

# 廃止措置等に向けた進捗状況：使用済み燃料プールからの燃料取り出し作業

## 至近の目標

使用済燃料プール内の燃料の取り出し開始(4号機、2013年11月)

## 4号機

中長期ロードマップでは、ステップ2完了から2年以内(～2013/12)に初号機の使用済燃料プール内の燃料取り出し開始を第1期の目標としてきた。2013/11/18より初号機である4号機の使用済燃料プール内の燃料取り出しを開始し、第2期へ移行した。  
燃料取り出し作業開始から1年以内となる2014/11/5に、プール内の使用済燃料1,331体の共用プールへの移送が完了した。  
残りの新燃料の6号機使用済燃料プールへの移送は、2014/12/22に完了。(新燃料2体については燃料調査のためH24年7月に先行して取り出し済)これにより、4号機原子炉建屋からの燃料取り出しが完了した。  
今回の経験を活かし1～3号機のプール燃料取り出しに向けた作業を進める。



燃料取り出し状況



4号機使用済燃料プール内の状況

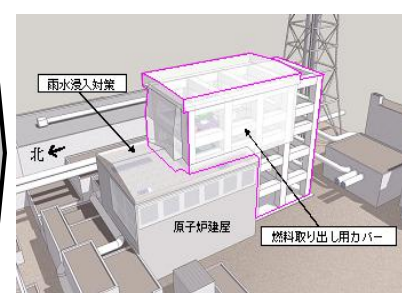
リスクに対してしっかり対策を打ち、  
慎重に確認を行い、安全第一で作業を進める

### 燃料取り出しまでのステップ



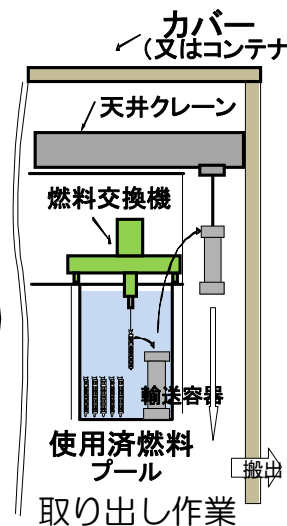
原子炉建屋上部のガレキ撤去

2012/12完了



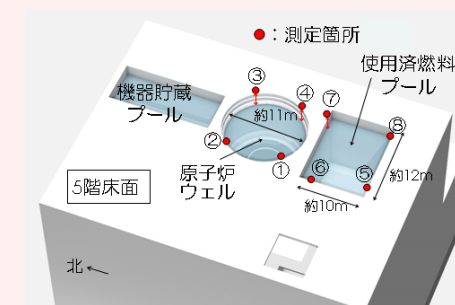
燃料取り出し用カバーの設置

2012/4～2013/11完了

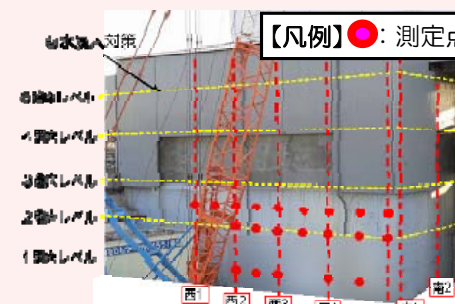


2013/11開始

原子炉建屋の健全性確認  
2012/5以降、年4回定期的な点検を実施。建屋の健全性は確保されていることを確認。



傾きの確認(水位測定)

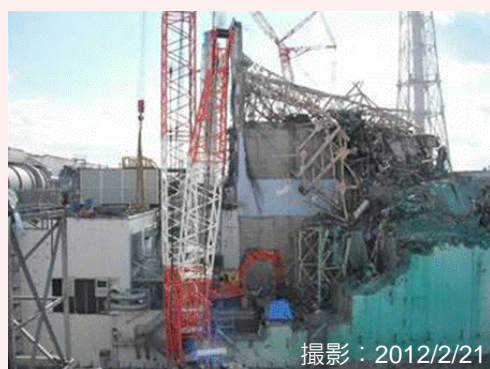


傾きの確認(外壁面の測定)

※写真の一部については、核物質防護などに関わる機微情報を含むことから修正しております。

## 3号機

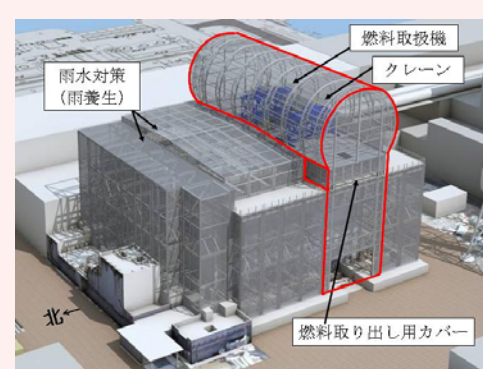
燃料取り出し用カバー設置に向けて、構台設置作業完了(2013/3/13)。原子炉建屋上部ガレキ撤去作業を完了(2013/10/11)し、現在、燃料取り出し用カバーや燃料取扱設備のオペレーティングフロア(※1)上の設置作業に向け、線量低減対策(除染、遮へい)を実施中(2013/10/15～)。使用済燃料プール内のガレキ撤去を実施中(2013/12/17～)。



大型ガレキ撤去前



大型ガレキ撤去後



燃料取り出し用カバーイメージ

## 1、2号機

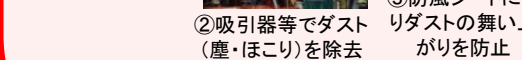
●1号機については、オペレーティングフロア上部のガレキ撤去を実施するため、原子炉建屋カバーの解体を計画。建屋カバーの屋根パネル2枚を取り外し、原子炉建屋最上階のガレキ状況調査等を実施。ダスト飛散や使用済燃料プール内燃料に直ちに損傷を与えるような状況は確認されていない。  
●2号機については、燃料デブリ取り出し計画の変動による手戻りのリスクを避けるため、取り出し開始時期に影響のない範囲で燃料取り出し計画を継続検討。

### 1号機建屋カバー解体

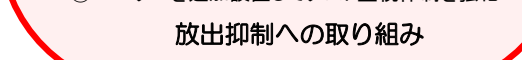
使用済燃料プール燃料・燃料デブリ取り出しの早期化に向け、原子炉建屋カバーを解体し、オペフロ上のガレキ撤去を進める。建屋カバー解体後の敷地境界線量は、解体前に比べ増加するものの、放出抑制への取り組みにより、1～3号機からの放出による敷地境界線量(0.03mSv/年)への影響は少ない。



①飛散防止剤散布



②吸引器等でダスト(塵・ほこり)を除去

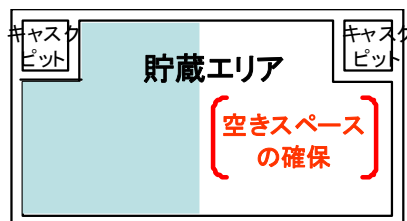


③防風シートによりダストの舞い上がり防止

④モニターを追加設置してダスト監視体制を強化

放出抑制への取り組み

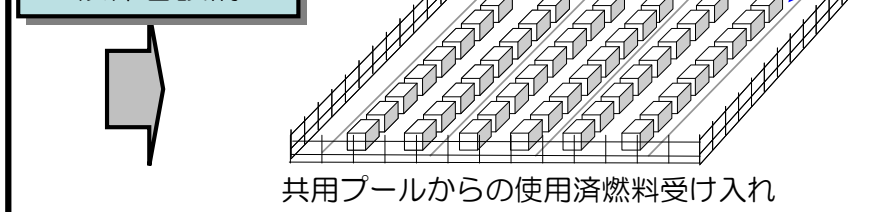
## 共用プール



共用プール内空きスペースの確保  
(乾式キャスク仮保管設備への移送)

