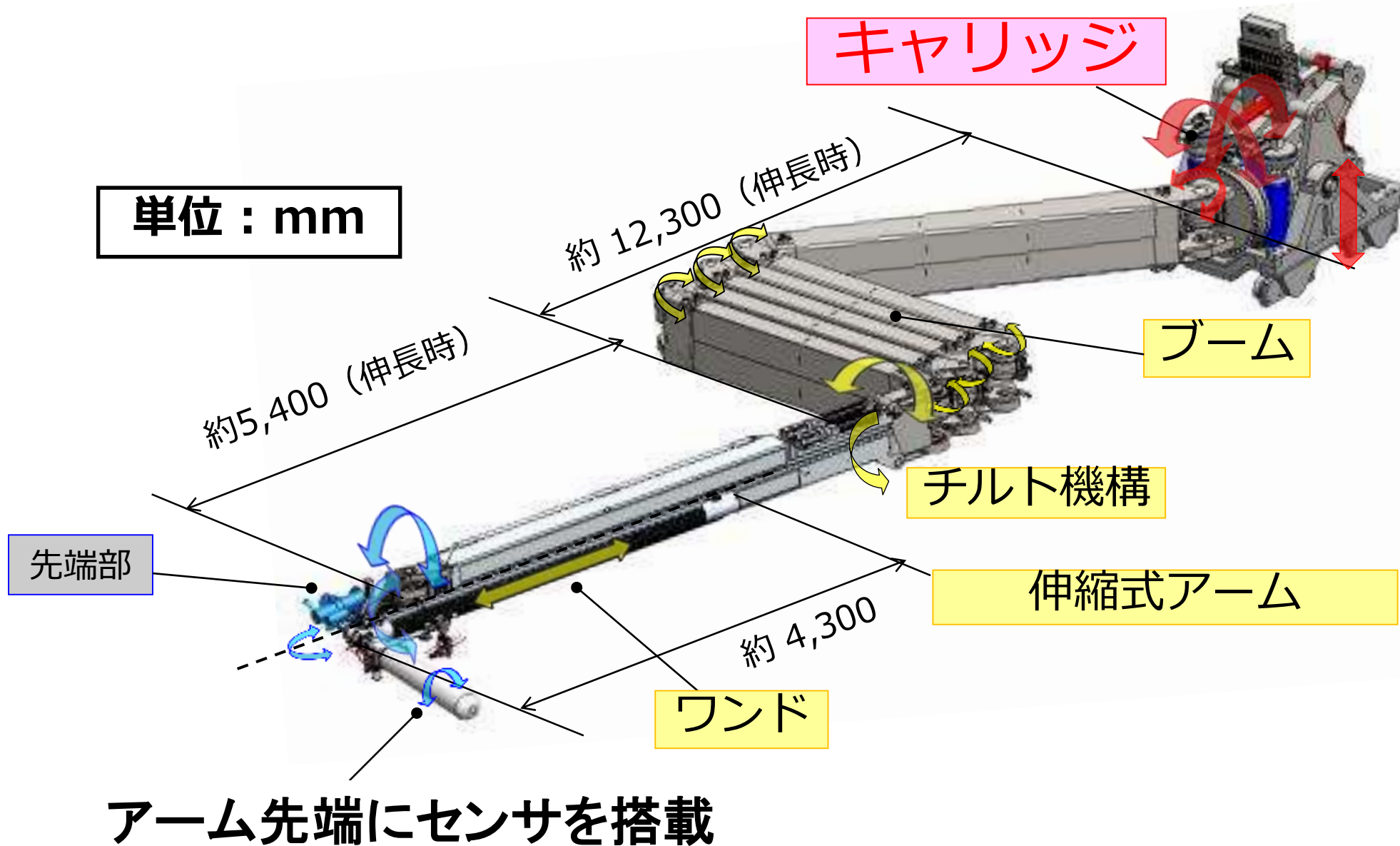
ロボットアームの到着（1月31日）



モックアップ施設

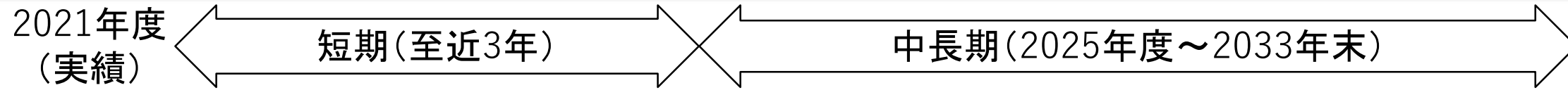


- アーム型の調査装置を用いてペDESTAL内における堆積物の分布等も把握する予定
- アクセス・調査装置の先端には計測器等を取り付けるワンドを設けており、調査内容に応じて、必要な計器、装置等を付け替え



調査項目	計器・装置
詳細目視	パンチルトカメラ
ペDESTAL内 3次元形状	レーザー距離計
ガンマ線線量率	ガンマーカメラ
中性子束	中性子検出器

今年8月25日、2号機試験的取り出し作業を2023年度後半を目途に着手する工程に見直し※※



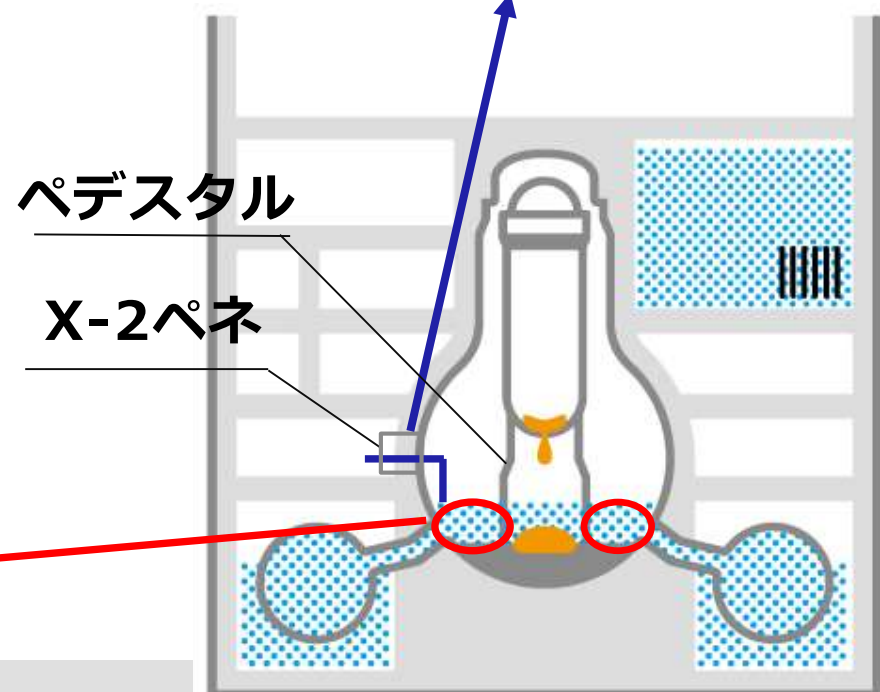
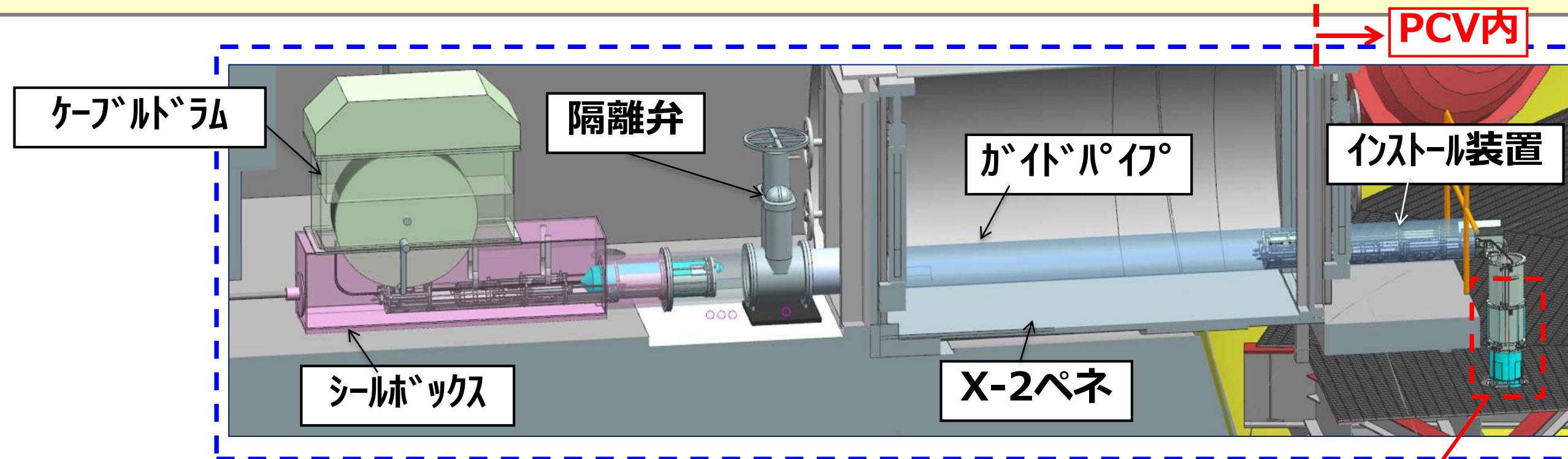
RMマイルストーン	<p>▽ 初号機の燃料デブリ取り出し開始(2021年内) ※新型コロナウイルス感染拡大の影響で1年程度遅延する見込み</p>	<p><留意点> ・PCV内の状況把握が限定的(例:PCV内の構造物・燃料デブリ等の性状等) ・取り出し等に必要の研究開発が限定的(例:大型の取出設備の遠隔据付技術等) →以上を踏まえ、今後の調査・取り出し・分析等を通じて得られる新たな知見を踏まえ、取り出し方法・作業については不断の見直しを行う。</p>
試験的取り出し(2号機)	<p>建屋内環境改善</p> <p>取出装置等の製作・設置</p> <p>試験的取り出し・内部調査</p> <p>燃料デブリの性状分析</p>	
段階的な取り出し規模の拡大(2号機)	<p>建屋内環境改善</p> <p>燃料デブリ取出設備/安全システム/燃料デブリ一時保管設備/メンテナンス設備</p> <p>設計・製作</p> <p>設置</p> <p>段階的な取り出し規模の拡大</p> <p>燃料デブリの性状分析</p>	
取り出し規模の更なる拡大(1/3号機)	<p>1号機 建屋内外環境改善 建屋内:線量低減/干渉物撤去等 建屋外:1・2号機排気筒撤去/変圧器撤去等</p> <p>3号機 建屋内外環境改善 建屋内:PCV水位低下/線量低減等 建屋外:3・4号機排気筒撤去/変圧器撤去等</p> <p>燃料デブリ取出設備/安全システム/燃料デブリ保管施設/メンテナンス設備/訓練施設等※</p> <p>概念検討 (遠隔据付,ダスト拡散抑制等) 現場適用性検証・開発 設計 製作・設置・取り出し</p>	

