

原子力学会春の年会

福島第一における廃炉・汚染水対策の現状と課題

2021年3月17日

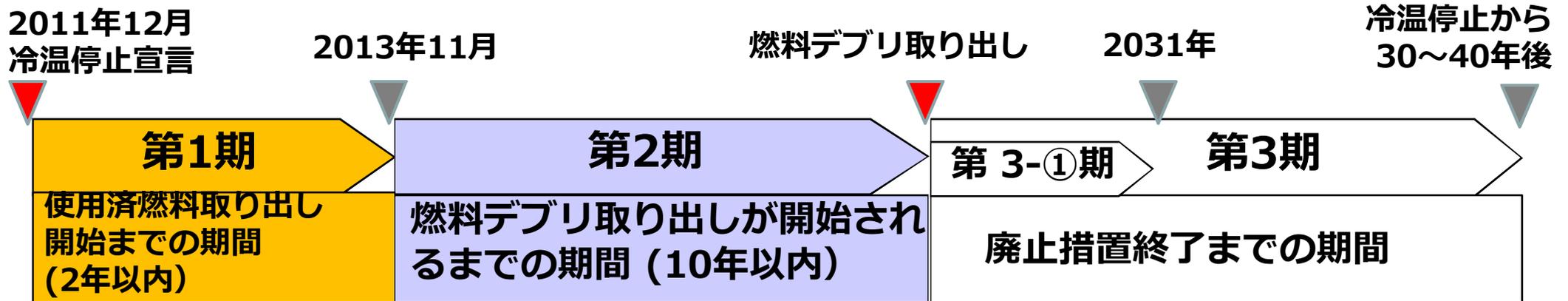
小野 明

東京電力ホールディングス（株）常務執行役

福島第一廃炉推進カンパニー・プレジデント

兼 廃炉・汚染水対策最高責任者

- 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

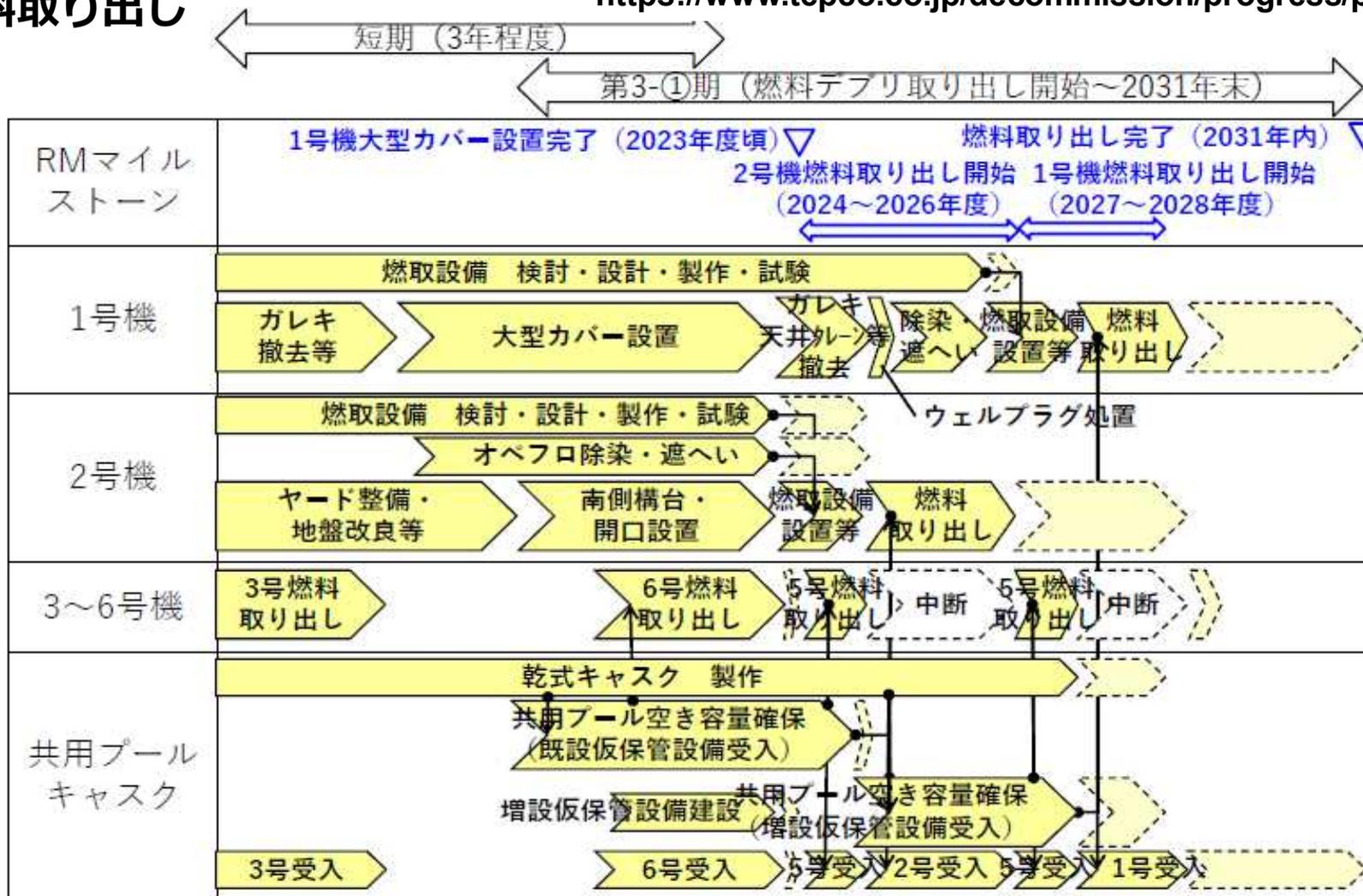
- 1 汚染水対策**
  - 汚染水発生量を2020年内に150m<sup>3</sup>/日、2025年内に100m<sup>3</sup>/日に抑制
  - タービン建屋等の滞留水処理を2020年内に完了
- 2 燃料取り出し**
  - 2031年内に全号機 (1 ~ 6号機)取り出し完了
- 3 燃料デブリ取り出し**
  - 初号機 (2号機) の取り出し開始
  - 段階的に取出し規模を拡大
- 4 廃棄物対策**
  - 2028年度内にガレキ等の一時保管解消