現在までの作業状況  
・燃料取扱いが可能な状態まで共用プールの復旧が完了(2012/11)  
・共用プールに保管している使用済燃料の乾式キャスクへの装填を開始(2013/6)  
・4号機使用済燃料プールから取り出した燃料を受入開始(2013/11)

### 乾式キャスク(※2) 仮保管設備



2013/4/12より運用開始、キャスク保管建屋より既設乾式キャスク全9基の移送完了(2013/5/21)、共用プール保管中燃料を順次移送中。

<略語解説>  
(※1)オペレーティングフロア(オペフロ): 定期検査時に、原子炉上蓋を開放し、炉内燃料取替や炉内構造物の点検等を行うフロア。  
(※2)キャスク: 放射性物質を含む試料・機器等の輸送容器の名称

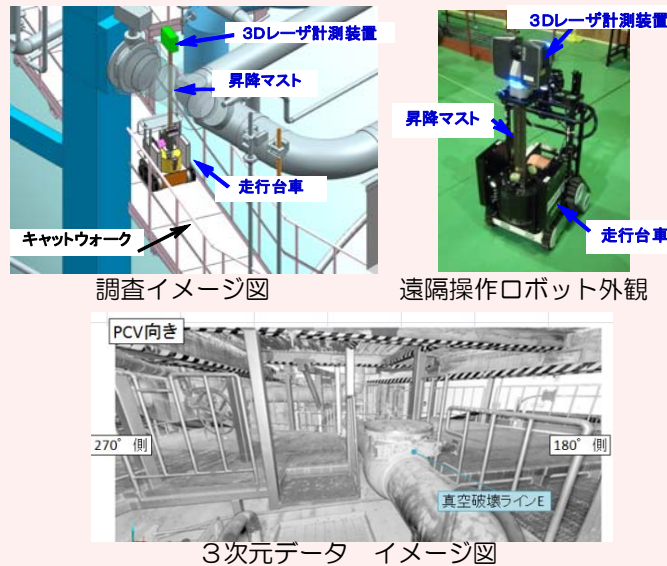
**至近の目標** プラントの状況把握と燃料デブリ取り出しに向けた研究開発及び除染作業に着手

**原子炉建屋地下階3Dスキャン**

原子炉建屋の地下階（トラス室）上部を遠隔操作ロボットを用いて、レーザスキャンで調査し、地下階の3次元データを得た。

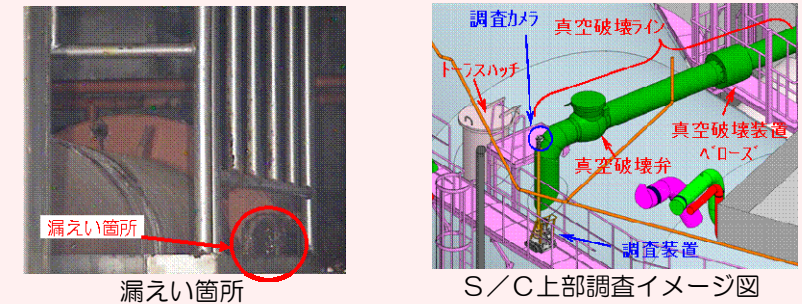
3次元データは、実測に基づく検討ができるため、より詳細な装置のアクセス性や配置検討に利用できる。

原子炉建屋1階の3次元データと組み合わせて、1階と地下階の干渉物を一度に確認することで原子炉格納容器／真空破壊ライン補修装置の設置位置等の検討を効率的に実施可能。

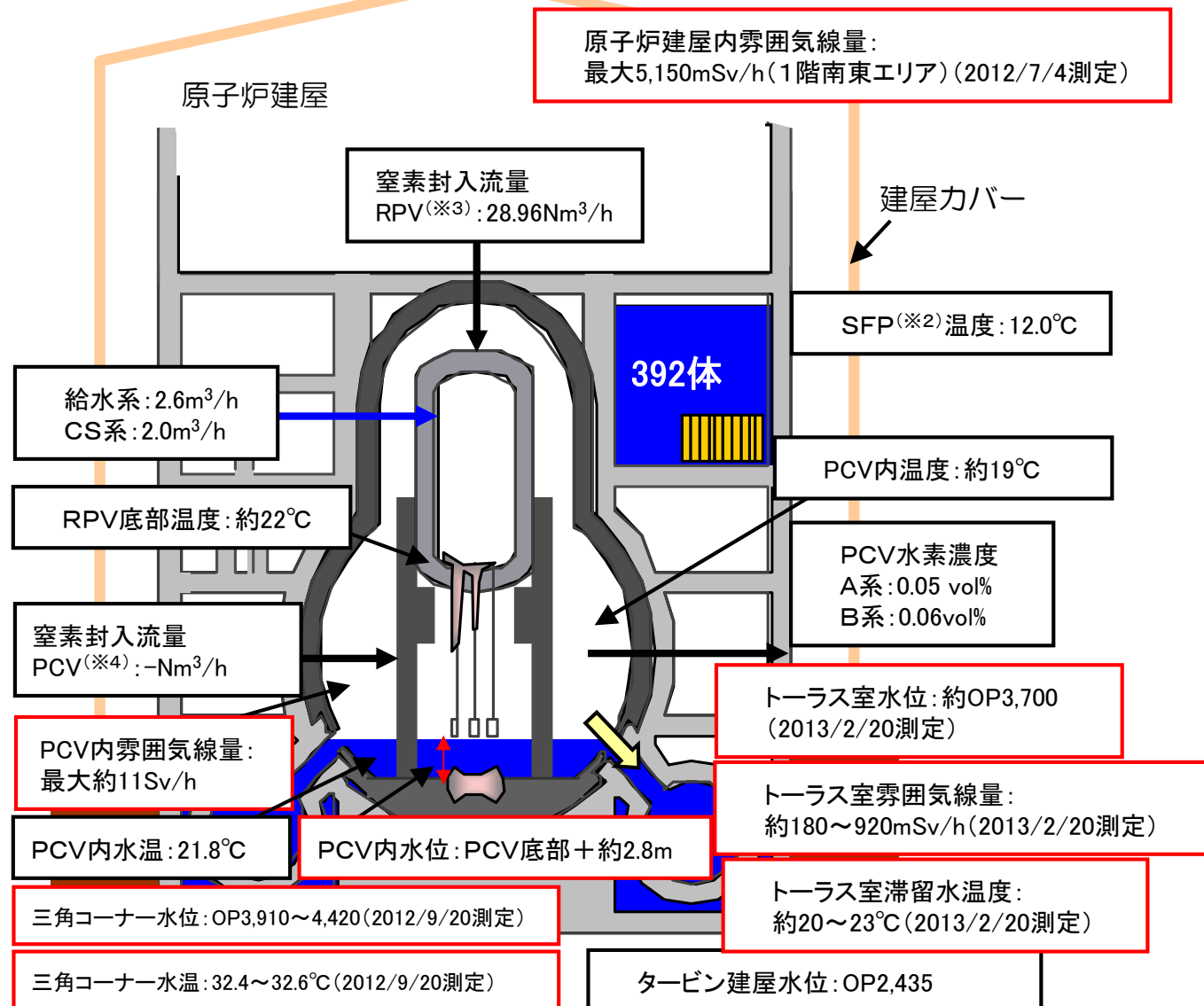


**圧力抑制室（S/C<sup>(※1)</sup>）上部調査による漏えい箇所確認**

1号機S/C上部の漏えい箇所を5/27より調査し、上部にある配管の内1本の伸縮継手カバーより漏えいを確認。他の箇所からの漏えいは確認されず。今後、格納容器の止水・補修に向けて、具体的な方法を検討していく。



