

# 福島第一原子力発電所の現状と今後の課題

2015年4月13日

増田 尚宏

東京電力(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



東京電力

---

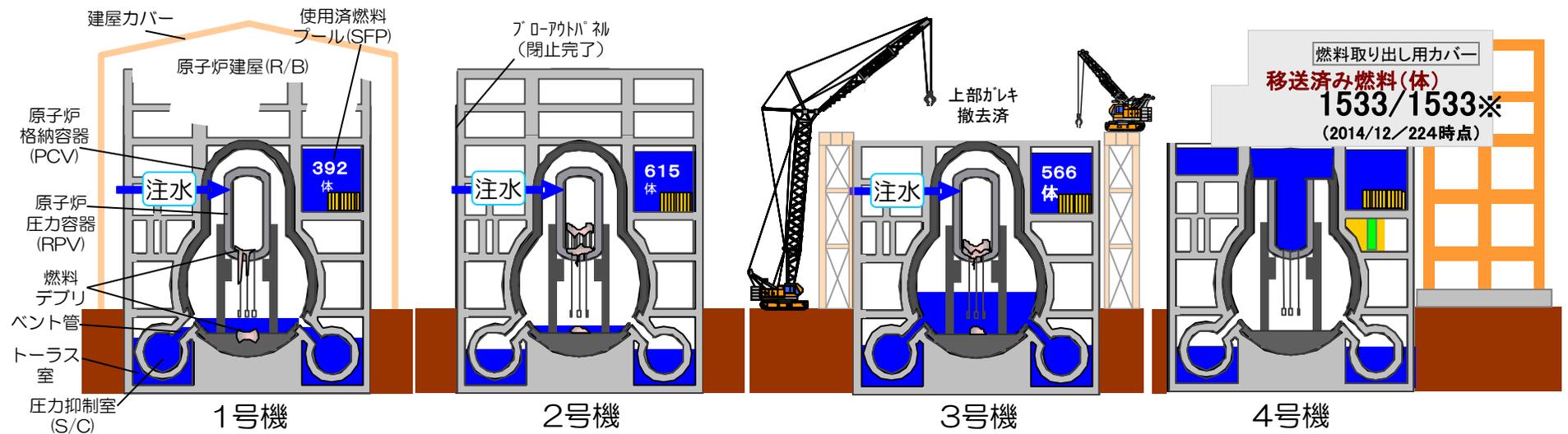
## 本日のポイント

1. 福島第一原子力発電所の現状
2. 汚染水対策
3. 設備の信頼性向上
4. 燃料取り出しに向けた状況
5. 燃料デブリ取り出しに向けた研究開発
6. 労働環境改善
7. 廃炉推進に向けた組織整備



# 1. 福島第一原子力発電所の現状(原子炉や建屋の状況)

■ 各号機ともに冷温停止状態を継続



圧力容器底部温度	
1号機	15.3℃
2号機	21.6℃
3号機	18.2℃

格納容器内温度	
1号機	15.5℃
2号機	25.1℃
3号機	17.7℃

燃料プール温度	
1号機	14.0℃
2号機	29.1℃
3号機	23.1℃

原子炉注水量	
1号機	注水量: 4.5m <sup>3</sup> /h
2号機	注水量: 4.5m <sup>3</sup> /h
3号機	注水量: 4.3m <sup>3</sup> /h

2015年3月25日 11:00 現在

※4号機使用済燃料プール内の燃料は2014年12月22日に取り出し完了済み

# 1. 福島第一原子力発電所の現状(現状と課題)

1号機

現状

水素爆発した原子炉建屋にカバーを設置(2011年11月)

建屋カバーを一時的に取り外し、ガレキの堆積状況を確認(2014年10月~12月)

課題

燃料取り出し等の工事に向けた準備

原子炉建屋カバーの撤去及び放射性物質飛散抑制対策等の実施

原子炉建屋上部及びプール内ガレキ撤去計画の策定



2011年3月12日撮影



2014年11月10日撮影:カバー解体作業開始

2号機

現状

ブローアウトパネルを閉止し、放射性物質の飛散を抑制

課題

原子炉建屋内の線量低減対策

他号機と比べ線量が高く引き続き汚染状況調査を実施する予定



2011年4月10日撮影



2012年8月15日撮影

3号機

現状

原子炉建屋上部のガレキ撤去が完了(2013年10月)

課題

使用済燃料プールからの燃料取り出しに向けた準備

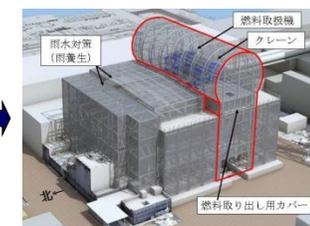
原子炉建屋上部の除染・遮へい工事、プール内ガレキ撤去を遠隔操作にて実施中



2012年2月12日撮影



2013年10月11日撮影



燃料取り出し用カバーイメージ

4号機

現状

使用済燃料プールからの燃料取り出しが完了(2014年12月22日)

課題

建屋解体を含む本格的な廃炉作業の検討



2011年9月22日撮影



2012年7月5日撮影

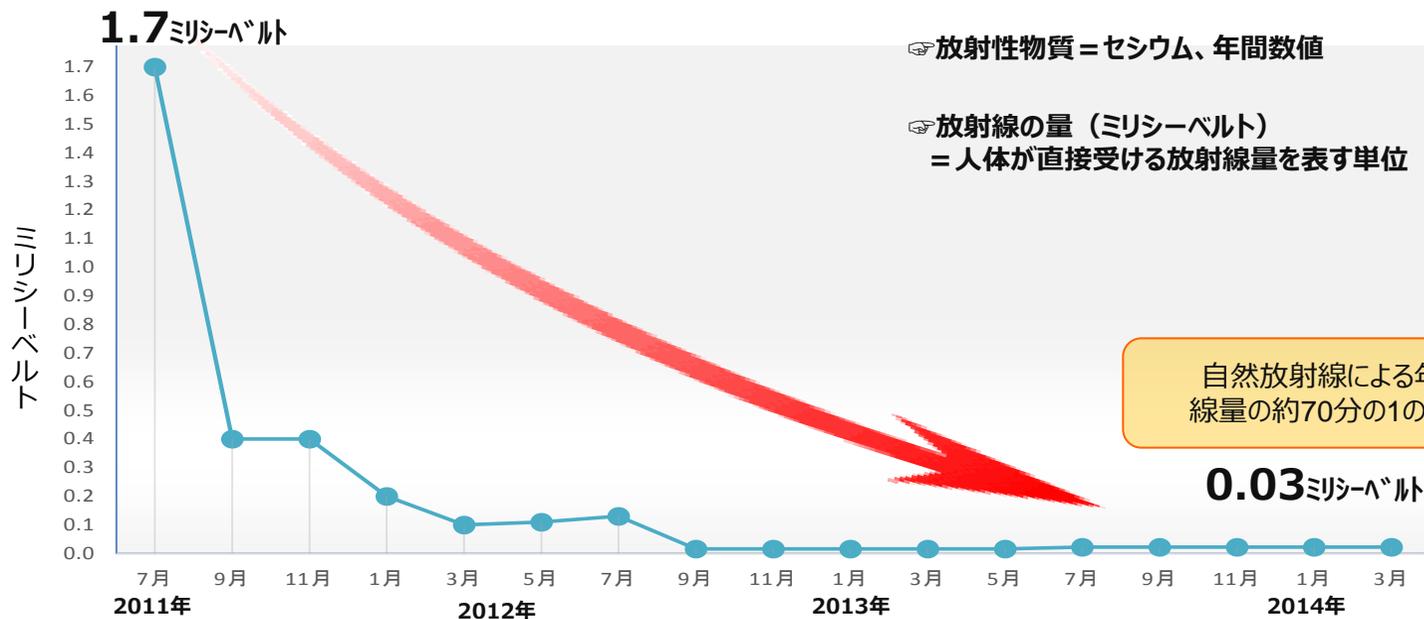


2013年11月12日:カバー工事完了

# 1. 福島第一原子力発電所の現状（気中放射性物質の状況）

- 1～3号機の圧力容器・格納容器から放出される放射性物質（セシウム）の量は、原子炉建屋頂部での大気風の放射性物質濃度（塵濃度）に基づいて算定される。
  - 合計放出量（2013年5月現在）の査定値は、**約1000万Bq/hr**と算定された。
  - 事故直後と比較して**約8000万分の1**である。
- このため、敷地境界での被ばく線量は**最大でも0.03mSv/yr**と査定される。  
 （すでに放出されている放射性物質の影響を除く） 注記：法律により定められた被ばく限界は1mSv/yrである。