※※
 モックアップ試験を踏まえた対応状況や、現場における対策等が整理されたことも踏まえ、作業(内部調査・デブリ採取)の安全性と確実性を高めるため、1年から1年半程度の準備期間を追加。

※3号機を先行して検討を進め、1号機に展開することを想定

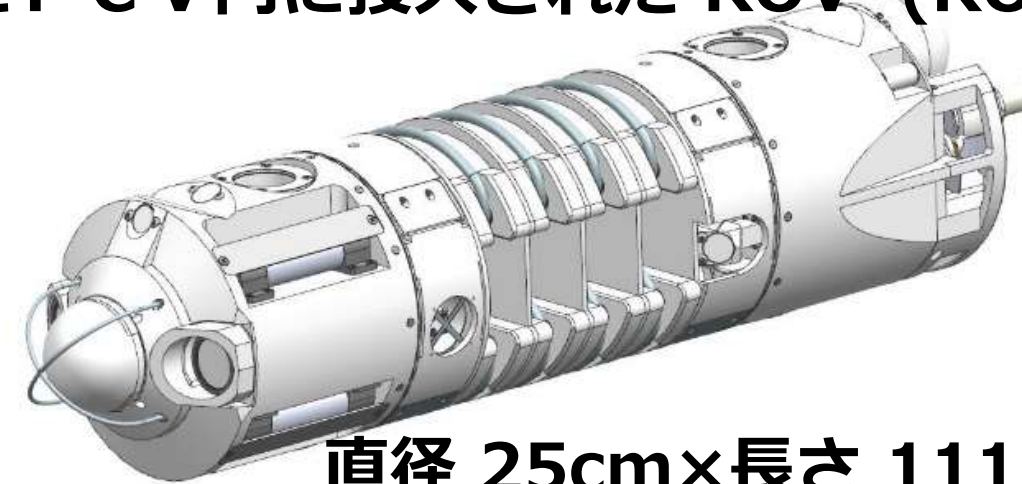
1号機 PCV内部調査の概要 (1) (2022年実施)

- 1号機PCV内部調査においては主にペDESTAL外における堆積物の分布等を把握する予定
- 2017年3月の調査で確認された堆積物は水中にあるため、調査装置として潜水機能付ボートを開発。
X-2ペネを穿孔して構築したアクセスルートから調査を実施
- あわせてPCV底部の堆積物の少量サンプリングを実施



調査箇所の
イメージ

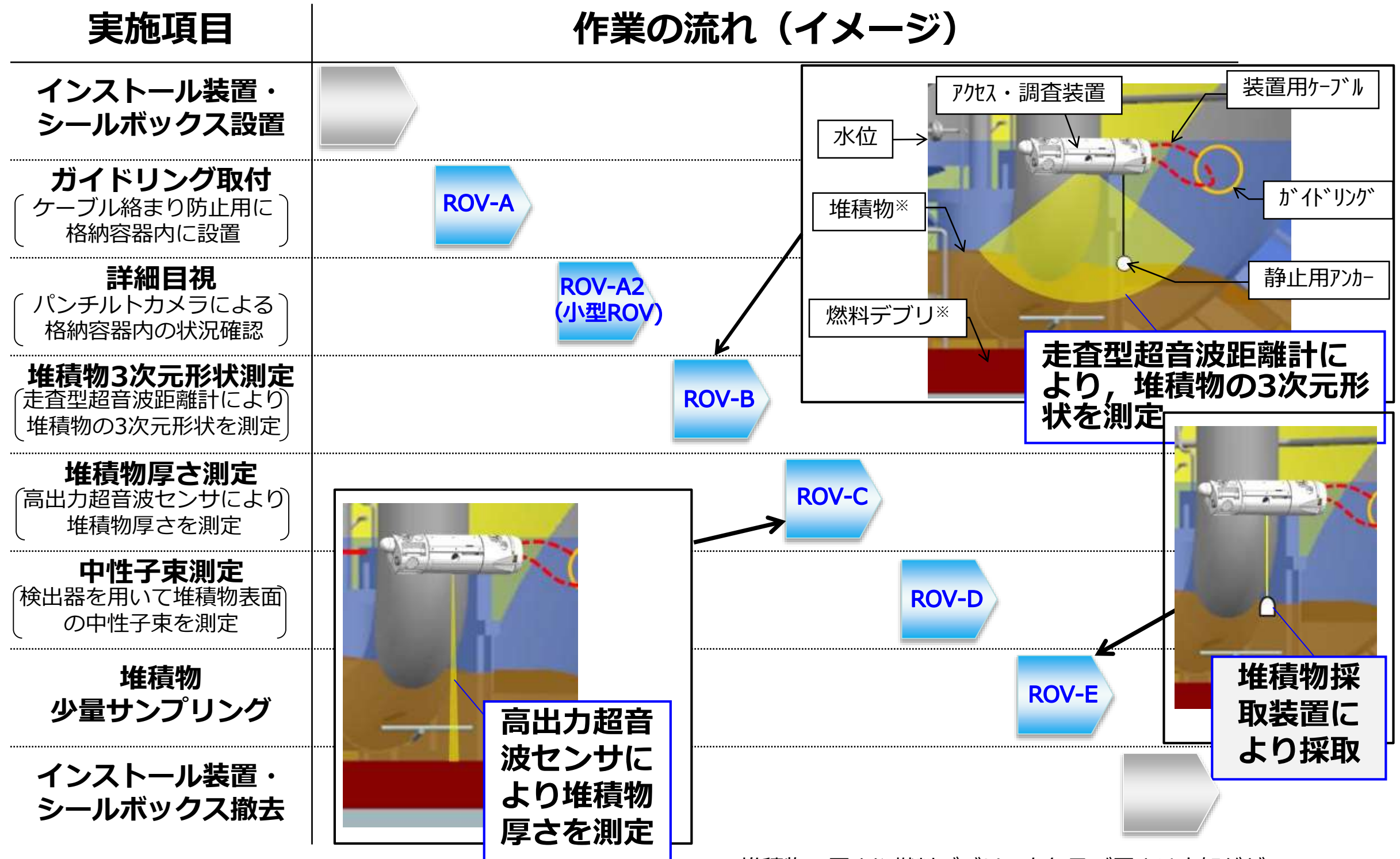
2月上旬にPCV内に投入されたROV (ROV-A)



直径 25cm×長さ 111cm

■潜水機能付ボート型アクセス・調査装置については機能毎に6種類準備する

調査項目 (5)



