

福島第一原子力発電所1～4号機の安定化・廃止措置等に向けた現在の取り組みについて

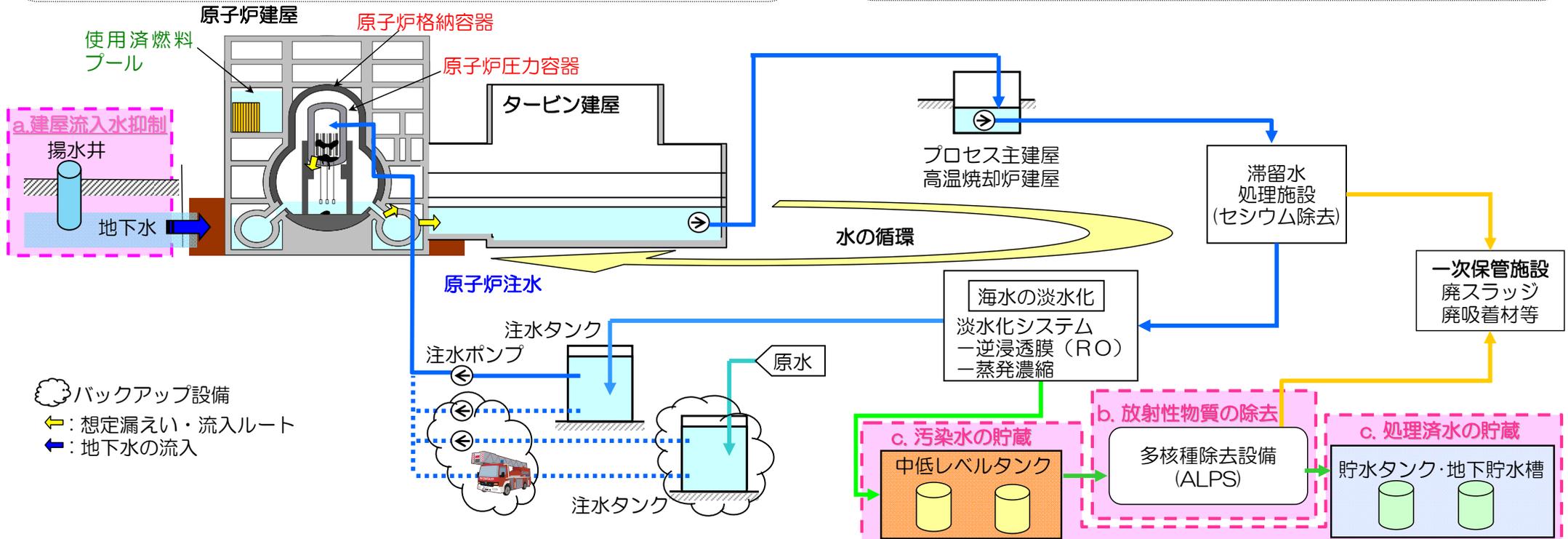
平成23年12月に、「放射性物質の放出が管理され、放射線量が大幅に抑えられている」安定状態を達成したものと判断し、次のステップとして「福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」をとりまとめ、政府・東京電力中長期対策会議にて決定しました。現在、その第1期「使用済燃料プール内の燃料取り出しが開始されるまでの期間（ステップ2完了後2年以内）」のなかで取り組みを進めています。

【1】現在、原子炉は安定的に冷温停止状態（約15℃～約40℃）が維持されています。

- 1～3号機の原子炉压力容器底部温度、格納容器雰囲気温度は、号機毎または温度計の位置により多少異なるものの、至近1ヶ月は約15℃～約40℃で推移しており、100℃以下を満足しています。
- 注水をコントロールすることにより、格納容器内の蒸気の発生を抑制しています。これにより1～3号機原子炉建屋からの放出量（セシウム）は十分に低い値となりました。
- 適切なバックアップ設備を確保しています。
（注水ポンプ：3系統、水源：2種類、複数の母線から電源を確保、消防車の配備など）
- 万一、事故により、原子炉注水に係る複数の設備が同時に機能喪失したとしても、3時間程度で原子炉注水の再開が可能です。

【2】現在、滞留水等の液体廃棄物については、貯蔵、または、水処理施設による放射性物質の低減処理（浄化処理）を行っています。浄化処理に伴い発生する処理水はタンクに貯蔵するとともに、淡水化した上で再利用を行う等、貯蔵量の低減をはかっています。

- 建屋地下階に滞留している高濃度の放射性物質を含んだ滞留水を処理して原子炉への注水冷却に利用します。この過程で発生する汚染水を貯蔵しています。
 - a. 建屋への流入水を抑制 → 地下水バイパスの実施を計画
 - b. 汚染水中の放射性物質の除去 → セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置による処理に加え、多核種除去設備を設置(3/30～放射性物質を含む水を用いたホット試験開始)
 - c. 汚染水・処理済水の貯蔵 → 構内貯水タンクを計画的に増設

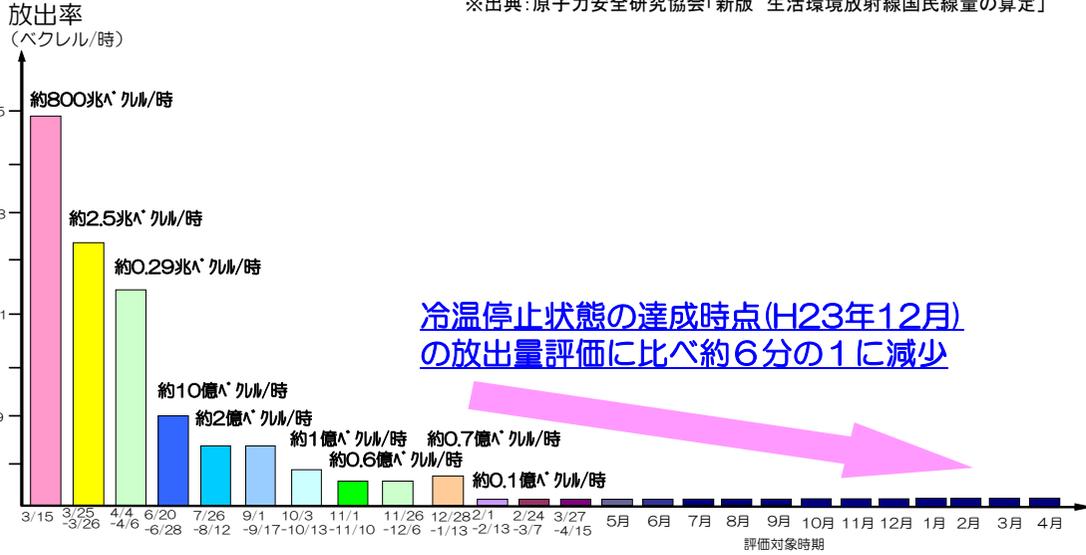


<原子炉の冷温停止状態を維持するための循環注水冷却システム概略図>

【3】平成24年度内に、新たに放出される放射性物質及び事故後に発生した放射性廃棄物からの放射線による敷地境界線量を気体、液体、固体の合計値として年間1 mSv未満とする目標を達成しました。今後も、可能な線量低減対策について検討して参ります。

- 1～3号機合計の放出量は変動要因等を考慮して最大で約0.1億ベクレル/時と評価しています。
- 冷温停止状態の達成時点（平成23年12月）の放出量評価に比べ約6分の1の放出量であり、昨年2月以降はこの値を下回る値で推移しています。
- これによる敷地境界における被ばく線量は0.03mSv/年と評価しています。これは、自然放射線による年間線量（日本平均：約2.09mSv/年※）の約70分の1です。（これまでに放出された放射性物質の影響を除く）

※出典：原子力安全研究協会「新版 生活環境放射線国民線量の算定」



冷温停止状態の達成時点(H23年12月)の放出量評価に比べ約6分の1に減少

- 復旧工事等に伴い回収したガレキ等は放射線量率や材質によって、また、伐採木は枝葉と幹を可能な限り分別して一時保管エリアに保管しています。（コンクリート・金属は60,000m³、伐採木は36,000m³（H25/3/29時点））
- 敷地境界線量の低減対策として、土や土壌等による遮へい対策を行う一時保管施設へのガレキの搬入を進めています。また、敷地境界に保管中の線量率の高いガレキ等は、敷地境界から距離をおいて保管します。

敷地境界線量の低減への主な取り組み

◆ガレキや伐採木など

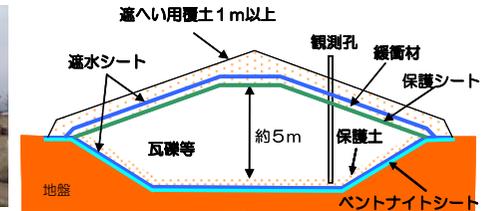
- 敷地境界に近い線量率の高いガレキ等を境界から離れる方向に移動
- 比較的線量の高いガレキは、覆土式の一時保管施設で保管
 - ※2槽分の設置工事を完了（H25/3/25）
- 敷地境界線量に影響のある伐採木を覆土し線量を低減
 - ※H24年度計画していた伐採木一時保管槽の設置工事を完了（H25/3/29）
- その他として、減容処理や再利用を検討及び実施（焼却炉の設置等）



1 槽目の状況 (3/27撮影)



2 槽目の状況 (3/25撮影)



覆土式一時保管施設概略図【断面図】

◆タンクや各設備など

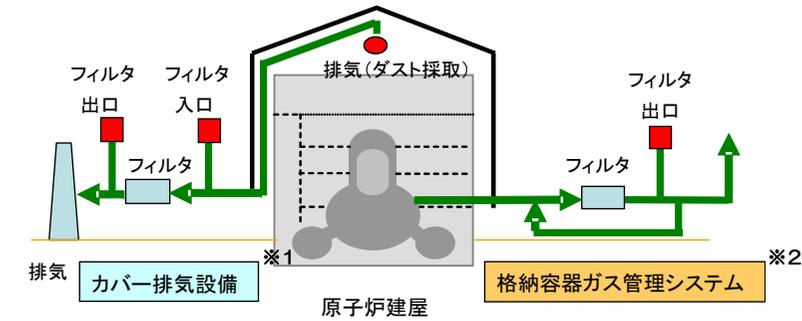
- 敷地境界への影響をできるだけ低くするための配置の工夫
- 追加の遮へい

◆放射性物質の放出抑制

- 建屋へのカバーリング
- 建屋開口部への養生



1号機原子炉建屋カバー設置



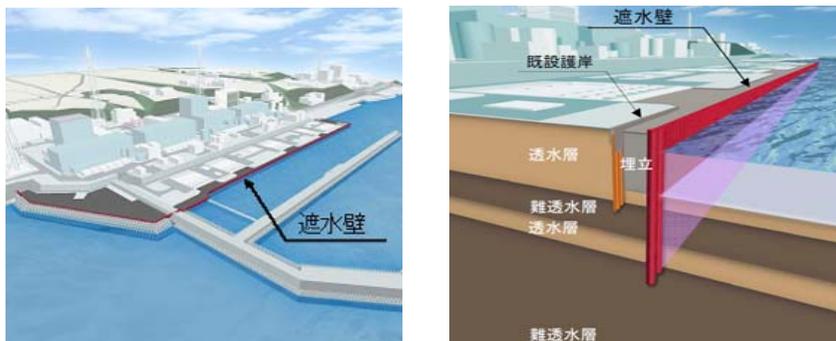
＜1号機原子炉建屋のカバー排気設備と格納容器ガス管理システム＞

※1：カバー内の空気を綺麗にするため、カバー内の気体を抽出し、フィルタを通して外気に放出する設備。
 ※2：格納容器から漏えいする放射性物質を低減するため、格納容器内の気体を抽出し、フィルタを通して外気に放出する設備。