1～4号機原子炉建屋からの放射性物質による発電所周辺の被ばく線量



5

1. 福島第一原子力発電所の現状（港湾内外における放射能濃度の変化）

事故直後と比較して放射能濃度は10万分の一程度まで低下、港湾外では告示濃度に比べて十分低いレベルまで低下

福島第一 敷地沖合15km(T-5) 上層 海水放射能濃度 (Bq/L)

福島第一 3号機スクリーン海水(シルトフェンス内側)放射能濃度 (Bq/L)

福島第一 南放水口付近 海水放射能濃度 (Bq/L)

《参考》告示濃度(周辺監視区域外の水中の濃度限度)

- ・セシウム137: 90Bq/L
- ・セシウム134: 60Bq/L

- : シルトフェンス
- : 海側遮水壁

無断複写・転載禁止 東京電力株式会社

## 2. 汚染水対策(三つの基本方針と対策)

### 方針1. 汚染源を取り除く

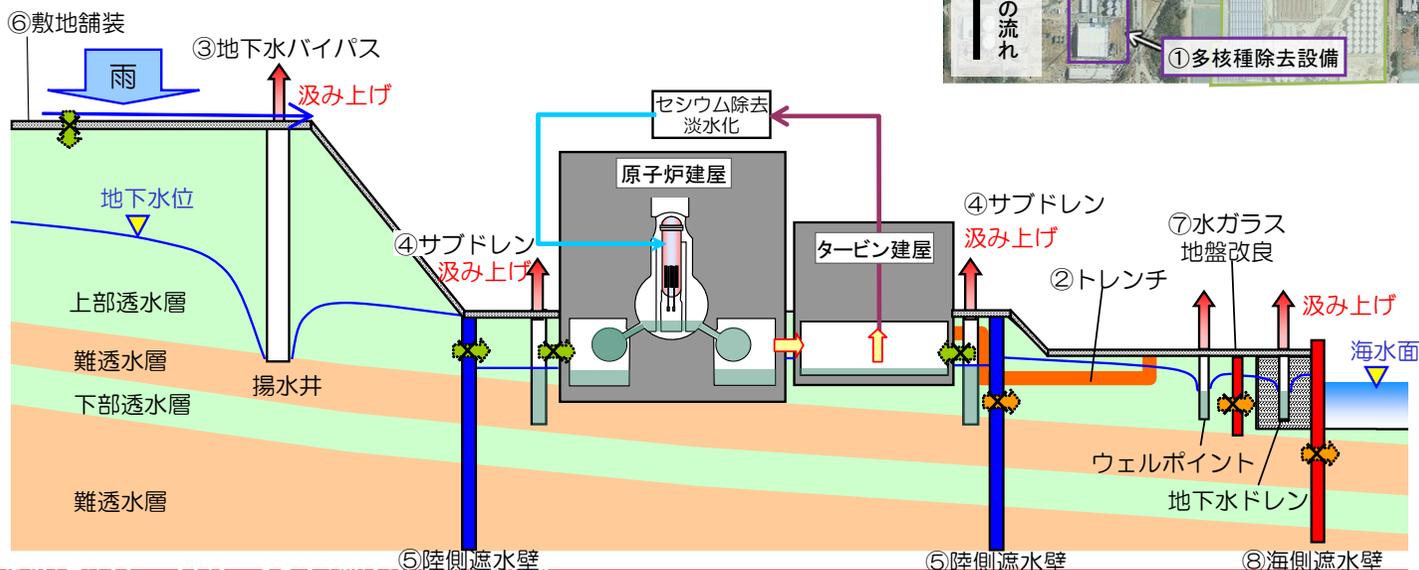
- ①多核種除去設備(ALPS)等による汚染水浄化
- ②トレンチ内の汚染水除去

### 方針2. 汚染源に水を近づけない

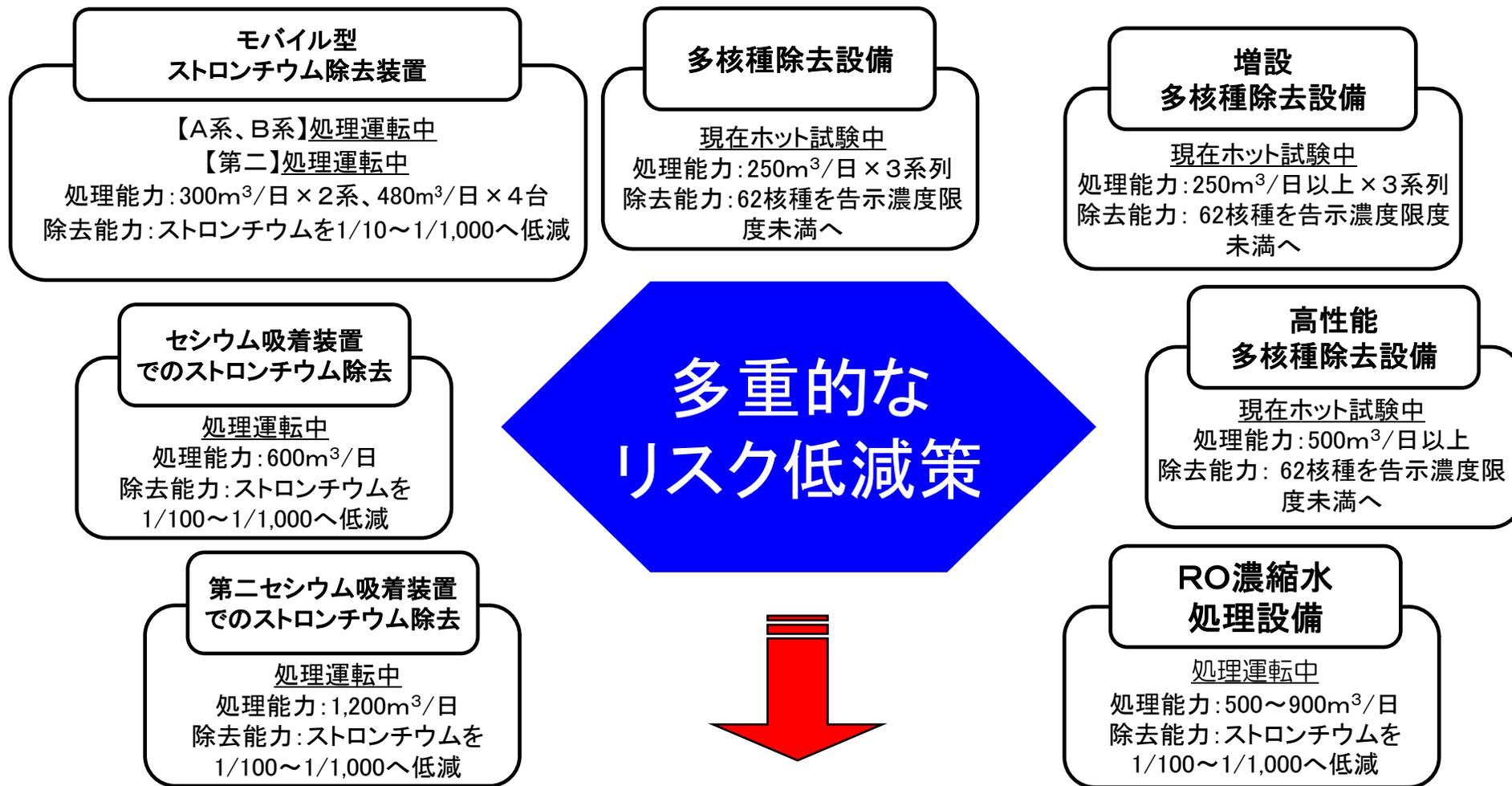
- ③地下水バイパスによる地下水汲み上げ
- ④建屋近傍の井戸での地下水汲み上げ(サブドレン、地下水ドレン)
- ⑤凍土方式の陸側遮水壁の設置
- ⑥雨水の土壤浸透を抑える敷地舗装(フェーシング)