- 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（次回は2021年3月末）

(例) 使用済燃料プールからの燃料取り出し

その他の詳細はホームページ参照

<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/plan/2020-j.html>



- ✓2031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

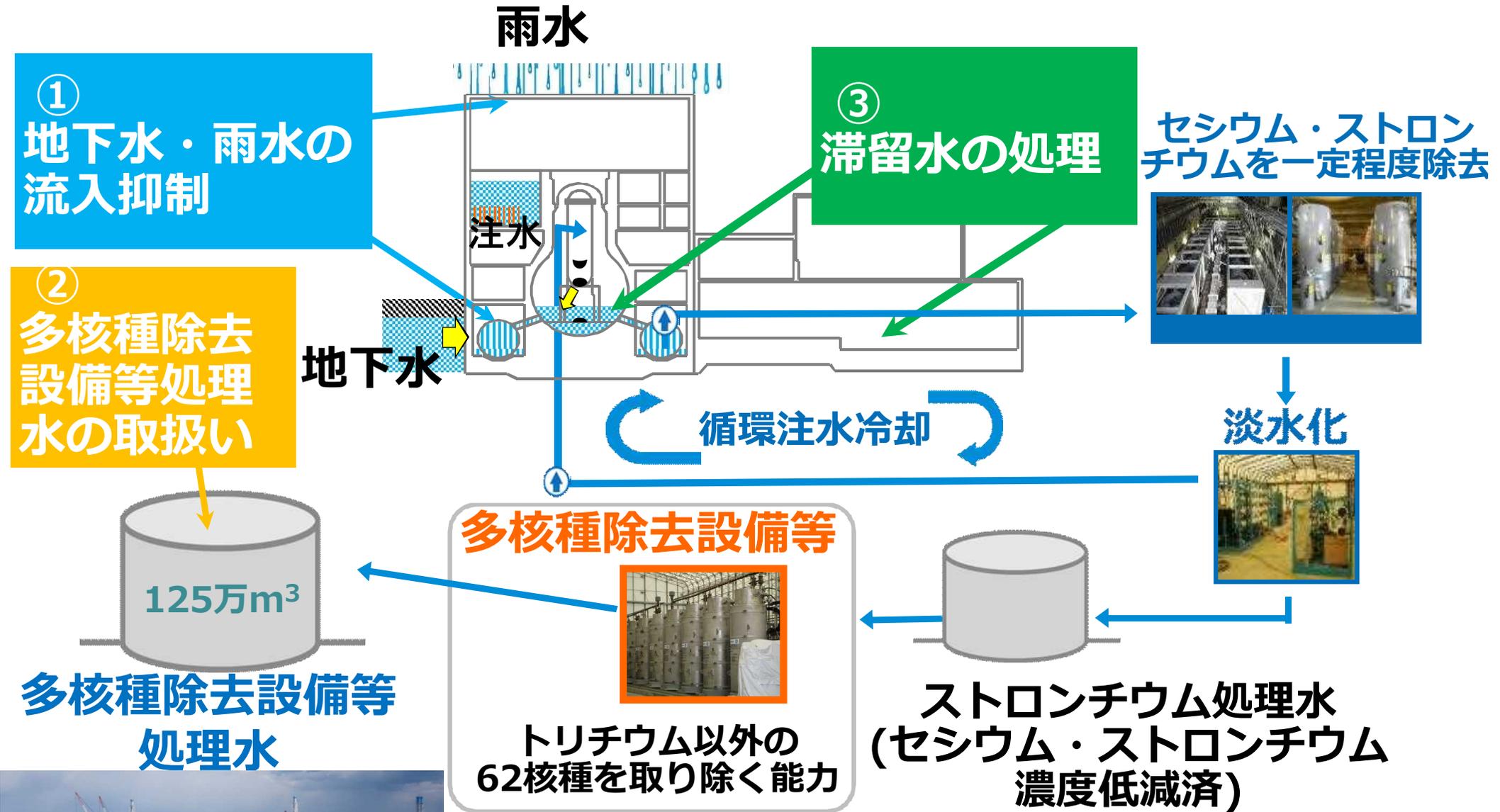
「復興と廃炉の両立」の大原則の具体化

# 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て
4. 固体廃棄物管理

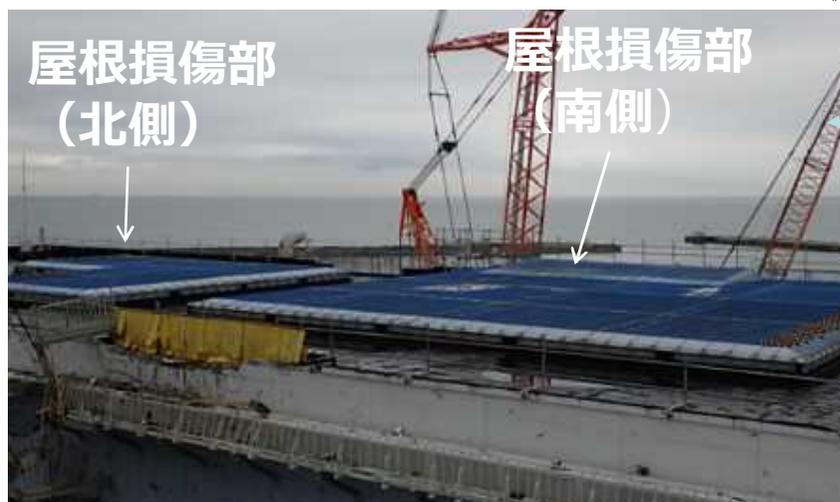


# 1. 汚染水対策

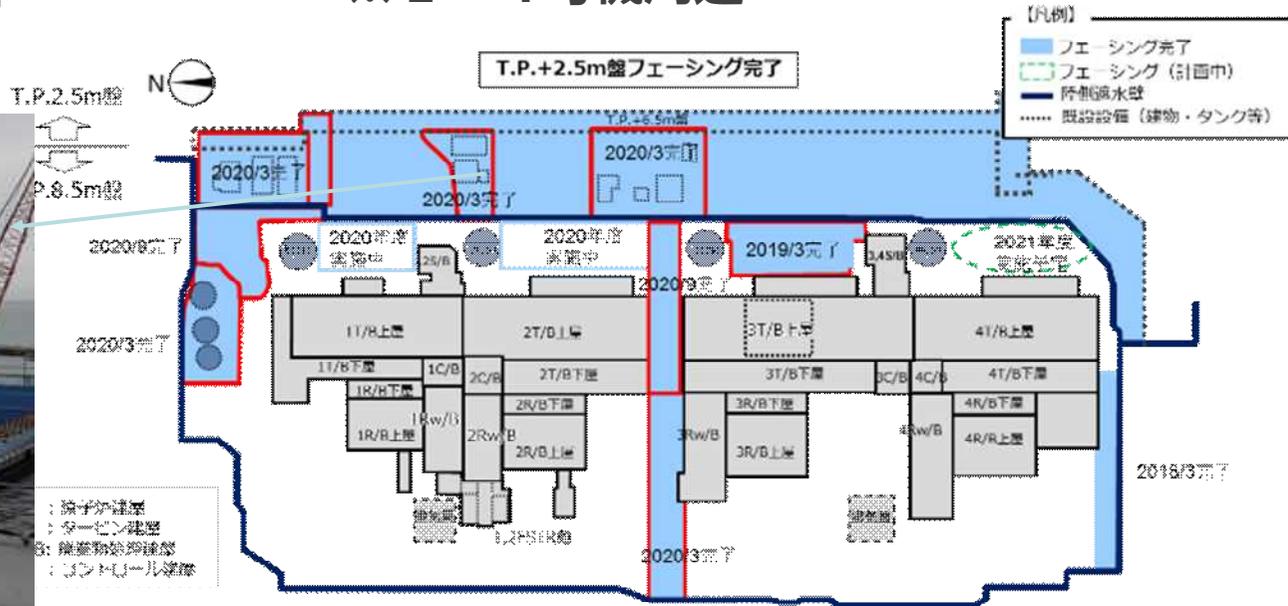


- サブドレンや陸側遮水壁などを確実に運用する他、雨水浸透対策として建屋屋根の損傷部への補修等を実施した結果、2020年内の汚染水発生量は約140m<sup>3</sup>/日に
- これにより、中長期ロードマップのマイルストーンの一つ（汚染水発生量を年平均150m<sup>3</sup>/日程度に抑制）を達成したことを確認

## <3号機タービン建屋・雨水対策の実施> 2020年8月 雨水カバー設置完了

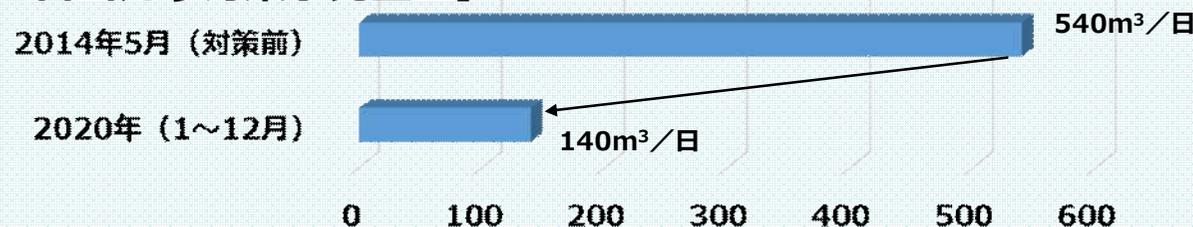


## <フェーシング（敷地舗装）実施状況> ※ 1～4号機周辺



陸側遮水壁内進捗 (2021.1月末時点18%) ※2023年度までに50%を目指す

## 【1日当たり汚染水発生量】



- 計画通り、137万トンのタンクを確保済み（2020年12月）
- 計画容量を超えてタンクを更に建設すると、廃炉に必要な施設の建設が遅延もしくは不可能になり、今後の廃炉の進捗に多大な影響を与える可能性