**1号機**



**格納容器内部調査に向けた装置の開発状況**

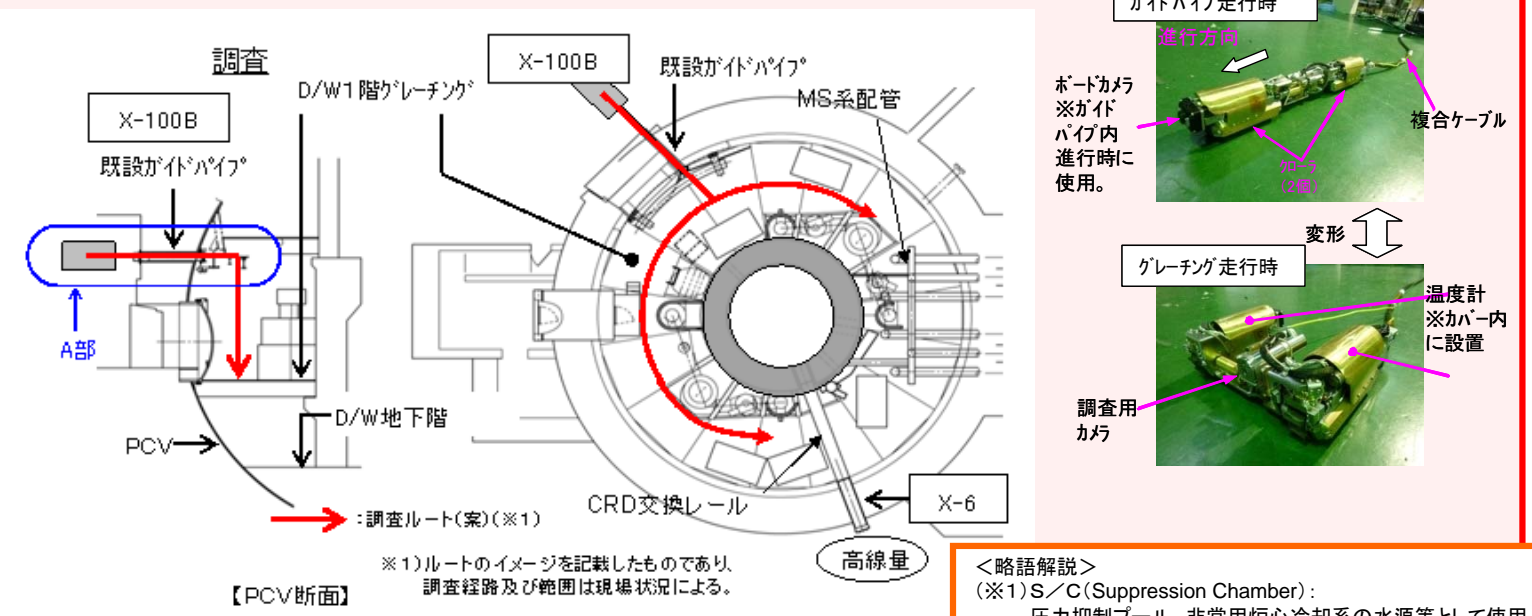
燃料デブリ取り出しに先立ち、燃料デブリの位置等格納容器内の状況把握のため、内部調査を実施予定。

**【調査概要】**

- ・1号機X-100Bペネ<sup>(※5)</sup>から装置を投入し、時計回りと反時計回りに調査を行う。

**【調査装置の開発状況】**

- ・狭隘なアクセス口（内径φ100mm）から格納容器内へ進入し、グレーチング上を安定走行可能な形状変形機構を有するクローラ型装置を開発中であり、2014年度下期に現場での実証を計画。



格納容器内調査ルート（計画案）

<略語解説>  
 (※1) S/C (Suppression Chamber): 圧力抑制プール。非常用炉心冷却系の水源等として使用。  
 (※2) SFP (Spent Fuel Pool): 使用済燃料プール。  
 (※3) RPV (Reactor Pressure Vessel): 原子炉圧力容器。  
 (※4) PCV (Primary Containment Vessel): 原子炉格納容器。  
 (※5) ペネ: ペネトレーションの略。格納容器等にある貫通部。

至近の目標

プラントの状況把握と燃料デブリ取り出しに向けた研究開発及び除染作業に着手

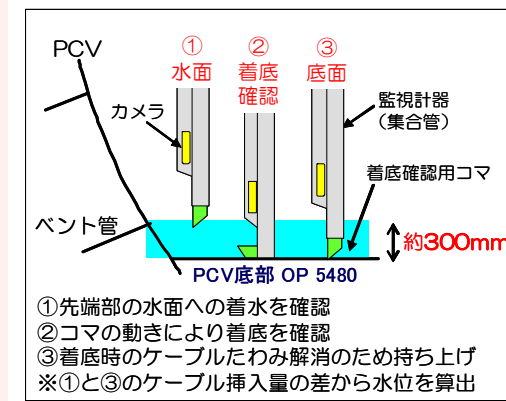
原子炉圧力容器温度計・原子炉格納容器常設監視計器の設置

①原子炉圧力容器温度計再設置

- ・震災後に2号機に設置した原子炉圧力容器底部温度計が故障したことから監視温度計より除外(2/19)。
- ・4/17に温度計の引き抜き作業を行ったが、引き抜けなかったため作業を中断。実規模配管にて、水素の発生しない錆除去剤を用いワイヤガイドを引き抜けることを確認。2015年1月を目処に引抜き工事を実施予定。

②原子炉格納容器温度計・水位計再設置

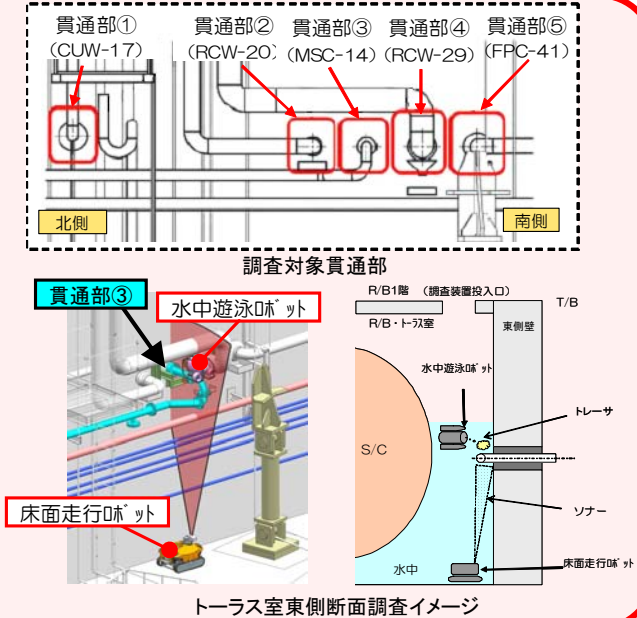
- ・格納容器常設監視計器の設置を試みたが、既設グレーチングとの干渉により、計画の位置に設置することが出来なかった(2013/8/13)。
- ・5/27に当該計器を引き抜き、6/5、6に再設置を実施。1ヶ月程度推移を確認し妥当性を確認。
- ・再設置時に格納容器内の水位を測定し、底部より約300mmの高さまで水があることを確認。