### 方針3. 汚染水を漏らさない

- ⑦水ガラスによる地盤改良
- ⑧海側遮水壁の設置
- ⑨タンクの増設(溶接型へのリプレイス等)



## 2. 汚染水対策(多重的なリスク低減策)



## 2. 汚染水対策(冷却水の循環)

使用済燃料プール  
原子炉建屋  
原子炉格納容器  
原子炉压力容器

地下水の流入  
約300m<sup>3</sup>/日  
(評価値)

地下水

原子炉注水  
約320m<sup>3</sup>/日

注水ポンプ

注水タンク

多核種除去設備

多核種除去設備  
処理済水

約346,000m<sup>3</sup>  
(3月19日時点)



貯蔵タンク

トリチウムを除く  
62核種を除去



タービン  
建屋

建屋内汚染水

循環注水冷却

ウェルポイントなどからのくみ上げ  
(約100m<sup>3</sup>/日)

ストロンチウムも  
除去できるよう改良

セシウム吸着装置



キュリオン



サリー

約720m<sup>3</sup>/日



淡水化装置  
約400m<sup>3</sup>/日

RO濃縮塩水

約152,000m<sup>3</sup>  
(3月19日時点)



貯蔵タンク

ストロンチウム  
処理済水

約93,000m<sup>3</sup>  
(3月19日時点)



貯蔵タンク

ストロンチウム  
濃度低減済

モバイル型ストロンチウム  
除去装置等

- ◆ 燃料デブリを安定的に冷却するために、格納容器内への循環注水を継続
- ◆ しかし、一日あたり約300m<sup>3</sup>(評価値)の地下水が発電所建屋内に流入しているため、汚染水は日々増加

# 3.設備の信頼性向上(配管の恒久化およびタンク周辺の雨水対策)

## 配管の恒久化



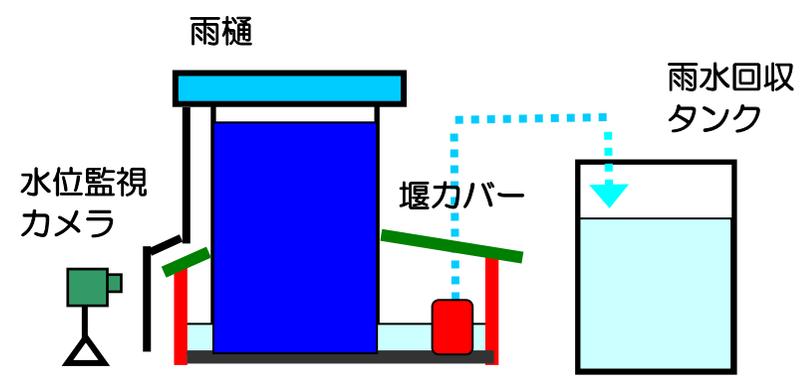
2012年4月撮影



2014年9月撮影

## タンク周辺の雨水対策

昨年の台風対応を踏まえ、①堰の嵩上げ、②雨水抑制(雨樋、堰カバー)、③雨水回収タンクの大型化、④移送ポンプの大型化、⑤堰内水位監視カメラ設置等、様々な設備対策を実施

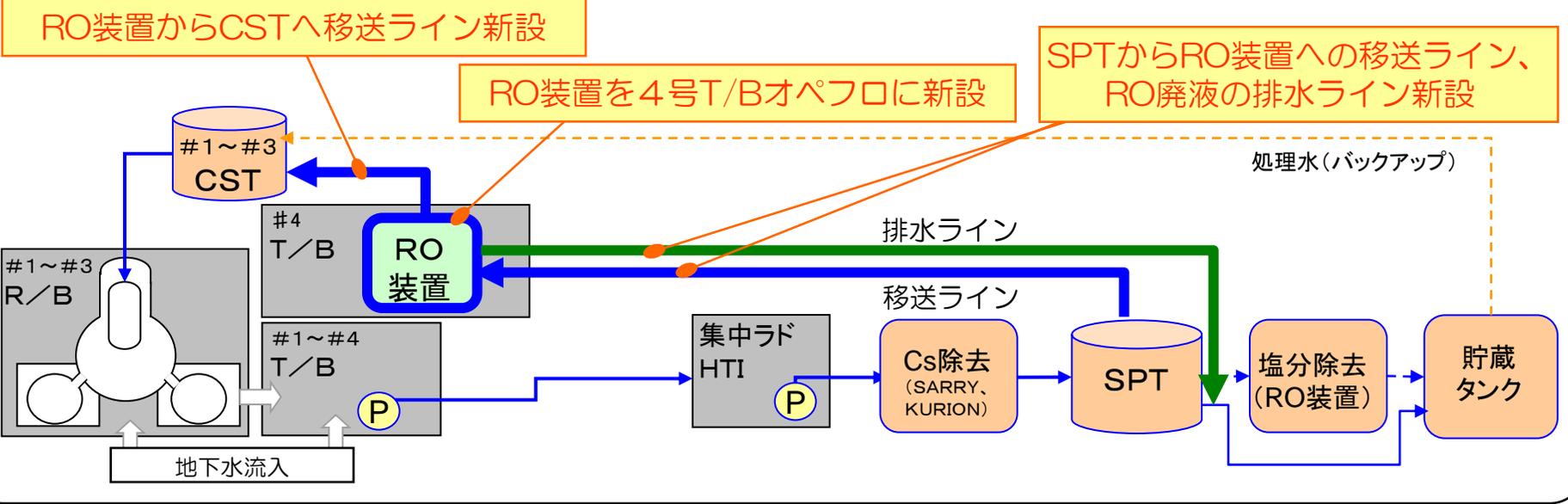


### 3.設備の信頼性向上(循環ループ縮小化工事)

- 汚染水の移送、水処理、炉注を行う循環ループの内、塩分除去(RO)装置を4号タービン建屋に設置し、循環ループの縮小による屋外移送配管の漏えいリスク低減等を行うもの(2015年度上半期実施予定)。
- これにより、循環ループ(屋外移送配管)は約3kmから約0.8kmに縮小される(滞留水移送ラインを含めると約2.1km)。