※：堆積物の厚さや燃料デブリの有無及び厚さは未知だが、説明のためイメージとして記載

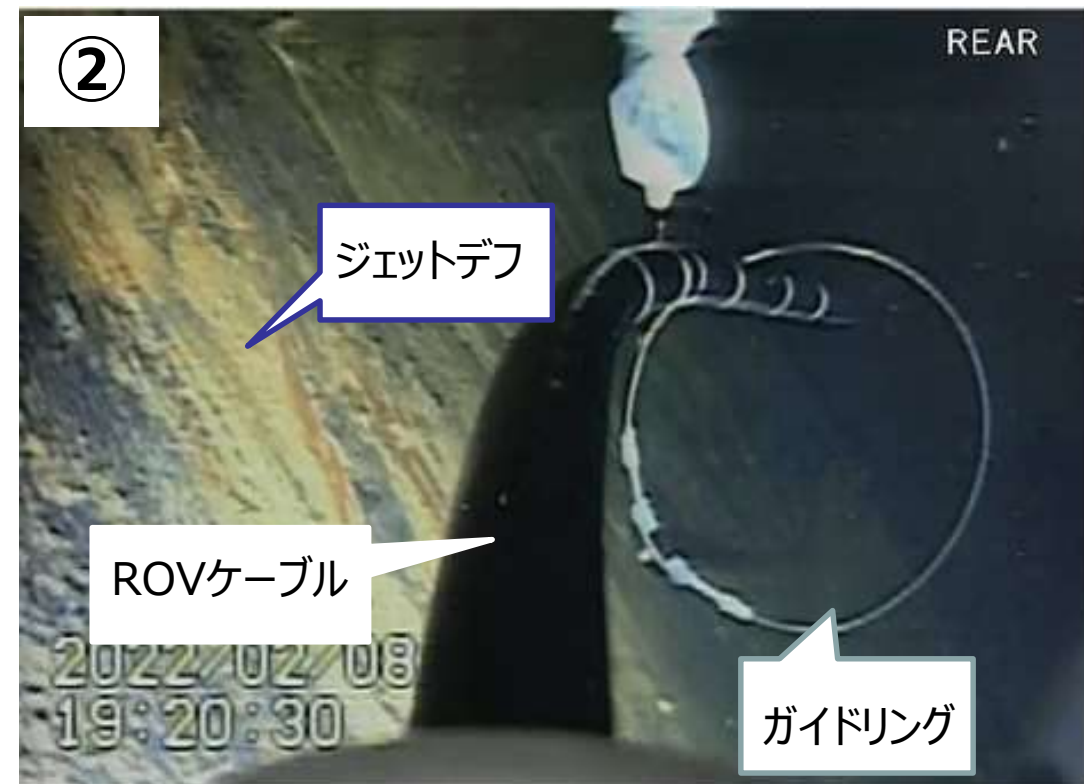
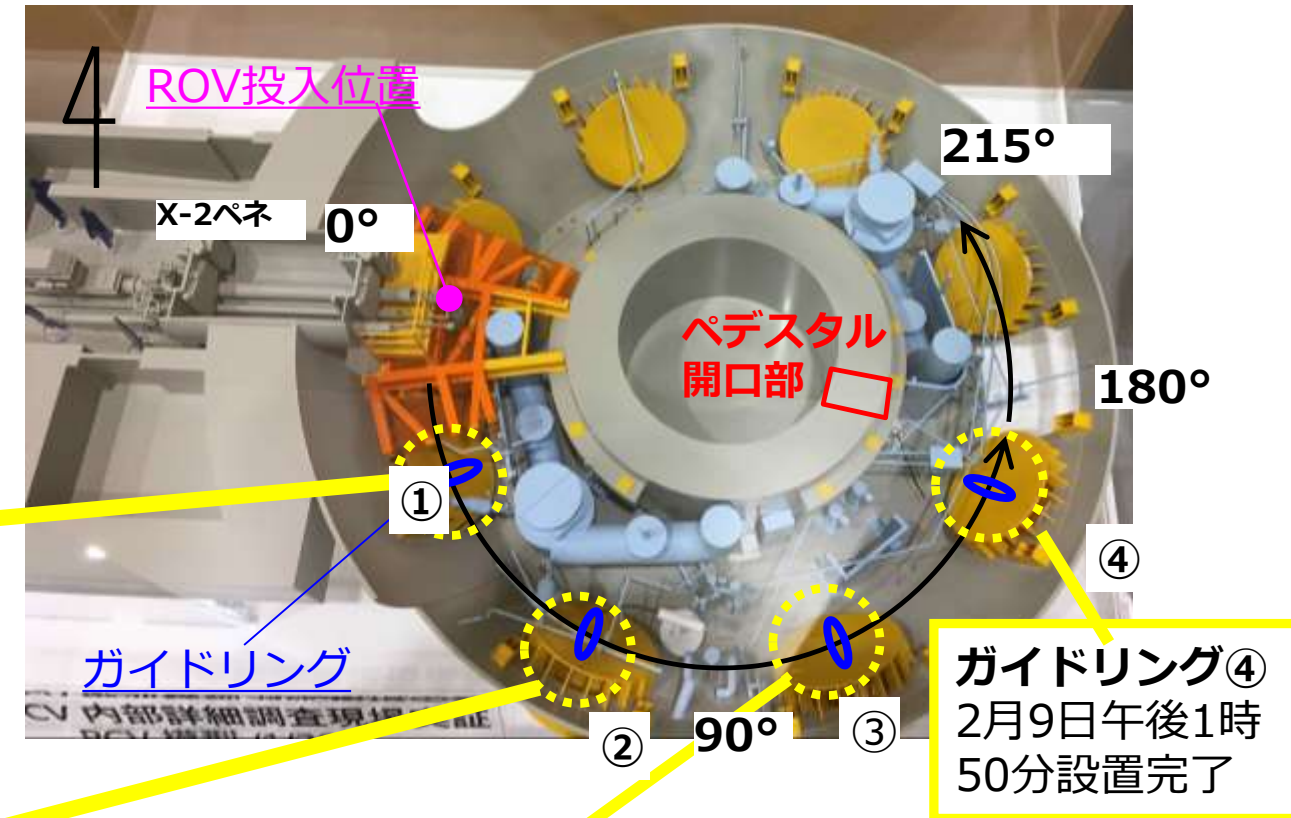
資料提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)