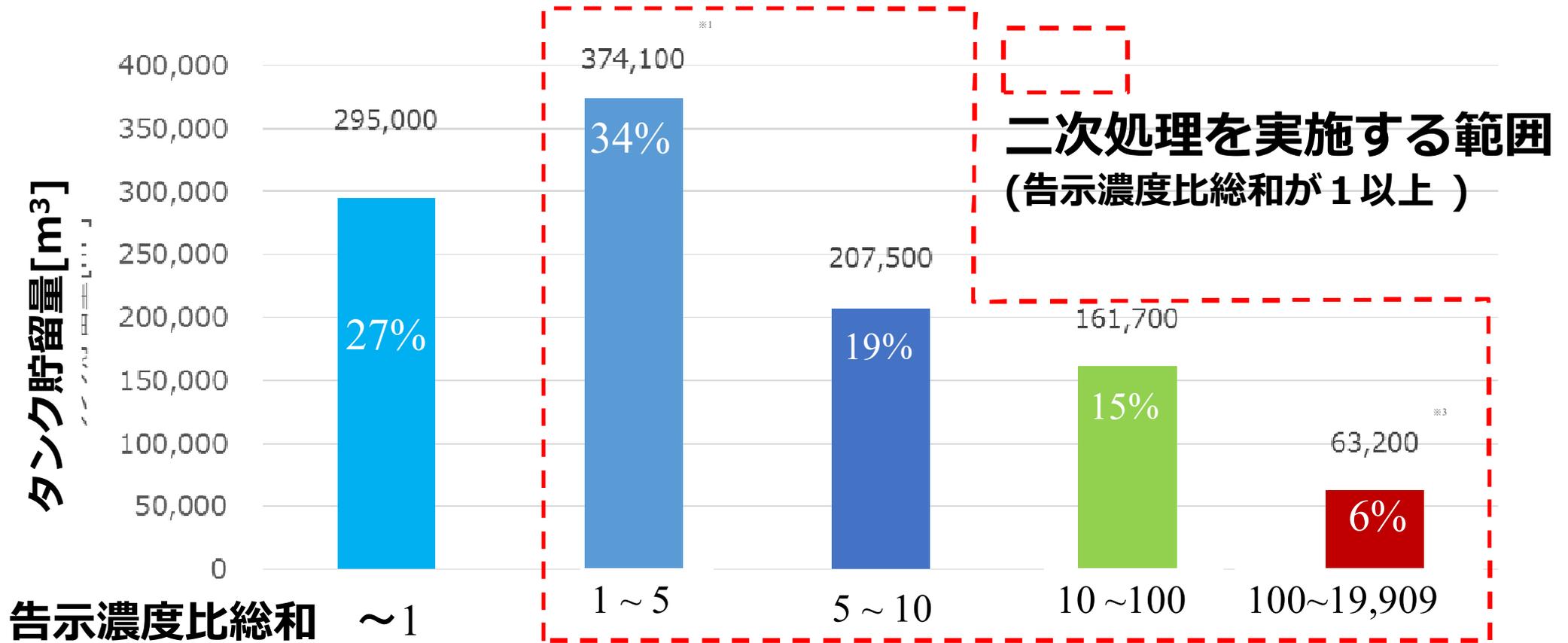
【構内に広がるALPS処理水タンク】



### 構内のタンク貯留水の現状

タンク貯蔵量	約125万トン ※2021年2月時点
確保済みタンク容量	137万トン(2020年末)
ALPS処理水増加量	約5～8万トン/年

■ 処理水タンクに貯留されているタンクの70%が環境への放出前に多核種除去設備等による二次処理が必要



1未満は、環境への放出基準を満たしている

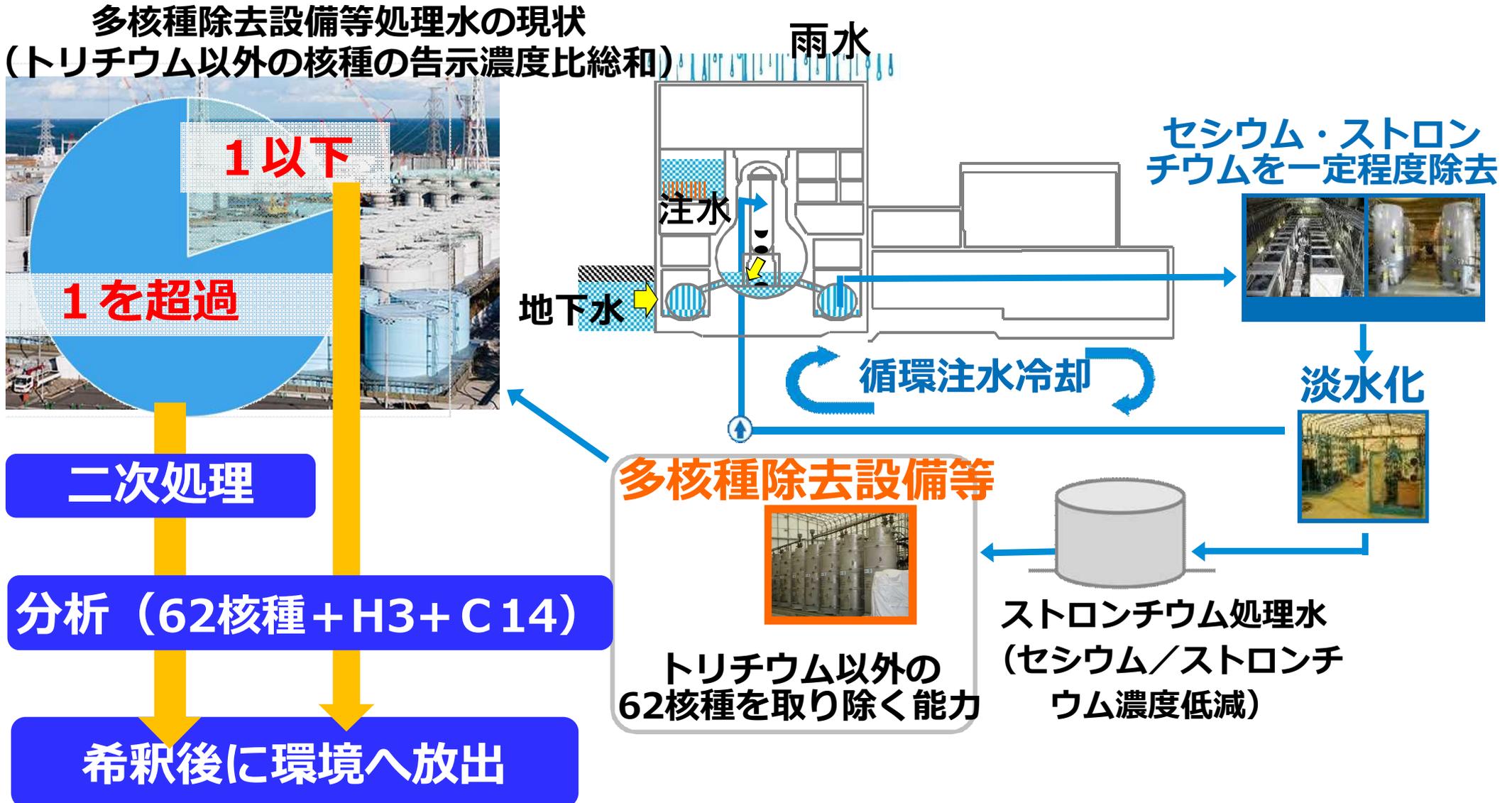


設備運用開始初期の処理水等



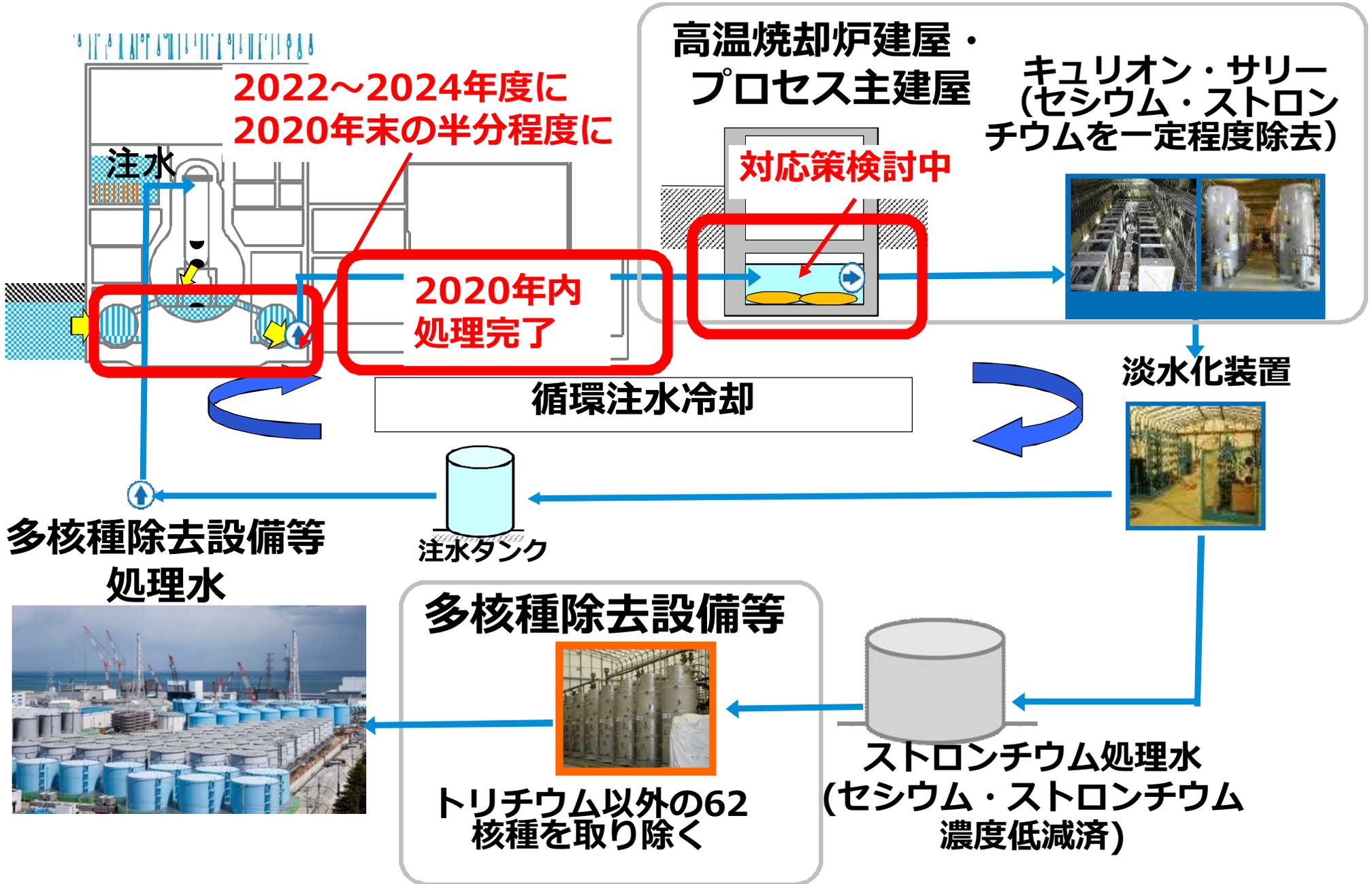
初期にクロスフローフィルタの不具合があった際等の処理水

- 汚染水の発生は続き、2022年秋には確保済みのタンク(2020年12月に建設完了・137万 $m^3$ )が計画した貯水量に達する見込み
- 国の小委員会は二次処理を前提に、希釈してからの環境への放出（海洋放出・水蒸気放出の2案）を提言