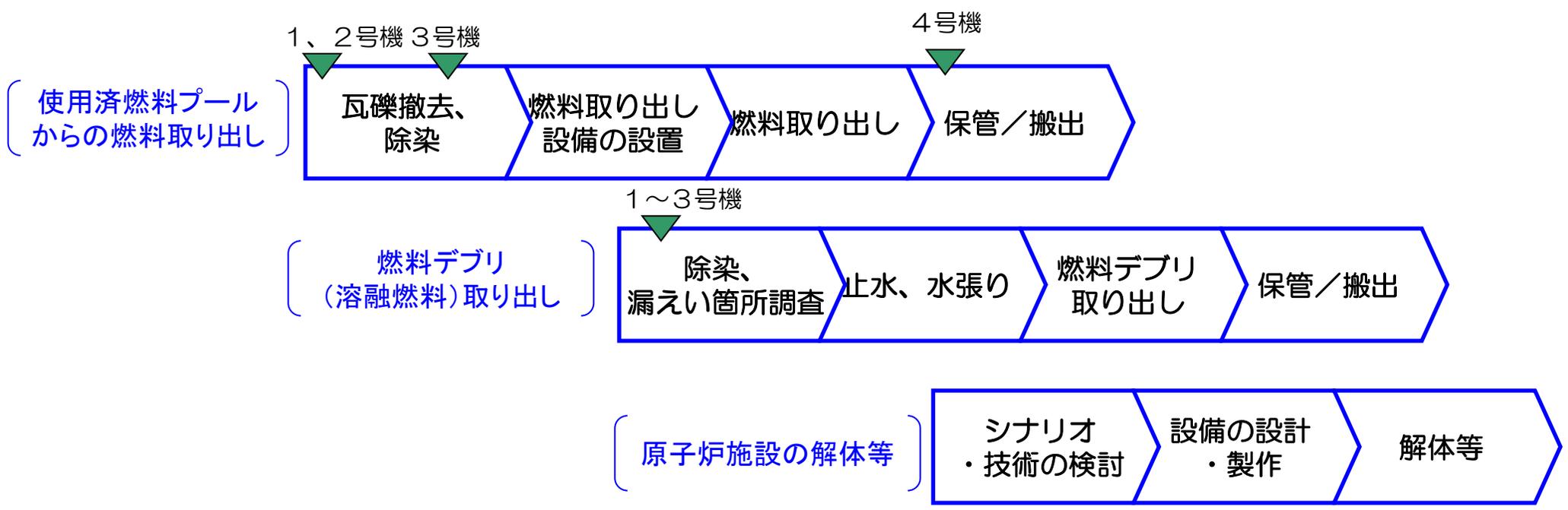
#### 【循環ループ縮小 全体イメージ】

(太線部が今回設置する「建屋内RO循環設備」)



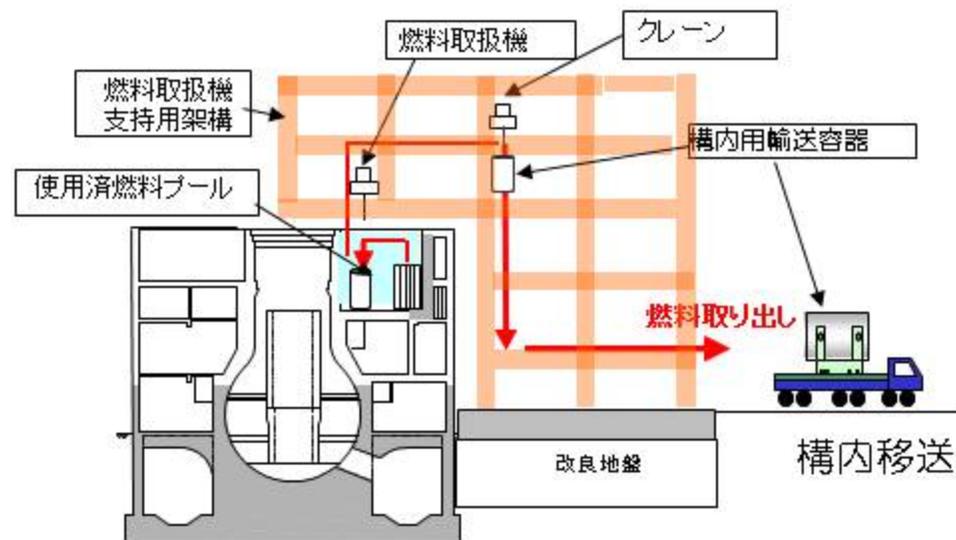
# 4. 燃料取り出しに向けた状況(「廃炉」の主な作業ステップと各号機の現状)

- 「廃炉」の主な作業項目は、使用済燃料プールからの燃料取り出し、燃料デブリ(溶融燃料)取り出し、原子炉施設の解体等
- 4号機使用済燃料プールからの燃料取り出しを平成26年12月22日に完了し、1～3号機の燃料取り出し、燃料デブリ取り出しの開始に向け順次作業中



## 4. 燃料取り出しに向けた状況(プール燃料取り出し)

- 4号機使用済燃料プールの燃料(1533体※)を敷地内の共用プールへ移送。
  - 燃料取り出し用カバー設置(鉄骨重量4,000トン、建設期間:2012年3月～2013年5月)
  - 2013年11月18日に燃料取り出しを開始し、2014年12月22日に完了。
    - ①使用済燃料プール内の燃料ラックに保管されている燃料を、燃料取扱機を用いて、水中で1体ずつ構内用輸送容器(キャスク)へ移動。
    - ②キャスクを、クレーンを用いて、使用済燃料プールから吊り上げる。
    - ③オペレーティングフロア高さにある床上にて、キャスクの蓋締め、除染等を行う。
    - ④キャスクを、クレーンを用いて、地上まで吊り降ろし、トレーラーに載せる。
    - ⑤キャスクを、トレーラーを用いて、共用プールまで運搬する。
- ※ 使用済燃料1331体、未照射燃料(新燃料)202体



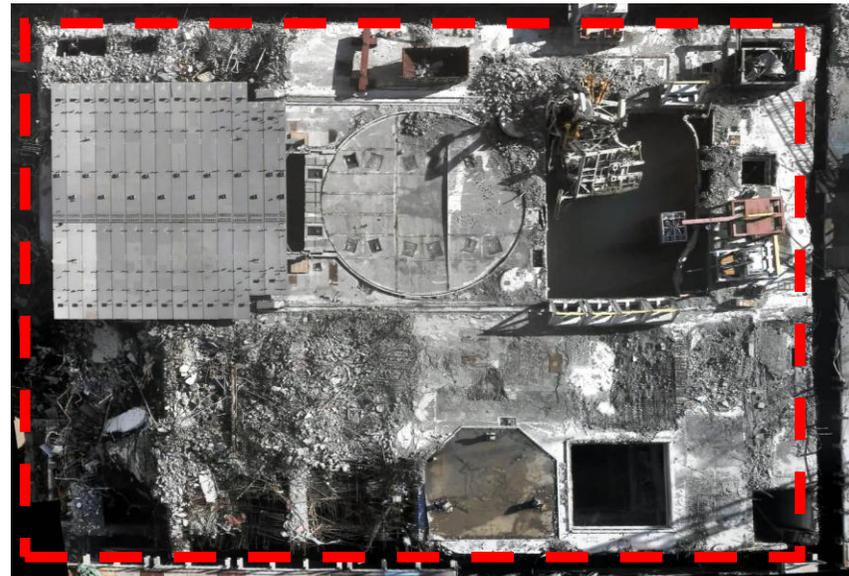
共用プール(敷地内)

大型瓦礫撤去前



平成23年3月撮影

除染中(現在)



平成26年12月撮影

## 【オペフロの状態(現在)】

- ・オペフロ上の大型瓦礫の撤去は完了し、除染・遮蔽工事を実施中  
→除染作業時も瓦礫撤去時と同等の飛散抑制策を実施
- ・使用済燃料プール内の大型瓦礫撤去を実施中  
→水中瓦礫のため飛散防止剤散布対象外

## 【今後の主な作業予定】

①オペフロ瓦礫撤去 → ②除染、プール内瓦礫撤去 → ③遮蔽設置 → ④燃料カバー設置

## 原子炉建屋オペフロ状況



オペフロ全景(北西面)  
平成23年6月撮影



オペフロ全景(南東面)  
平成23年6月撮影



## カバー設置後(現状)



平成26年12月撮影

### 【オペフロの状態(現在)】

- ・屋根カバー閉止中 (平成26年12月4日閉止完了)

### 【今後の主な作業予定】

- ①カバ―解体 → ②瓦礫撤去 → ③除染作業 → ④遮蔽設置 → ⑤燃料カバ―設置

# 4. 燃料取り出しに向けた状況(プール燃料取り出し: 1号機崩落した屋根の裏側) 15



写真①

燃料取扱機



写真③

ガレキ

原子炉ウェルカバー



燃料取扱機(下部)