【4】海洋汚染拡大防止に努めています。

遮水壁の設置工事

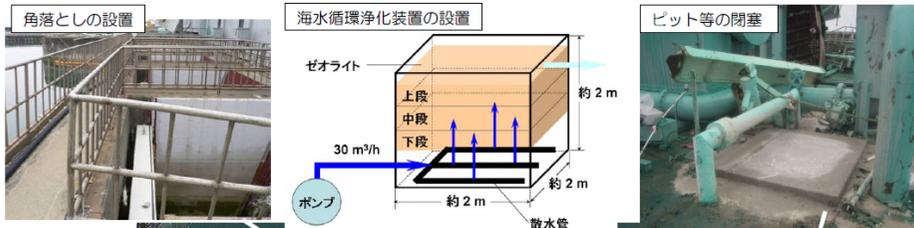
- 万一、地下水が汚染し、その地下水が海洋へ到達した場合にも、海洋への汚染拡大を防ぐため、遮水壁の設置工事を実施しています。（本格施工：H24/4/25～）



遮水壁（イメージ）

取水路前面エリアの汚染拡大防止

- 1～4号機及び5、6号機取水路前面エリアの汚染濃度が高い海底土の拡散防止を図るための固化土による被覆工事が完了しました。
- 1～4号機取水路開渠内の汚染濃度低減のため、繊維状のセシウム吸着材を用いて浄化することを予定しています。



放射性物質を含む液体の拡散防止強化対策

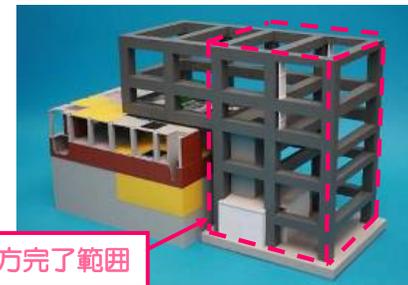
【5】現在、使用済燃料プールの冷却を継続しています。今後、使用済燃料プール内の燃料の取り出しを開始します。

4号機

- 4号機燃料取り出し用カバーの鉄骨建方を開始しました。（1/8～）
- 4号機使用済燃料プールからの燃料取り出しについて、平成25年11月開始を目指します。
- 原子炉建屋の健全性確認を年4回定期的実施しています。

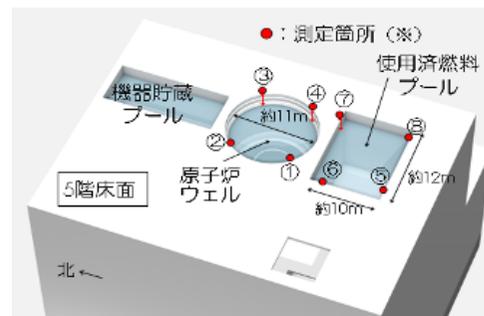


鉄骨建方進捗状況（4/23）

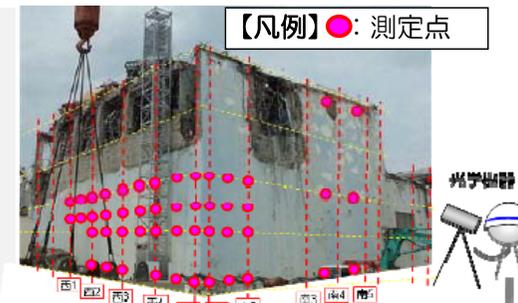


鉄骨建方完了範囲

鉄骨建方完了イメージ



傾きの確認（水位測定）



傾きの確認（外壁面の測定）

3号機

- 3号機燃料取り出し用カバー設置に向けて、構台設置作業及び原子炉建屋上部ガレキ撤去作業を継続しています。



3号機原子炉建屋（4/23）



燃料取り出し用カバー完成イメージ

【6】プラントの状況把握と燃料デブリ取り出しに向けた作業を進めています。

1号機

2号機

3号機

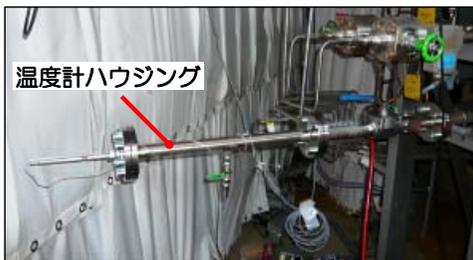
- 格納容器漏えい箇所の調査・補修工法の検討のため、トラス室内にイメージスコープ等を挿入し、調査を実施しました。(H24/6/26)
- 格納容器内部の画像取得やデータ直接採取(雰囲気温度、滞留水温度・水位、滞留水採取・分析)を実施するとともに(H24/10/9~13)、温度計を設置し、監視計器としました。

- 格納容器貫通部からイメージスコープ等を挿入し、内部調査を実施しました。(H24/1/19, 3/26, 27)
- 既設温度計の故障に伴い、原子炉圧力容器温度計を追加設置し監視計器としました。(H24/11/6)
- 格納容器内雰囲気温度計の信頼性向上を目的として、格納容器内に温度計を設置し、監視計器としました。(H24/11/6)

- ロボットにより原子炉建屋内の汚染状況を調査し(H24/6/11~15)、最適な除染方法を選択するため除染サンプルを採取しました(H24/6/29~7/3)。
- 格納容器漏えい箇所の調査・補修工法の検討のため、トラス室内等の滞留水水位を測定し(H24/6/6)、ロボットによるトラス室内の調査を実施しました(H24/7/11)。



トラス室底部(H24/6/26) 格納容器底部(H24/10/11)



圧力容器温度計設置状況(H24/10/3)



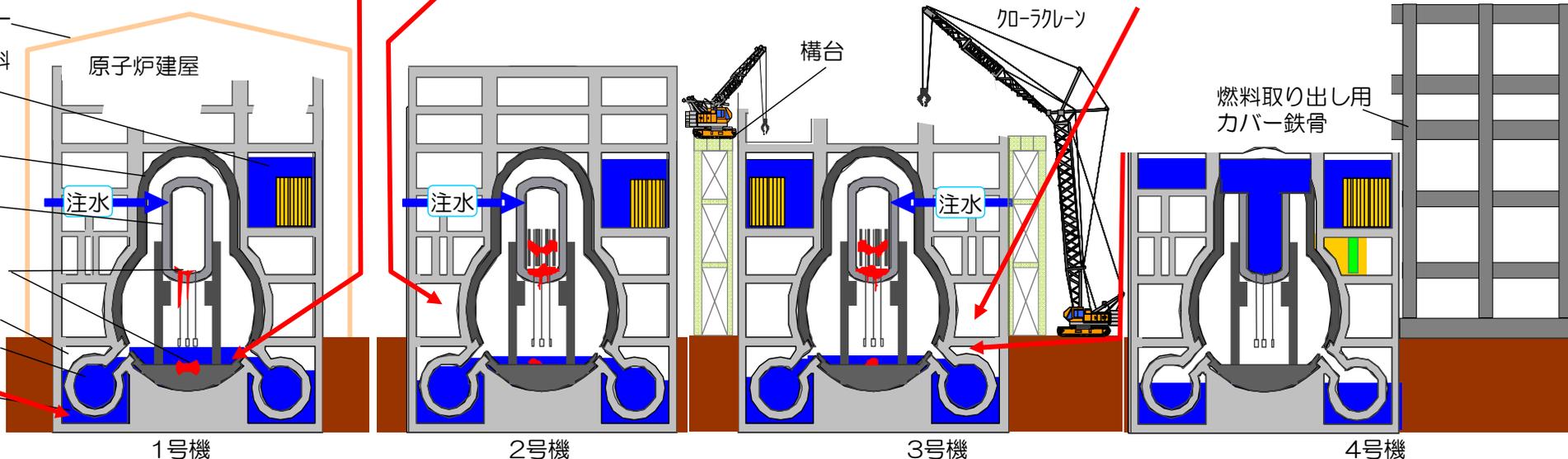
ガンマカメラによる大物搬入口付近撮影(H24/6/11~15)



ロボットによるトラス室調査(H24/7/11)

設備の現況

- 建屋カバー
- 使用済燃料プール
- 原子炉建屋
- 格納容器
- 原子炉圧力容器
- 燃料デブリ
- トラス室
- 圧力抑制室
- 滞留水



※複数点計測している温度データの内、一部のデータを例示 4月25日11:00現在

原子炉	圧力容器下部温度 : 21.5℃	34.4℃	33.7℃	燃料なし
	格納容器内温度 : 22.7℃	36.1℃	32.5℃	
燃料プール	17.5℃	17.1℃	15.7℃	24℃

汚染水のタンクによる貯水 ならびに多核種除去設備の状況

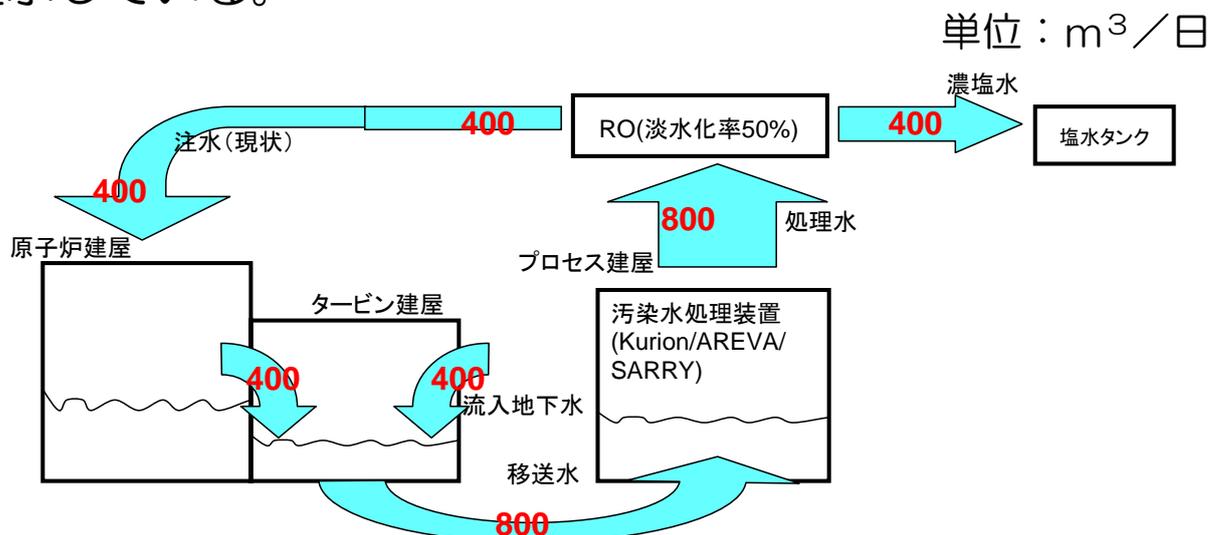
平成25年4月26日

東京電力株式会社



水バランス

- 現状、地下水流入量が400m³/日、原子炉注水量が400m³/日、合計800m³/日を汚染水処理装置でセシウム除去（10⁰Bq/cm³程度まで除去）している。
- 海水淡水化装置で50%（400m³/日）を淡水、残りを濃塩水に振り分け、塩水をタンクに貯水、淡水を原子炉に注水している。