【参考】ROV-Aによるガイドリング設置状況（2月8～10日）

※撮影日はいずれも2月8日



ガイドリング①設置状況（2月8日午後6時18分設置完了）



ガイドリング②設置状況（2月8日午後7時49分設置完了）

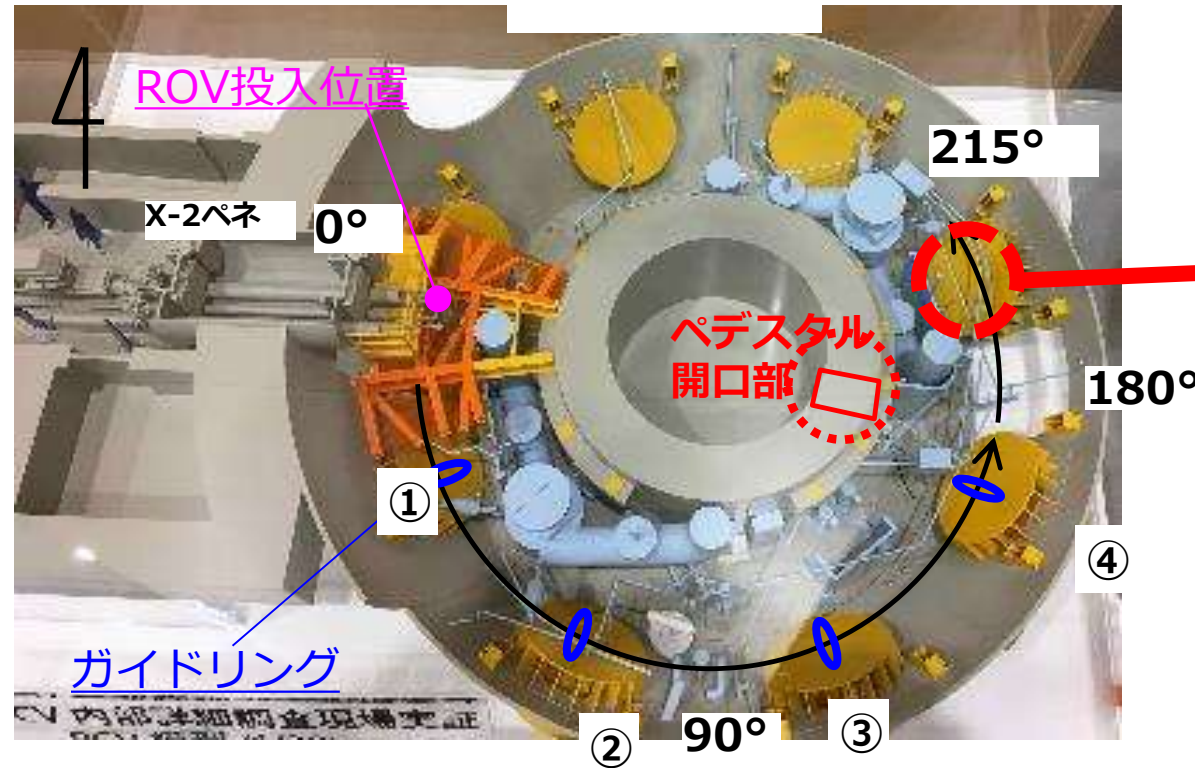


ガイドリング③設置状況（2月8日午後9時49分設置完了）

資料提供：国際廃炉研究開発機構 (IRID)・日立GEニュークリアエナジー

【参考】ROV-A が確認した堆積物

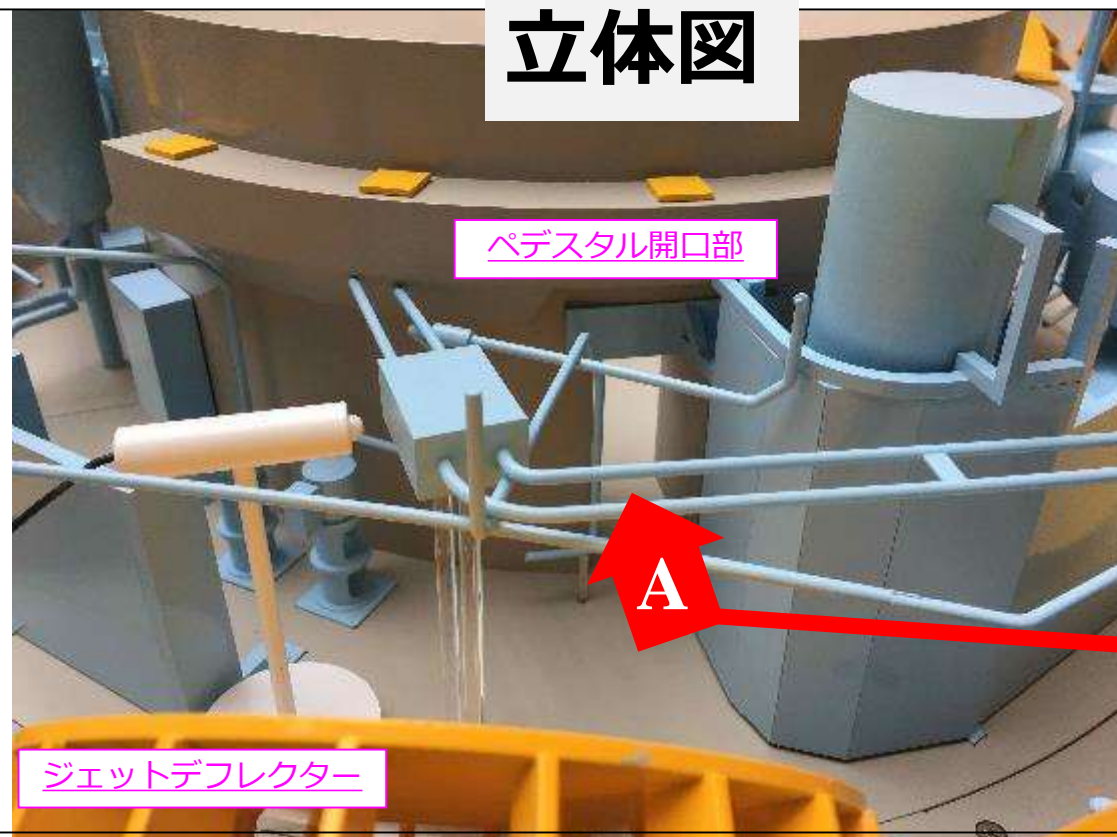
断面図



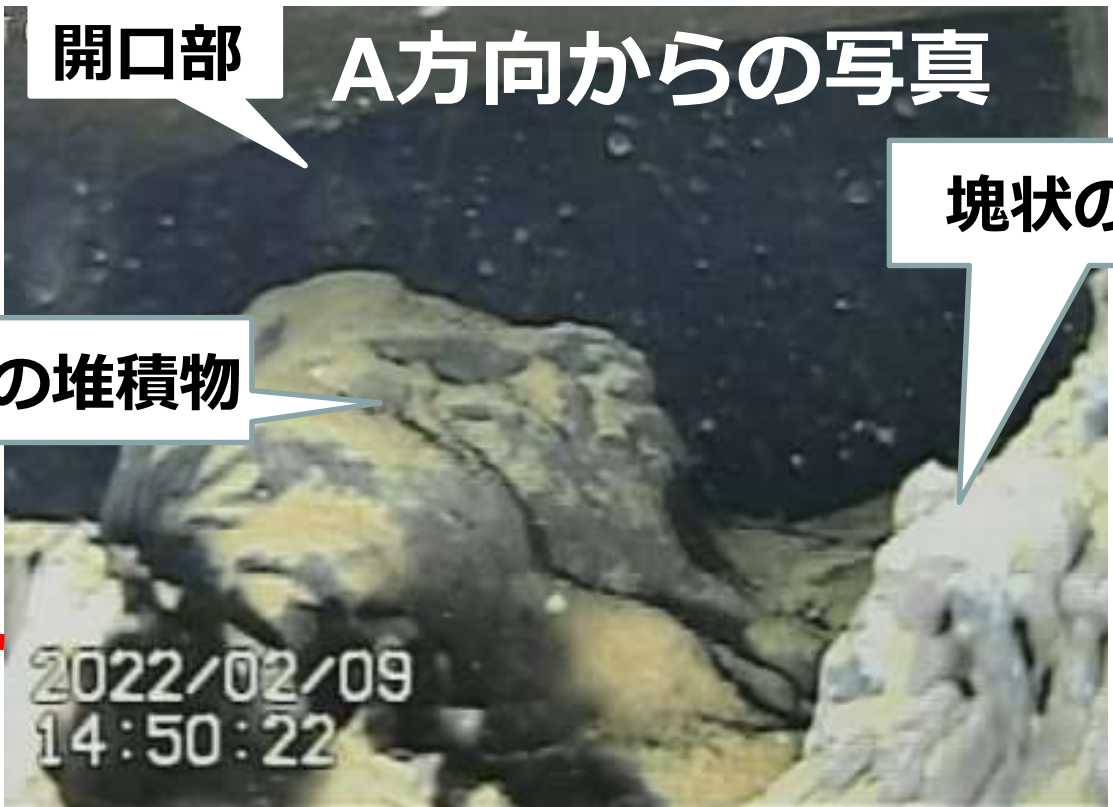
ジェットデフレクター

ジェットデフレクター付近に堆積物らしきものがあることを確認

立体図



開口部 A方向からの写真



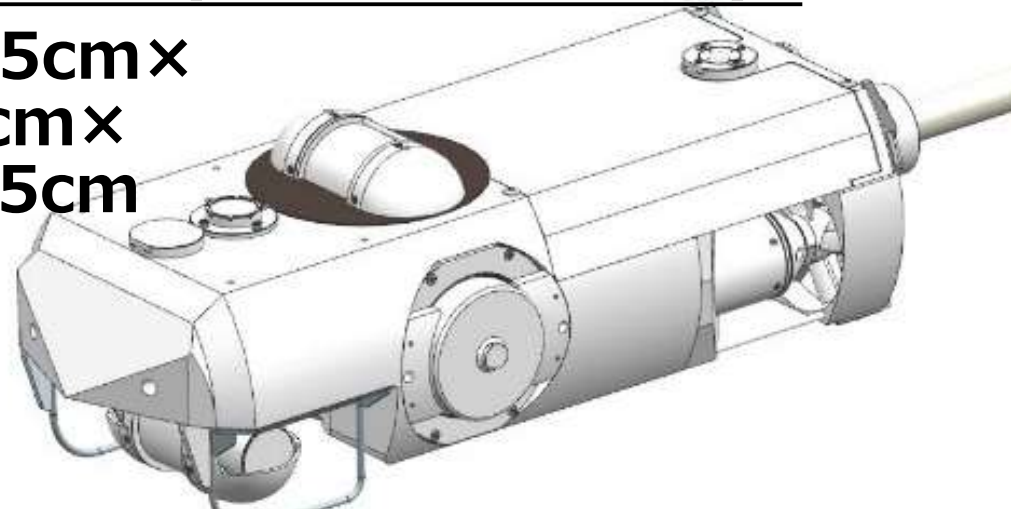
塊状の堆積物

ペDESTAL開口部付近に炉内構造物か燃料デブリかの特定はできていないものの塊状の堆積物を確認

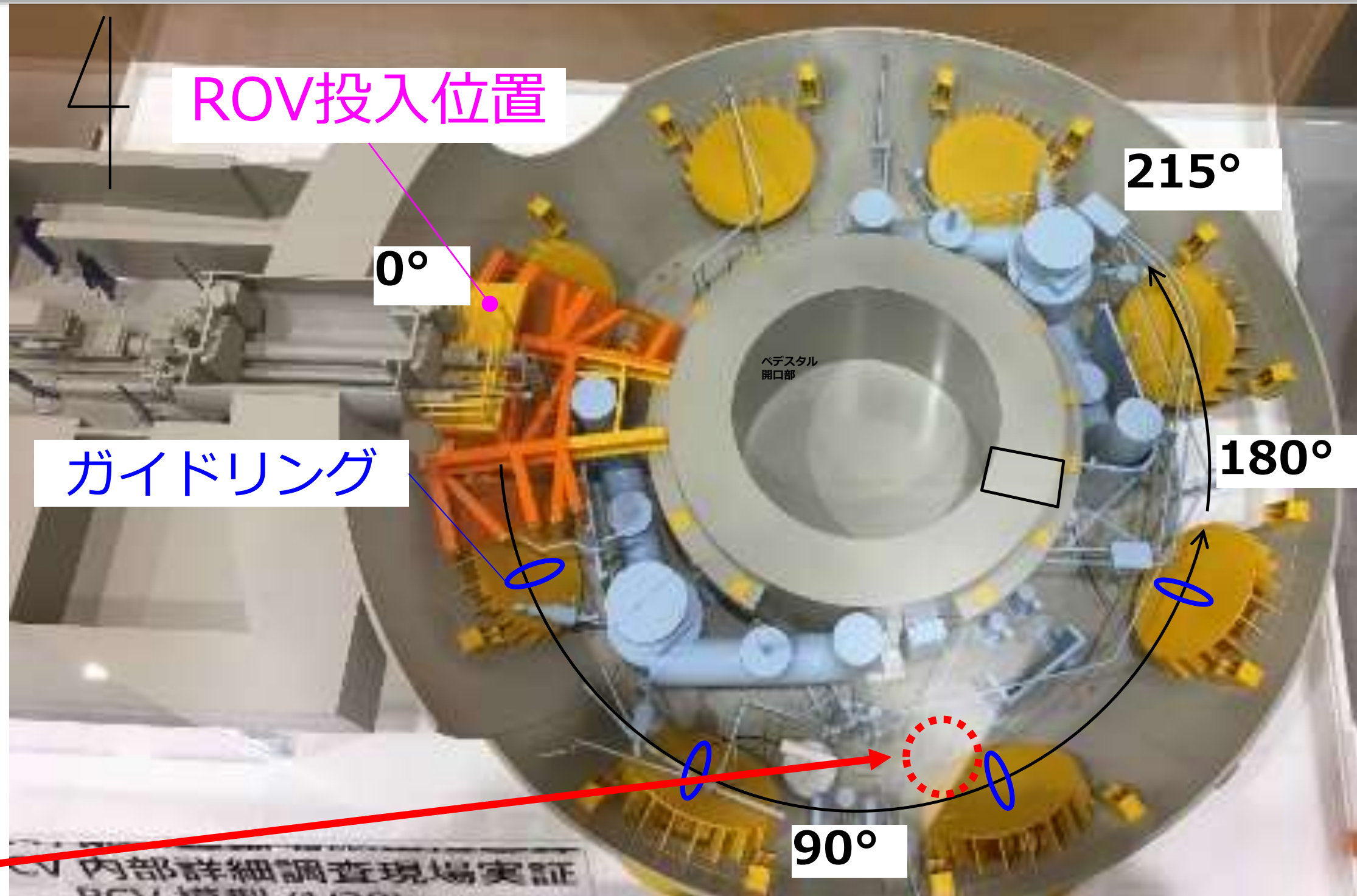
