

福島第一原子力発電所の廃止措置に向け等に向けた
機器・装置開発等に係る福島ワークショップ

福島第一原子力発電所の 全体の状況について

平成24年 8月7日

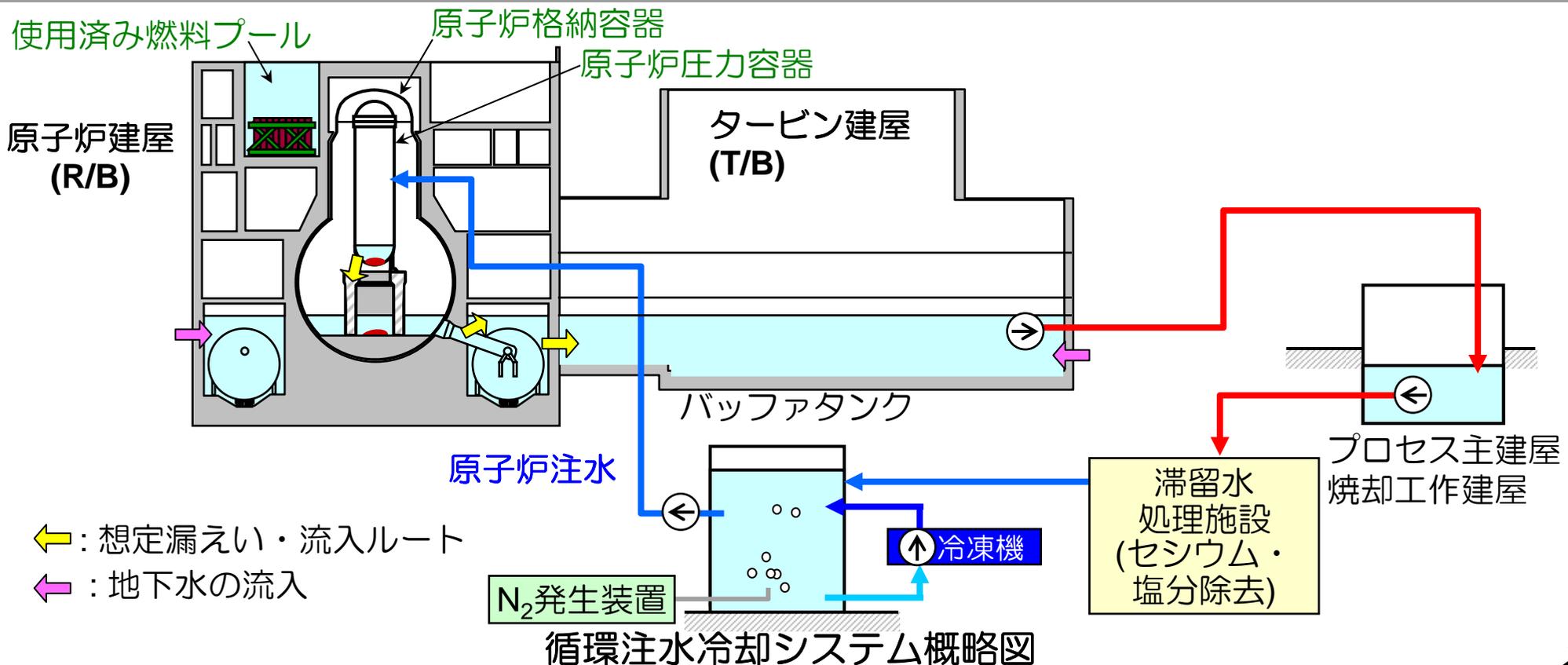
東京電力（株）

目次

- 【1】 原子炉及び使用済燃料プールの冷却
- 【2】 放射性物質放出の抑制
- 【3】 滞留水処理
- 【4】 海洋への汚染拡大の防止
- 【5】 ガレキ等の敷地境界線量低減対策
- 【6】 使用済燃料プールからの燃料取り出し
- 【7】 余震及び津波対策
- 【8】 4号機原子炉建屋の健全性確認
- 【9】 プラントの状況把握と
燃料デブリ取り出しに向けた取り組み

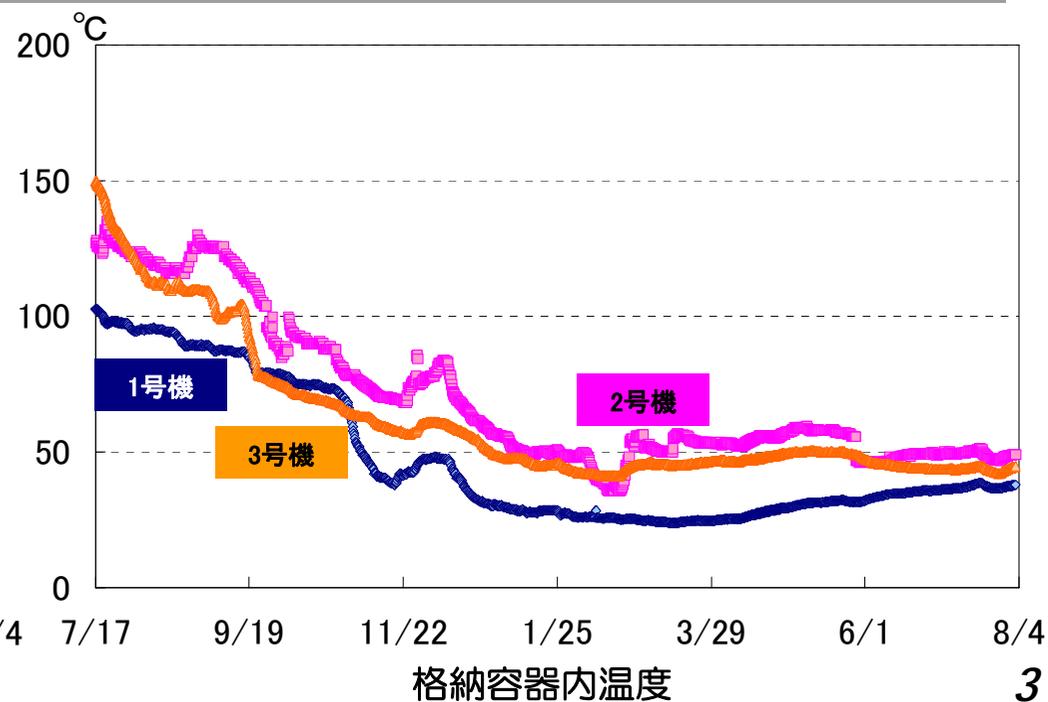
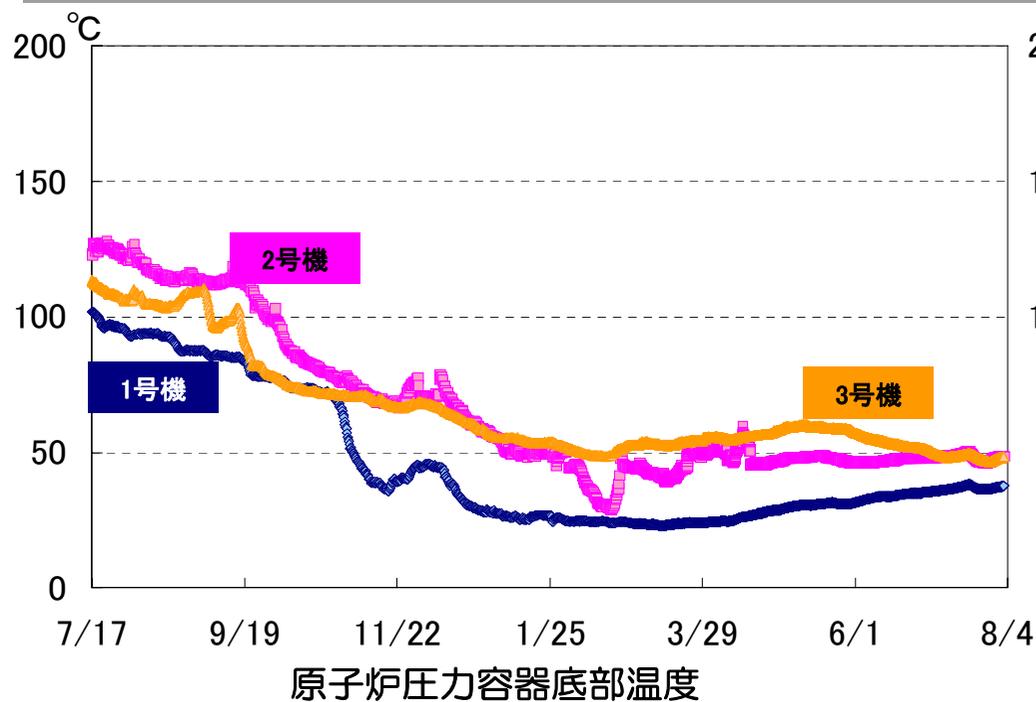
【1】原子炉の冷却 ～循環注水冷却システム～

- 冷却水は、原子炉圧力容器から原子炉格納容器、原子炉建屋を通じ、タービン建屋地下に漏えい。→T/B地下に滞留した汚染水を、セシウム・塩分除去後、原子炉注水に再利用する「循環注水冷却システム」を構築。
- 原子炉圧力容器注水設備の系統は、注水ポンプ、注水ライン、タンクから構成。これらは多重性、多様性、独立性を確保。
- 夏季対策として、炉注水の温度上昇を軽減し、注水量を抑制するため、原子炉注水設備に冷凍機を設置（7/18～運転中）。



【1】冷温停止状態

- 「循環注水冷却」を継続中(6/27/2011～)。
 - ✓ 損傷した燃料が圧力容器及び格納容器内のどこに存在しているかを正確に把握することは難しいが、原子炉圧力容器底部温度および格納容器気相部温度は約35℃～50℃(8/2/2012時点)であり、原子炉注水設備に冷凍機を設置(7/18/2012～)したため、原子炉関連の温度は下降傾向を示した。
 - 格納容器からの放射性物質の放出管理・抑制
 - ✓ 格納容器からの放射性物質の放出量等のパラメータについては、大幅に抑制された状態で有意な変動はない。
- 以上より総合的に冷温停止状態を維持と判断。