タンク貯留状況及び至近の増設計画

- H8・G3エリア（8万m³）及びG3・G4・G5エリア（4.6万m³）の増設計画により、H25年度上期中目途に約45万m³まで貯蔵容量を増加させる予定であったが、地下貯水槽（合計約5.4万m³）の使用しないこととした。代替として、G6エリアに1.9万m³、Cエリアに1.3万m³を設置する。このため、合計量は約40万m³強となる。
- 敷地南側エリア（10万m²）は、現在、地質調査、地形測量を進めており、最大約30万m³（総容量約70万m³）のタンク増設検討を継続実施中
- 参考に、H25.3に原子力規制委員会に提出したタンク増設計画を3，4頁に掲載

タンク貯留状況及び至近の増設計画（H25年4月16日現在）

（単位：m³）

	貯蔵量	貯蔵容量	増設中 G3, G6, H8, C	計画中 G3, G4, G5	容量合計 (増設後)	更なる増設
淡水受タンク	23,295	31,400	—	—	31,400	—
濃縮水受タンク	250,889	268,800*1	—	—	268,800	—
濃縮廃液貯水槽	5,529	9,500	—	—	9,500	—
処理水貯槽	—	4,400	112,000	46,000	162,400	約300,000*2
合計	281,060	314,100	112,000	46,000	472,100*1	約700,000*2

*1 地下貯水槽 i, ii, iii, vi の80%容量（約3.8万m³）を含んだ値（今後、移送先を確保し、順次移送）

*2 敷地南側エリアの増設分は検討中であり、容量は未確定

処理水発生量シミュレーション

1. 処理水発生量

実施予定の地下水バイパスによる地下水流入量の抑制効果の有無の2ケースについて実施。

ケース1：地下水バイパス効果なし（400m³/d）

ケース2：地下水バイパス効果あり（400→300m³/d）

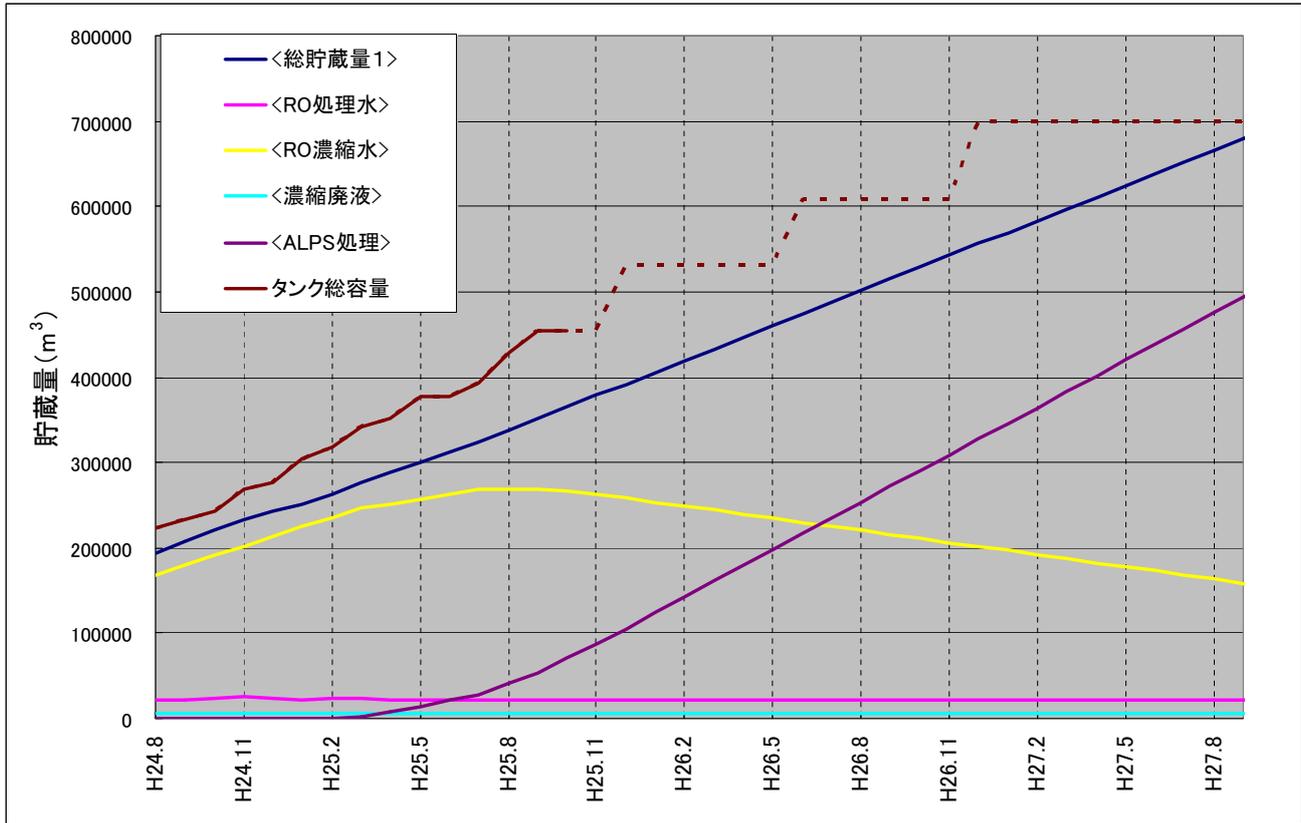
2. 処理水貯蔵

多核種除去設備処理水の貯蔵は、多核種処理設備の運転に伴い「空タンク」となる濃縮水受タンクへの貯蔵も考慮し、現段階のタンク増設計画に基づき、評価を実施。

<評価条件>

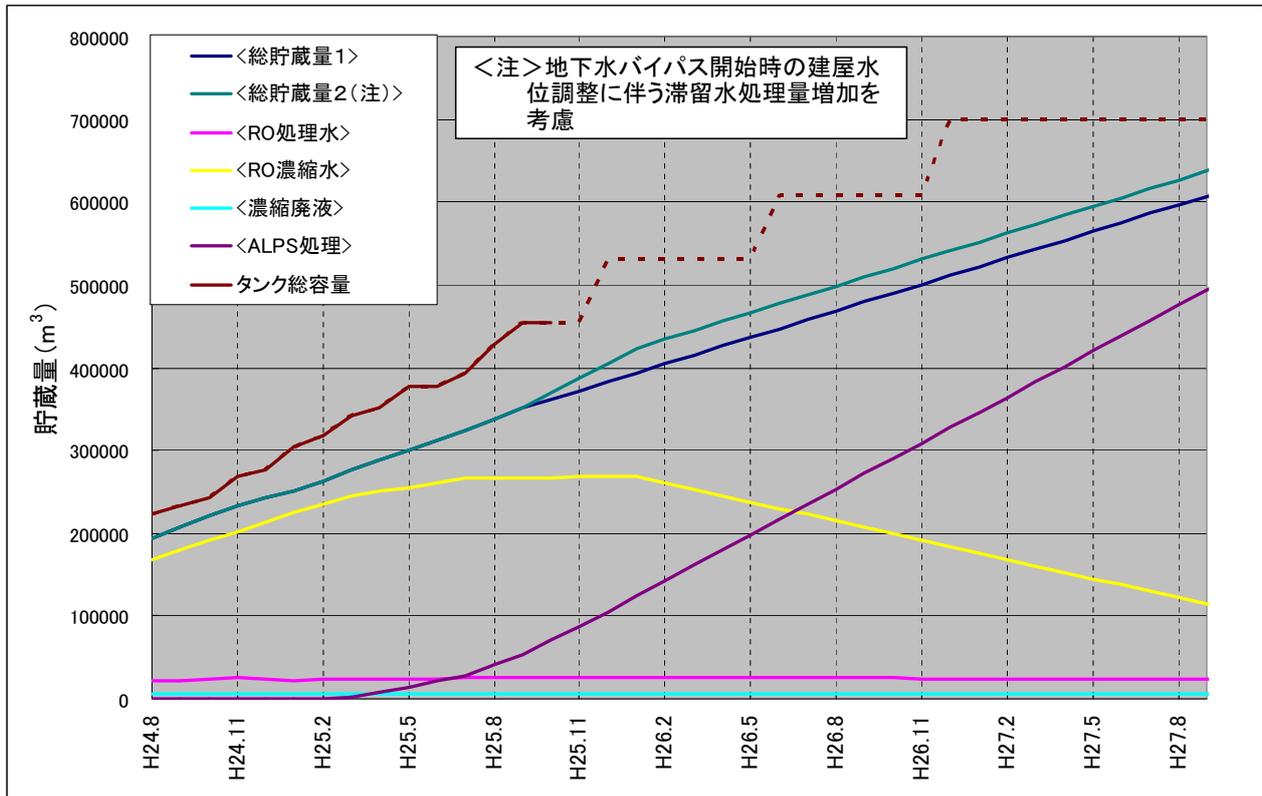
- ・地下水流入量：約400m³/d（～H25.9）、約300m³/d（H25.10～）
- ・多核種除去設備：約200m³/d（1系列稼働率80% H25.3～H25.7）
約400m³/d（2系列稼働率80% H25.8～H25.9）
約500m³/d（2系列稼働率100% H25.10～H25.11）
約560m³/d（3系列稼働率75% H25.12～）
- ・多核種除去設備処理による薬液増加量：処理量×0.1

ケース1 (地下水BP効果なし)