使用済燃料プール水面

写真②

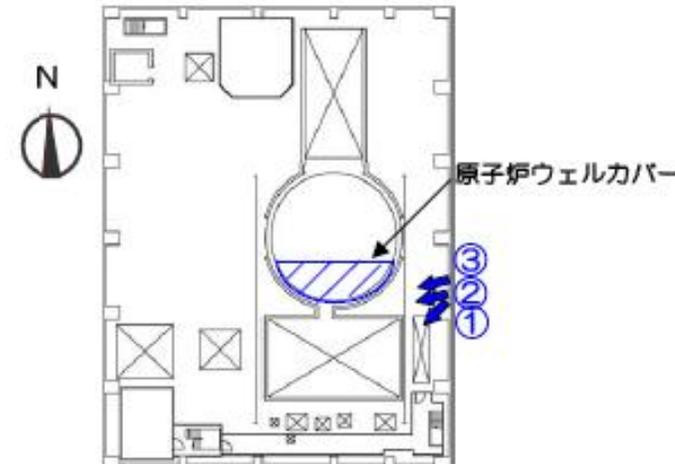
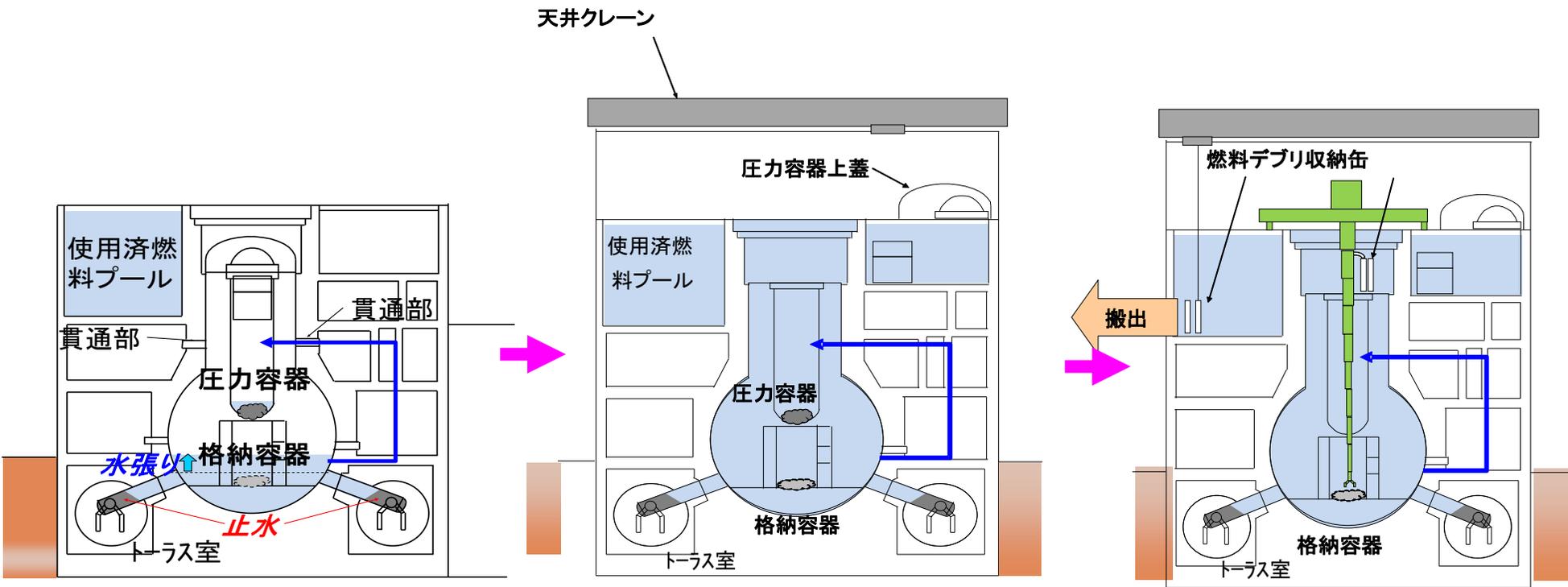


図1: 撮影箇所

# 4. 燃料取り出しに向けた状況 (燃料デブリ取り出しまでの作業イメージ)



原子炉格納容器下部補修 (止水～下部水張り) (イメージ)

燃料デブリ取り出し (イメージ)

## 燃料デブリ取り出しまでの作業イメージ

# 5. 燃料デブリ取り出しに向けた研究開発(ロボット開発)

## 除染ロボット

原子炉建屋内は放射線レベルが高いため、除染ロボットを開発(以下の写真は低所用)



## 調査ロボット

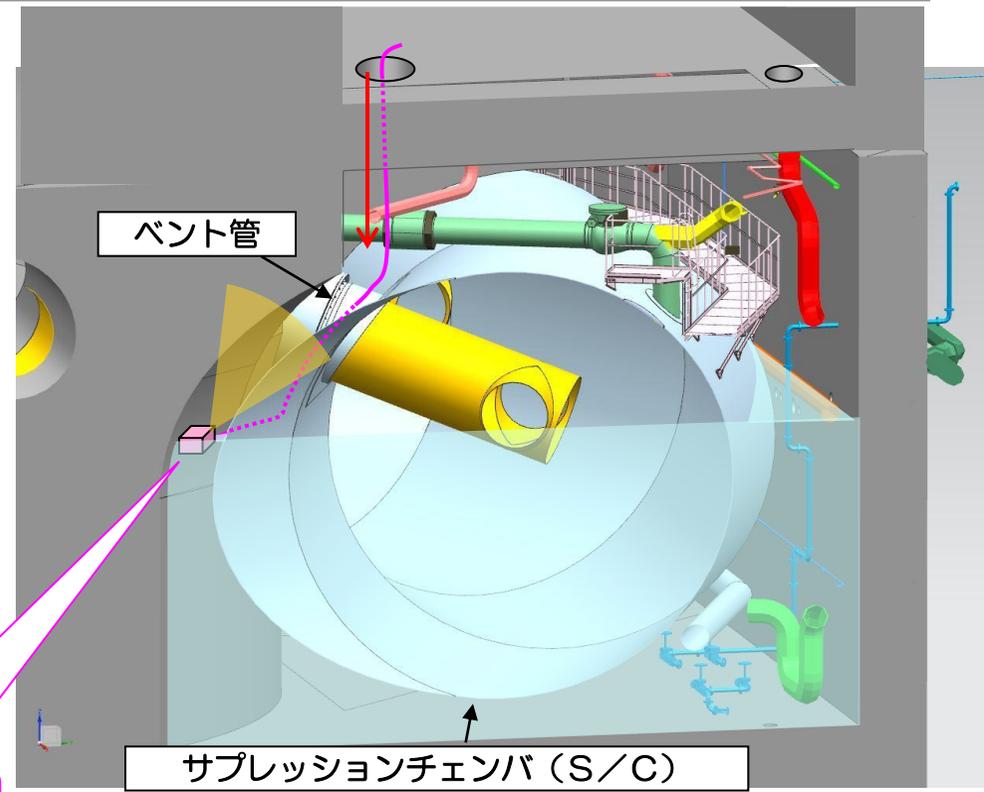
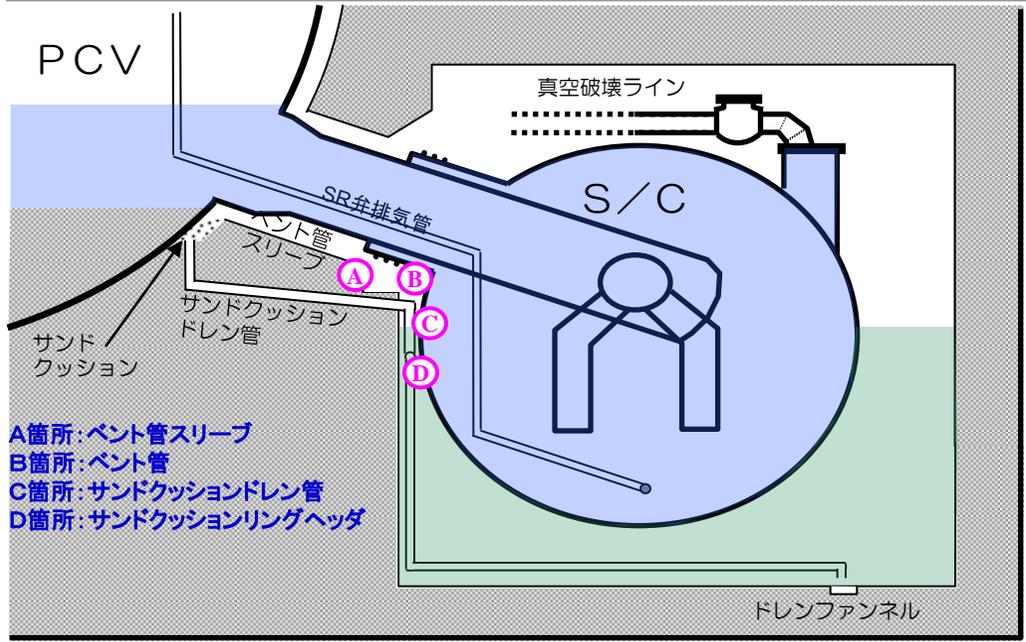
建屋内の放射線レベルを測定し、写真撮影のため、ガレキ上を走行可能なカメラ付き計測ロボットを開発