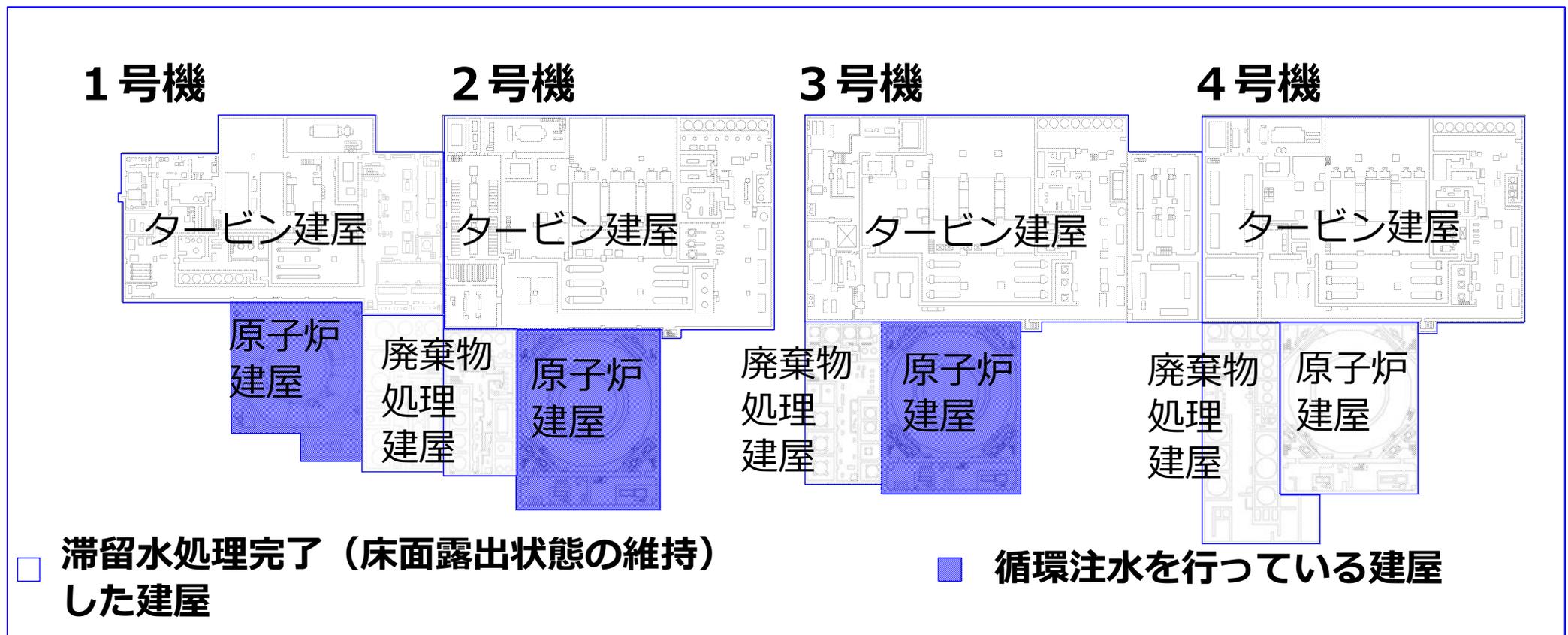
<原子炉・タービン建屋>

<集中廃棄物処理施設>



- 1～4号機のタービン建屋、廃棄物処理建屋、4号機原子炉建屋について、建屋内滞留水の水位を低下させ、滞留水処理の目標を達成したことを2020年12月24日に確認
- 今後は、1～3号機原子炉建屋滞留水を2020年末の半分程度に低減することを目指し(2022～2024年度目標)、引き続き取り組んでいく

### < 1～4号機の滞留水処理の状況 >

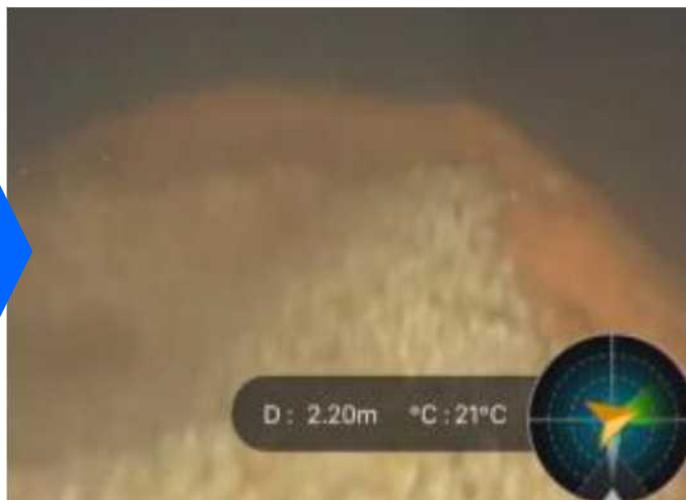


- 2018年12月、プロセス主建屋（PMB）及び高温焼却炉建屋（HTI）の地下階の線量を調査したところ、最下階において高い線量率を確認
- 2019年9月、12月に水中ROVにより各建屋の調査を実施、最大線量率3,000~4,400mSv/hを測定
- 滞留水処理前に回収する方向で対応策を検討中

PMB

事故後;  
土嚢設置時の状況破損している土嚢  
(2019年調査時)

HTI

PMB内のゼオライト  
土嚢から採取した  
粒子（拡大）  
(2020/2/12)

分析項目	放射能濃度 [Bq/g]
Cs134	8.0E+06
Cs137	1.3E+08

## 2. 使用済燃料プールからの 燃料取り出し

燃料をキャスケット

## ▼ 1、2号機

## ▼ 3号機

## ▼ 4号機

瓦礫撤去・除染等

燃料取り出し設備  
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〕



2011年6月

### 2号機

〔2024~2026年度  
取り出し開始予定〕



2011年9月

### 3号機

〔2021年2月28日  
取り出し完了〕



2011年9月



2019年12月



前室

2019年2月

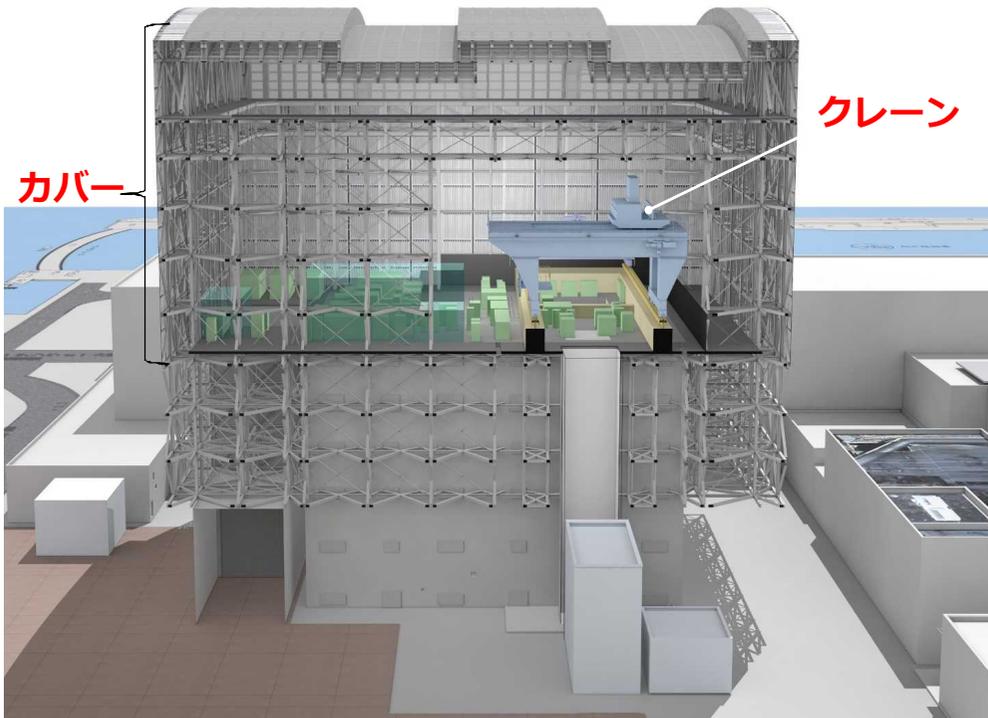
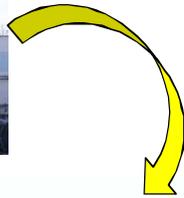