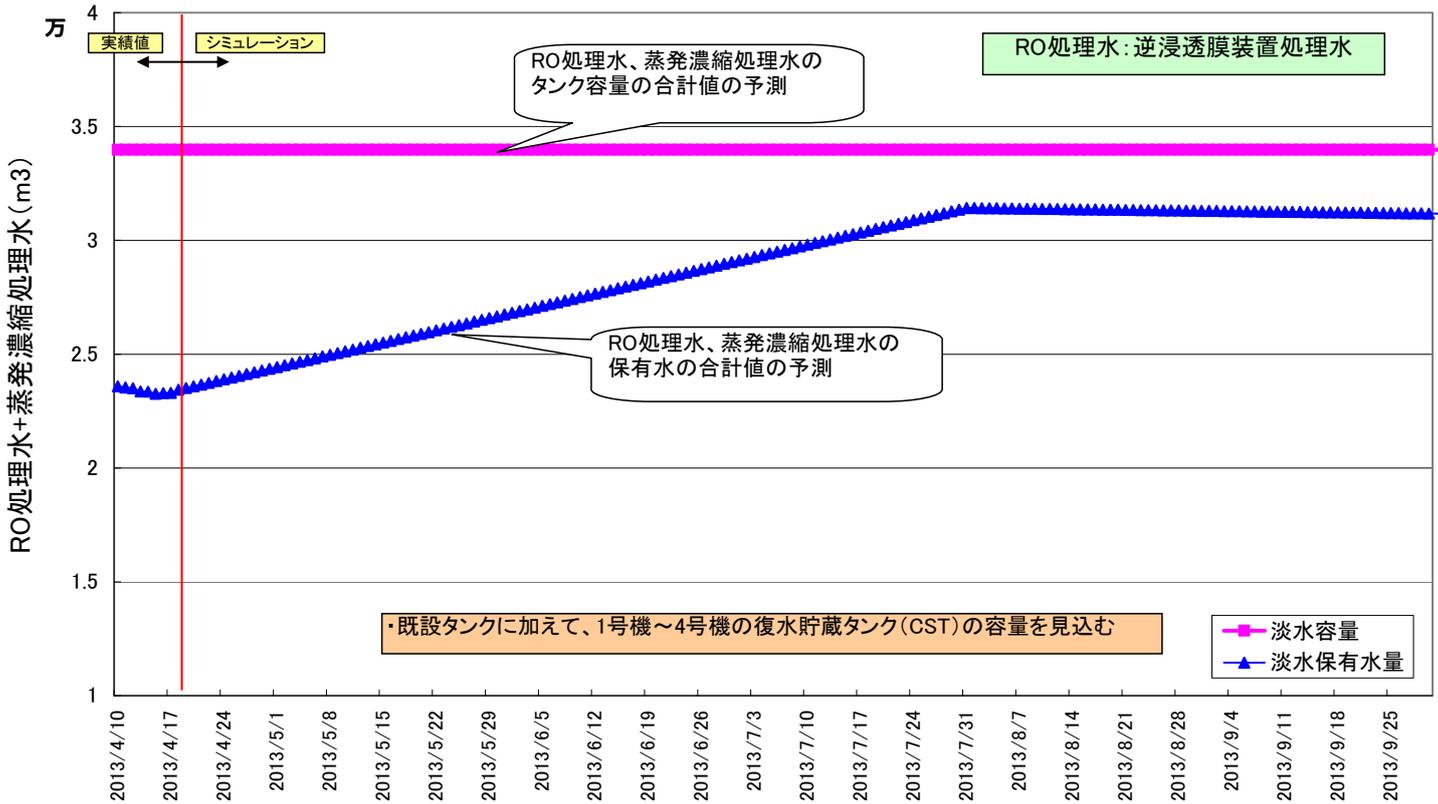
地下水流入量: 400m³/日 ALPS処理量: H25/3~7 200m³/日, H25/8~9 400m³/日, H25/10~11 500m³/日, H25/12~ 560m³/日

ケース2 (地下水BP効果あり)

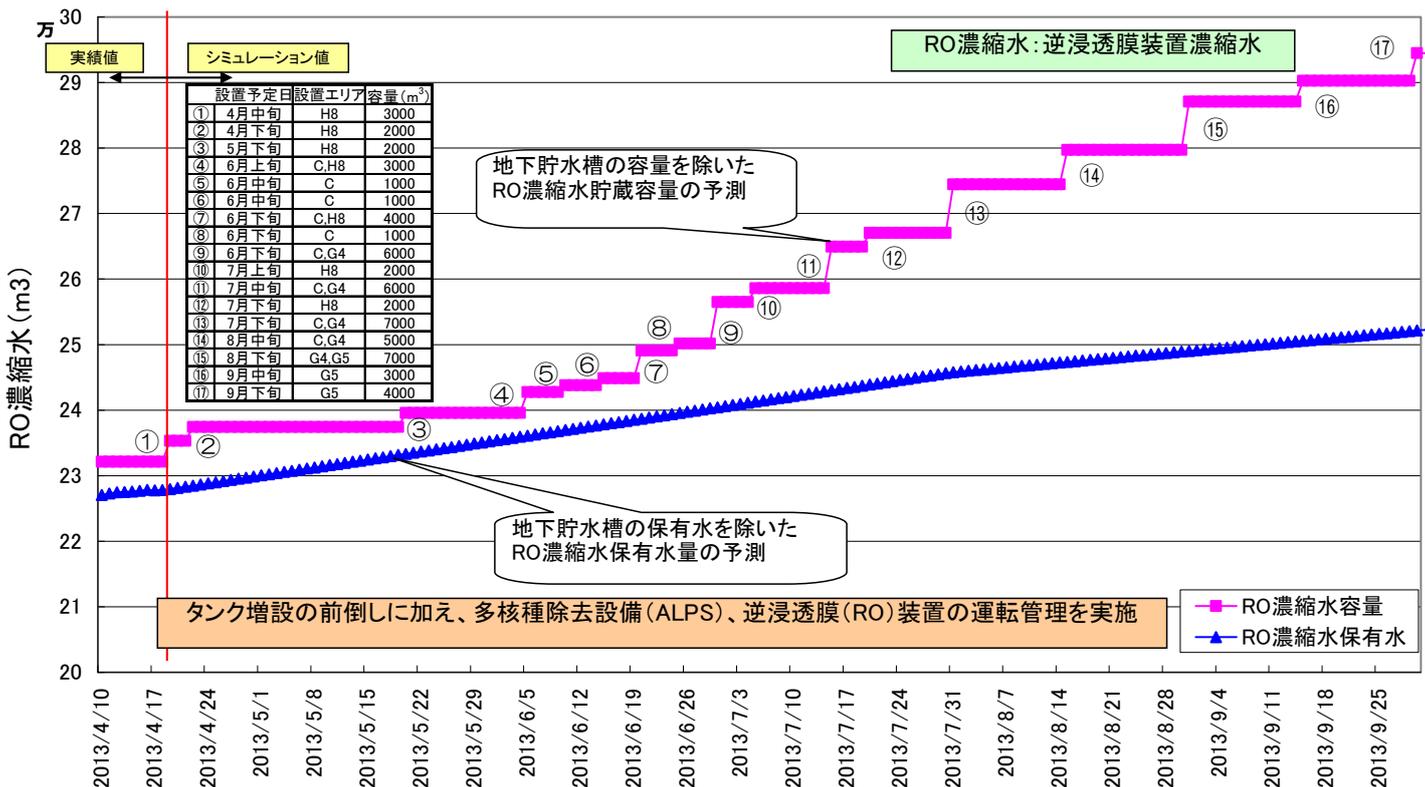


地下水流入量: ~H25/9 400m³/日, H25/10~ 300m³/日
ALPS処理量: H25/3~7 200m³/日, H25/8~9 400m³/日, H25/10~11 500m³/日, H25/12~ 560m³/日

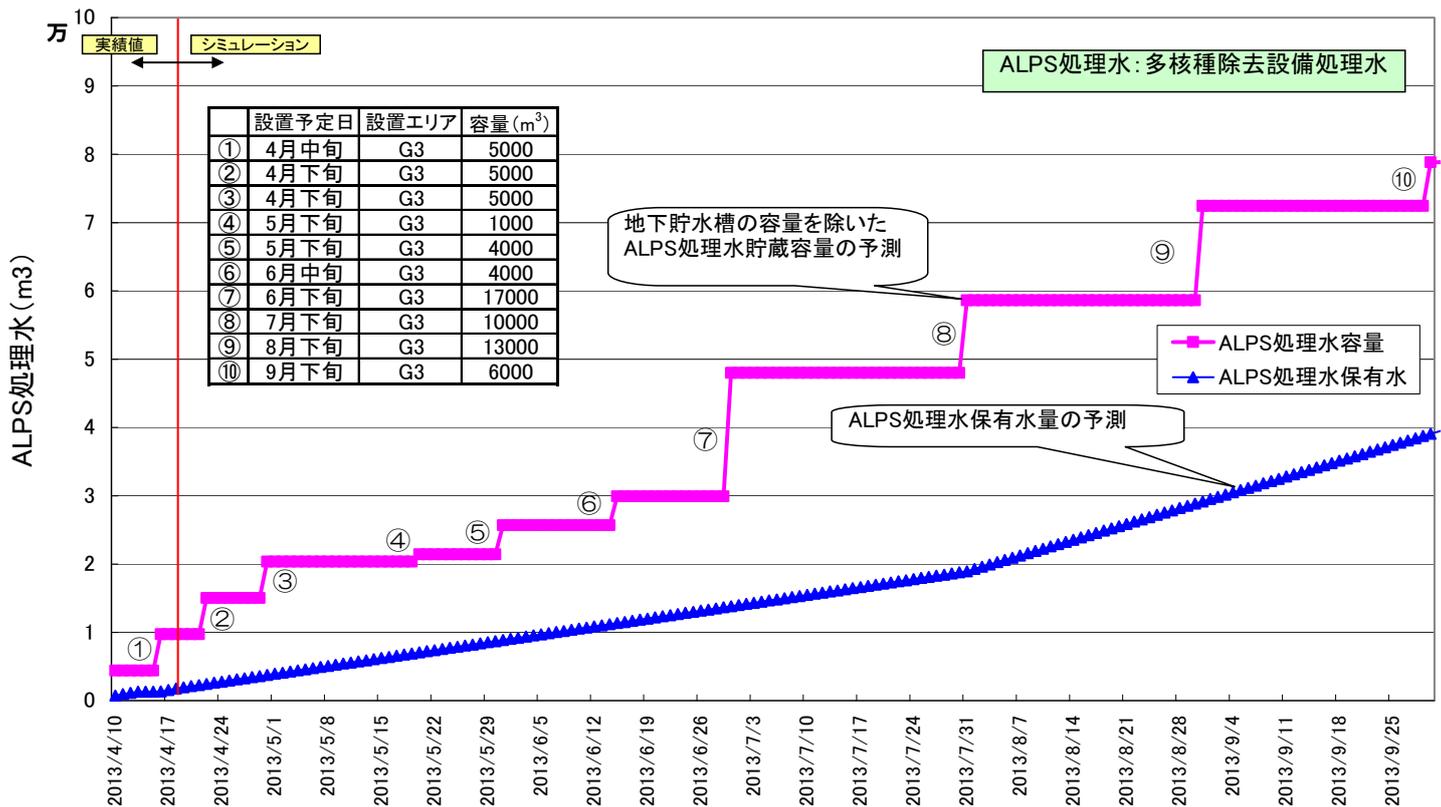
水バランスシミュレーション(淡水, H25/9末迄)



水バランスシミュレーション(RO濃縮水, H25 9/末迄)



水バランスシミュレーション(ALPS処理水, H25/9末迄)