【1】燃料プールの冷却 ～循環冷却システムの安定的稼働～

➤ 「使用済み燃料プール循環冷却システム」を設置し、安定的な冷却を継続中。

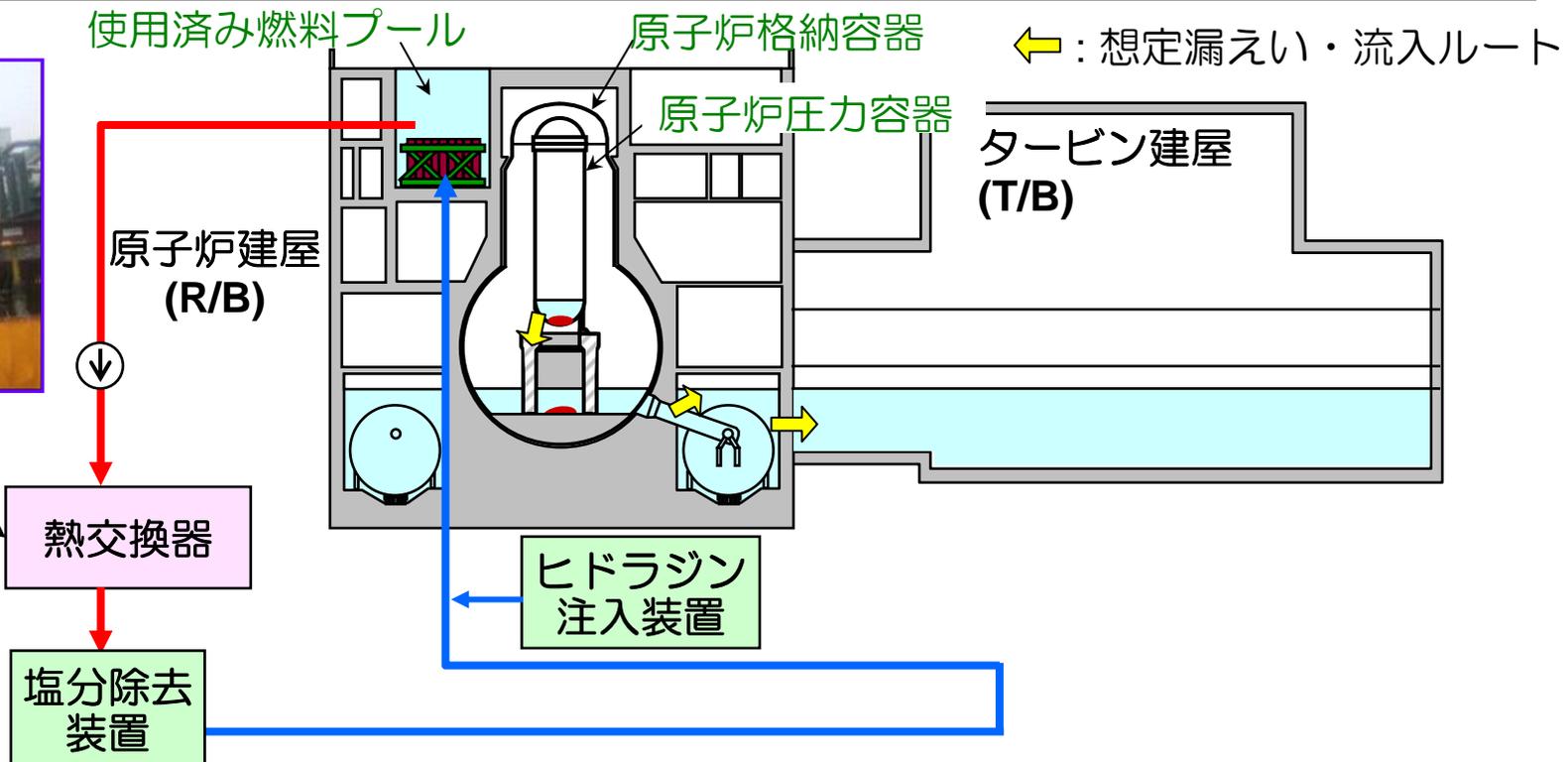
✓ 1号機：8/10/2011

✓ 2号機：5/31/2011

✓ 3号機：6/30/2011

✓ 4号機：7/31/2011

➤ 腐食防止のため、**塩分除去**も順次実施中。



使用済み燃料プール循環冷却システム概要図

【2】放射性物質の飛散抑制

- 放射性物質の飛散を防ぐため、飛散防止剤を散布。
- 1号機の原子炉建屋カバーを設置（10/28/2011）。
- ガレキの撤去および放射線量に応じた保管・管理により、発電所敷地内の放射線量を低減。
- 格納容器ガス管理システムを設置。
 - ✓ 格納容器内圧力を大気圧程度に維持し、放射性物質の放出量を管理。
 - ✓ 1号機:12/15/2011 2号機:10/28/2011 3号機:3/14/2012



1号機原子炉建屋カバー設置



瓦礫を収納した容器



敷地、建屋本体への飛散防止剤散布



瓦礫保管テント、収納容器



瓦礫の撤去

【2】放射性物質放出の抑制

➤ 1～3号機格納容器からの放射性物質の放出量（セシウム）を，原子炉建屋上部等の空气中放射性物質濃度（ダスト濃度）を基に継続的に評価。

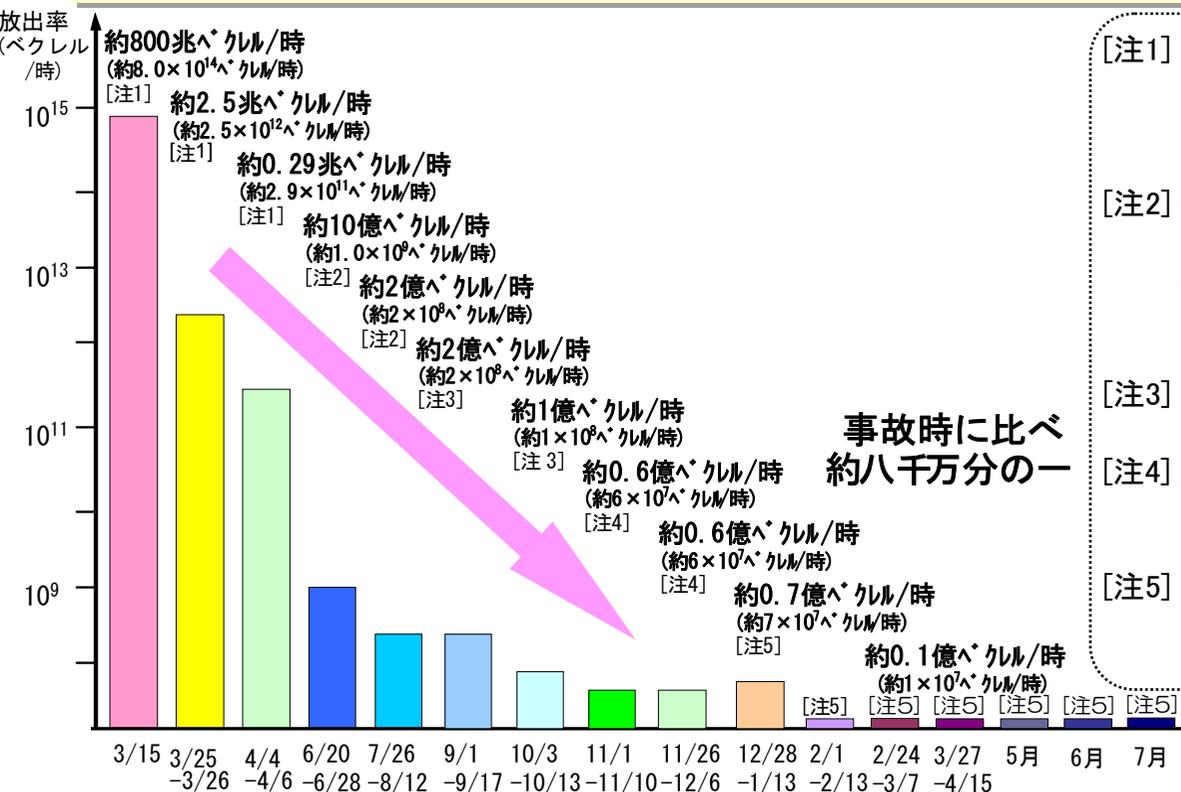
→放出量の評価値（7/2012）は合計約0.1億ベクレル/時と算出。

→事故直後と比べ，約8000万分の1

➤ これによる敷地境界の被ばく線量は，最大0.02mSv/年と評価。

（これまでに既に放出された放射性物質の影響を除く。）

註）法令で定める線量限度は1mSv/年。



[注1] 第63回原子力安全委員会資料に記載された3/15時点のCs-137放出率(Bq/時)よりCs-134, Cs-137合計放出率(Bq/時)を求めた。同様に3/25時点および4/5時点でのCs-134, Cs-137合計放出率(Bq/時)を求めた。

[注2] 6/20-6/28に発電所西側敷地境界付近で測定された空气中的Cs-137濃度(平均値)を元にCs-134, Cs-137合計放出率(Bq/時)を求めた。同様に7/26-8/12に発電所西側敷地境界付近で測定された空气中的Cs-137濃度(平均値)を元にCs-134, Cs-137合計放出率(Bq/時)を求めた。

[注3] 原子炉建屋上部及び海上のダスト濃度測定結果から, Cs-134, Cs-137合計放出率(Bq/時)を求めた。

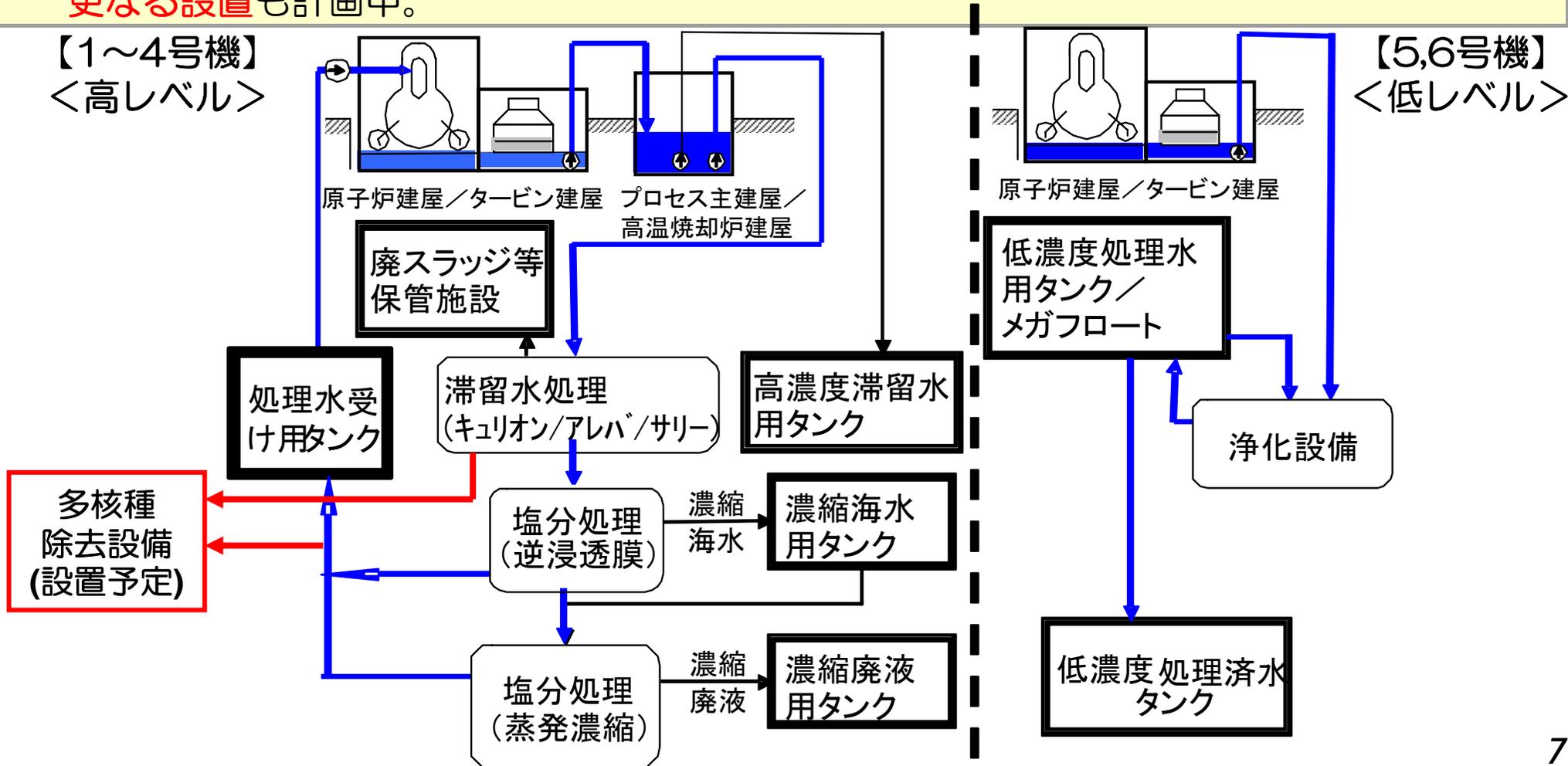
[注4] 原子炉建屋上部(1号機原子炉建屋カバー, 2号機格納容器ガス管理設備出口含む)及び海上のダスト濃度測定結果から, Cs-134, Cs-137合計放出率(Bq/時)を求めた。