- 3月14日よりペDESTAL外周部の詳細目視調査を開始
- 3月16日までの調査において、新たに塊状の堆積物があること等を確認したが、16日に発生した地震後、PCV水位低下が確認されたことから、調査を一時中断

ROV-A2（詳細目視調査用）

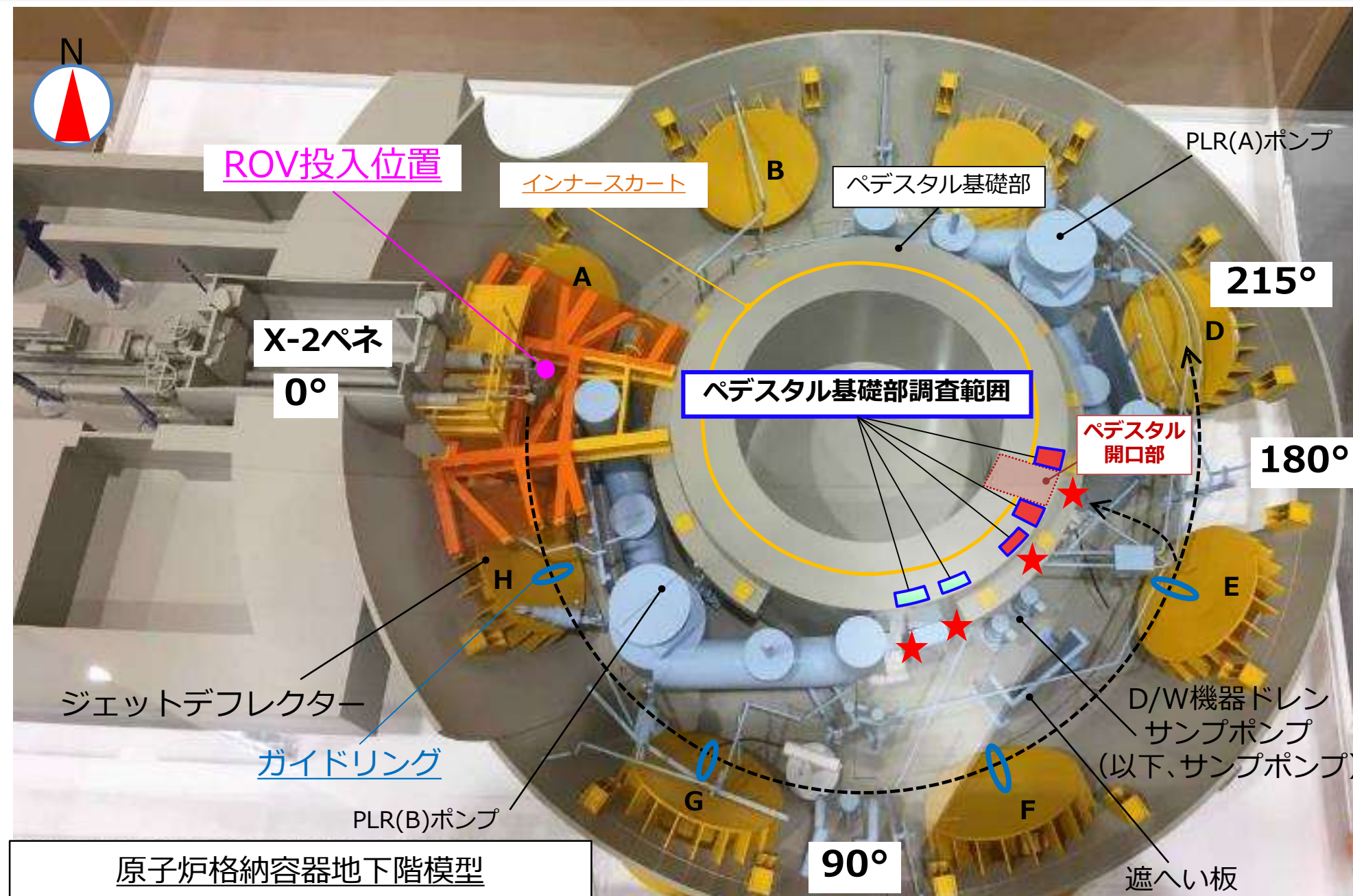
縦17.5cm×
横20cm×
長さ45cm



<計測器> γ線量計・中性子検出器



- 調査範囲はPCV地下階の約90°から約180°(ペDESTAL開口部含む)とし、カメラによる目視調査を実施
 - ＜主な調査箇所＞
 - 既設構造物の状態確認及び堆積物の広がり状況・高さ・傾斜確認
 - ペDESTAL開口部付近のコンクリート壁状況確認 (下図 □ 調査箇所: ■ 鉄筋露出、□ 露出無)
 - ペDESTAL内部の目視調査は調査実績等を踏まえ、最終でROV-A2を投入予定



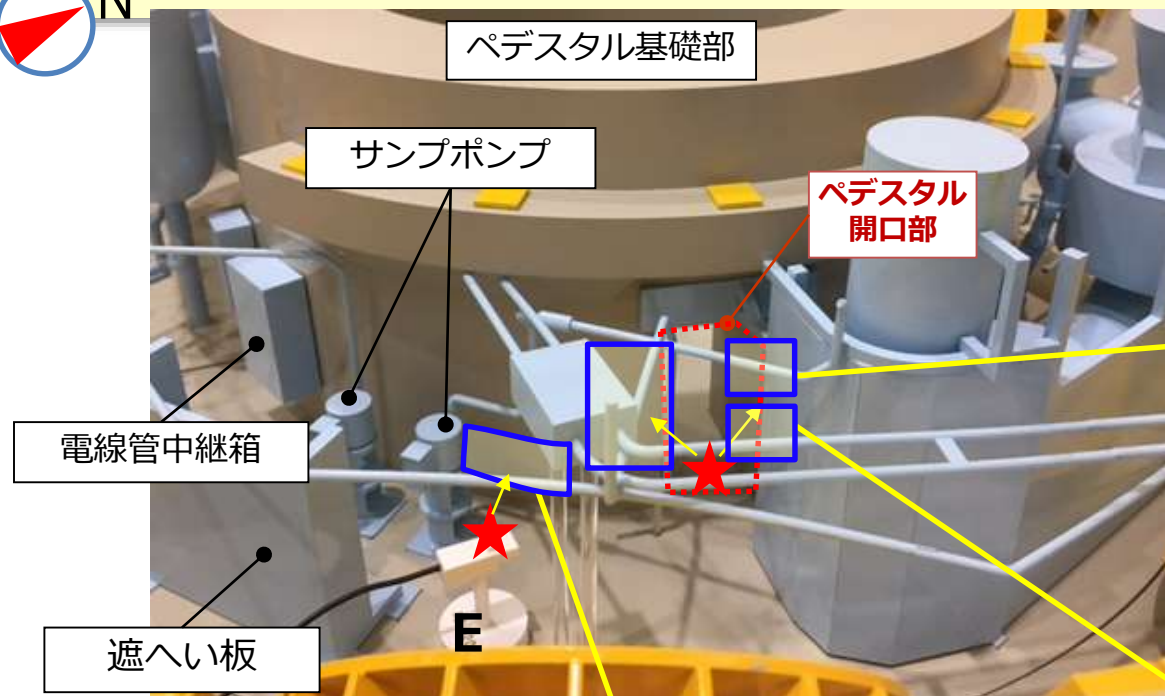
原子炉格納容器地下階模型

★: ROV-A2目視調査位置

資料提供: 国際廃炉研究開発機構(IRID)