# 5. 燃料デブリ取り出しに向けた研究開発(1号機)

## 1号機ベント管下部周辺の調査(概要)

- 燃料デブリ取り出し準備に必要な原子炉格納容器の補修(止水)に向け、格納容器からの漏えい箇所を推定することを目的としたベント管下部周辺の調査を実施。
- 水上ボートに搭載したカメラ映像により、ベント管スリーブ端部からの水の流れの有無およびサンドクッションドレン管の状況(外観)等を確認した。



水上ボート

水上ボート 工場での航行試験の様子

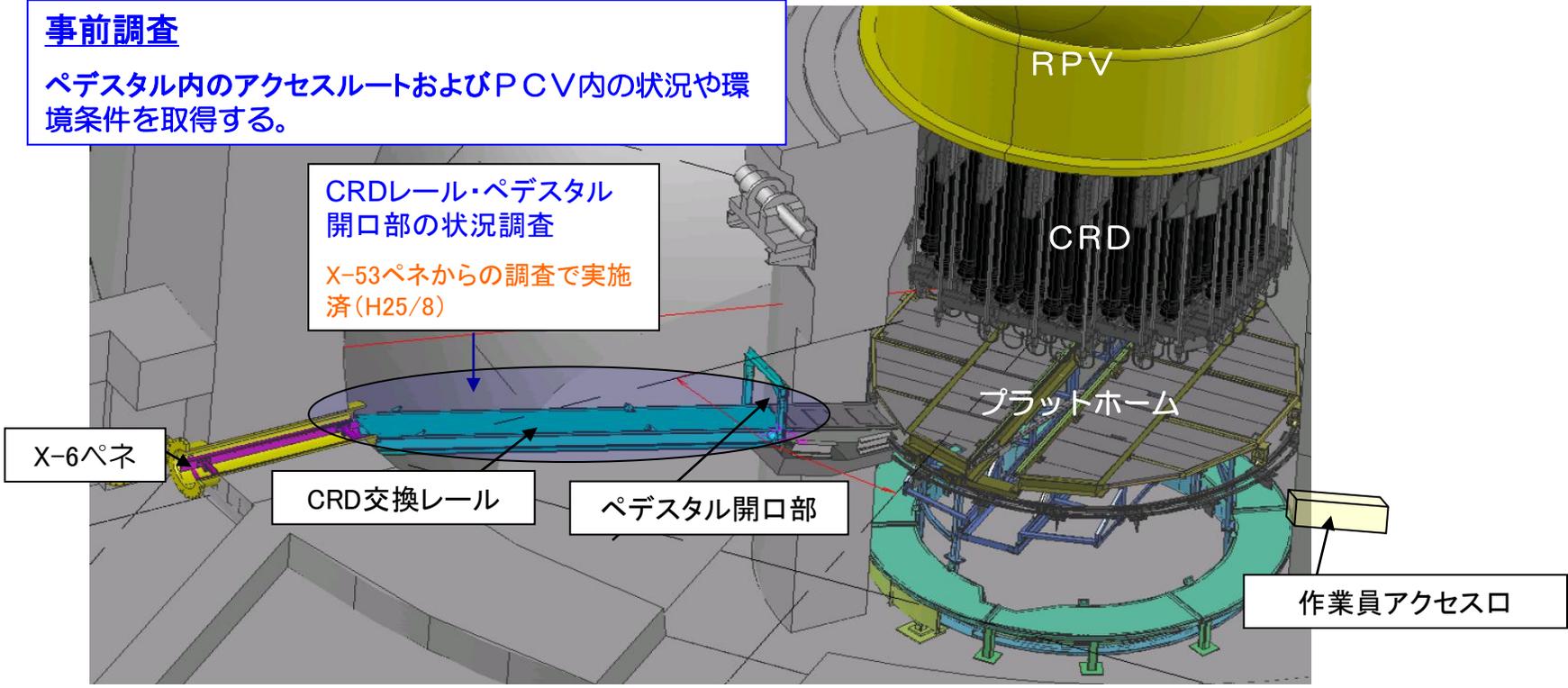
# 5. 燃料デブリ取り出しに向けた研究開発(2号機PCV調査)

## 2号機PCV(ペDESTアル内)調査(計画案)

- X-6ペネ→CRD交換レール→ペDESTアル開口部を經由しペDESTアル内に調査装置を投入することでペDESTアル内の燃料デブリの位置(分布)の把握を目的とした調査を計画
- 事前調査としてCRD交換レール～ペDESTアル開口部の状況調査を実施。