[注5] 原子炉建屋上部(1号機原子炉建屋カバー, 1,2号機格納容器ガス管理設備出口含む)のダスト濃度測定結果から, Cs-134, Cs-137合計放出率(Bq/時)を求めた。

1～3号機からの放射性物質(セシウム)の一時間当たりの放出量

【3】 滞留水処理 ～滞留水全体量の制御～

- ▶ 滞留水処理施設の安定的稼働・処理により、**滞留水全体量を制御**。
 - ✓ **地下水（サブドレン）汲み上げ**，**地下水バイパス**による，建屋内流入水量の低減策を実施予定。
 - ✓ **多核種除去設備**※の設置工事着手。 ※既設設備（主にセシウムを除去）で除去できない核種の除去設備
 - ✓ 処理工程で発生したスラッジや濃縮廃液等の**保管・管理の継続（タンク約19.8万トン）**，**更なる設置**も計画中。



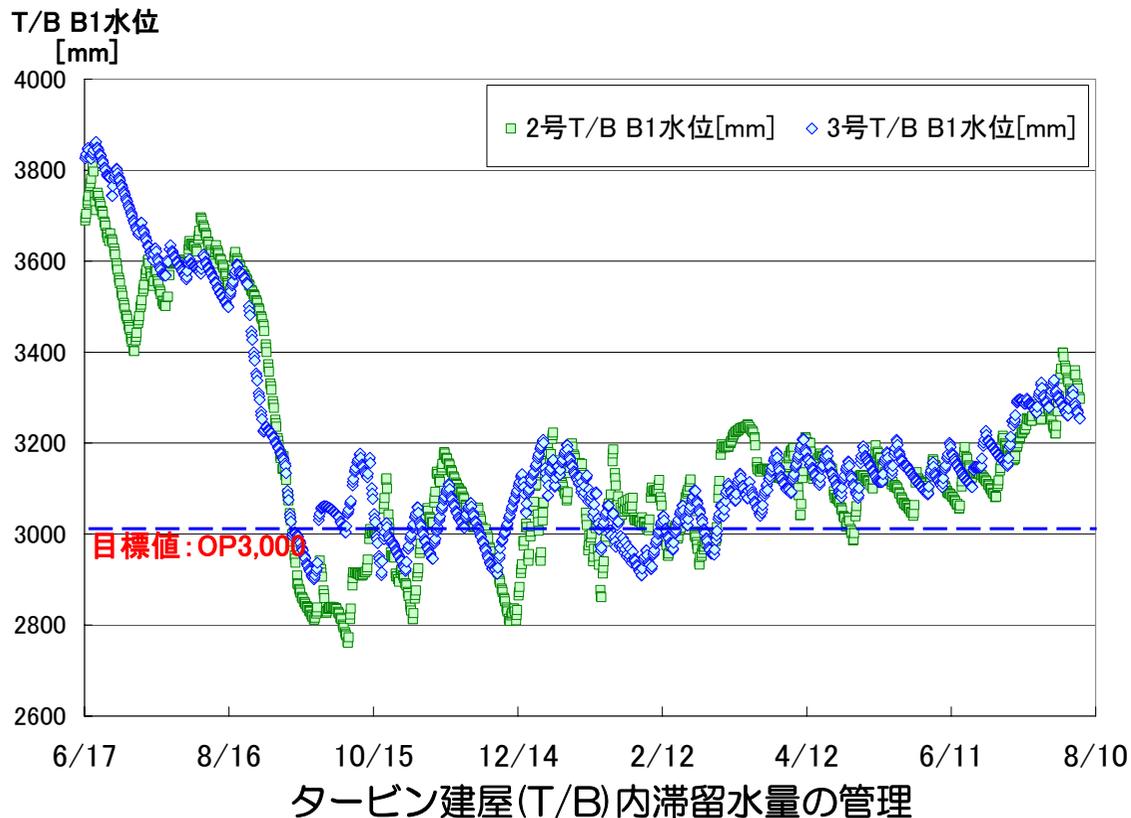
【3】 滞留水処理 ～水位は目標レベルを維持～

- サリー本格運用開始(8/18/2011)に伴い、滞留水の水位は当面の目標レベル(O.P3,000)を維持し、滞留水の全体量は、豪雨や処理施設の長期停止(約1ヶ月)にも耐えられるレベル。
- 現在、さらに循環注水冷却を継続・強化中。

<滞留水の処理状況>

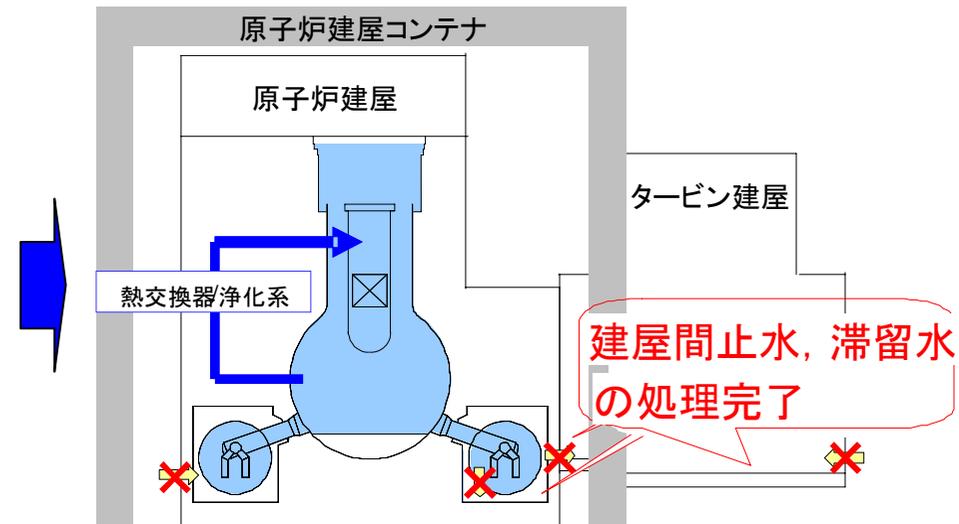
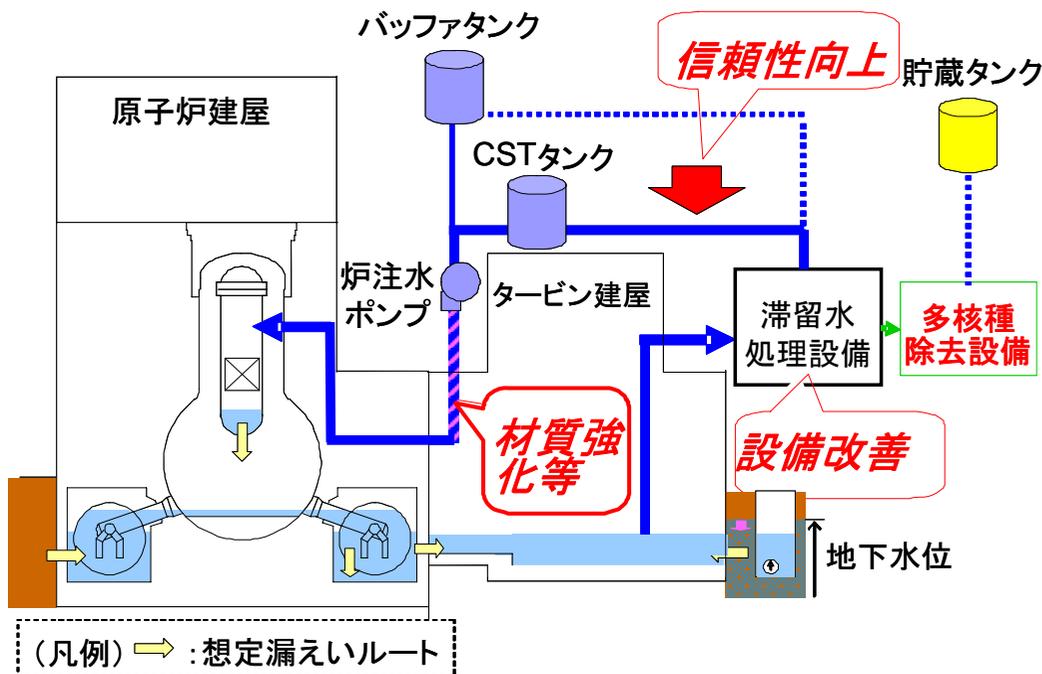
- 滞留水処理実績
累計約397,550トン(7/25/2012時点)
- セシウム除染係数※
3.2×10⁵(キュリオン, 6/19/2012実績)
1.3×10⁵(サリー, 7/17/2012実績)
- 塩素濃度
2,300ppm→7ppm程度に低下
(逆浸透膜による装置, 7/17/2012実績)
6,900ppm→2ppm程度に低下
(蒸発濃縮による装置, 12/20/2011実績)