2019年8月

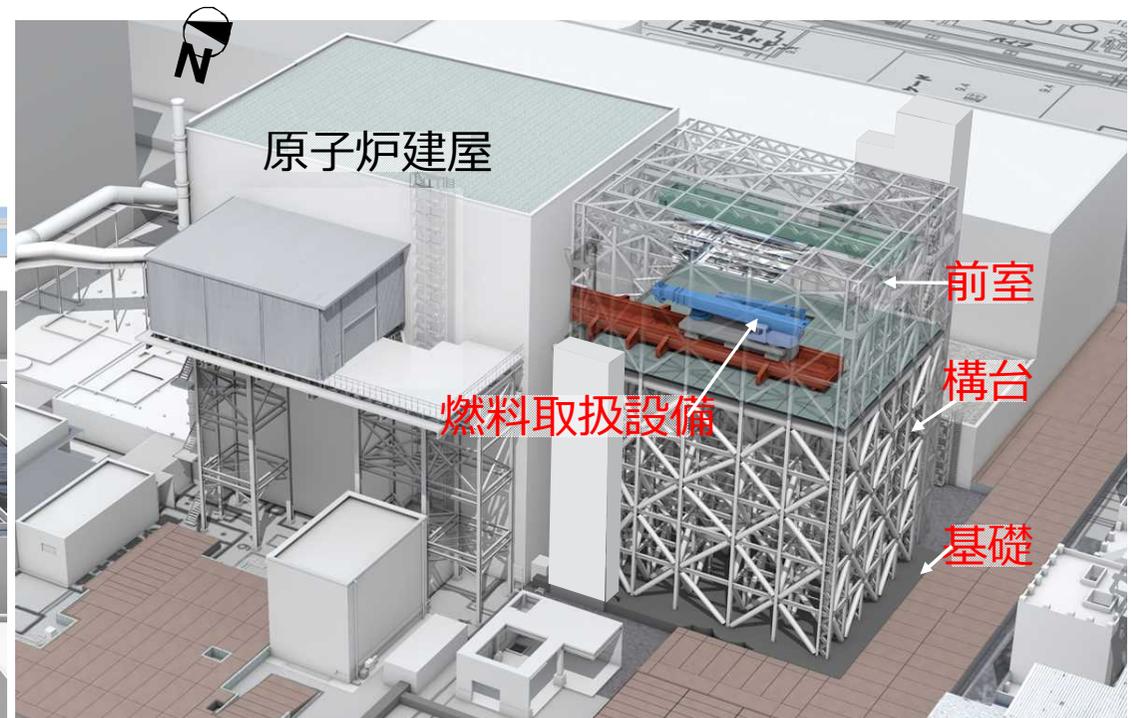
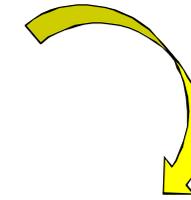
# 1、2号機の取り出し工法について

■周辺地域の皆さまのご帰還と復興の取り組みが進む中、放射性物質を含むダストの飛散対策を徹底、安心・安全を確保

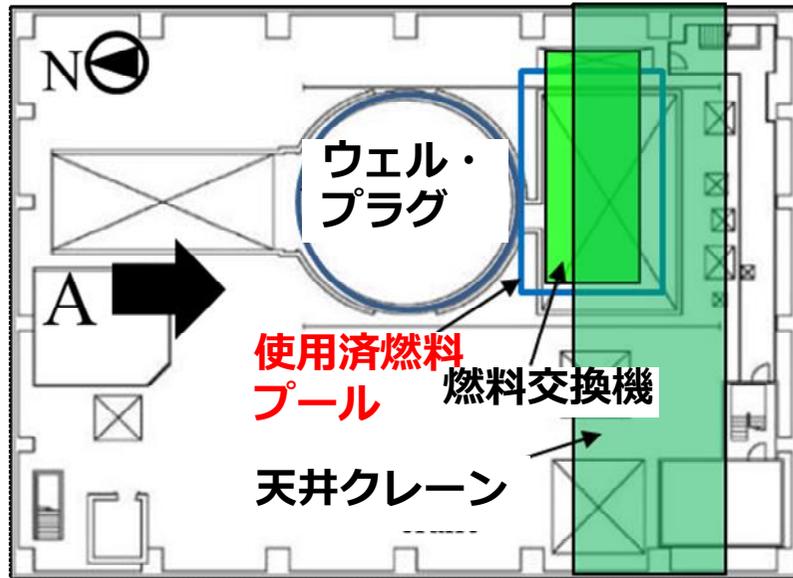
<1号機>



<2号機>



■オペレーティング・フロア（オペフロ）南側、使用済燃料プール上に積み重なる瓦礫の撤去が大きな課題



オペフロのレイアウト



天井クレーンと燃料交換機（Aの方向から）



崩落屋根の状況（西面）



崩落屋根の状況（Aの方向から）

## ■南側崩落屋根等の撤去に際し、屋根鉄骨・ガレキ等が使用済燃料プール（SFP）等へ落下するリスクを低減するためガレキ落下防止・緩和対策を実施

- ① **SFPゲートカバー（2020年3月設置完了）**  
屋根鉄骨・小ガレキ等がSFPゲート上に落下した際のSFPゲートのずれ・損傷による水位低下リスクを低減
- ② **SFP養生（2020年6月設置完了）**  
屋根鉄骨・小ガレキ等がSFPに落下した際に燃料等の健全性に影響を与えるリスク低減
- ③ **FHM支保（2020年10月設置完了）**、④ **天井クレーン支保（2020年11月設置完了）**  
屋根鉄骨・小ガレキ等撤去により、天井クレーン/FHMの位置ずれや荷重バランスが変動し天井クレーン落下に伴うダスト飛散のリスク及び燃料等の健全性に影響を与えるリスク低減



① SFPゲートカバー

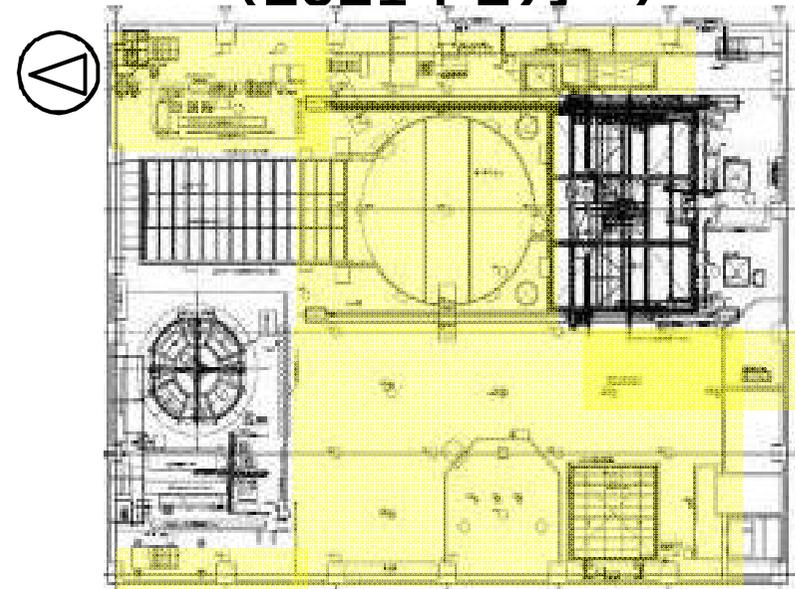
---: Xブレース撤去箇所

- 2020年6月に震災後初めてとなる使用済燃料プール内調査を実施。燃料ラックや燃料ハンドルの損傷等、燃料取り出しに支障となる状況は確認されず
- 2020年2月からオペフロの線量調査を開始。測定後、線量低減作業を検討

使用済燃料プール内調査  
(2020年6月)



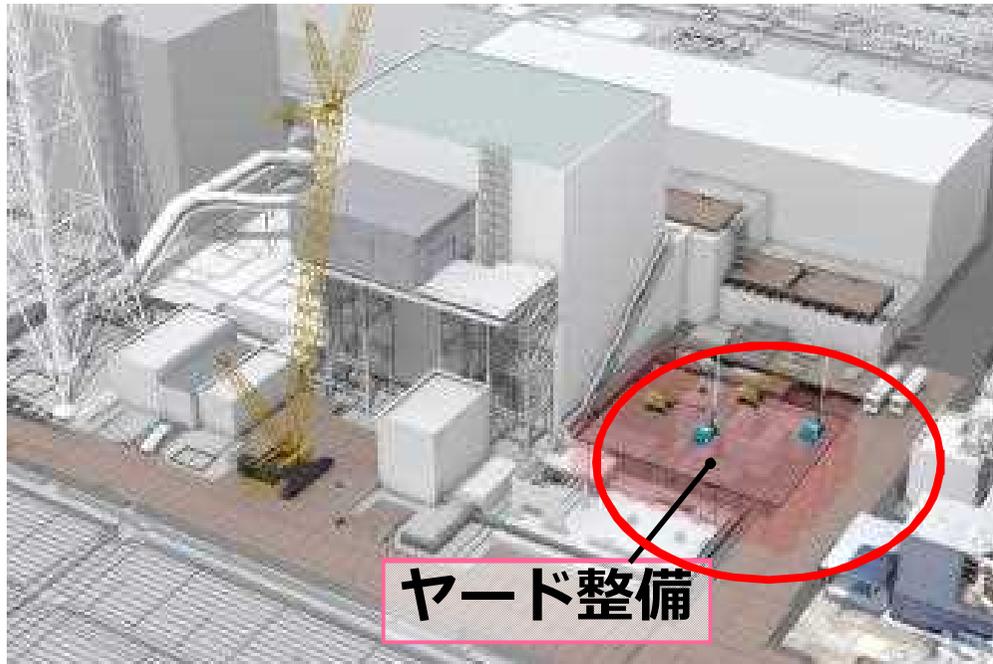
オペフロ内線量調査  
(2021年2月～)