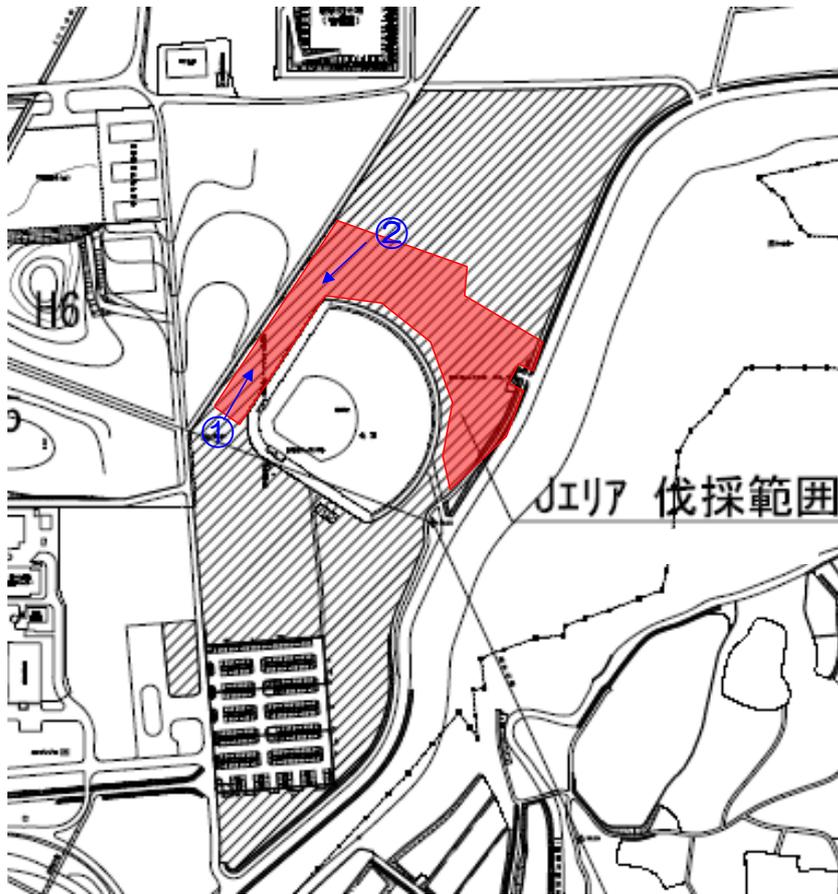


タンク増設エリアの検討

- 敷地南側エリア（面積：約10万m²）は、地質調査、地形測量を実施し、調査結果をもとにタンク設置可能エリアを精査していくとともに、伐採、整地を実施



敷地南側エリアの伐採状況



福島第一のタンクについて

■敷地内に設置しているタンクは、容量的には 1000m^3 のフランジタイプが多くを占める。その他のタンクとしては、漏えいのあった地下貯水槽、 100m^3 程度の容量を持つ横置き円筒型タンク（主に淡水、蒸発濃縮装置の塩水を貯水）、その他、事故発生初期に設置した 10m^3 程度の角形タンクがある。今後、一部の 1000m^3 のタンクは溶接構造のものも設置。



横置円筒



小型角形



1000m³

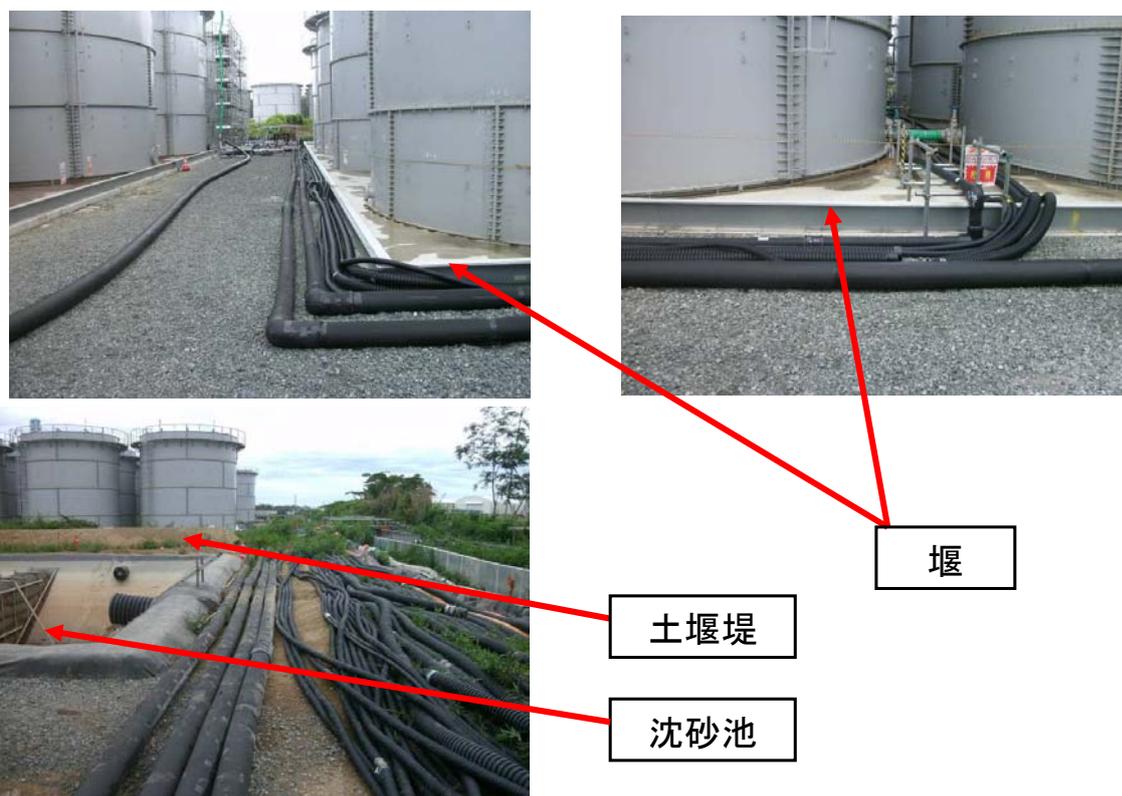


地下貯水槽

タンク等の漏えい防止対策

- タンクの廻りには、堰を設置し、タンクから海洋への漏えいを防止する。
- 万が一タンク若しくは移送配管から大漏えいが発生した場合に備えて、設置終了したタンク群から土堰堤を構築
- 1000m³タンクのフランジからは、パッキンの緩み等に起因する微小漏えいが発生したため、定期的に増し締めを実施。また、パッキンの寿命を考えた補修方法（パッキン部に外側から漏えい防止材を塗布）を検討中。
- 漏えい防止材の塗布はH24年度に実施し、H25年度で評価予定。
- 1000m³タンクの内面腐食に対して、タールエポ塗布により防止。
- その他、タンクエリアから海洋に直ぐに出ることが無いよう、当該エリアの一般排水路を暗渠化

土堰堤及び堰の設置



- タンク群毎に堰と土堰堤を設置更に、漏えいしても直接系外に出さぬよう沈砂池を設置し、そこに導水

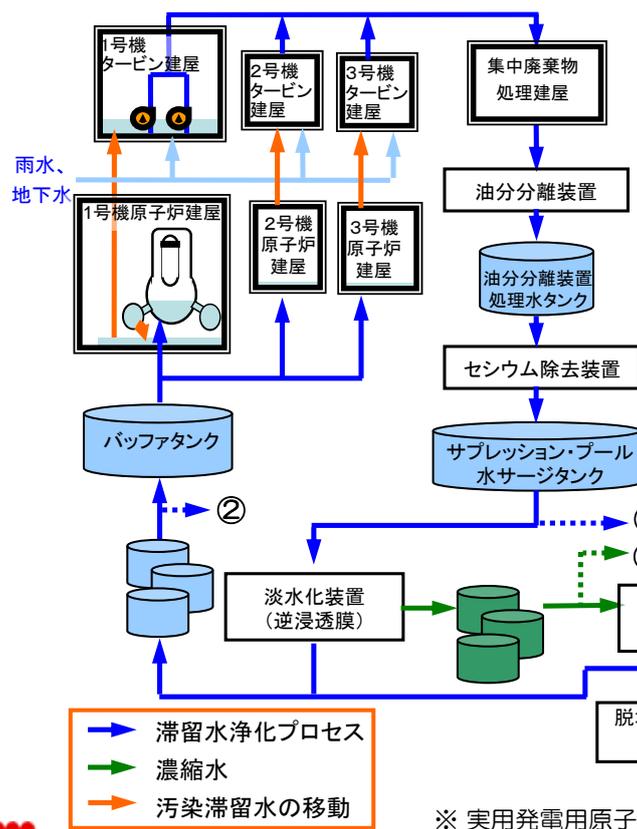


- 構内排水路の暗渠化を実施し、系外へ漏れい水が流出するリスクを除去

多核種除去設備（ALPS）による汚染水処理について

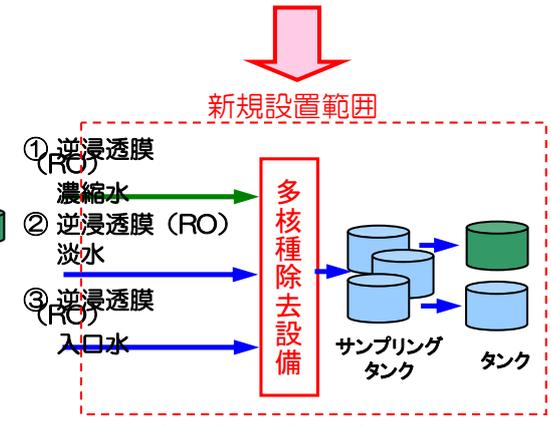
- 多核種除去設備は、H25.3からA系列の実廃液を使用したHOT試験を行っている。
- 地下貯水槽の漏えいに鑑み、汚染水による全体リスクを低減するため、**B系・C系の早期ホット試験開始による汚染水浄化を検討中である**
- 多核種除去設備のA系ホット試験は、誤操作等による一時停止があったものの、以降は処理を継続している
- B・C系ホット試験開始にあたっては、A系ホット試験結果を評価した後、原子力規制委員会での議論の実施することとしていたが、上記状況より、**B系・C系の早期ホット試験開始により汚染水リスクの低減に寄与できるものとする**

多核種除去設備設置の目的



目的 既設水処理設備は主にセシウムを除去するが、処理水の放射性物質の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*濃度限度以下を目標として除去する必要がある。**