※処理前の試料のセシウム137濃度/
処理後の試料のセシウム137濃度



【3】原子炉の冷却・滞留水処理

- 設備の信頼性向上等を継続し、継続的に設備改善を実施。
循環ループの縮小についても段階的に実施。
- 現行滞留水処理施設では除去が困難なセシウム以外の放射性物質を除去する
多核種除去設備を2012年度上半期に導入予定。
- タービン建屋／原子炉建屋間止水，格納容器下部補修を実現後，建屋内滞留水処理を完了。→原子炉の冷却は，より安定的な冷却となる小循環ループ化を検討。



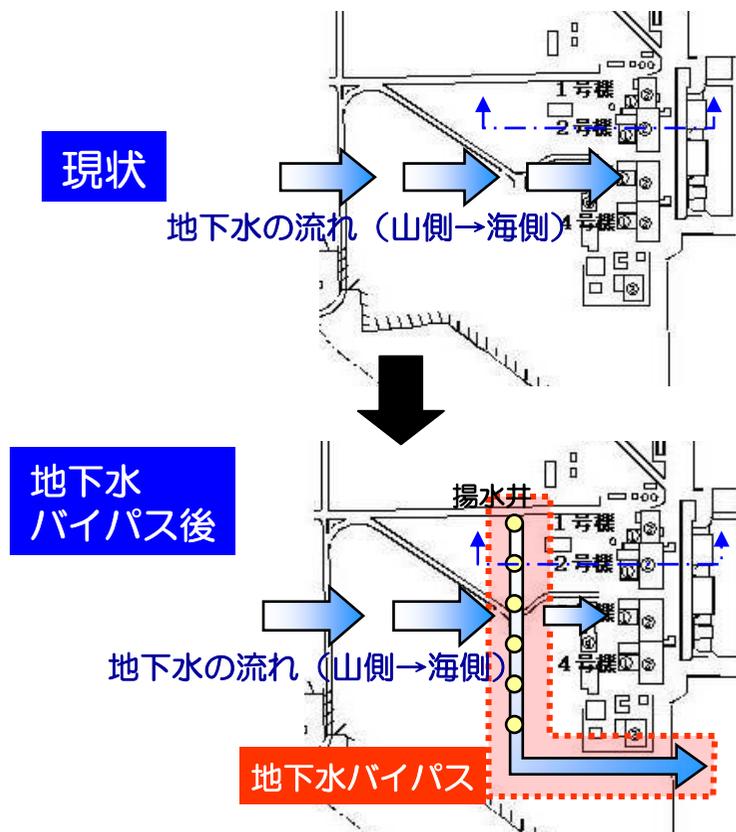
【3】地下水流入に対する対策

地下水バイパス：山側から流れてきた地下水を，建屋の上流にて揚水し，地下水の流路を変更することで，**建屋への流入量を抑制**。

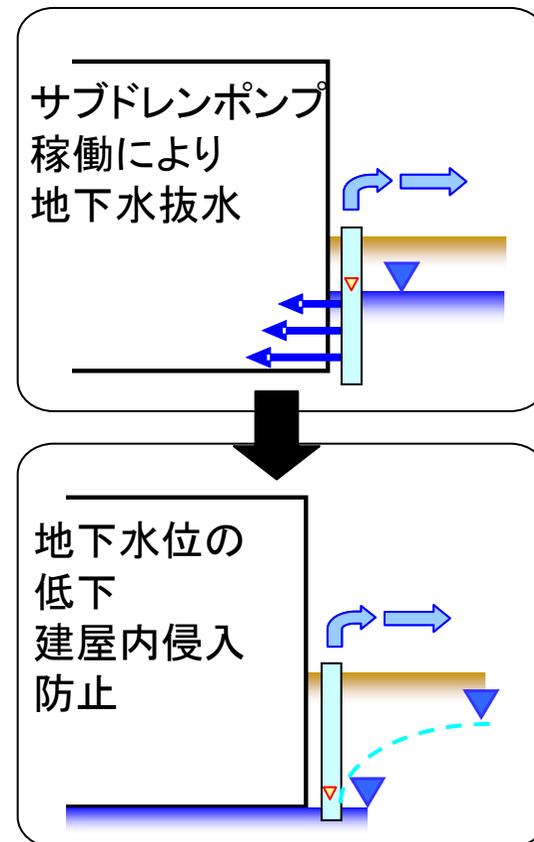
地下水（サブドレン※）汲み上げ：サブドレン水を汲み上げ，地下水位を低下することで，**建屋への流入量を抑制**。

※地下水の建物内への侵入防止のためピット内のポンプにより地下水を汲み上げ，地下水位のバランスをとるもの。

地下水バイパス



地下水（サブドレン）汲み上げ



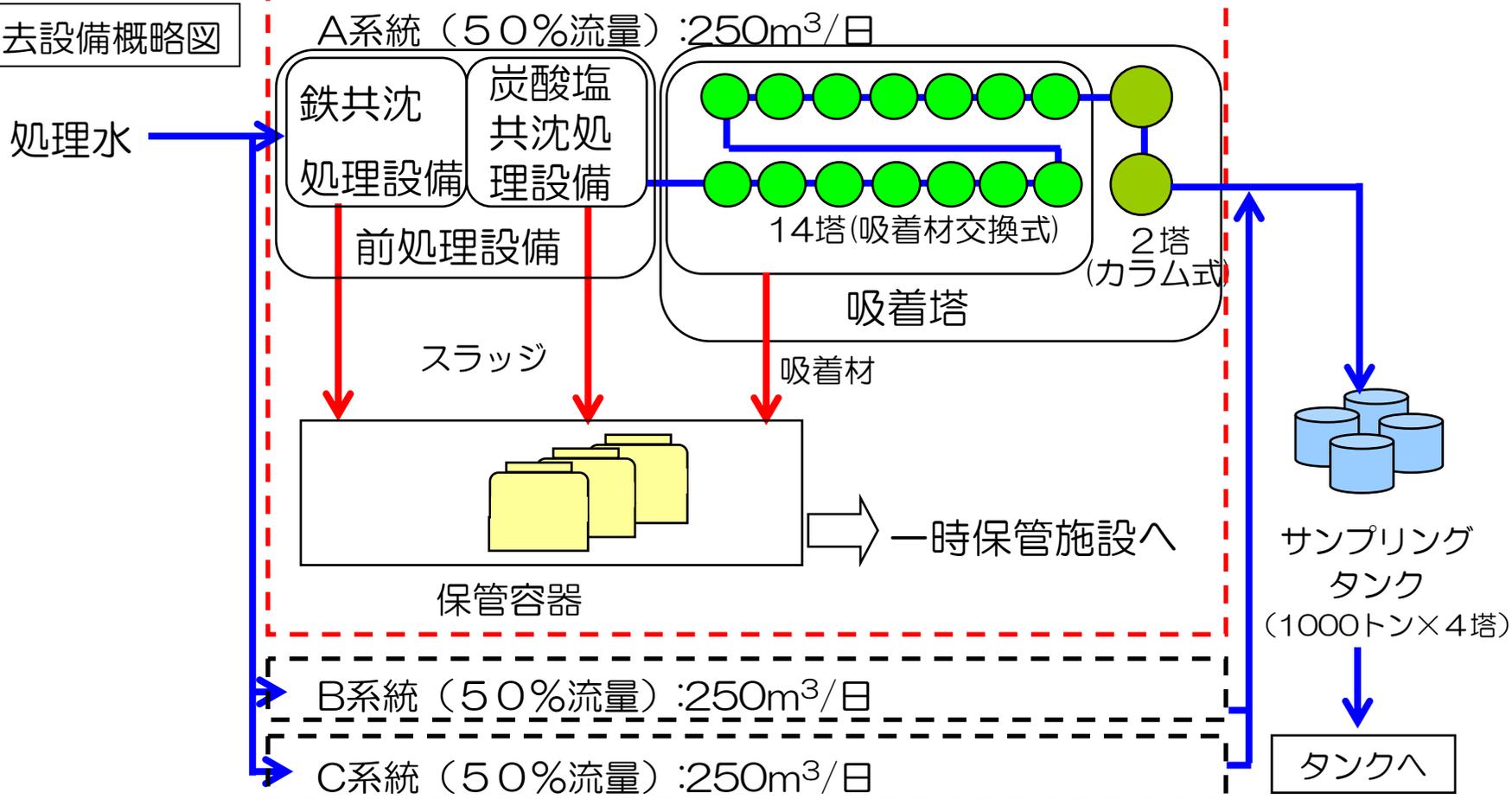
【3】多核種除去設備の設置

既設滞留水処理設備：主にセシウムを除去

処理水の放射性物質濃度をより一層低く管理するため、
その他の核種についても告示濃度限度以下まで除去

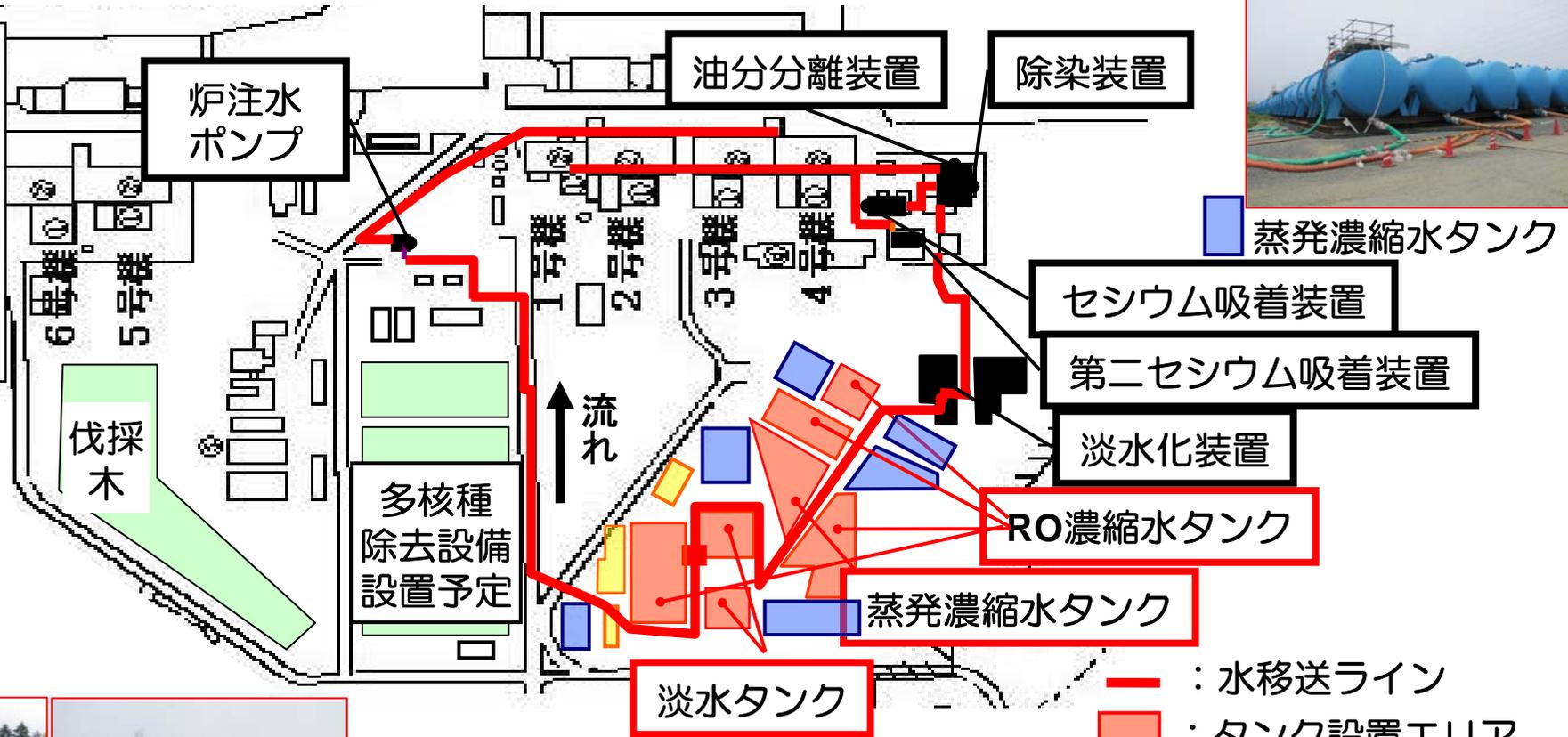
「多核種除去設備」を導入(2012年9月設置工事完了予定)