2号機原子炉格納容器監視計器再設置時 水位測定方法

トラス室壁面調査結果

- ・トラス室壁面調査装置(水中遊泳ロボット、床面走行ロボット)を用いて、トラス室壁面の(東壁面北側)を対象に調査。
- ・東側壁面配管貫通部(5箇所)の「状況確認」と「流れの有無」を確認する。
- ・水中壁面調査装置(水中遊泳ロボット及び床面走行ロボット)により貫通部の状況確認ができることを実証。
- ・貫通部①～⑤について、カメラにより、散布したトレーサ※5を確認した結果、貫通部周辺での流れは確認されず。(水中遊泳ロボット)
- ・貫通部③について、ソナーによる確認の結果、貫通部周辺での流れは確認されず。(床面走行ロボット)



格納容器内部調査に向けた装置の開発状況

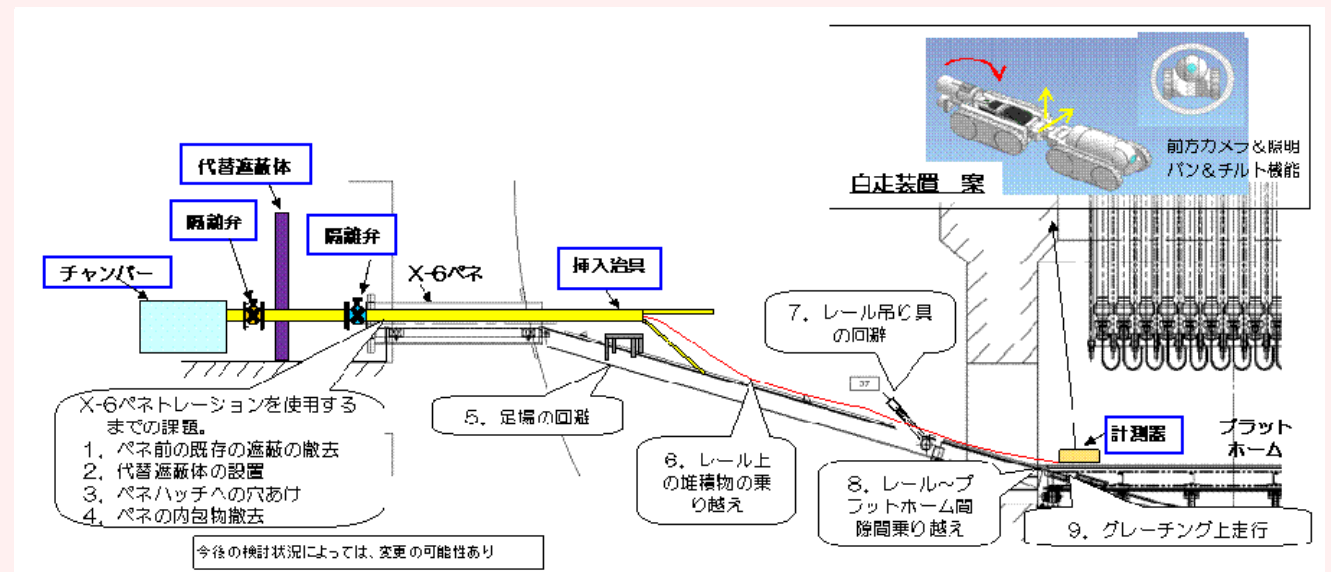
燃料デブリ取り出しに先立ち、燃料デブリの位置等格納容器内の状況把握のため、内部調査を実施予定。

【調査概要】

- ・2号機X-6ペネ※1貫通口から調査装置を投入し、CRDレールを利用しペDESTAL内にアクセスして調査。

【調査装置の開発状況】

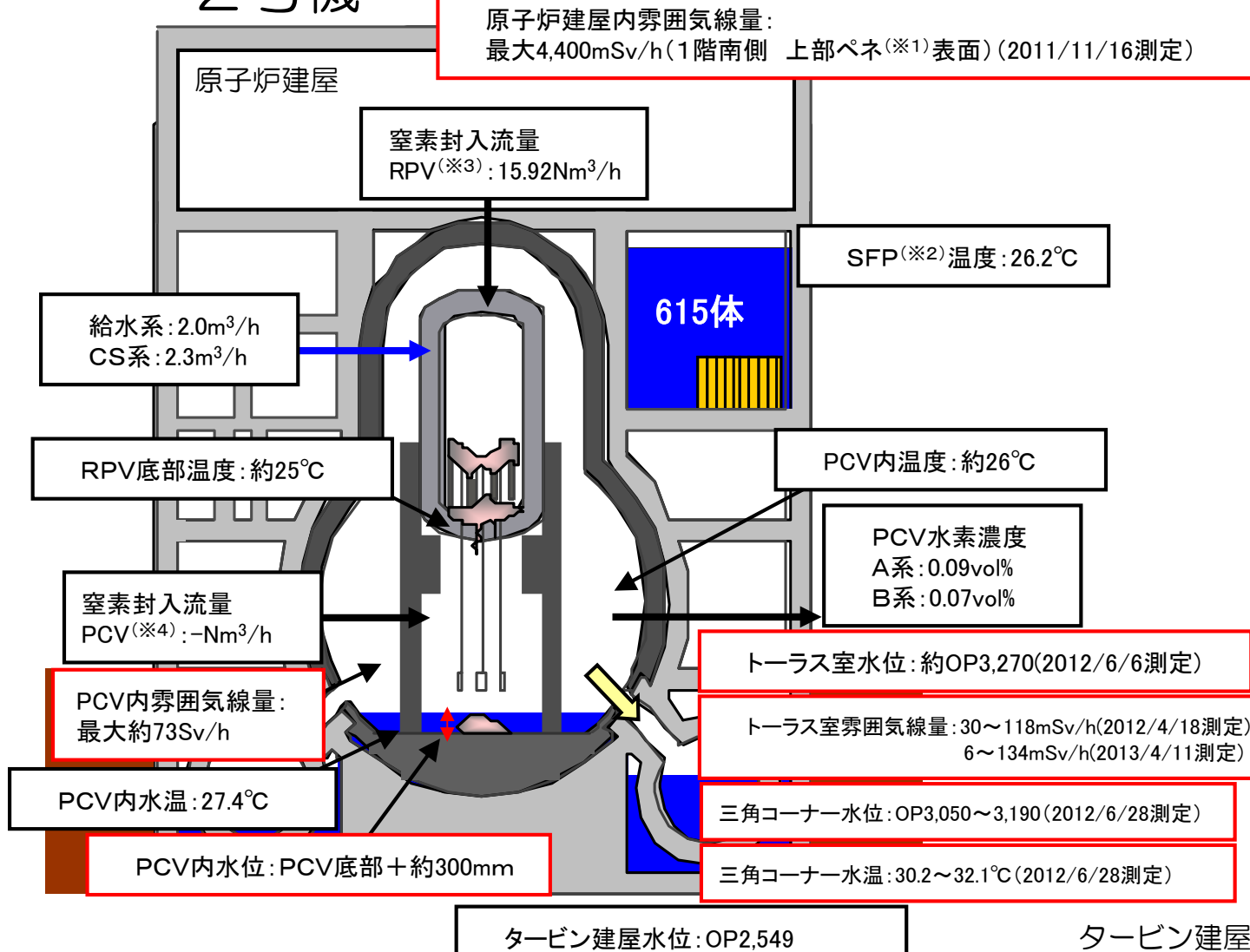
- ・2013年8月に実施したCRDレール状況調査で確認された課題を踏まえ、調査工法および装置設計を進めており2014年度下期に現場実証を計画。