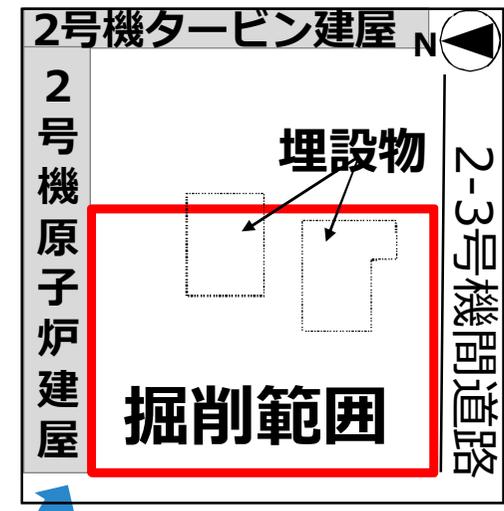
- 今回調査範囲 (壁面：約1.5mの高さを調査)

調査に用いる遠隔操作機器			
遠隔操作機器			
役割	・γカメラ測定	・空間線量率測定、表面汚染測定	・調査助勢

- 燃料取り出し用の構台設置に向け、ヤード整備・線量調査（準備含む）を実施中
- 構台設置後、原子炉建屋南側に取り出し用の開口を設置予定



構台設置エリアの地盤改良工事を実施中  
(掘削、埋設物撤去等)



撮影方向

- 吊り上げ用ハンドルの変形や瓦礫等による吊り上げ干渉等の問題を解消
- 燃料全566体の取り出しを3月中の計画より早めて完了

## ハンドル変形燃料の取り出し (2月3日~)

3号機  
使用済燃料  
プール

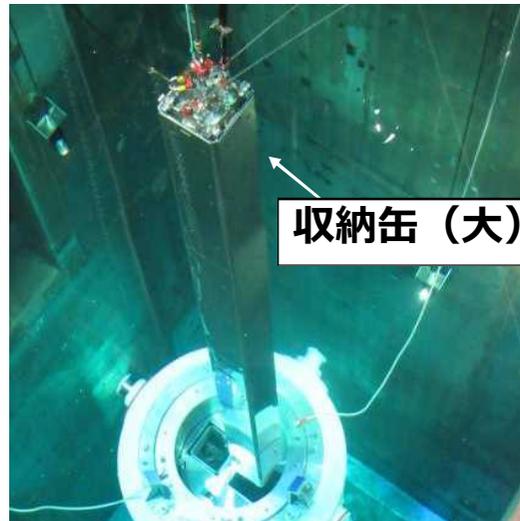


3号機でのハンドル変形燃料の吊り上げ

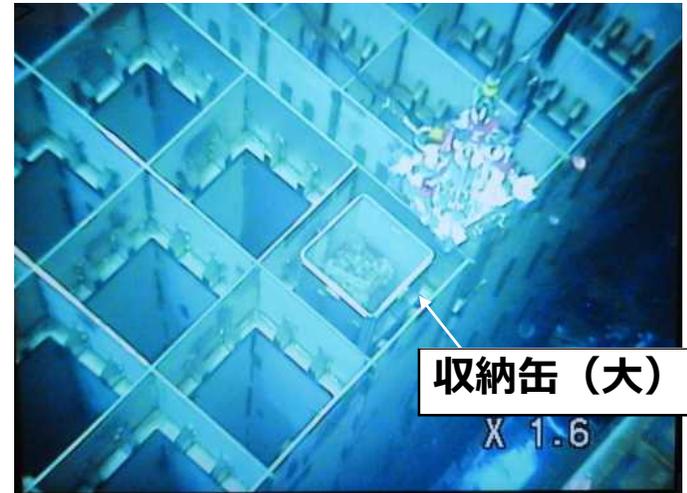


3号機での輸送容器への装填

共用プール

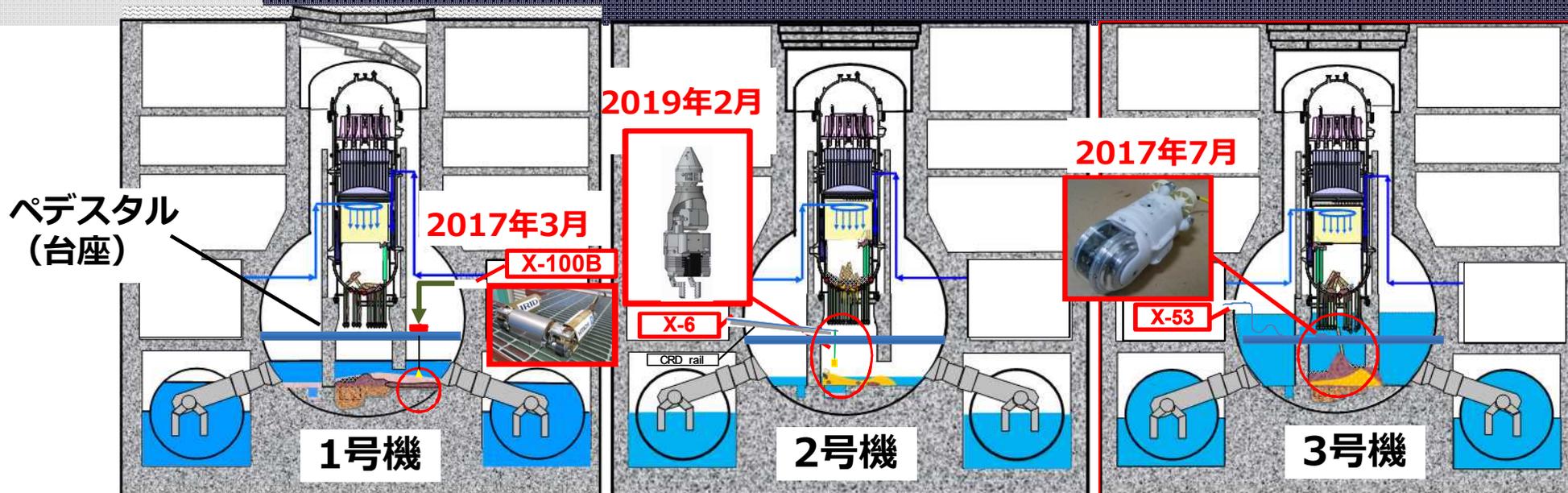


共用プールでの収納缶 (大) の吊り上げ



共用プールでの燃料ラックへの収納

# 3. 燃料デブリ取り出しに向けて



時期	調査内容
2015年 2～5月	ミュオンを用いた炉心部の測定
2015年 4月	ロボットによる1階グレーチング上の調査 (ペDESTアル外)
2017年 3月	1階グレーチング上のロボットからカメラ、線量計を吊り下ろし、格納容器底部 (ペDESTアル外) を調査

時期	調査内容
2016年 3～7月	ミュオンを用いたRPV内部の測定
2017年 1～2月	伸縮式調査装置によりグレーチング上の脱落部等を確認 (ペDESTアル内)
2018年 1月	改良型の伸縮式調査装置の先端にカメラ等を取り付け底部の堆積物の状況を撮影 (ペDESTアル内)
2019年 2月	伸縮式調査装置の先端をフィンガ構造に改造し、撮影と合わせて接触調査を実施 (ペDESTアル内)

時期	調査内容
2017年 5～9月	ミュオンを用いたRPV内部の測定
2017年 7月	ロボット(水中ROV)を用いた格納容器内部調査 (ペDESTアル内)