多核種除去設備概略図



【3】 滞留水貯蔵タンクの状況

構内の他エリアについては、がれきや伐採木置き場として利用予定がある、あるいは斜面の敷地造成が必要となるなどによりタンク増設が困難となっている。



淡水用, RO濃縮水タンク

1～4号機 水処理設備配置図

- : 水移送ライン
- : タンク設置エリア
- : タンク増設可能エリア
(但し、地盤耐力、既設埋設物、送電線等による制限有り)
- : 地下貯水槽

■現在設置済み 約19.8万トン(空き容量 約1.7万トン: 7/24/2012時点)
 ■現在さらに1万トン程度の増設, タンクのリプレース, 地下貯水槽設置を実施中

【3】 滞留水貯蔵タンクの増設

➤ 鋼製角形タンクを大型鋼製丸形タンクにリプレース(11/2012まで順次実施)。

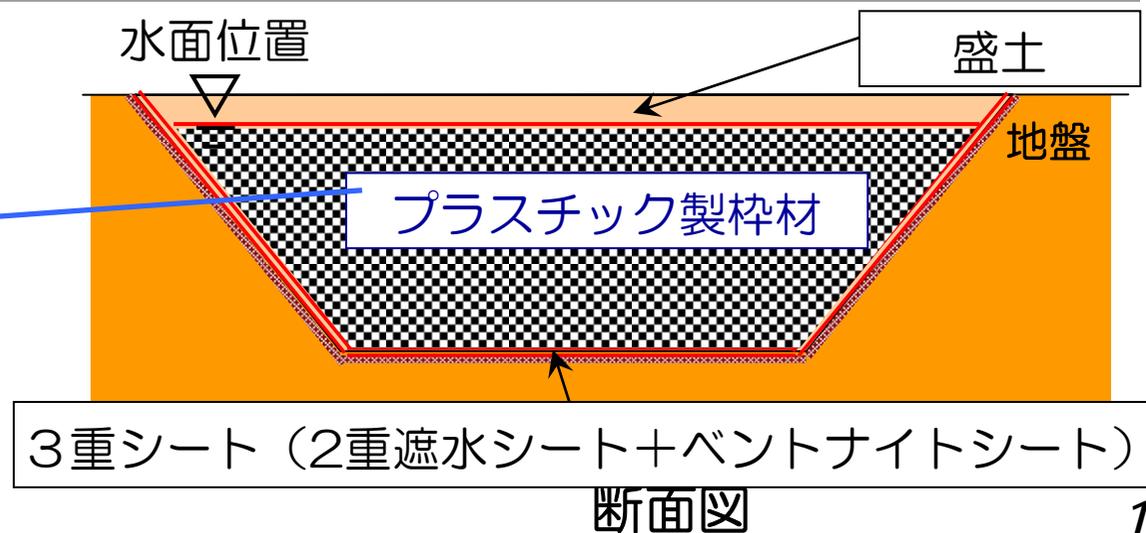


- 約33,000トンの増量
- 貯蔵量の増加・確保
- 敷地の有効利用



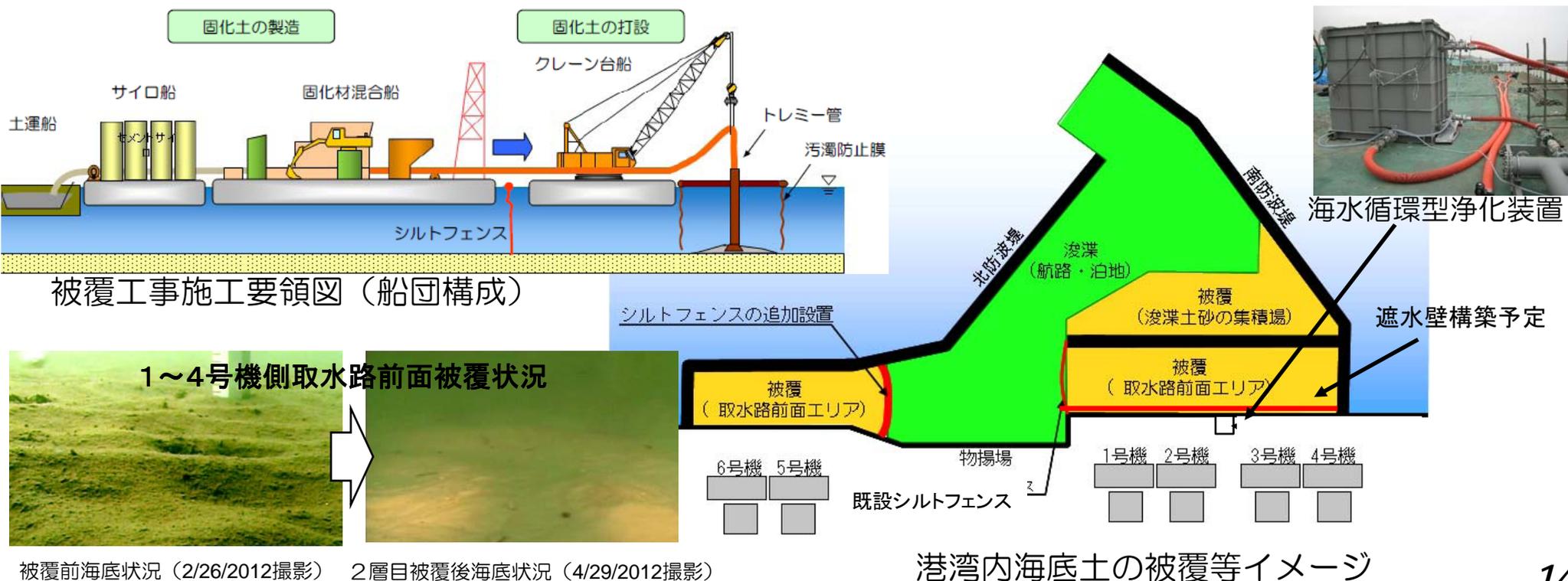
(既設のEエリアタンク 合計容量：8,000トン) (リプレース後 合計容量：41,000トン)

➤ 地盤条件等により地上大型タンクが設置できないスペースに、地下貯水槽を設置する。



【4】 海洋への汚染拡大の防止

- 万一地下水が汚染した場合の海洋流出防止のため**遮水壁を構築**。（2014年度半ばまで）
- 取水路前面エリアの**海底土を固化土により被覆（7/5/2012完了）**し、放射性物質の拡散を防止。
 加えて海水循環型浄化装置の運転を継続し、**港湾内の海水中の放射性物質濃度を、告示に定める周辺監視区域外の濃度限度未満とする**（2012年度上半期を目標）。
- 以降、構築した設備等を維持・管理しつつ、地下水、海水の水質等のモニタリングを継続。

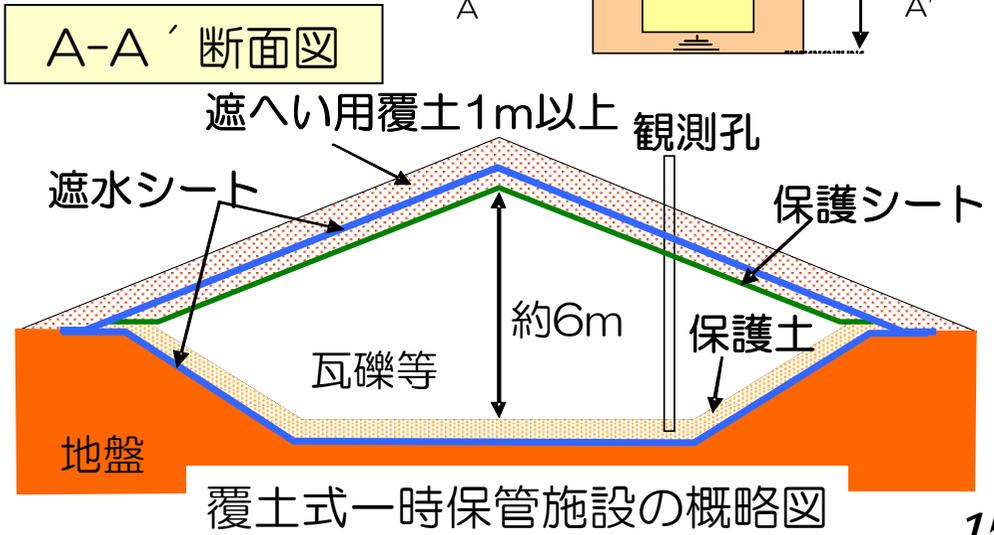
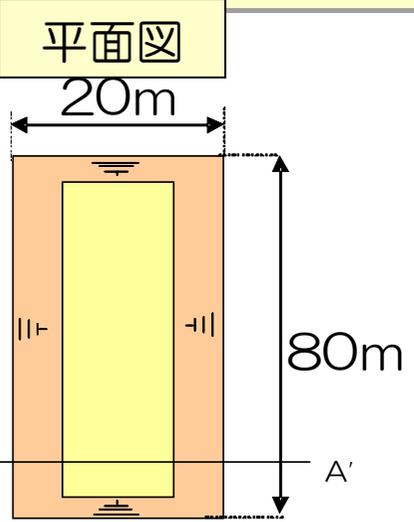