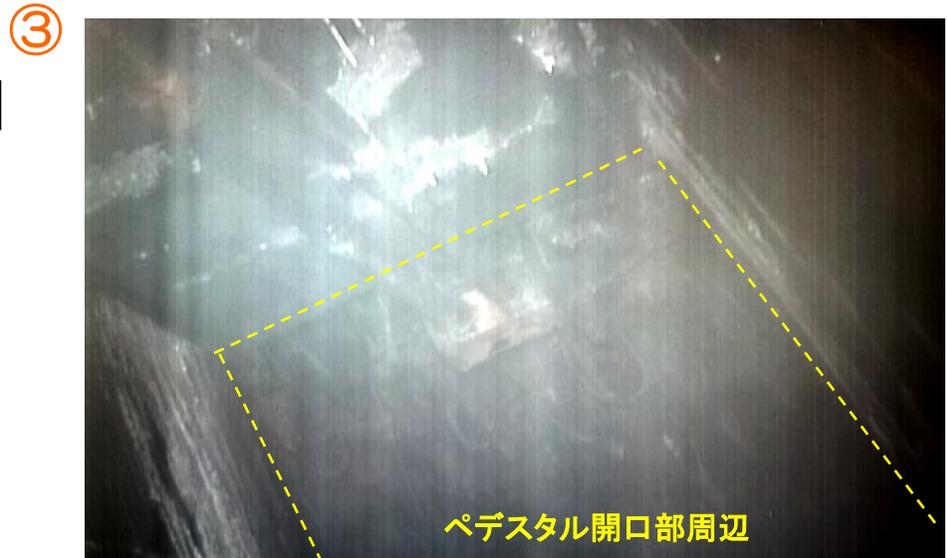
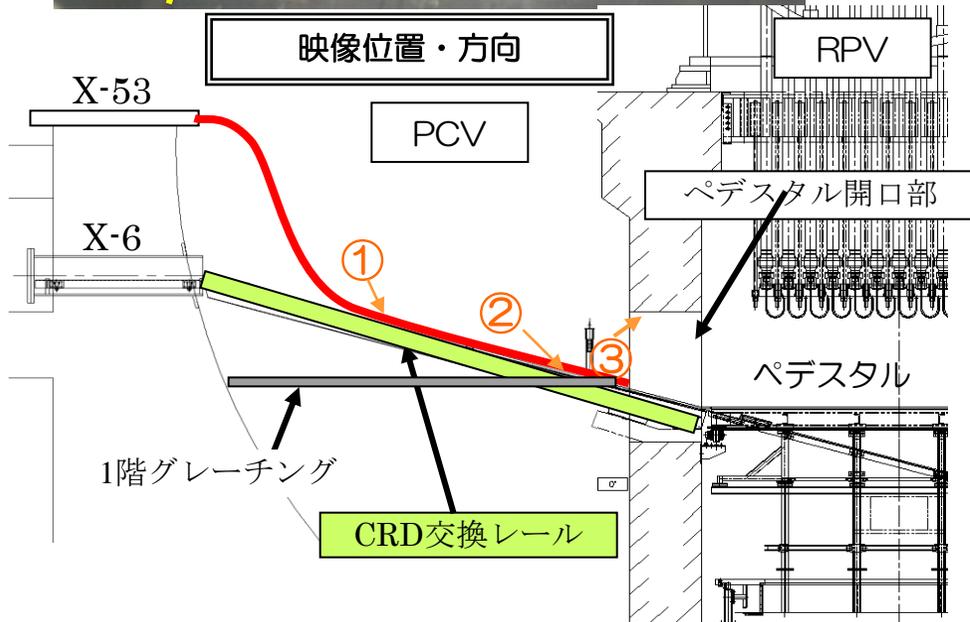
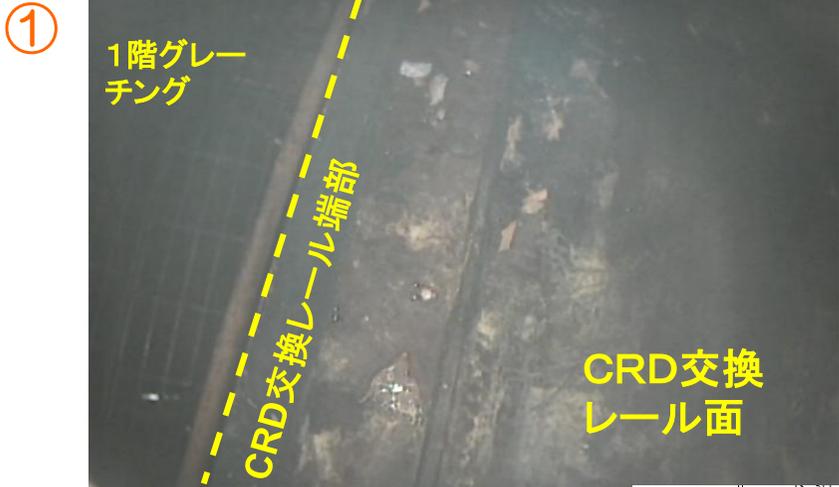
### 事前調査

ペDESTアル内のアクセスルートおよびPCV内の状況や環境条件を取得する。



※⑤はペDESTアル外からのアクセスについても検討中

## 2号機PCV(ペDESTAL内)調査(調査結果)



注記：①～③の写真は画像処理後

## 5. 燃料デブリ取り出しに向けた研究開発 (JAEAによる研究施設)

- JAEAでは廃炉に関する技術基盤を確立するため、2012年度補正予算で、①遠隔操作機器・装置の開発実証施設(モックアップ施設)、②放射性物質分析・研究施設を整備。国内外の幅広い分野の研究者が共同研究を実施する場とする。

### ①モックアップ施設

- 格納容器下部の実寸大模型を設置し、漏えい箇所を調査・補修するロボットの実証試験や運転員の訓練等を実施するもの。
- 2013年5月、楡葉町(楡葉南工業団地)に立地することを決定し、2014年9月26日に起工式を実施。2015年度末の竣工を予定



完成予想図

### ②放射性物質の分析・研究施設

- 福島第一原発からの燃料デブリや放射性廃棄物等を遮へい機能の高い部屋に搬入し、被ばくを避けるため、グローブボックスやマニピュレータ等を用いて分析・研究する。
- 2013年11月、立地候補地の技術的要件等を決定。立地地点を選定した上で、2018年度中の運用開始を目指している。