■ ペDESTAL開口部壁面の状態 (5月18、19日調査)

- テーブル状の堆積物があり、当該堆積物下部の壁面を確認したところ、コンクリートがなく、鉄筋、インナースカートが露出していることを確認。PCV底部にも堆積物があり、当該堆積物下部の状況は確認できず。ペDESTAL開口部左右共に同様の状態



★: ROV-A2目視調査位置



写真2.ペDESTAL開口部(右側基礎部)の堆積物より上部の状況

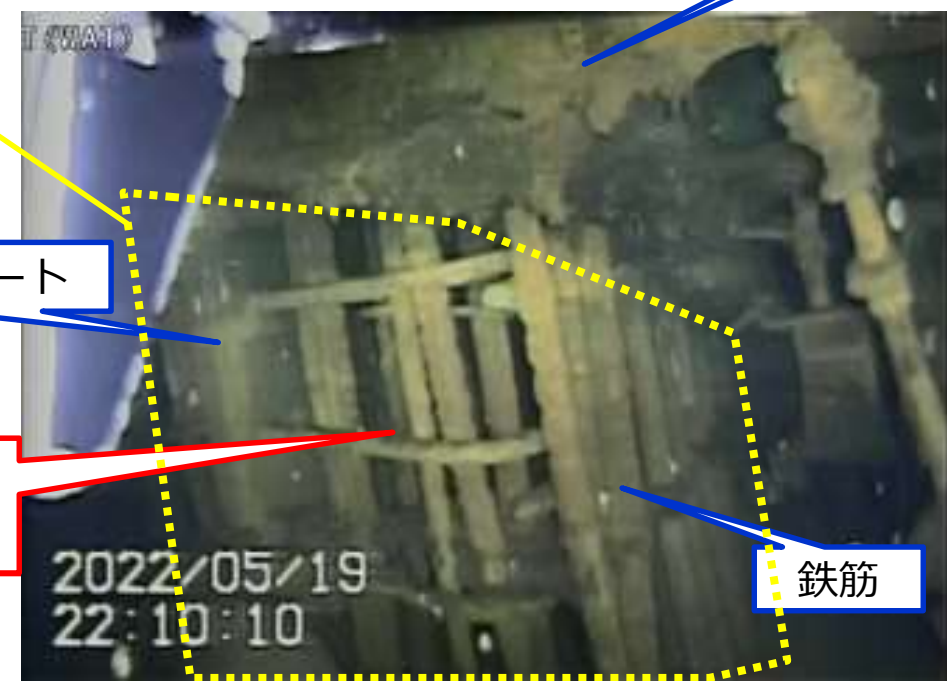
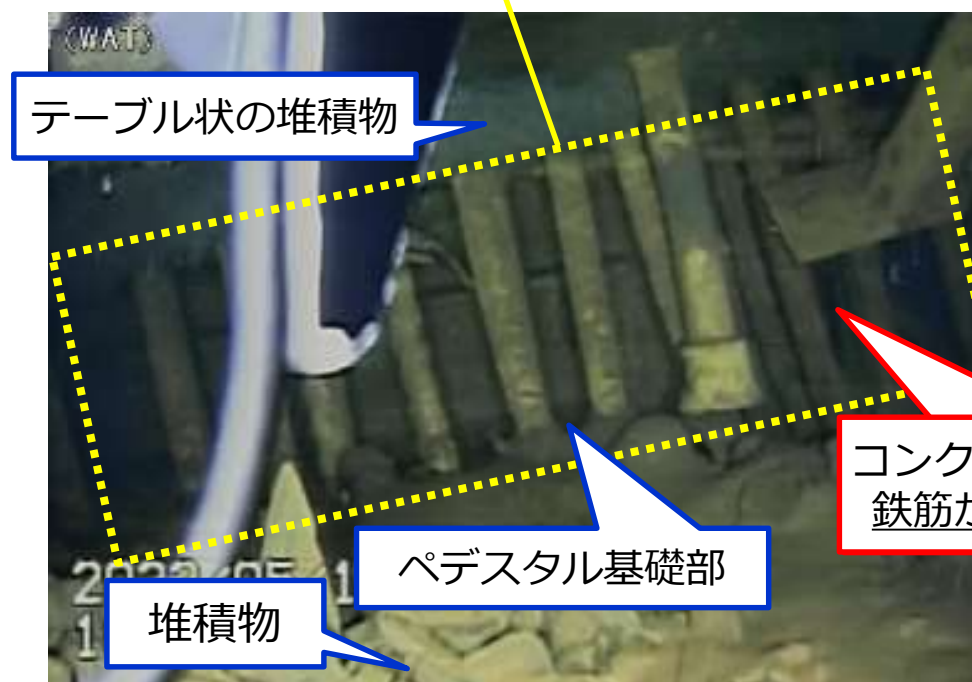
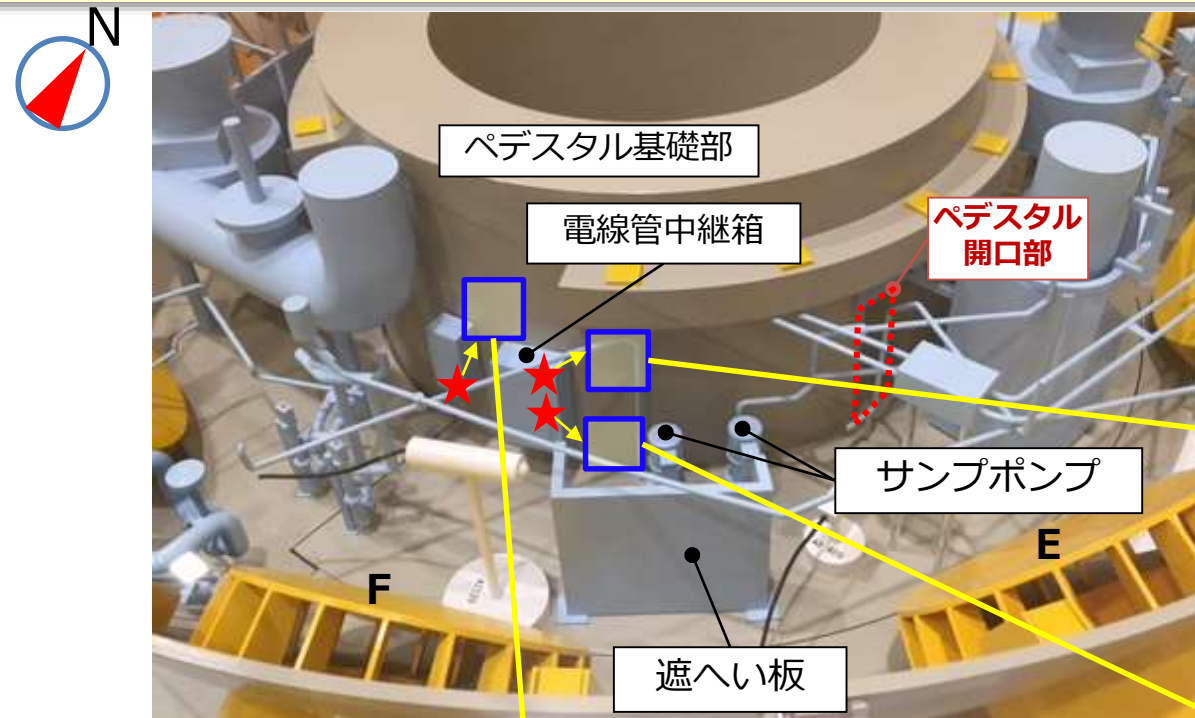


写真3.ペDESTAL開口部(右側基礎部)の堆積物より下部の状況

■電線管中継箱及びサンプポンプ付近の壁面の状況 (3月16日調査)

- PCV底部に堆積物があり、当該堆積物下部の壁面を確認することができなかったが、目視可能な範囲のペDESTAL壁面に鉄筋等が露出していないことを確認



★: ROV-A2目視調査位置



写真5. 遮へい板裏ペDESTAL壁面(堆積物上部)