【5】ガレキ等の敷地境界線量低減対策

- コンクリート・金属は49,000m³，伐採木は 61,000m³を放射線量に応じて保管中 (6/5/2012時点)
- 更なる敷地境界線量の低減対策として，土や土嚢等による遮へい対策を施した一時保管施設を設置する。
 - 貯蔵容量：4000m³／箇所，設置数：2箇所，準備工事完了。



| 保管場所 | 種類 | 保管方法 | 保管量 | エリア占有率 |
|----------------|-----------|--------|-----------------------|--------|
| 固体廃棄物貯蔵庫 | コンクリート、金属 | 容器 | 410 個 | 45 % |
| A：敷地北側 | コンクリート、金属 | 仮設保管設備 | 11,000 m ³ | 97 % |
| B：敷地北側 | コンクリート、金属 | 容器 | 450 個 | 98 % |
| C：敷地北側 | コンクリート、金属 | 屋外集積 | 27,000 m ³ | 78 % |
| D：敷地北側 | コンクリート、金属 | 屋外集積 | 2,000 m ³ | 56 % |
| E：敷地北側 | コンクリート、金属 | 屋外集積 | 3,000 m ³ | 76 % |
| F：敷地北側 | コンクリート、金属 | 容器 | 100 個 | 99 % |
| 合計 (コンクリート、金属) | | | 49,000 m ³ | 79 % |
| G：敷地北側 | 伐採木 | 屋外集積 | 18,000 m ³ | 84 % |
| H：敷地北側 | 伐採木 | 屋外集積 | 16,000 m ³ | 88 % |
| I：敷地北側 | 伐採木 | 屋外集積 | 11,000 m ³ | 100 % |
| J：敷地南側 | 伐採木 | 屋外集積 | 12,000 m ³ | 77 % |
| K：敷地南側 | 伐採木 | 屋外集積 | 5,000 m ³ | 100 % |
| 合計 (伐採木) | | | 61,000 m ³ | 87 % |



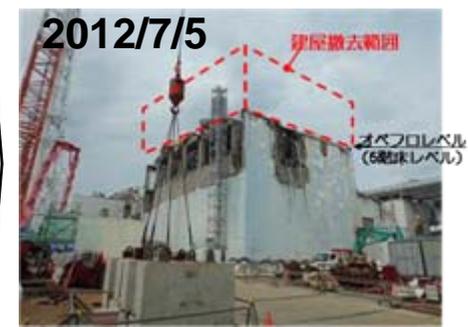
【6】使用済燃料プール内の燃料の取り出し開始（4号機，2013年中）

- 燃料取出し用カバー設置に向けて，**原子炉建屋上部のガレキ撤去，ガレキ撤去用構台設置作業中**（3号機：平成24年度末頃，4号機：平成24年度中頃ガレキ撤去完了予定）
- 3号機：水中カメラを遠隔操作し，**使用済燃料プール内を調査**（4/13/2012）
- 4号機：遠隔水中探査機を利用した**使用済燃料プール内瓦礫分布調査を実施**（3/19～3/21/2012）し，**ガレキ分布マップを作成**（4/2012）
- 4号機：プール内**新燃料を取出し**（7/18, 19/2012）**健全性調査を実施予定**（8/2012～）

3号機



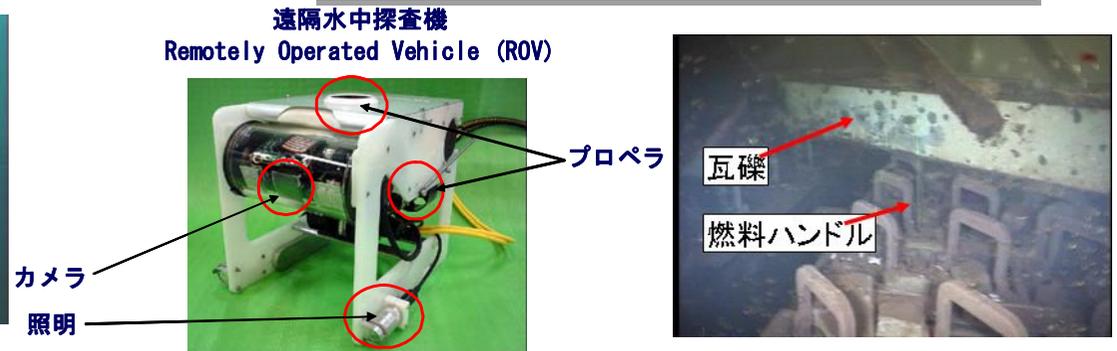
4号機



使用済燃料プール内の水中事前調査

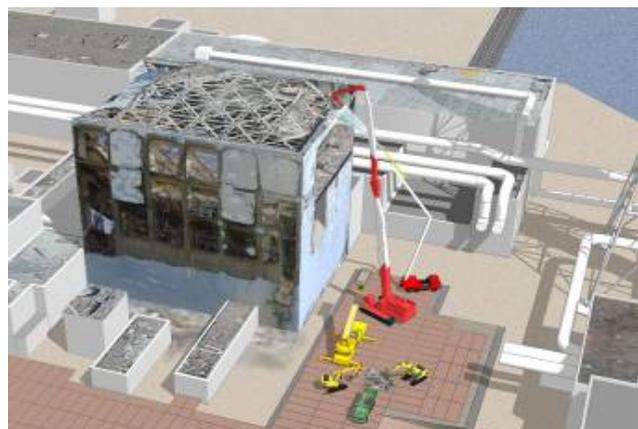


使用済燃料プール内瓦礫分布調査

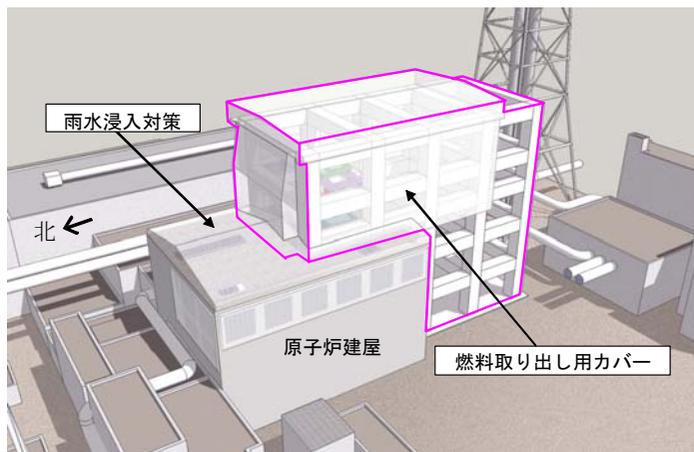


【6】使用済燃料プールからの燃料取り出し計画

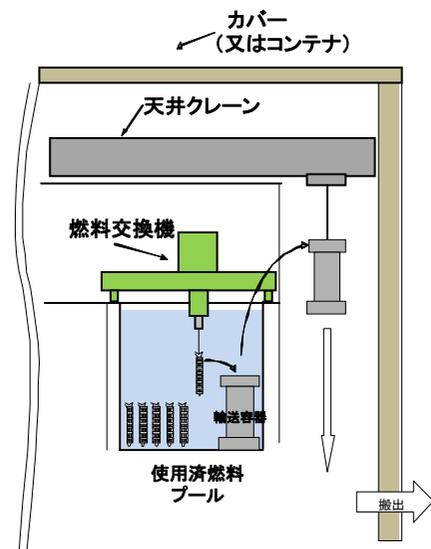
- 4号機：ステップ2完了後2年以内（2013年中）に取り出し開始。
- 3号機：ステップ2完了後3年後程度（2014年末）を目標に取り出し開始。
- 1号機：3,4号機での実績等を把握し，ガレキ等の調査を踏まえて計画立案し，第2期中に取り出す。
- 2号機：建屋内除染等の状況を踏まえ，既設設備の調査を実施後，計画立案し，第2期中に取り出す。
- 第2期中に，全号機の燃料取出しを終了。
- 取り出した燃料の再処理・保管方法について，第2期中に決定。



原子炉建屋上部のガレキ撤去



カバー（又はコンテナ）の設置

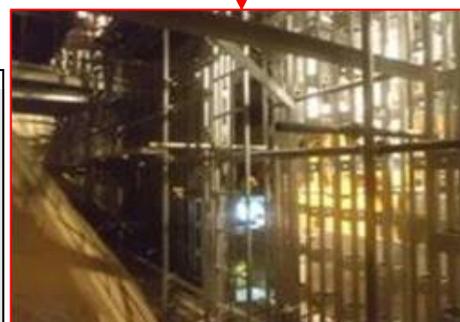
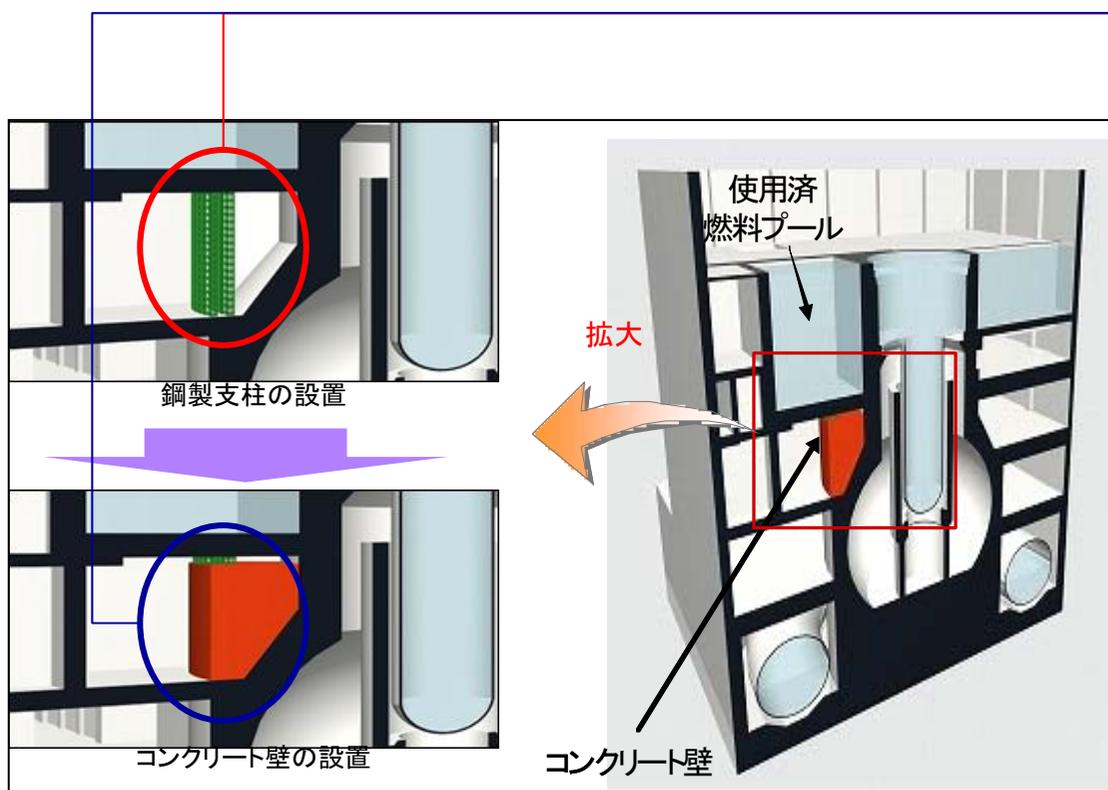