<略語解説>

- (※1)ペネ: ペネトレーションの略。格納容器等にある貫通部。(※2)SFP(Spent Fuel Pool): 使用済燃料プール。
- (※3)RPV(Reactor Pressure Vessel): 原子炉圧力容器。(※4)PCV(Primary Containment Vessel): 原子炉格納容器。
- (※5)トレーサ: 流体の流れを追跡するために使用する物質。粘土系粒子。

2号機



至近の目標

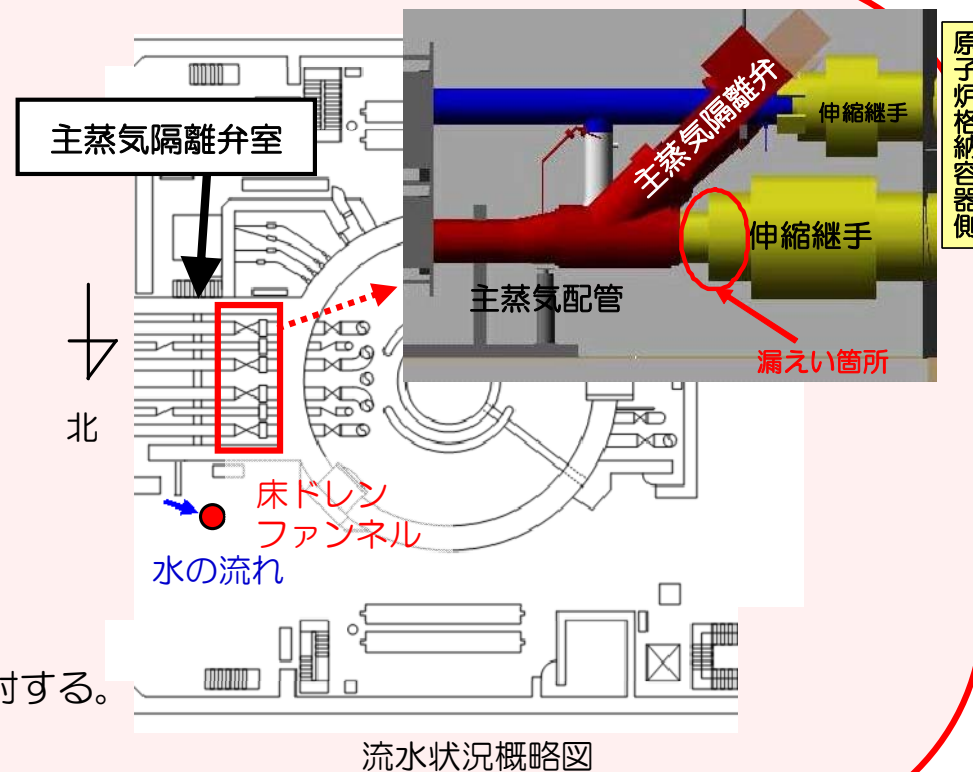
プラントの状況把握と燃料デブリ取り出しに向けた研究開発及び除染作業に着手

主蒸気隔離弁※室からの流水確認

3号機原子炉建屋1階北東エリアの主蒸気隔離弁室の扉付近から、近隣の床ドレンファンネル（排水口）に向かって水が流れていることを1/18に確認。排水口は原子炉建屋地下階につながっており、建屋外への漏えいはない。

4/23より、原子炉建屋2階の空調機械室から1階の主蒸気隔離弁室につながっている計器用配管から、カメラによる映像取得、線量測定を実施。5/15に主蒸気配管のうち1本の伸縮継手周辺から水が流れていることを確認した。

3号機で、格納容器からの漏えい箇所が判明したのは初めてであり、今回の映像から、漏えい量の評価を行うとともに、追加調査の要否を検討する。また、本調査結果をPCV止水・補修方法の検討に活用する。