「多核種除去設備」を導入



※ 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規制の規定に基づく線量限度を定める告示

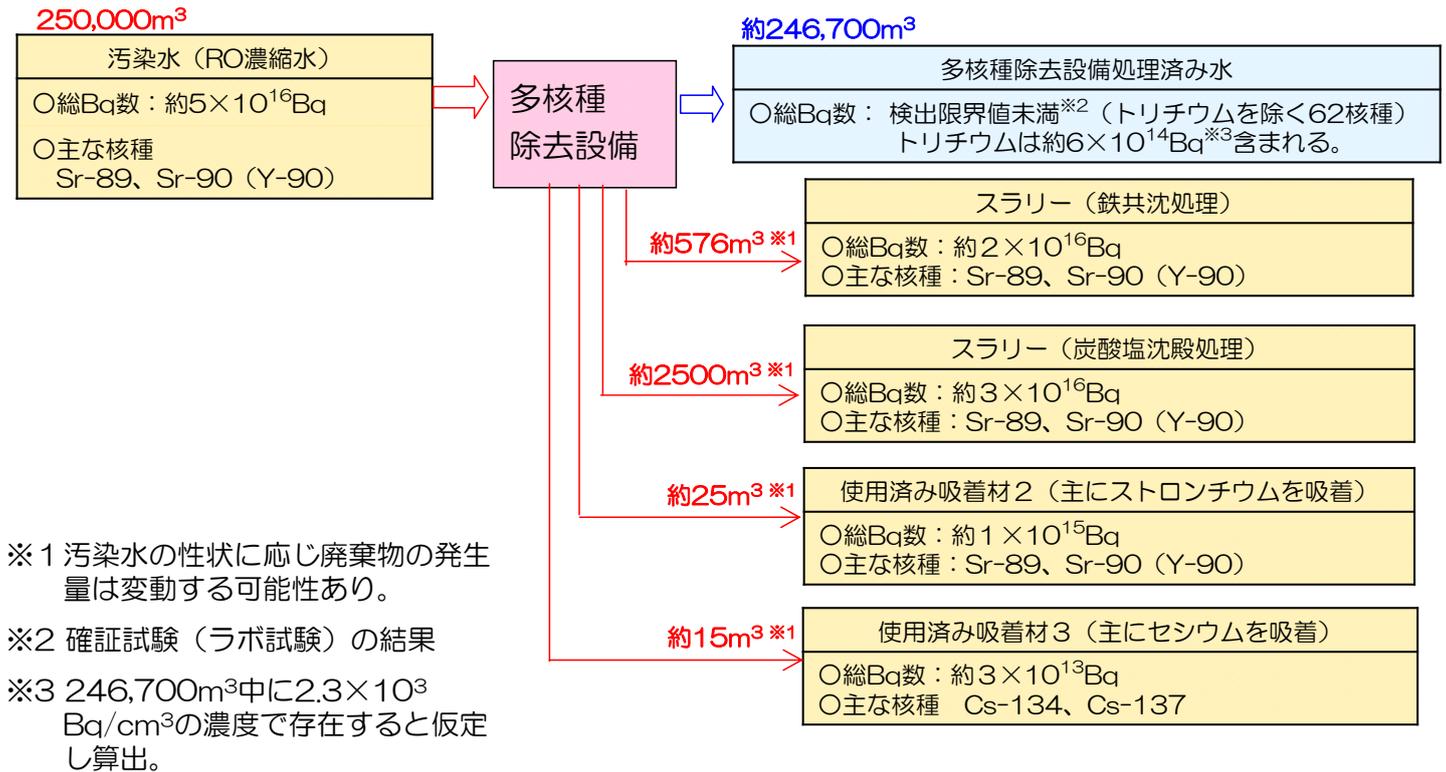
ホット試験について

- 地下貯水槽の漏えいに鑑み、汚染水による全体リスクを低減するため、**B系・C系の早期ホット試験開始による汚染水浄化を提案したい**
- 多核種除去設備のA系ホット試験は、誤操作等による一時停止があったものの、以降は処理を継続している
- B・C系ホット試験開始にあたっては、A系ホット試験結果を評価した後、B・C系のホット試験の実施について議論することとなっていたが、上記状況より、**B系・C系の早期ホット試験開始により汚染水リスクの低減に寄与できるものとする**

ホット試験について

■ 処理による放射性物質の移行

(H25.4.16現在の汚染水量から算出)



A系ホット試験の状況

■ A系除去性能に関する評価

➤ 除去性能評価スケジュール

- 3/30 : A系ホット試験開始
- 4/9~4/12 : A系ホット試験サンプル採取
- 4/16 : 採取済のサンプルを2Fへ輸送 (現在、測定を実施中)
- 5月上旬 : γ 核種の測定・評価完了予定
- 5月下旬 : Sr、全 α の測定・評価完了予定



ホールドポイント：汚染水に含まれる**主要な核種 (Sr・Cs等)** についての**リスク低減効果を評価**。

- 6月中旬 : Tc、Ni等 [※]の測定・評価完了予定

※RO濃縮水において、主要核種であるSr-90の濃度 (1×10^5 Bq/cm³オーダ) に対し、約1/1000を下回る濃度であるため、汚染水リスクとして影響が低い

ホット試験による核種除去性能の評価には時間を要するが、処理済み水の**簡易的な分析状況**では、**告示濃度限度を下回る見込み**であり、多核種除去設備の運転によるリスク低減効果は大きいと考える

A系処理済み水の簡易測定状況

■簡易測定状況（A系処理済み水）：速報値

A系処理済み水における主要核種の1Fでの簡易測定状況を以下に示す。

- ✓確認された値は**告示濃度限度以下**
- ✓処理対象水と比較し、DFは1,000～1,000,000程度となる見通し
- ✓Cs-137(Ba-137m)、Co-60、Ru-106(Rh-106)、Sb-125(Te-125m)が僅かに検出されているが、検出限界値「ND値」を大きく上回るものではない「（）内は放射平衡となる核種」
- ✓この結果は、A系のホット試験を開始して数日後（1,000m³程度処理）の処理済み水サンプルの測定値であり、前処理（鉄共沈、炭酸塩沈殿）の設定条件の調整等を行いながら測定を継続し、除去性能を確認
- ✓**今後は、詳細測定を行い除去性能を確認**

A系処理済み水の簡易測定状況

単位：Bq/cm³

分析核種（主要核種）		Cs-134	Cs-137 (Ba-137m)	Co-60	Ru-106 (Rh-106)	Sb-125 (Te-125m)	Sr-90 (Y-90)
処理対象水放射能濃度 (タンクから水を採取し測定)		検出 3.2E+00	検出 6.3E+00	ND (検出限界値: 6.6E-01)	検出 1.3E+01	検出 2.5E+01	検出 3.7E+04
ALPS A系 処理済み水 放射能濃度	4/9*1 測定値	ND (検出限界値: 1.7E-04)	ND (検出限界値: 2.1E-04)	検出*2 2.5E-04	検出*2 5.9E-03	ND (検出限界値: 4.5E-04)	ND*3 (検出限界値: 1.1E-03)
	4/12*1 測定値	ND (検出限界値: 2.1E-04)	検出*2 4.7E-04	検出*2 5.1E-04	検出*2 9.1E-03	検出*2 9.7E-04	検出*3 1.0E-02
告示濃度限度		6E-02	9E-02	2E-01	1E-01	8E-01	3E-02

測定条件(Cs,Co,Ru,Sb)：Ge半導体検出器、2L、30,000秒測定

- *1：4/9、4/12のサンプルは、共に連続運転中に採取したものであり、運転状態は同じ。
- *2：Cs-137(Ba-137m)、Co-60、Sb-125(Te-125m)は、検出限界値(ND値)と同じオーダで検出。Ru-106(Rh-106)は、検出限界値(E-04オーダ)より一桁高い値で検出。Ge半導体検出器で測定・評価ができる45核種のうち、上記を除く38核種については、検出限界値未満(ND)であることを確認。
- *3：Sr-90については、測定が難しく(Srの分離を簡易なフィルター式で行ったもの)、データが安定していない。今後、2Fにおいて確認試験(H24.8に中長期対策会議 運営会議(第9回会合)にて結果を報告)と同条件で精密な測定を実施する。