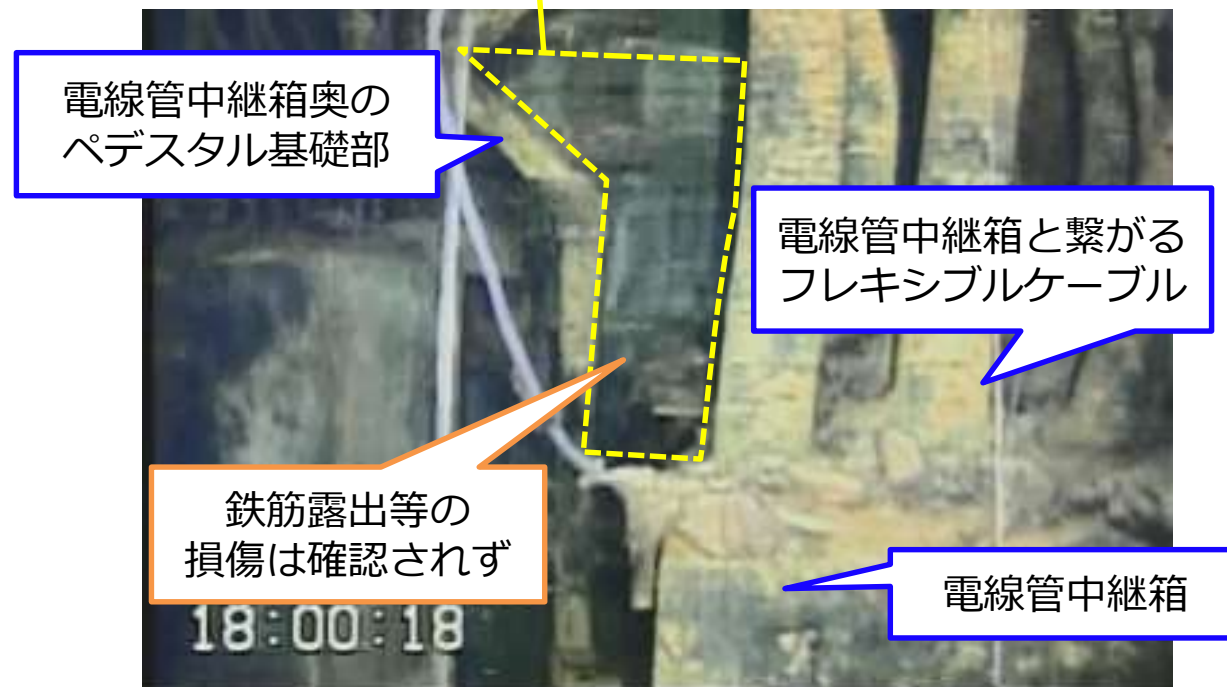


写真4. 中継箱奥ペDESTAL壁面(堆積物上部)

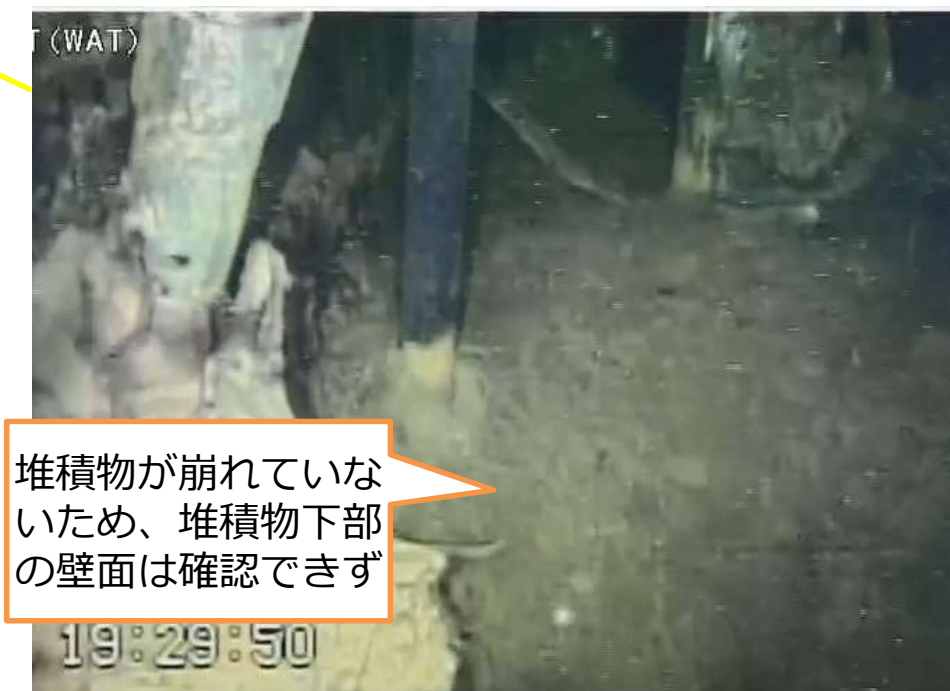
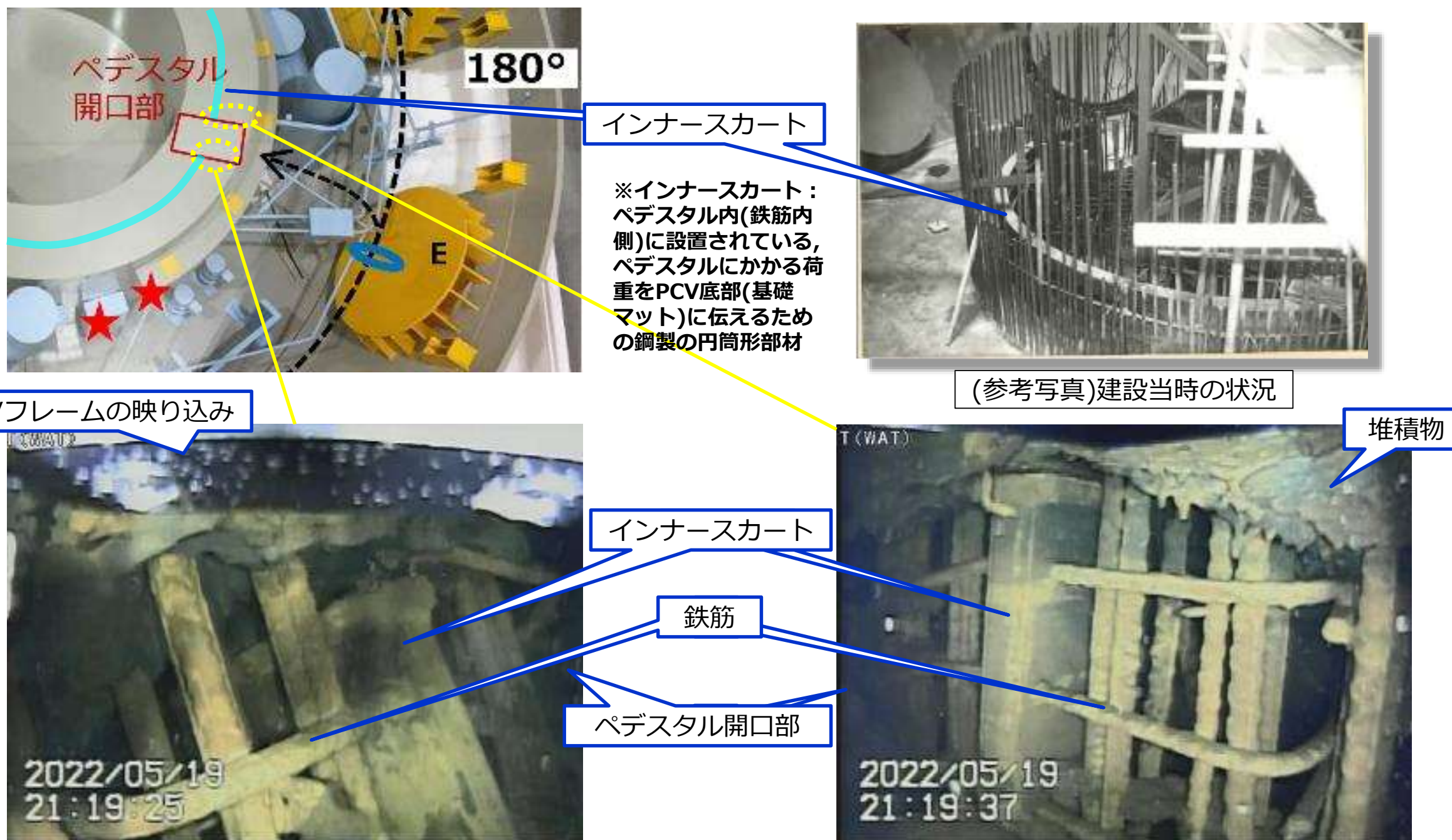


写真6. 遮へい板裏ペDESTAL壁面 (堆積物周辺)

- 建設当時の写真と比較した結果、ペDESTALの鉄筋であることを確認。またインナースカート※も確認
- RPV 及びPCV の耐震性については、事故後(2016年度)の評価において、ペDESTALが一部欠損していたとしても支持機能を大きく損なわないことの確認を実施済み



(5月19日調査分)