※主蒸気隔離弁：原子炉から発生した蒸気を緊急時に止める弁

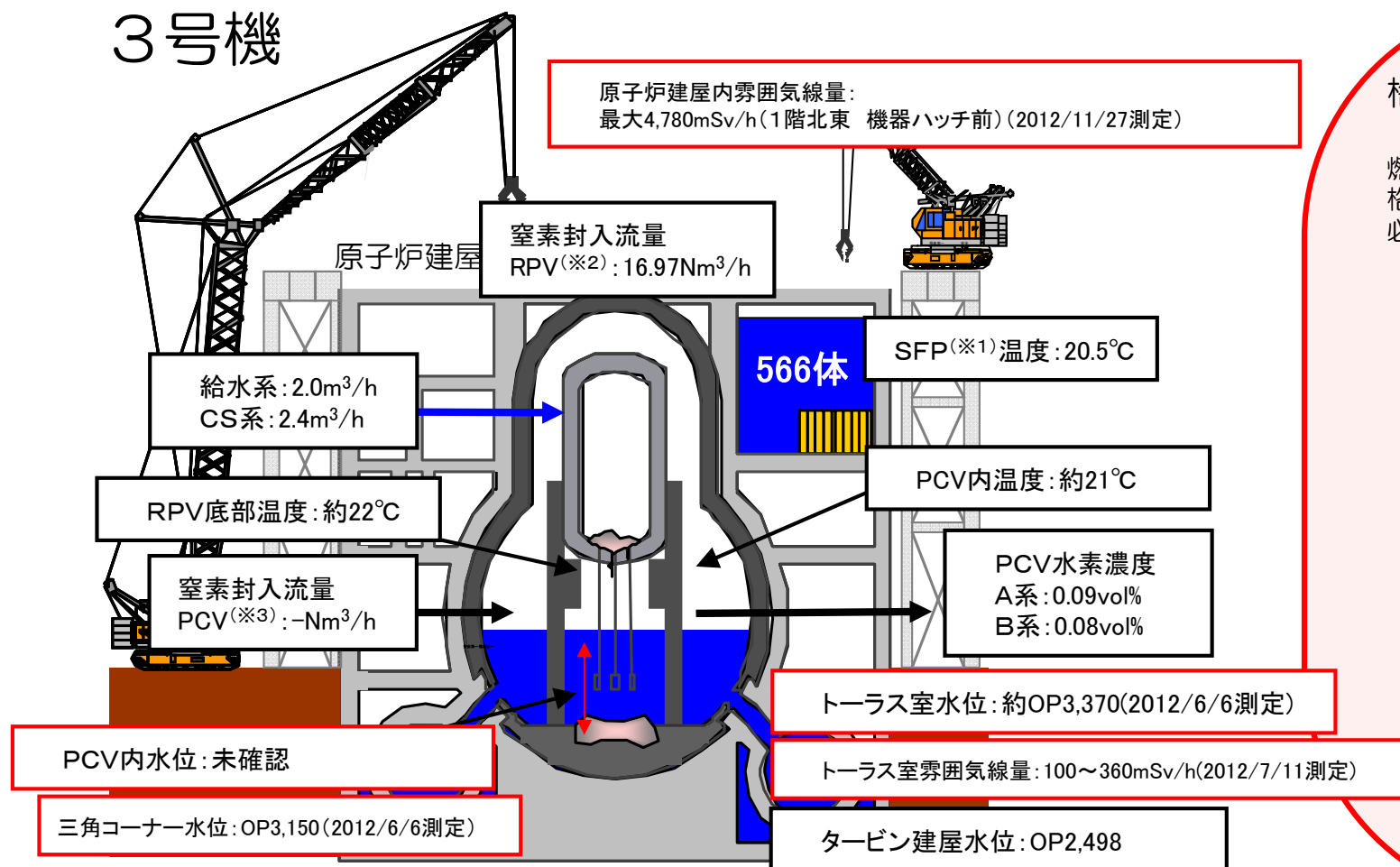
建屋内の除染

- ・ロボットによる、原子炉建屋内の汚染状況調査を実施（2012/6/11～15）。
- ・最適な除染方法を選定するため除染サンプルの採取を実施（2012/6/29～7/3）。
- ・建屋内除染に向けて、原子炉建屋1階の干渉物移設作業を実施（2013/11/18～2014/3/20）。



汚染状況調査用ロボット（ガンマカメラ搭載）

3号機



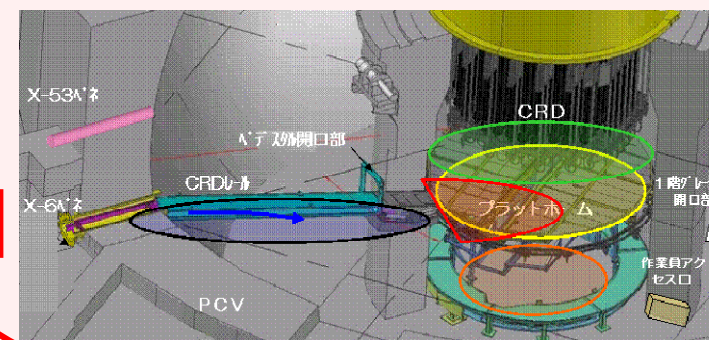
※プラント関連パラメータは2014年12月24日11:00現在の値

格納容器内部調査に向けた装置の開発状況

燃料デブリ取り出しに先立ち、燃料デブリの位置等格納容器内の状況把握のため、内部調査を実施予定。格納容器内の水位が高く、1、2号機で使用予定のペネが水没している可能性があり、別方式を検討する必要がある。

【調査及び装置開発ステップ】

- (1) X-53ペネからの調査
  - ・PCV内部調査用に予定しているX-53ペネの水没確認を遠隔超音波探傷装置を用いて調査を実施し、水没していないことを確認(10/22～24)。
  - ・2015年度上期目途にPCV内部調査を計画する。なお、ペネ周辺は高線量であることから、除染及び遮へい実施の状況を踏まえ、遠隔装置の導入も検討する。
- (2) X-53ペネからの調査後の調査計画
  - ・X-6ペネは格納容器内水頭圧測定値より推定すると水没の可能性がありアクセスが困難と想定。
  - ・他のペネからアクセスする場合、「装置の更なる小型化」、「水中を移動してペDESTALにアクセス」等の対応が必要であり検討を行う。



<略語解説>

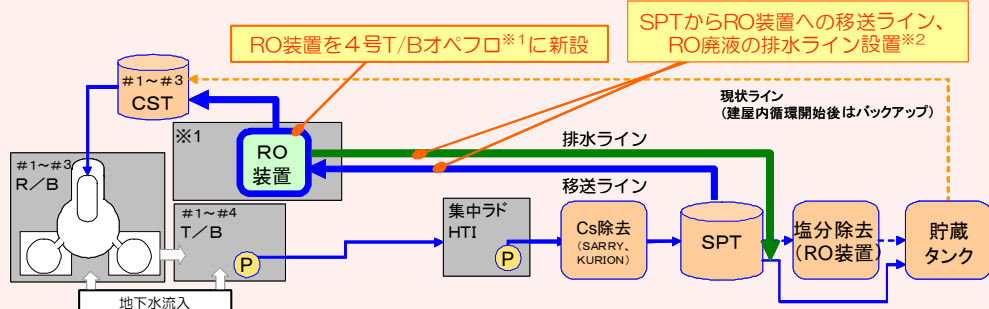
- (※1) SFP(Spent Fuel Pool) : 使用済燃料プール。
- (※2) RPV(Reactor Pressure Vessel) : 原子炉圧力容器。
- (※3) PCV(Primary Containment Vessel) : 原子炉格納容器。

# 廃止措置等に向けた進捗状況：循環冷却と滞留水処理ライン等の作業

## 至近の目標 原子炉冷却、滞留水処理の安定的継続、信頼性向上

### 循環注水冷却設備・滞留水移送配管の信頼性向上

- 3号機CSTを水源とする原子炉注水系の運用を開始し(2013/7/5～)、従来に比べて、屋外に敷設しているライン長が縮小されることに加え、水源の保有水量の増加、耐震性向上等、原子炉注水系の信頼性が向上した。
  - 2015年度上期までにRO装置を建屋内に新設することにより、炉注水のループ(循環ループ)は約3kmから約0.8km※に縮小
- ※：汚染水移送配管全体は、余剰水の高台への移送ライン(約1.3km)を含め、約2.1km



※1 4号T/Bオベフロは設置案の1つであり、作業環境等を考慮し、今後更に検討を進めて決定予定  
 ※2 詳細なライン構成等は、今後更に検討を進めて決定予定



### タンクエリアにおける台風対応の改善

これまで、堰のかさ上げによる雨水受け入れ量の増加、雨どいや堰カバーの設置による堰内へ流入する雨水の抑制などの設備対策を行ってきた。台風18・19号により合計約300mmの雨が降ったが、これらの改善対応により、堰内から汚染した雨水を漏らすことはなかった。