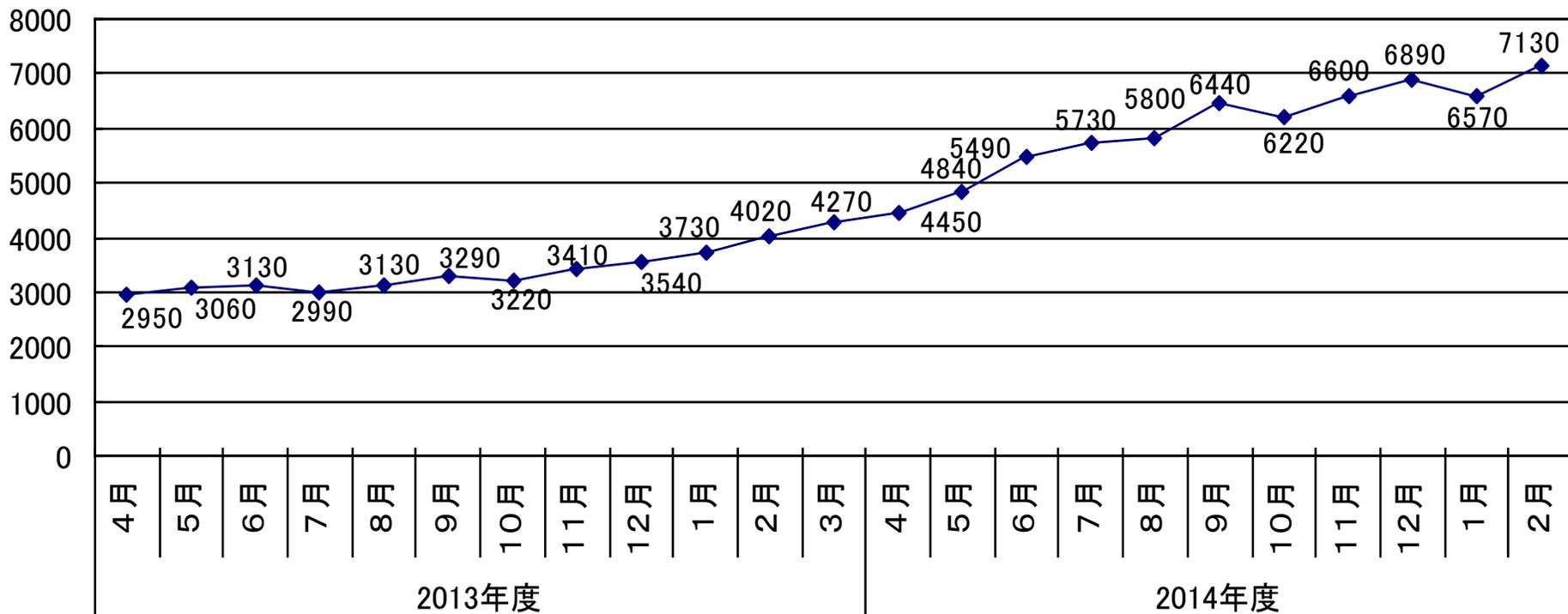
グローブボックス



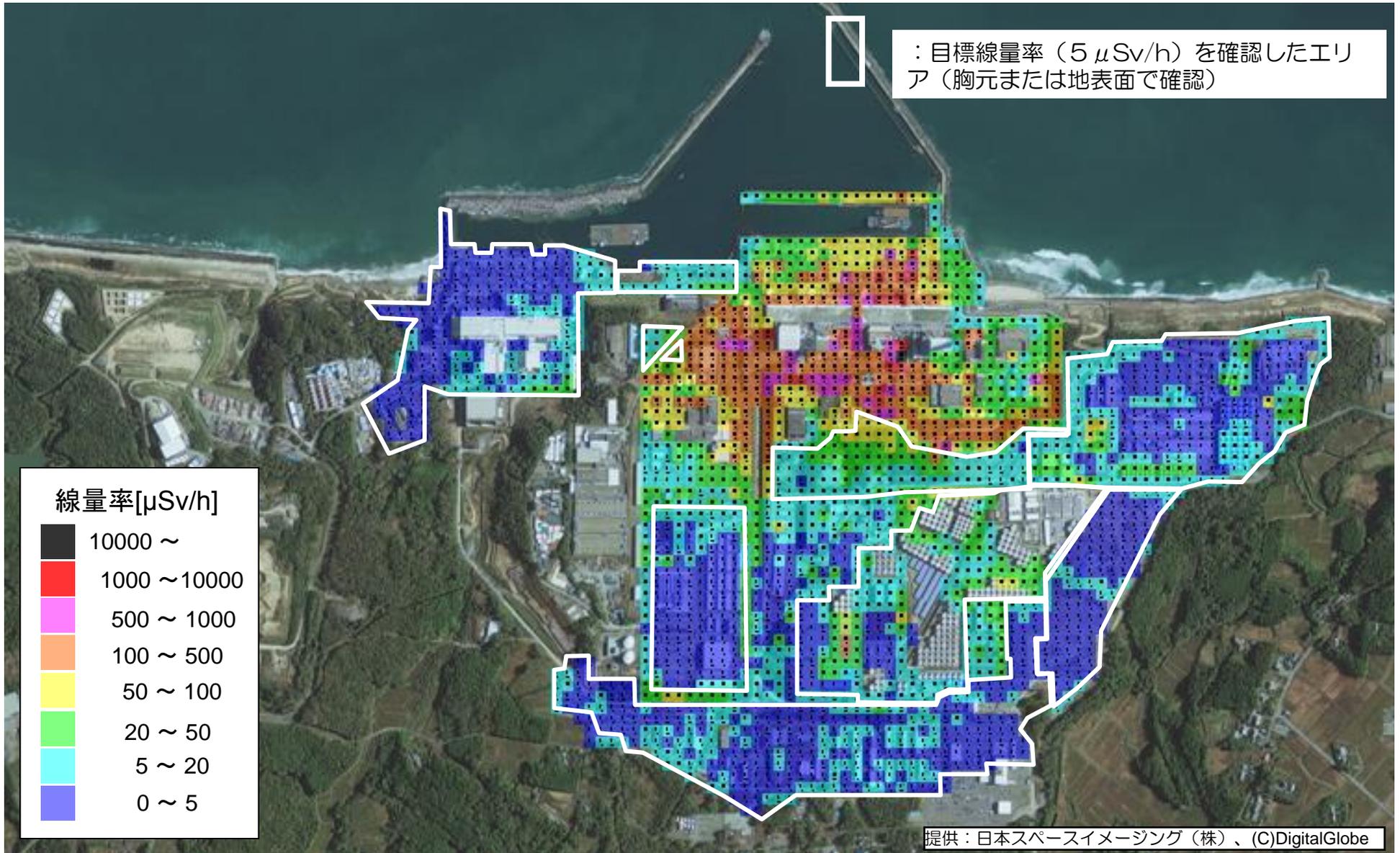
マニピュレータ

## 6. 労働環境改善(作業員の推移)

■ 福島第一原子力発電所構内で作業に従事する作業員(協力企業及び東電社員)は増加傾向にあり、2015年2月には7000人を超えた。将来の作業員確保について要員不足にならないことを主要元請企業に確認している。



平成25年4月以降の各月の平日1日あたりの平均作業員数(実績値)の推移



# 6. 労働環境改善(作業現場の環境改善)

## ■ 海側のガレキ撤去

作業前



2号機タービン建屋前

作業後



Rw集中処理建屋



4号機タービン建屋前



## ■ タンクエリアでの浸透防止工

作業前



作業後



## ■ 護岸エリアのフェーシング (舗装)

作業前

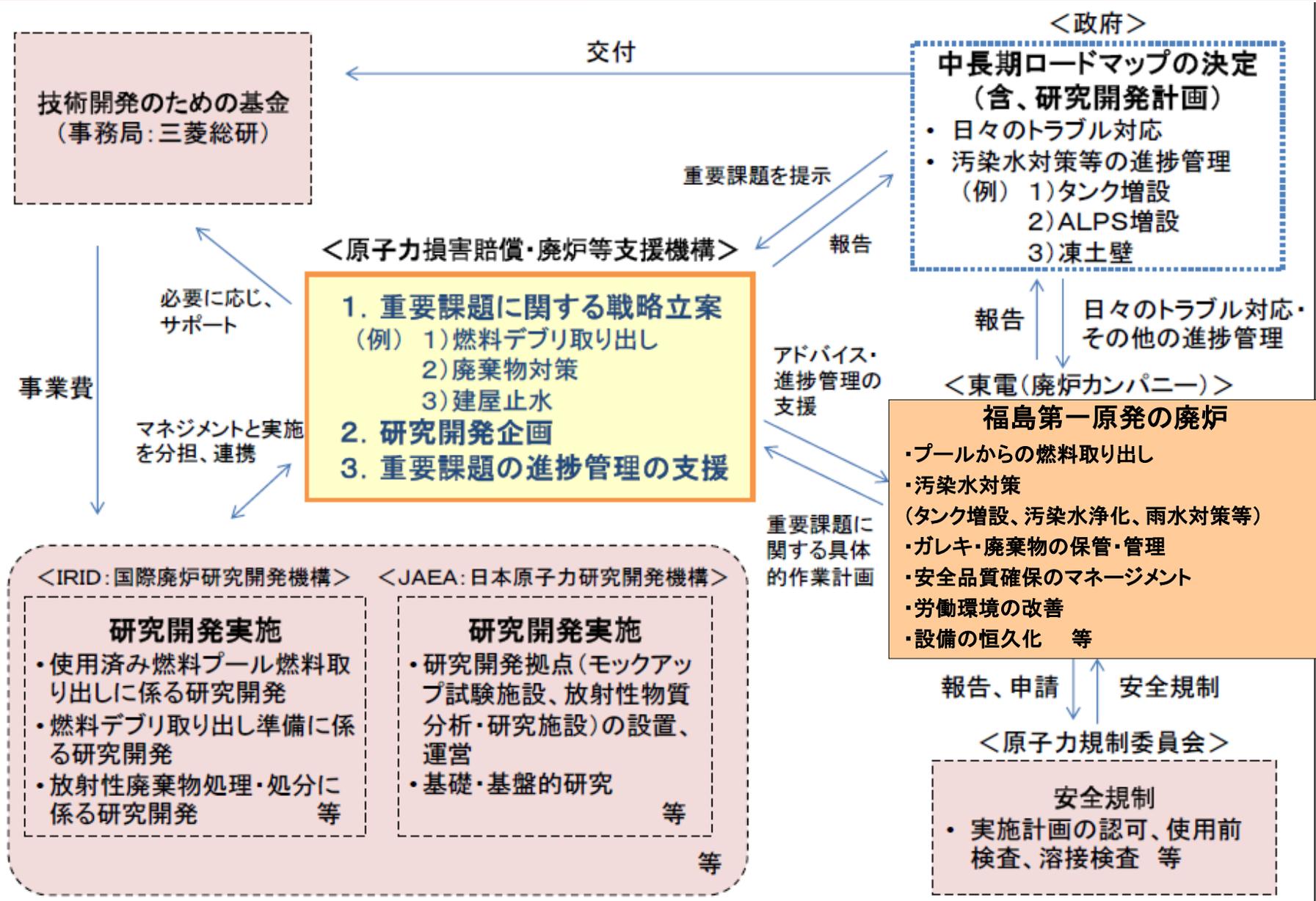


作業後



3-4号機間 海側

# 7. 廃止推進に向けた組織整備



ご静聴いただきありがとうございました。