※分布の推定はこれら以外に事故進展解析結果も参考にしている

## デブリ取り出し初号機は2号機に決定

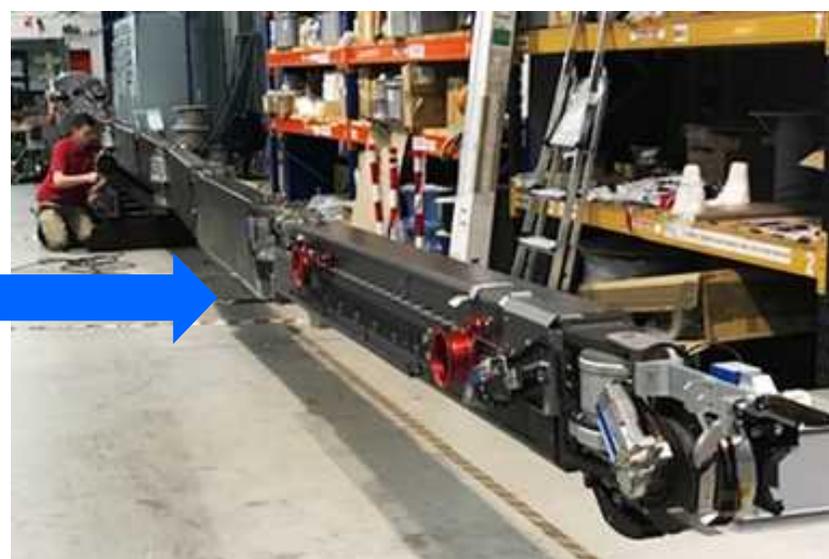
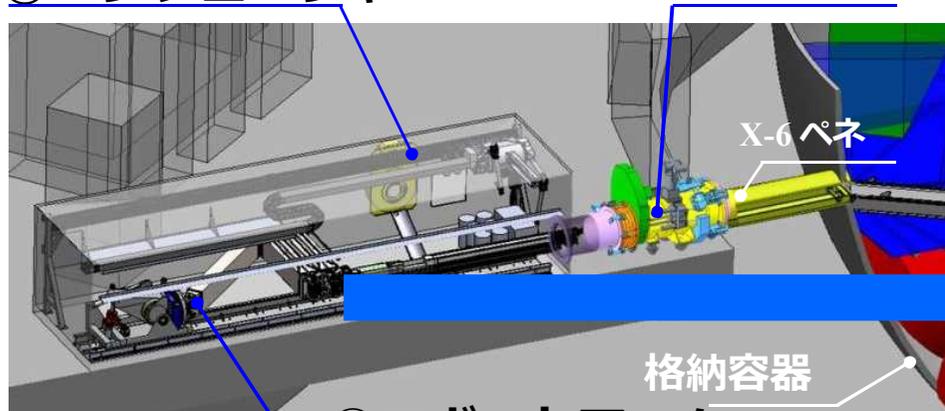
- 格納容器内部調査が進んでいること、原子炉建屋1階の環境整備が進んでいること、使用済燃料取り出しと並行して作業可能な見込みがあること等から、初号機は2号機が妥当と評価

		1号機	2号機	3号機
安全性	作業現場の線量	高い (約600mSv/h)	低い (約5mSv/h)	やや高い (約10mSv/h)
	放射性物質閉じ込め機能	気密性がやや高い	気密性が高い (水素爆発せず建屋が健全)	気密性が低い
確実性	デブリの状況	情報無	情報有	情報有
	アクセスルート	情報無	情報有	情報有
迅速性 (障害の有無)		高線量の配管撤去が必要	作業現場の整備が進んでいる	格納容器内の水位低下が必要
デブリ取り出し時期の使用済燃料取出作業状況		使用済燃料準備作業と干渉するため調整が必要	干渉はない見込み	燃料取り出し終了見込み

- 2021年に予定していた試験的取出しは英国内の新型コロナ感染拡大の影響で2022年度にリスケの見込み
- 試験的取り出し後は、同じような機構の装置を用い、段階的に取出しの規模を拡大



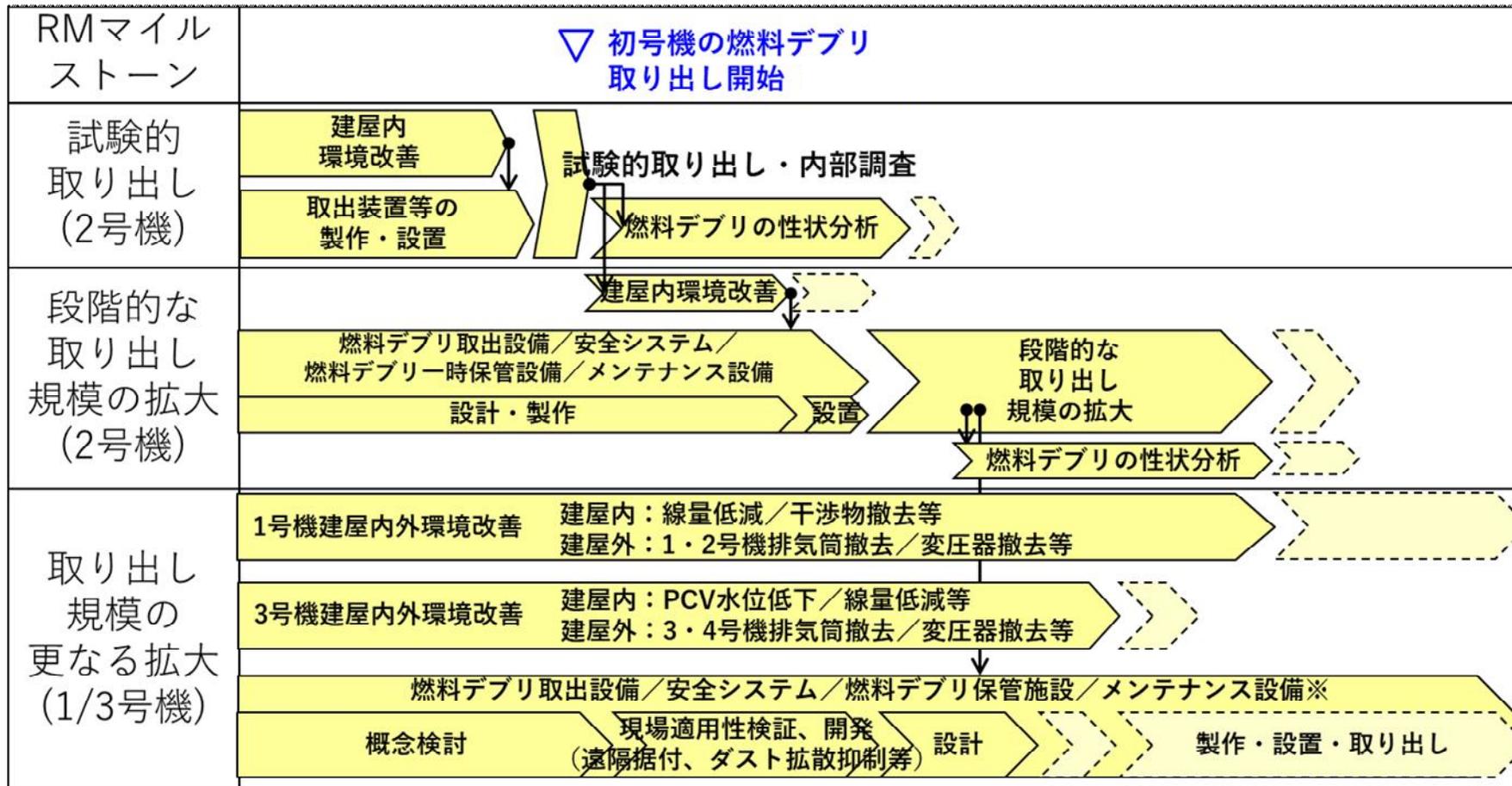
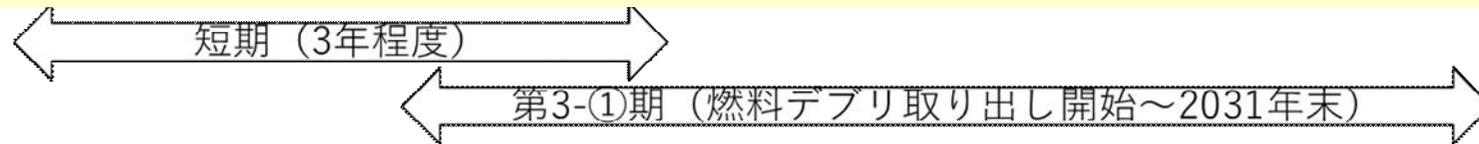
## ②エンクロージャー全体像 ③X-6ペネ接続構造