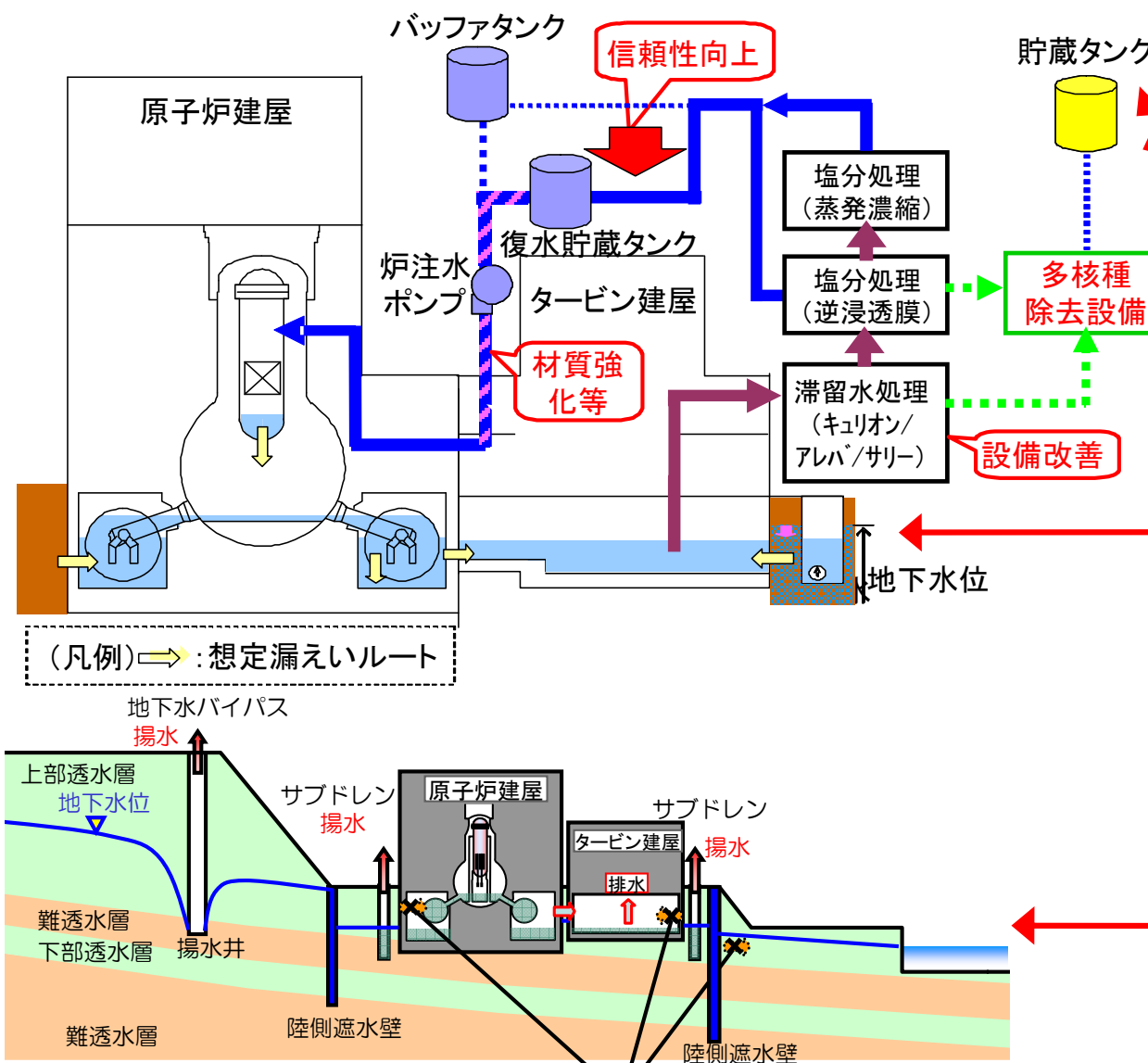
堰カバー設置前



堰カバー設置後

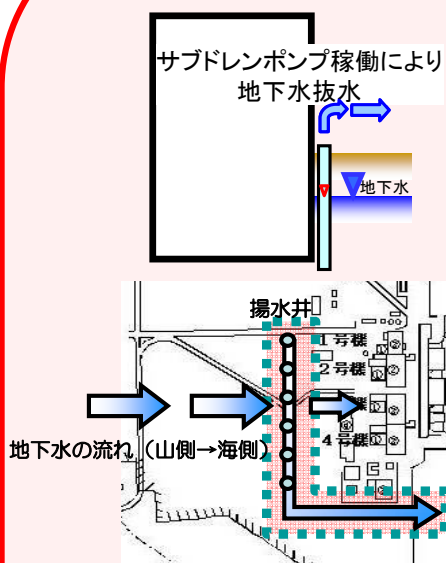
### タンク内にある汚染水のリスク低減に向けて

多核種除去設備(ALPS)に加え、ストロンチウムを除去する複数の浄化設備の設置を進めている。タンク内の汚染水を循環してストロンチウムを除去するモバイル型ストロンチウム除去装置により、最初のタンク群の汚染水を処理した。建屋から移送した汚染水からセシウムを取り除くセシウム吸着装置(KURION)、第二セシウム吸着装置(SARRY)を改造し、12月末よりストロンチウムも除去する運転を開始する。



汚染源に水を近づけない

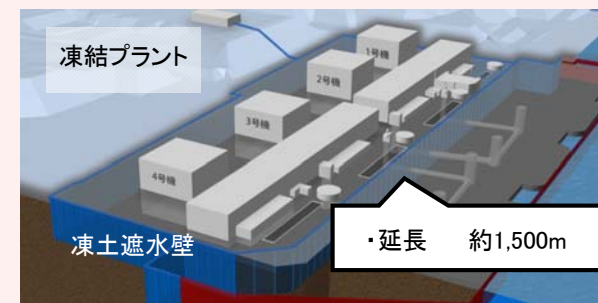
### 原子炉建屋への地下水流入抑制



サブドレン水汲み上げによる地下水位低下に向け、サブドレン他水処理施設の安定稼働の確認のための試験を実施。浄化により地下水パイパスの運用目標を下回ることを確認。サブドレン水を汲み上げることによる地下水流入の抑制

山側から流れてきた地下水を建屋の上流で揚水し、建屋内への地下水流入量を抑制する取組(地下水パイパス)を実施。くみ上げた地下水は一時的にタンクに貯留し、東京電力及び第三者機関により、運用目標未達であることを都度確認し、排水。揚水井、タンクの水質について、定期的にモニタリングを行い、適切に運用。建屋と同じ高さで設置した観測孔において地下水位の低下傾向を確認。建屋への地下水流入をこれまでのデータから評価し、減少傾向を確認。

地下水パイパスにより、建屋付近の地下水位を低下させ、建屋への地下水流入を抑制



建屋への地下水流入を抑制するため、凍土壁で建屋を囲む陸側遮水壁の設置を計画。今年度末の凍結開始を目指し、6/2から凍結管の設置工事中。

<略語解説>  
 (※1)CST (Condensate Storage Tank): 復水貯蔵タンク。プラントで使用する水を一時貯蔵しておくためのタンク。

1~4号機建屋周りに凍土壁を設置し、建屋への地下水流入を抑制

## 廃止措置等に向けた進捗状況：敷地内の環境改善等の作業

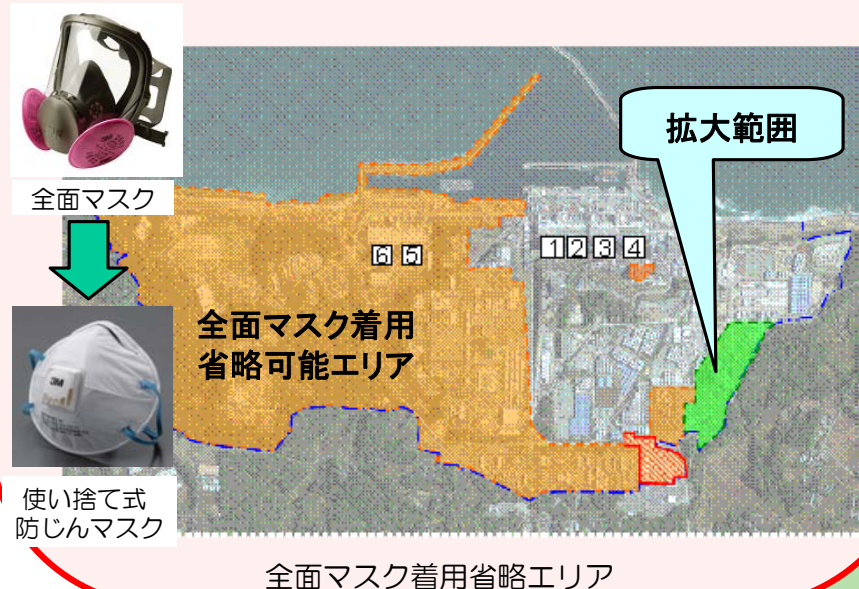
### 至近の目標

- ・発電所全体からの追加的放出及び事故後に発生した放射性廃棄物(水処理二次廃棄物、ガレキ等)による放射線の影響を低減し、これらによる敷地境界における実効線量1mSv/年未満とする。
- ・海洋汚染拡大防止、敷地内の除染