取り出し作業

プール燃料取り出し作業（イメージ）

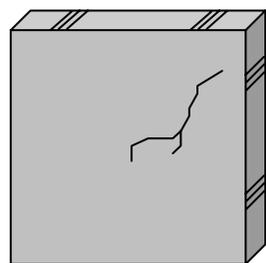
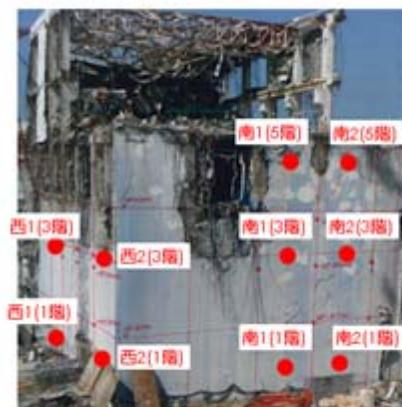
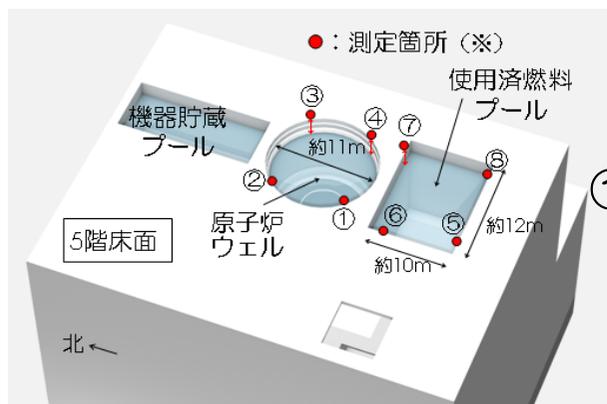
【7】余震及び津波対策

- 各号機原子炉建屋の現状の耐震評価を実施し、補強を行わなくても耐震安全性を確保できることを確認。
- 更に、安全余裕向上のために4号機使用済燃料プール底部に支持構造物を設置。
- 余震に伴う津波対策として仮設防潮堤を設置(OP+14m)。(6/30/2011)



【8】 4号機原子炉建屋の健全性確認

- 4号機原子炉建屋が傾いているとの指摘より、以下の4項目の点検を実施し、**傾きもなく建屋の健全性は確保されていることを確認**（5/17～5/23/2012）。今後定期的な点検を実施していく（年4回）。
- ✓点検内容①：建物の傾きの確認（水位測定）
 - ✓点検内容②：建物の傾きの確認（外壁面の測定）
 - ✓点検内容③：目視点検
 - ✓点検内容④：コンクリートの強度確認



③目視点検
(壁・床のひび割れ確認)



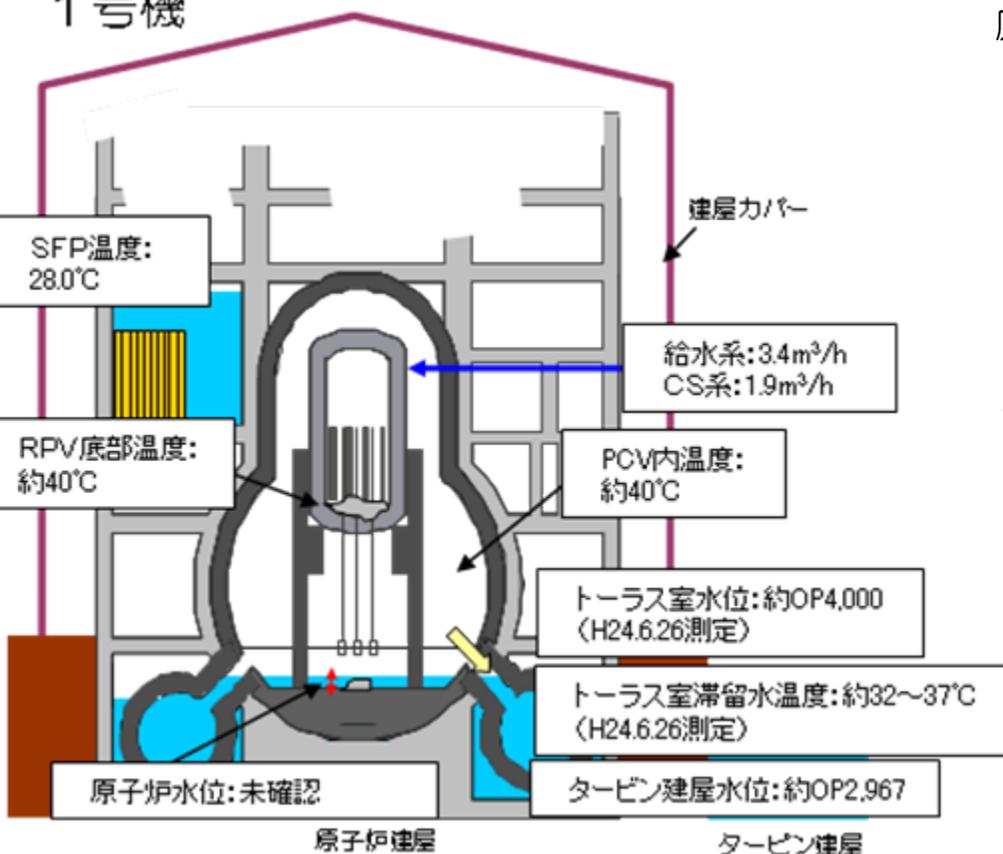
④コンクリートの
強度確認
(非破壊検査)

【9】プラントの状況把握と燃料デブリ取り出しに向けた取り組み

(1号機)

- 格納容器内部の画像取得やデータ直接採取（雰囲気温度、滞留水温度、滞留水水位、線量、滞留水採取・分析）等を目的に、調査装置を挿入し格納容器内部の調査を実施予定（8～9/2012の間で調査を予定）。
- 格納容器漏えい箇所の調査・補修について検討中。トラス室内等の状況を把握するため、原子炉建屋1階床配管貫通部よりCCDカメラ等を挿入し調査を実施（6/26/2012）。

1号機



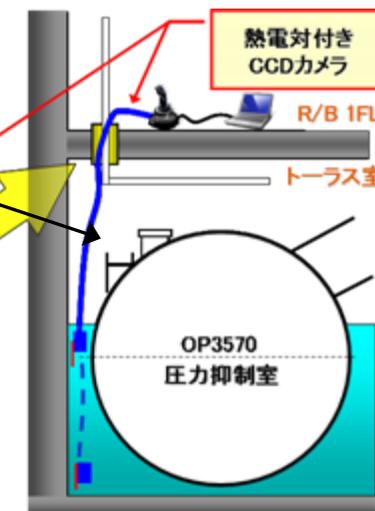
※プラント関連パラメータは2012年7月18日11:00現在の値

原子炉格納容器内部調査概要



1号トラス室調査概要

トラス室内雰囲気線量:
最大約10Sv/h
(6/26/2012測定)

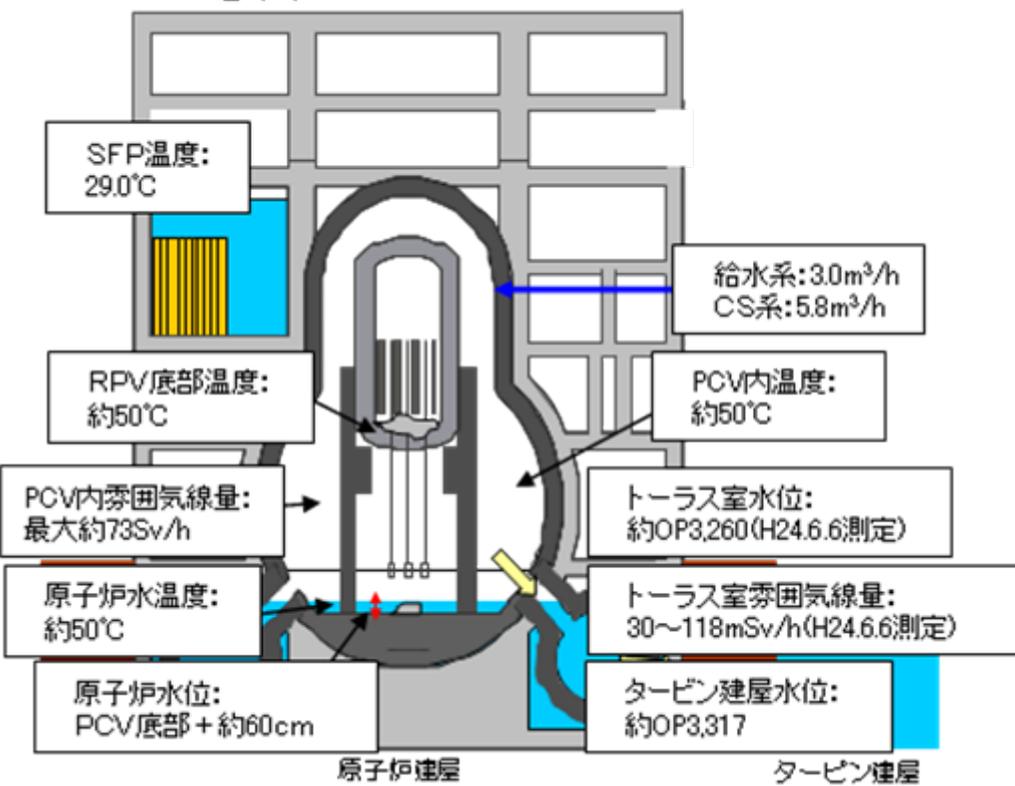


【9】プラントの状況把握と燃料デブリ取り出しに向けた取り組み

(2号機)

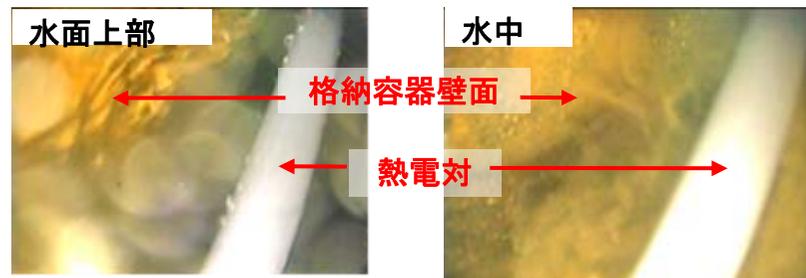
- 格納容器貫通部（ペネ）からイメージスコープ等を挿入し内部調査を実施。
(1/19, 3/26, 3/27/2012)。
- トーラス室内等の状況を把握するため、ロボットによりトーラス室内を調査
(4/18/2012)。トーラス室・階段室内の滞留水水位測定を実施 (6/6, 6/28/2012)。