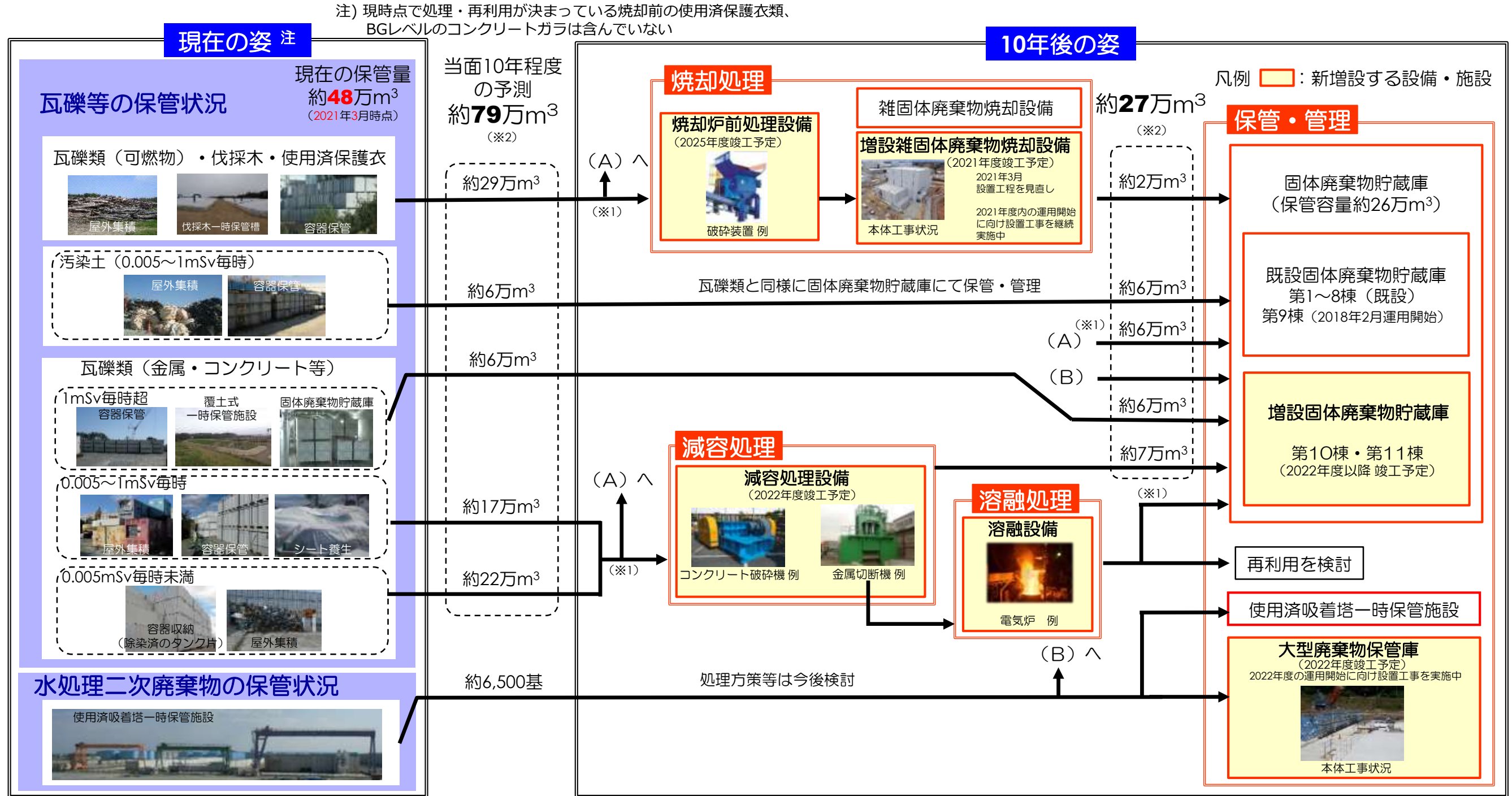
写真1.ペDESTAL開口部(左側基礎部)の状況

写真2.ペDESTAL開口部(右側基礎部)の状況

固体廃棄物管理



- 「保管物管理計画」において向こう10年間に発生する物量の予測を行った上で、必要な減容処理施設や保管施設を導入する計画を立案
- 発生する物量の予測は今後の廃炉作業等の進展状況等により変動するため、毎年見直しを行い計画を更新

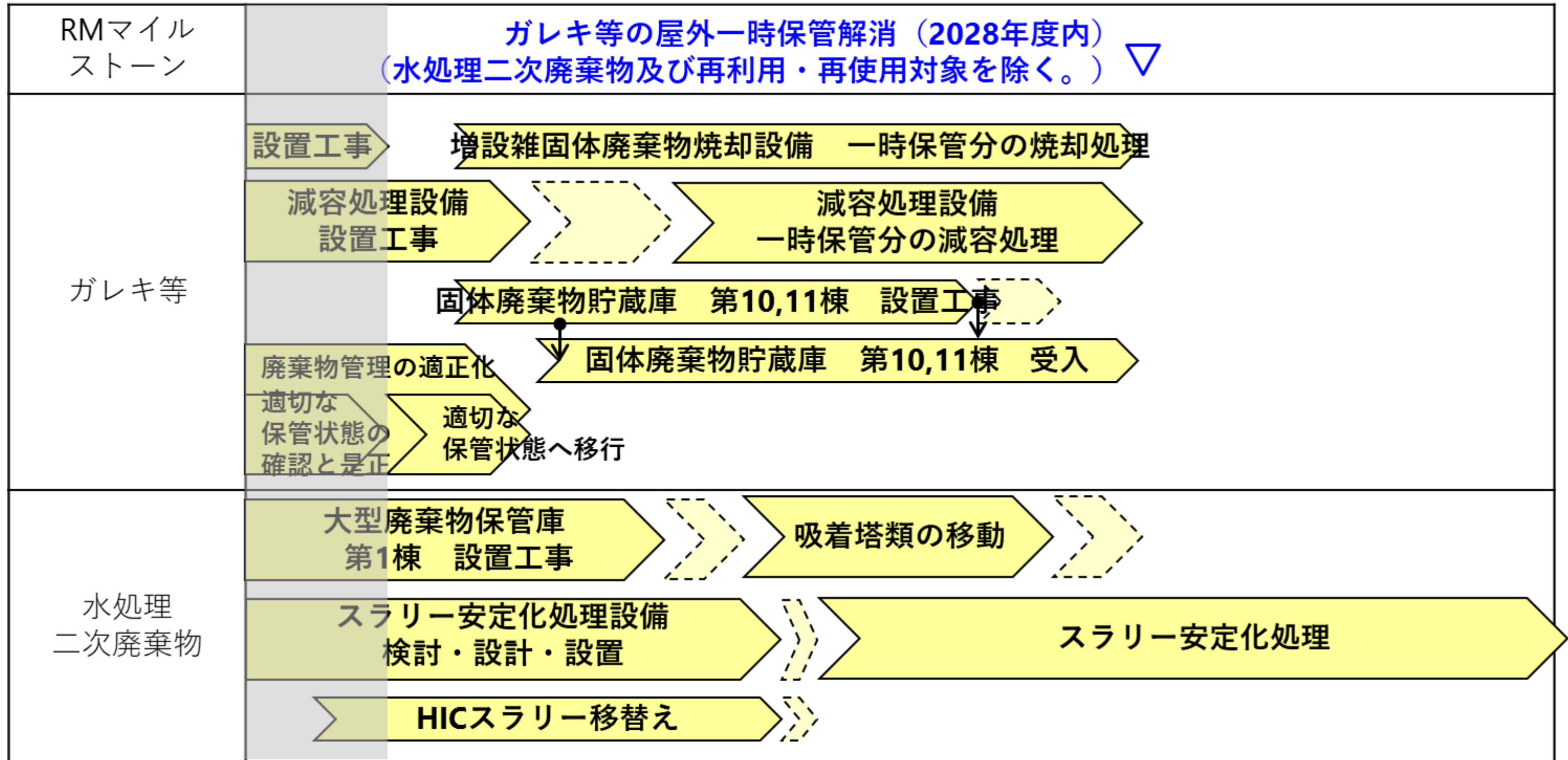
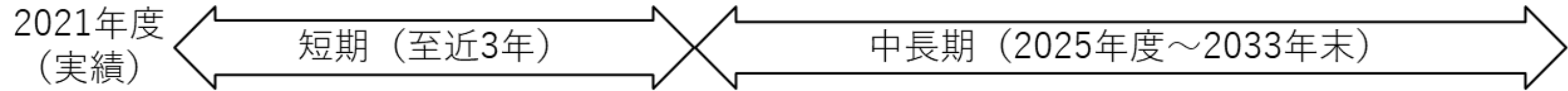


(※1) 焼却処理、減容処理、溶融処理、再利用が困難な場合は、処理をせずに直接固体廃棄物貯蔵庫にて保管
 (※2) 数値は端数処理により、1万³m³未満で四捨五入しているため、内訳の合計値と整合しない場合がある

- 屋内保管への集約および屋外保管の解消により、敷地境界の線量は低減する見通しです。
- 焼却設備の排ガスや敷地境界の線量を計測し、ホームページ等にて公表しています。

■減容施設、貯蔵庫の整備により2028年度内のガレキ等の屋外一時保管解消を目指す





ご清聴有難うございました

TEPCO