### 全面マスク着用省略エリアの拡大

空气中放射性物質濃度のマスク着用基準に加え、除染電離則も参考にした運用を定め、エリアを順次拡大中。

敷地南側のJタンク設置エリアにおいて除染作業が完了し、全面マスク着用省略可能エリアに設定。汚染水を取り扱わないタンク建設作業に限り、使い捨て式防じんマスクが着用可能(5/30~)。

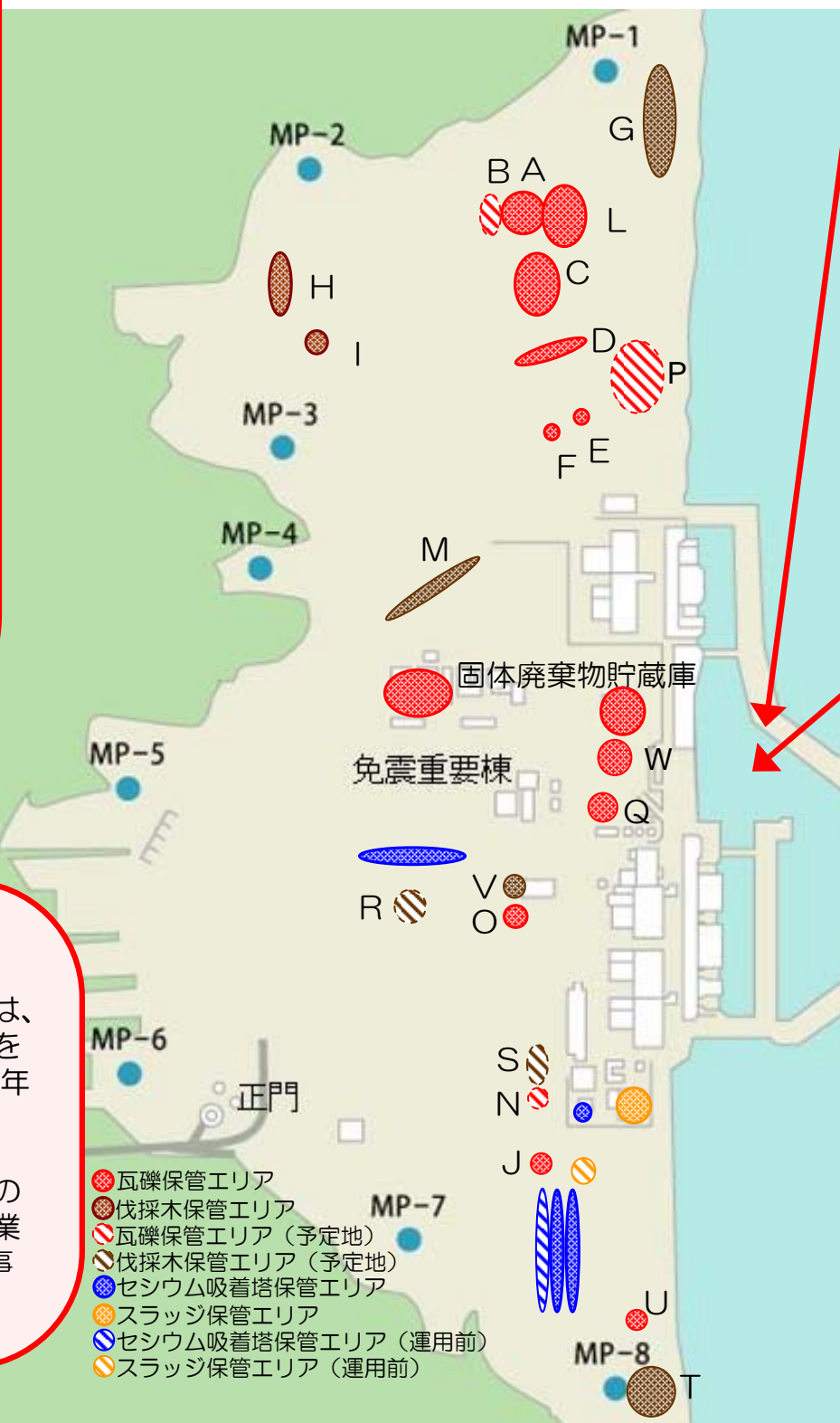


### 女性の就業エリアの拡大

福島第一原子力発電所での女性放射線業務従事者については、東日本大震災以降、線量率上昇等により構内に就業エリアを設けていなかったが、作業環境の改善状況を踏まえ、H24年6月より就業可能な場所を限定し作業を行っている。

敷地内の作業環境改善が進んできていること、内部被ばくのおそれの低くなっていることなどを踏まえ、特定高線量作業や1回で4mSvを超えるおそれのある作業を除き、女性従事者の就業エリアを構内全域に拡大する(11/4~)。

- 瓦礫保管エリア
- 伐採木保管エリア
- 瓦礫保管エリア(予定地)
- 伐採木保管エリア(予定地)
- セシウム吸着塔保管エリア
- スラッジ保管エリア
- セシウム吸着塔保管エリア(運用前)
- スラッジ保管エリア(運用前)



### 海側遮水壁の設置工事

汚染水が地下水へ漏れ出した場合に、海洋への汚染拡大を防ぐための遮水壁を設置中。港湾内の鋼管矢板の打設は、9本を残して2013/12/4までに一旦完了。引き続き、港湾外の鋼管矢板打設、港湾内の埋立、くみ上げ設備の設置等を実施し竣工前に閉塞する予定。



海側遮水壁工事状況  
(1号機取水口側埋立状況)

### 港湾内海水中の放射性物質低減

- ・建屋東側(海側)の地下水の濃度、水位等のデータの分析結果から、汚染された地下水が海水に漏れ出していることが明らかになった。
- ・港湾内の海水は至近1ヶ月で有意な変動はなく、沖合での測定結果については引き続き有意な変動は見られていない。
- ・海洋への汚染拡大防止対策として下記の取り組みを実施している。
  - ①汚染水を漏らさない
    - ・護岸背面に地盤改良を実施し、放射性物質の拡散を抑制  
(1~2号機間:2013/8/9完了、2~3号機間:2013/8/29~12/12、3~4号機間:2013/8/23~1/23完了)
    - ・汚染エリアの地下水くみ上げ(2013/8/9~順次開始)
  - ②汚染源に地下水を近づけない
    - ・山側地盤改良による囲い込み  
(1~2号機間:2013/8/13~2014/3/25完了、2~3号機間:2013/10/1~2014/2/6完了、3~4号機間:2013/10/19~2014/3/5完了)
    - ・雨水等の侵入防止のため、コンクリート等の地表舗装を実施(2013/11/25~2014/5/2完了)
  - ③汚染源を取り除く
    - ・分岐トレンチ等の汚染水を除去し、閉塞(2013/9/19完了)
    - ・海水配管トレンチの汚染水の水抜き  
2号機:11/25~12/18 トンネル部をセメント系材料により充填  
3号機:凍結管・测温管設置孔の削孔完了

対策の全体図