■ 原子炉格納容器内部調査や圧力容器内部調査等の更なる検討、実施

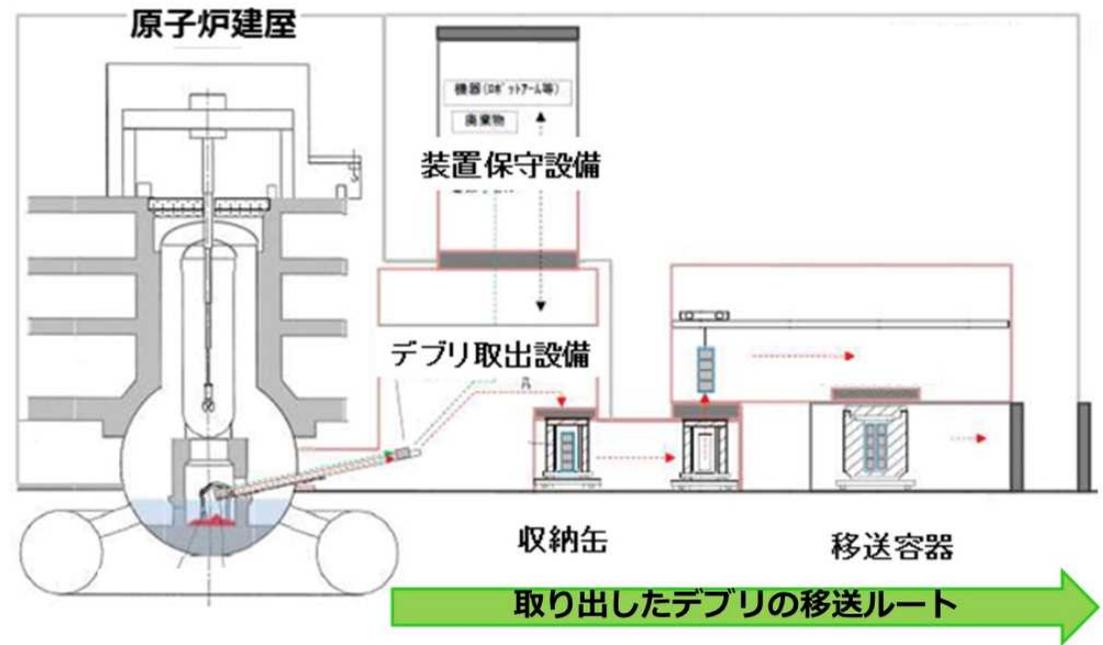
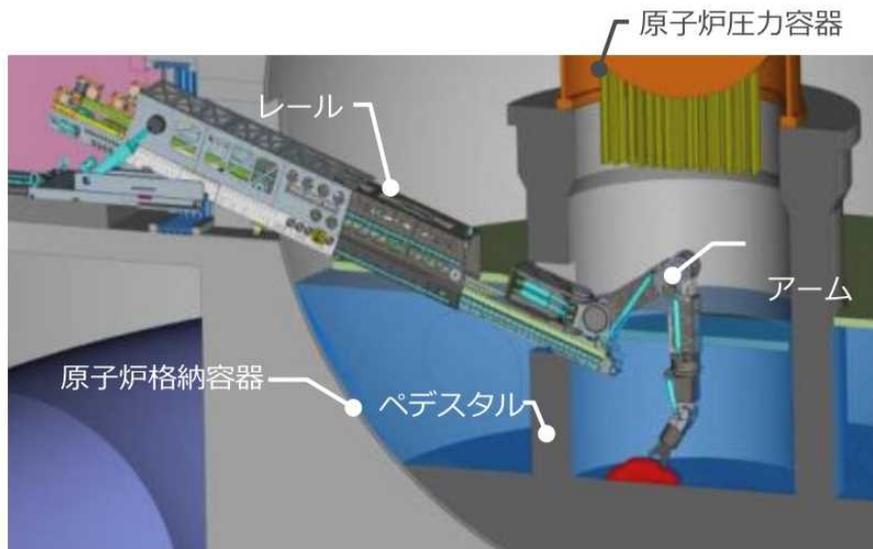
➢ 1号機は潜水機能付ボートを用い、ペDESTAL外の堆積物を調査予定

■ 2号機の燃料デブリ試験取り出しを通じて得られる知見等を踏まえ、取り出し規模を更に拡大する（下図）方法を決定



※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

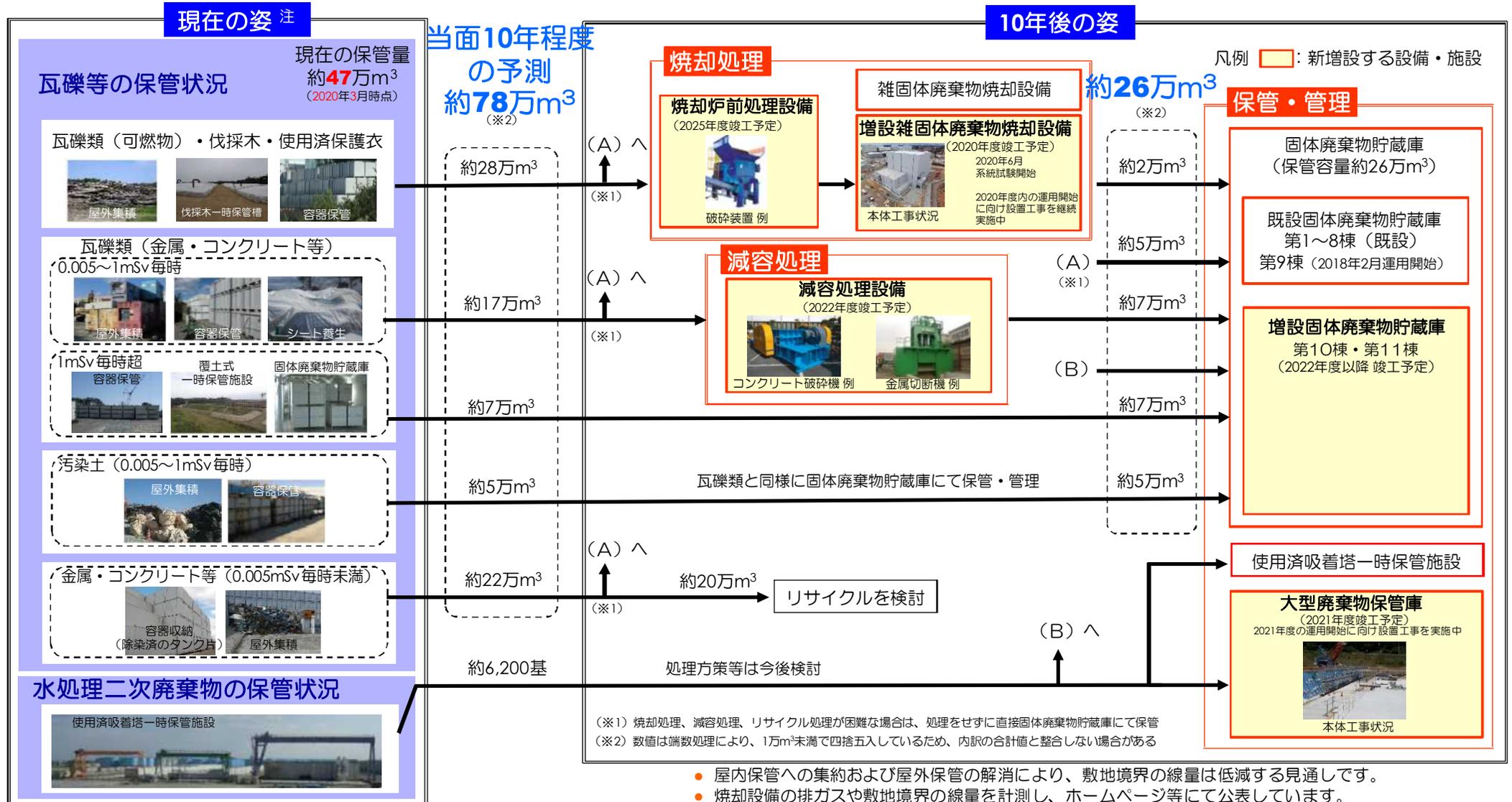
- 取り出し規模拡大に向け、燃料デブリ取出設備・安全システム(閉じ込め、冷却維持、臨界管理等)、燃料デブリー時保管設備等の設計・製作・設置を実施していく
- 取出関連施設のスペースを確保するため、既存の幾つかの施設を撤去する予定



# 4. 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



- 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。

注) 現時点で処理・再利用が決まっている焼却前の使用済保護衣類、BGレベルのコンクリートガラは含んでいない

■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



ご清聴ありがとうございました

TEPCO

敷地全体MAP

福島第一原子力発電所の敷地利用状況です。



※点線施設は、建設計画が決定しているものです。  
 ※2019年10月時点

双葉町 ← → 大熊町

- 処理水が複数の核種を含む場合、告示濃度比の総和が1未満であることが環境への放出の条件

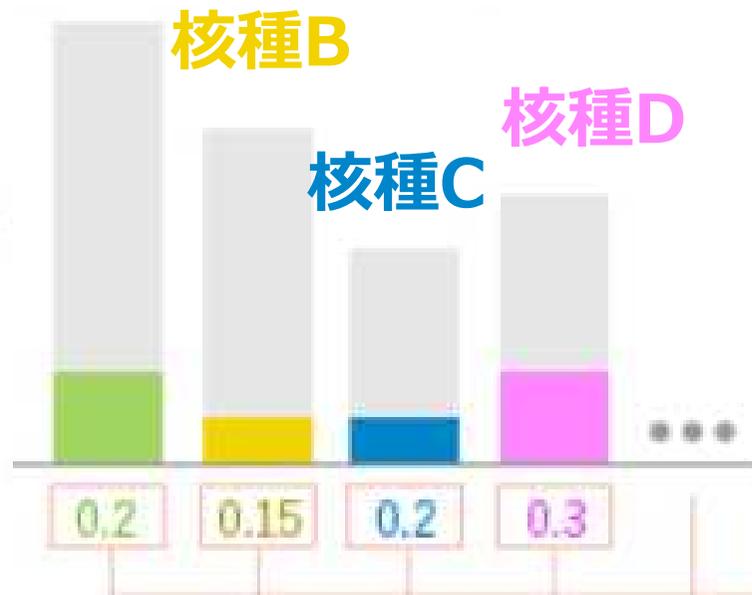
(例)

核種 A 核種A

核種Aの  
告示濃度: 100Bq/l

核種Aの  
測定濃度: 20Bq/l

告示濃度比:  
 $20/100=0.2$



告示濃度比総和が1未満なら環境へ放出する要件を満たす

$0.2 + 0.15 + 0.2 + 0.3 \dots$