2号機

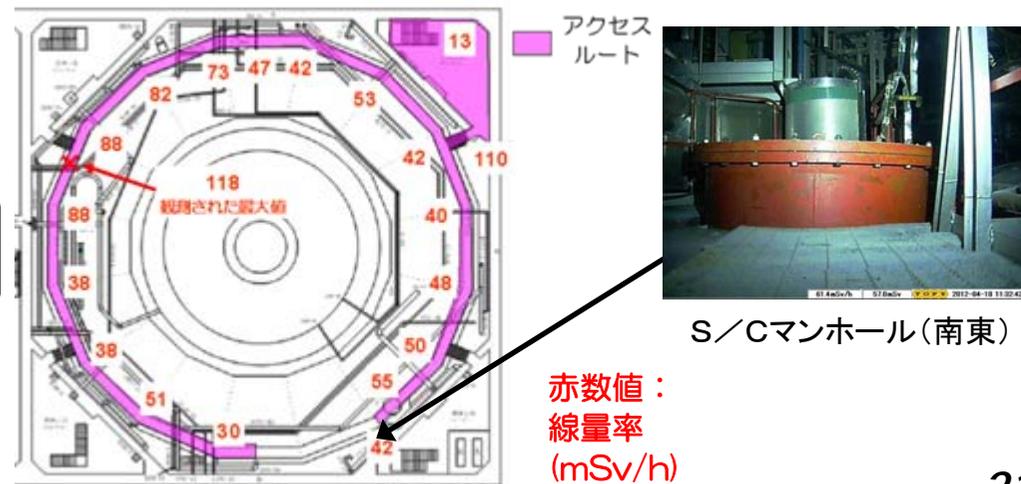


※プラント関連パラメータは2012年7月18日11:00現在の値

原子炉格納容器内部調査概要



2号トーラス調査結果 (4/18)

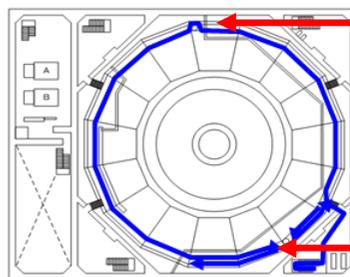
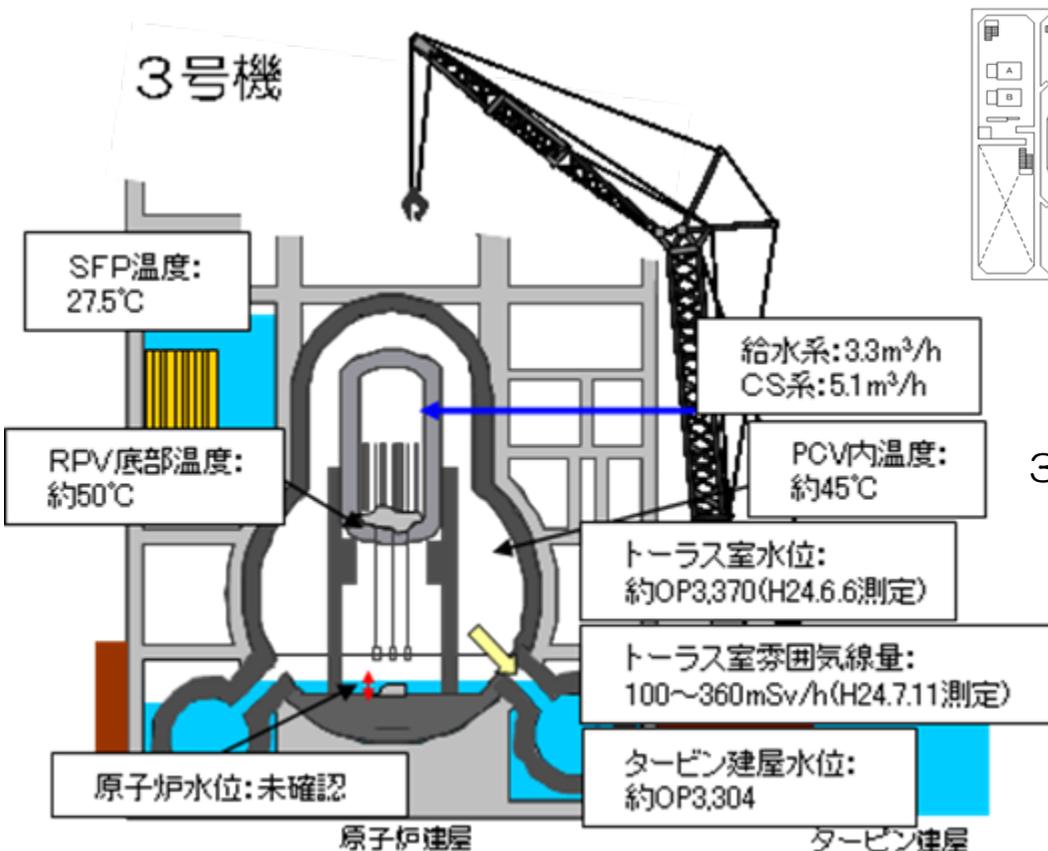


【9】プラントの状況把握と燃料デブリ取り出しに向けた取り組み

(3号機)

- 格納容器内部調査に向けて、**ロボットによる原子炉建屋1階TIP室手前の作業環境調査を実施** (5/23/2012)。
- トーラス室内等の状況を把握するため、**ロボットによりトーラス室内を調査** (7/11/2012)。**トーラス室・階段室内の滞留水水位測定を実施** (6/6/2012)。

3号トーラス調査 (7/11)



南東マンホール



PCV側状況

3号トーラス・階段室水位測定



3号機階段室(北西)

| 3号機 | |
|---------|---------|
| 階段室水位 | OP 3150 |
| トーラス室水位 | OP 3370 |

滞留水水位測定記録

※プラント関連パラメータは2012年7月18日11:00現在の値

【9】プラントの状況把握と燃料デブリ取り出しに向けた取り組み

- 作業者の被ばく線量低減のため**ロボット等の各種遠隔操作機器を活用**している。
- 高線量が懸念される場所の遠隔目視確認，線量測定等の現場調査や清掃等の作業を実施している。

＜主な現場導入済みロボット＞

| 名称 | Quince | サーバイランナー | Packbot | Warrior |
|------|---|--|---|---|
| 外観 |  |  |  |  |
| 作業内容 | 屋内各種調査 等 | 屋内各種調査 等 | 屋内外各種調査 等 | 屋内外各種作業用 |



2号機原子炉建屋5階状況調査
(6/13/2012)



2号機トラス室内調査
(4/18/2012)



1号機原子炉建屋内線源／線量率
調査（γカメラによる撮影結果）
(5/14～5/18/2012)

<参考> 廃止措置に向けた中長期ロードマップ

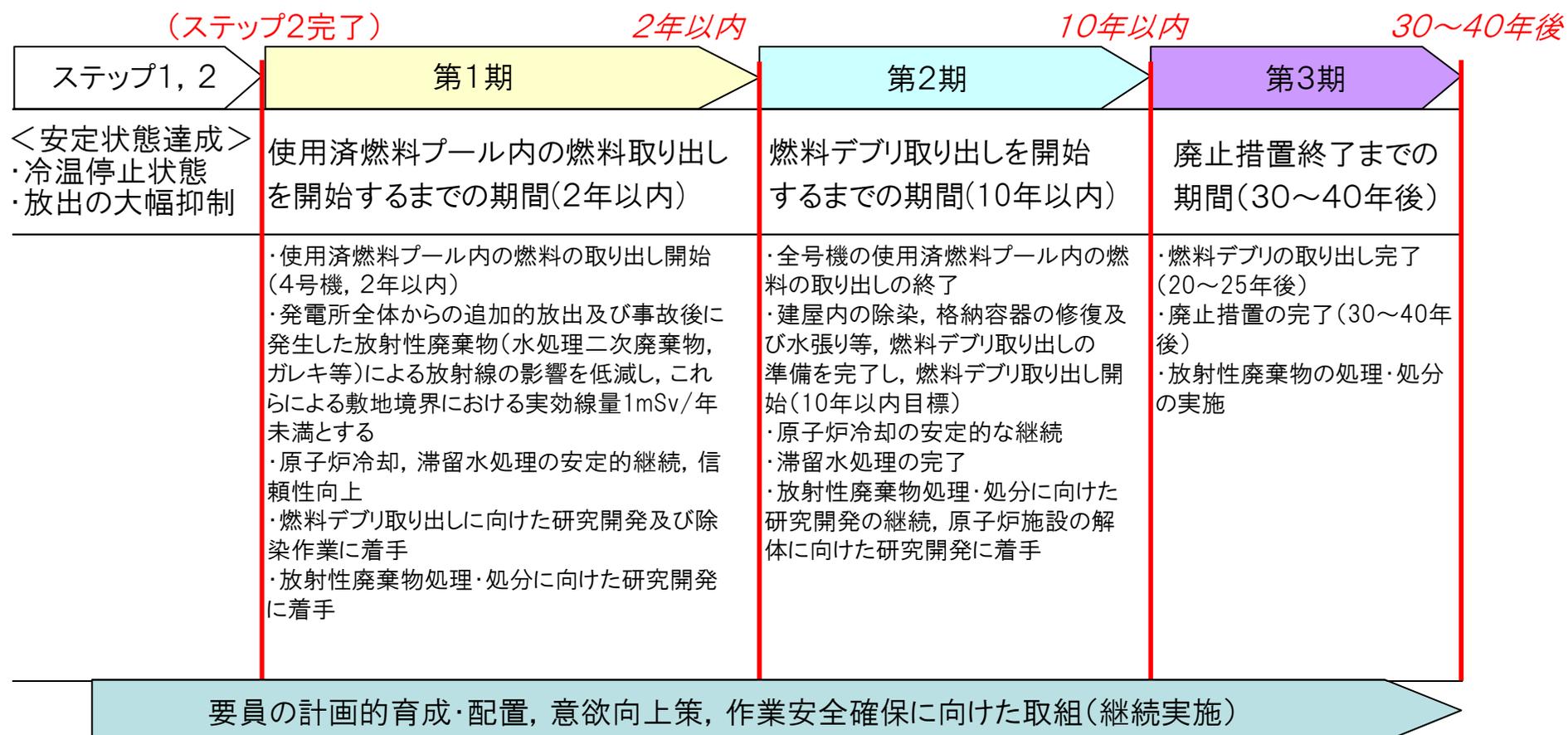
主要な目標

➤ 今後実施する主要な現場作業や研究開発等のスケジュールを可能な限り明示。

時期的目標及び判断ポイント

➤ 至近3年間については年度ごとに展開し、可能な限り時期的目標を設定。

➤ 4年目以降は、次工程へ進む前に追加の研究開発等を検討するための判断ポイントを設定。



ご静聴有り難うございました。