A系ホット試験の状況

■ A系設備の安全性に関する評価（1 / 2）

これまでのホット試験期間中において、**安全上問題となる設備トラブル等は発生していない。**

✓ 設備からの漏えい等の異常なし

✓ HIC交換作業を実施（ステージ2スラリー用HIC：計4回）

→ 取扱い中における異常発生なし

1回目（4/9）：作業時間*；約5時間30分、個人最大被ばく線量；0.03mSv

2回目（4/11）：作業時間*；約6時間、個人最大被ばく線量；0.03mSv

3回目（4/16）：作業時間*；約5時間、個人最大被ばく線量；0.03mSv

4回目（4/18）：作業時間*；約7時間、個人最大被ばく線量；0.03mSv



釣鐘型輸送用遮へい体

多核種除去設備設置エリア

「使用前HICの収納作業の様子

（HICは釣鐘型輸送用遮へい体内に収容）」



HIC

一時保管施設エリア

「廃棄物（スラリー）を収容した

HICのクレーン取扱いの様子」

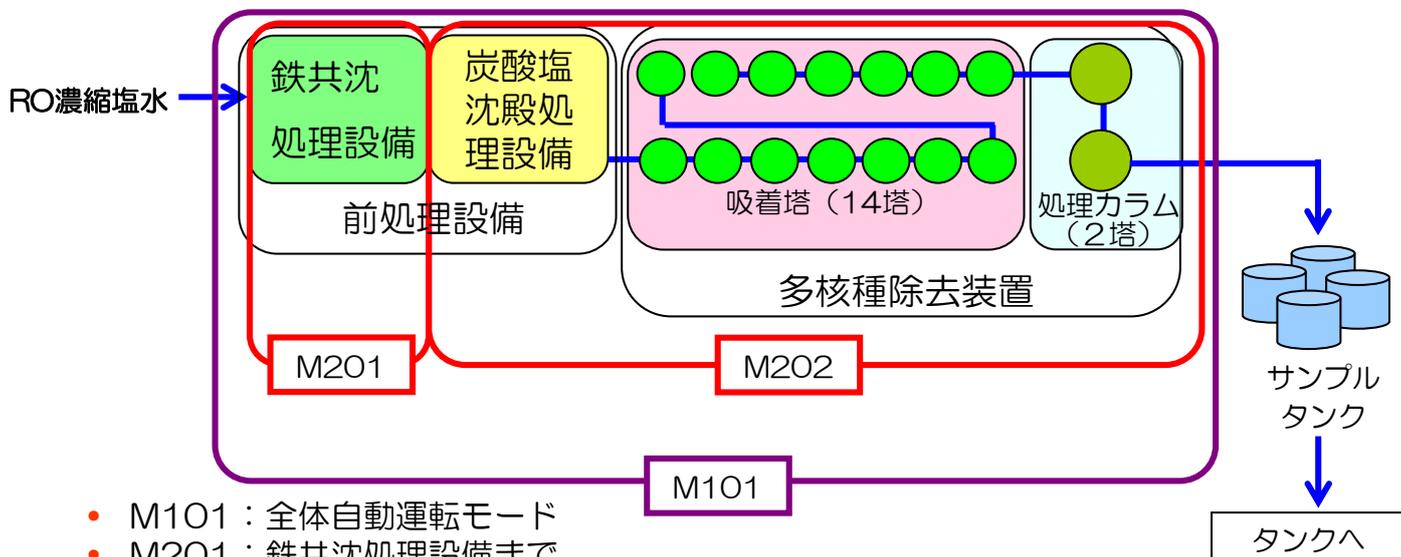
※作業時間はHIC交換開始～
一時保管施設HIC受入完了までの
時間

B系、C系のホット試験確認方法

■ B系、C系のホット試験確認方法

A系ホット試験と同様、以下の試験を実施予定。

1. RO濃縮塩水受入試験
2. 系統運転（M201,202）
3. 系統運転（M101）
4. 除去性能確認

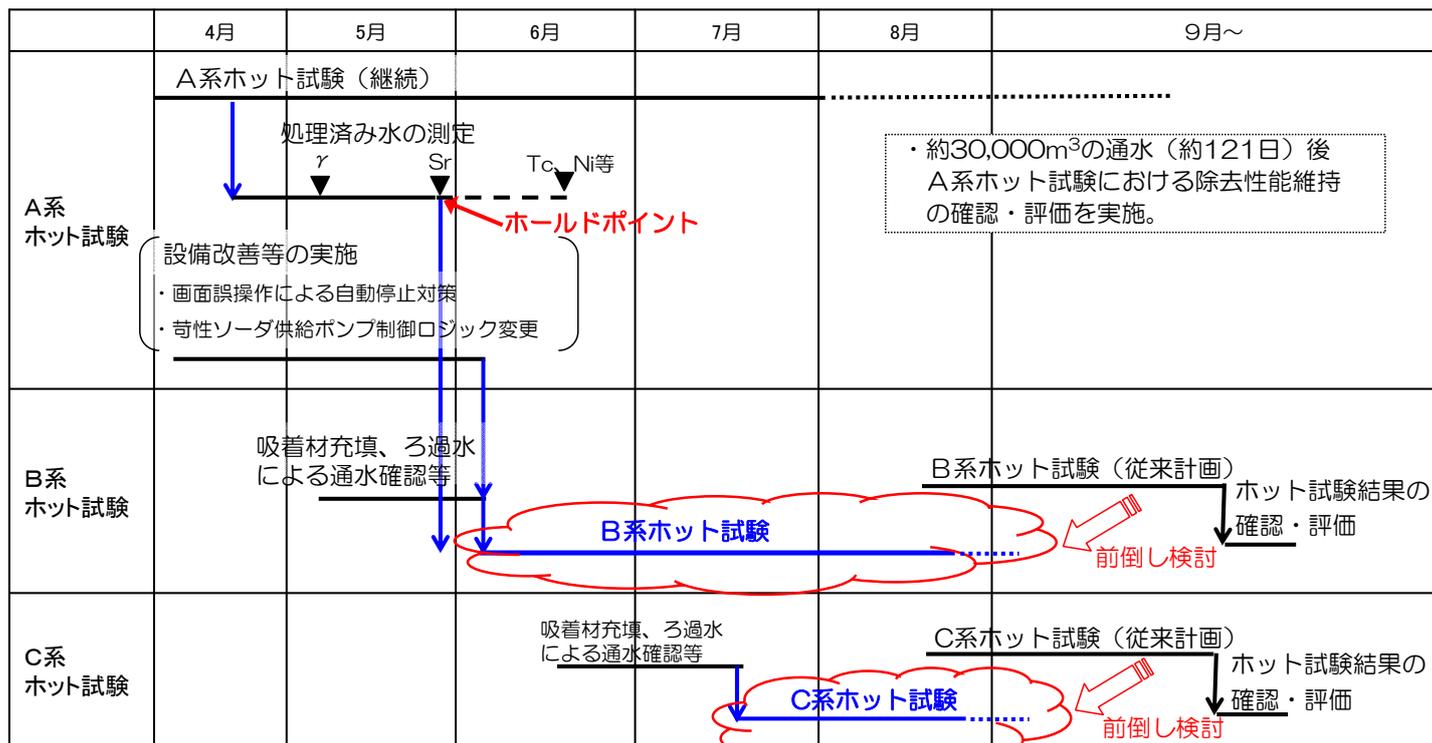


- M101：全体自動運転モード
- M201：鉄共沈処理設備まで
- M202：炭酸塩沈殿処理設備から処理カラムによる処理まで

B、C系ホット試験までのスケジュール（案）

■ B/C系ホット試験までのスケジュール（案）

➤ B系・C系のホット試験開始前までに、A系ホット試験中に確認された設備改善等が必要な事象（誤操作停止等）への対策を実施する。



滞留水の貯蔵及び処理の状況概略

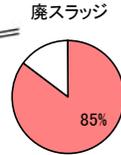
- ① 建屋内滞留水水位及び貯蔵量
 - ・建屋内滞留水水位は運転上の制限を満足
 - ・処理装置(第二セシウム吸着装置)は運転中
- ② 廃棄物発生量
 - ・除染装置停止中のため、廃スラッジ貯蔵量は変動なし
- ③ 処理水タンク貯蔵量
 - ・淡水化装置による処理により、淡水受タンク及び濃縮塩水タンク貯蔵量は変動あり
 - ・蒸発濃縮装置は全台停止中
- ④ 5、6号機滞留水貯蔵量
 - ・構内散水によりF・Hエリア等タンク貯蔵量は変動あり

① 建屋内滞留水水位及び貯蔵量

施設	貯蔵量	T/B建屋内水位
1号機	約14,000m ³	OP.2,861
2号機	約21,900m ³	OP.3,019
3号機	約21,800m ³	OP.2,795
4号機	約16,400m ³	OP.2,775
合計	約74,100m ³	

貯蔵施設	貯蔵量	水位
プロセス主建屋	約15,280m ³	OP.4,318
高温焼却炉建屋	約4,440m ³	OP.3,090
合計	約19,720m ³	

② 廃棄物発生量

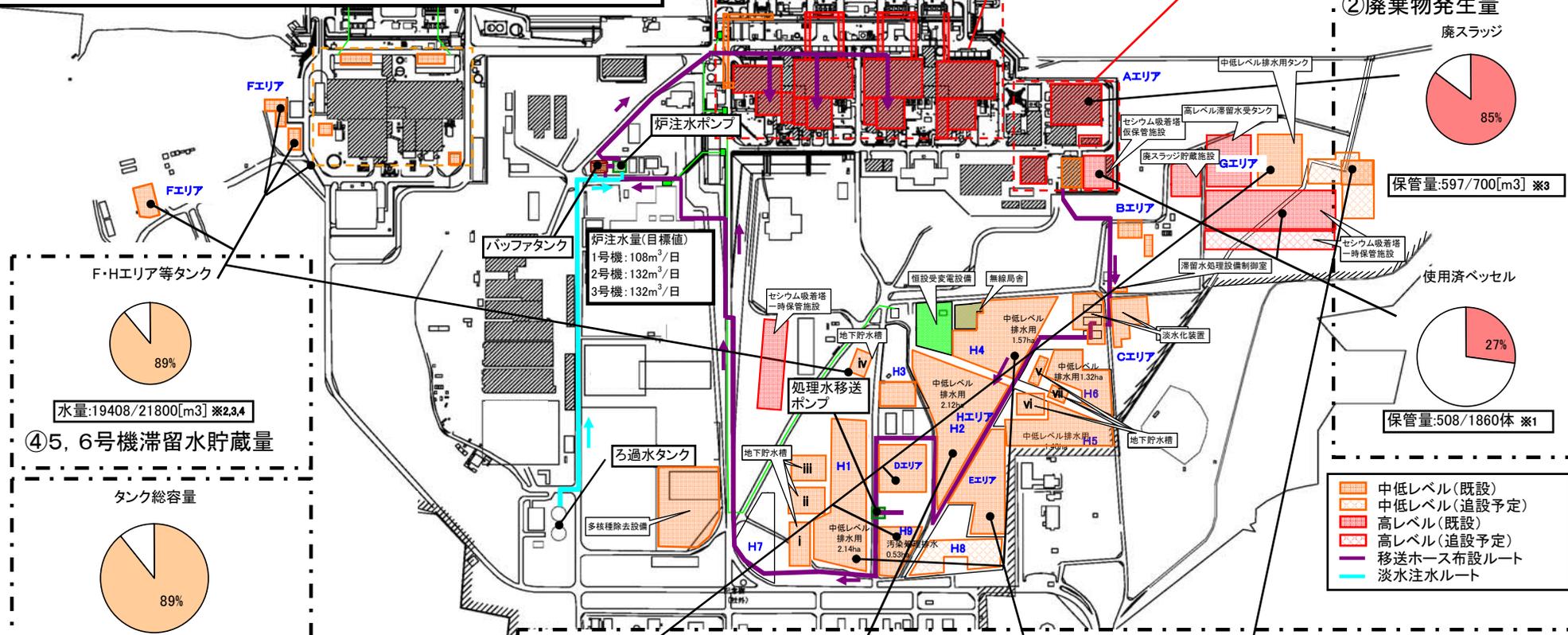


保管量:597/700[m3] ※3



保管量:508/1860体 ※1

中低レベル(既設)
 中低レベル(追設予定)
 高レベル(既設)
 高レベル(追設予定)
 移送ホース布設ルート
 淡水注水ルート



④ 5、6号機滞留水貯蔵量

水量:19408/21800[m3] ※2,3,4

タンク総容量

89%

炉注水量(目標値)

1号機	108m ³ /日
2号機	132m ³ /日
3号機	132m ³ /日

貯蔵量合計(③+④)

RO及び蒸発濃縮装置後淡水受タンク	水量:24644/31400[m3] ※2,3	78%
濃縮廃液貯槽	水量:6709/9500[m3] ※2,3	71%
RO後濃縮塩水受タンク	水量:250892/263400[m3] ※2,3,6	95%
処理水貯槽	水量:2321/15000[m3] ※2,3,5	15%
処理水タンク総容量	水量:284566/319300[m3] ※2,3,5,6	89%

③ 処理水タンク貯蔵量

※1 第二セシウム吸着装置使用済ベッセル及び多核種除去設備の保管容器、処理カラムを含む
 ※2 装置稼働中につき水位が静定しないため参考扱い
 ※3 貯蔵容量は運用上の上限を示す(タンクの貯蔵容量は10の位を切り捨てて表記)
 ※4 Hエリアのタンク(約3,000m³分)、地下貯水槽iv(約3,400m³運用上の上限値)及び5,6号機周辺仮設タンク(約4,500m³)を5,6号機滞留水に使用
 ※5 多核種除去設備(ホット試験中)の処理済水を貯蔵するが、タンクの運用状況に応じて淡水や濃縮塩水を貯蔵。5,6号機滞留水を貯蔵中の地下貯水槽ivを除いた値
 ※6 地下貯水槽 i、iii、viの貯蔵容量(水位上限80%)を含む。各地下貯水槽からの移送が完了次第、貯蔵容量から除く

地下貯水槽からの汚染水漏えい 及び 対応状況について

平成25年4月26日

東京電力株式会社

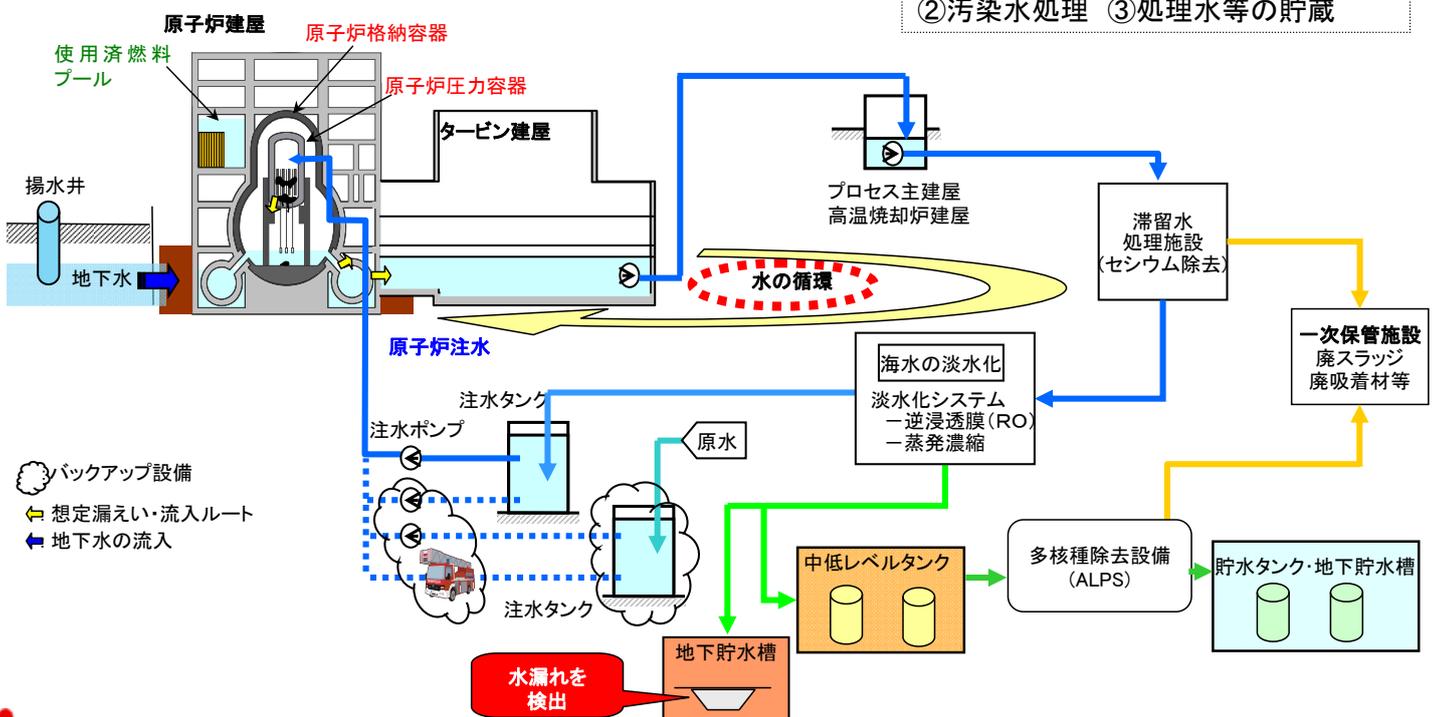


地下貯水槽からの漏えいの概要

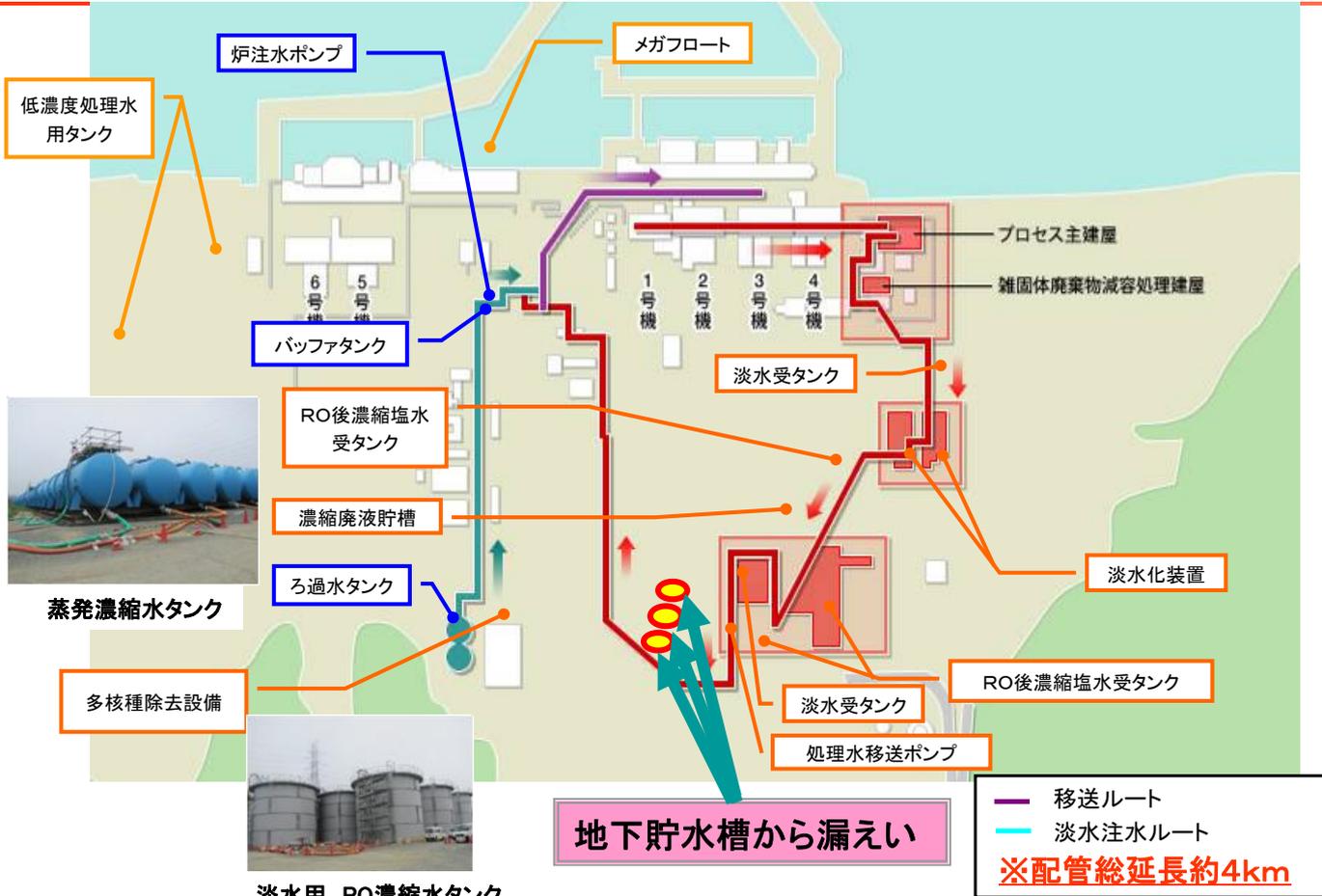
➤ 建屋内の滞留水を処理(セシウム除去、淡水化)し、再利用。

課題:

- ① 平均400m³/日の地下水流入
- ② 汚染水処理 ③ 処理水等の貯蔵



地下貯水槽からの漏えいの概要



東京電力

RO: 逆浸透膜 (Reverse Osmosis Membrane)

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

I 地下貯水槽からの汚染水漏えいについて



東京電力

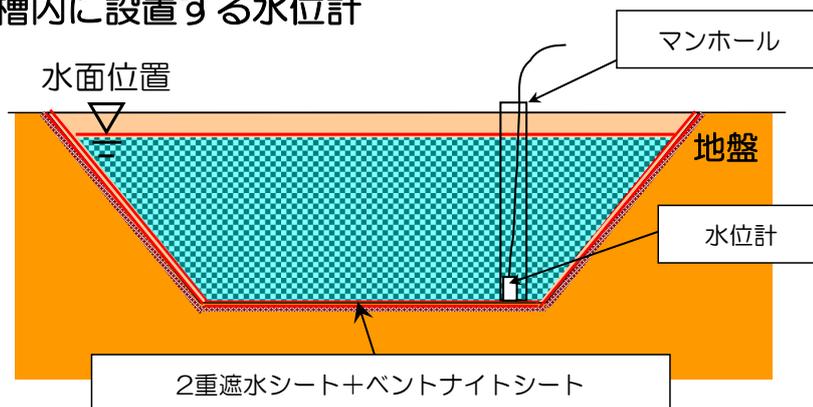
無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

1. 事象概要

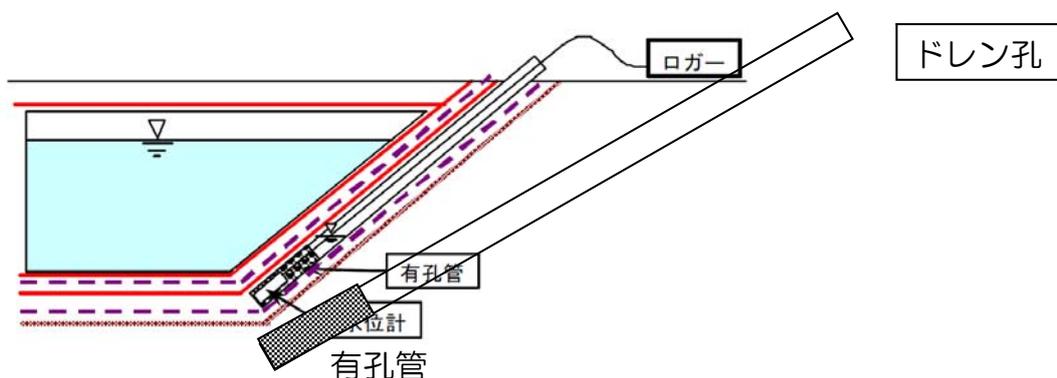
- 平成25年4月3日、地下貯水槽No.2において、貯水槽の内面に設置された防水シート（地下貯水槽は三重シート構造）の一番外側のシートと地盤との間に設置されているドレン孔に溜まっていた水を分析した結果、 $10^1\text{Bq}/\text{cm}^3$ レベルの全 β 核種濃度を検出。
- そのため、追跡調査を実施し、4月5日、内側のシートと一番外側のシートとの間（漏えい検知孔）に溜まっている水についても分析を行ったところ、高濃度の塩素濃度と $10^3\text{Bq}/\text{cm}^3$ レベルの全 β 核種濃度を検出したため、外部へ漏洩の可能性があるかと判断
- 他の地下貯水槽を含め監視強化を行っていたところ、地下貯水槽No.3においても、水位低下傾向は見られなかったものの、漏えい検知孔に溜まっている水から高濃度の塩素濃度と $10^3\text{Bq}/\text{cm}^3$ レベルの全 β 核種濃度を検出し、ドレン孔においても $10^{-1}\text{Bq}/\text{cm}^3$ レベルの全 β 核種濃度を検出したため、4月7日に外部へわずかな漏洩の可能性があるかと判断
- 外部への汚染拡大防止の観点から、漏えいの可能性がある地下貯水槽No.2から地下貯水槽No.1へ汚染水を早急に移送していたが、4月9日に地下貯水槽No.1についても、漏えい検知孔に溜まっている水から高濃度の塩素濃度と $10^4\text{Bq}/\text{cm}^3$ レベルの全 β 核種濃度を検出したため、内側シートから一番外側のシートへ漏洩の可能性があるかと判断

2. 漏えい検知システム概念図

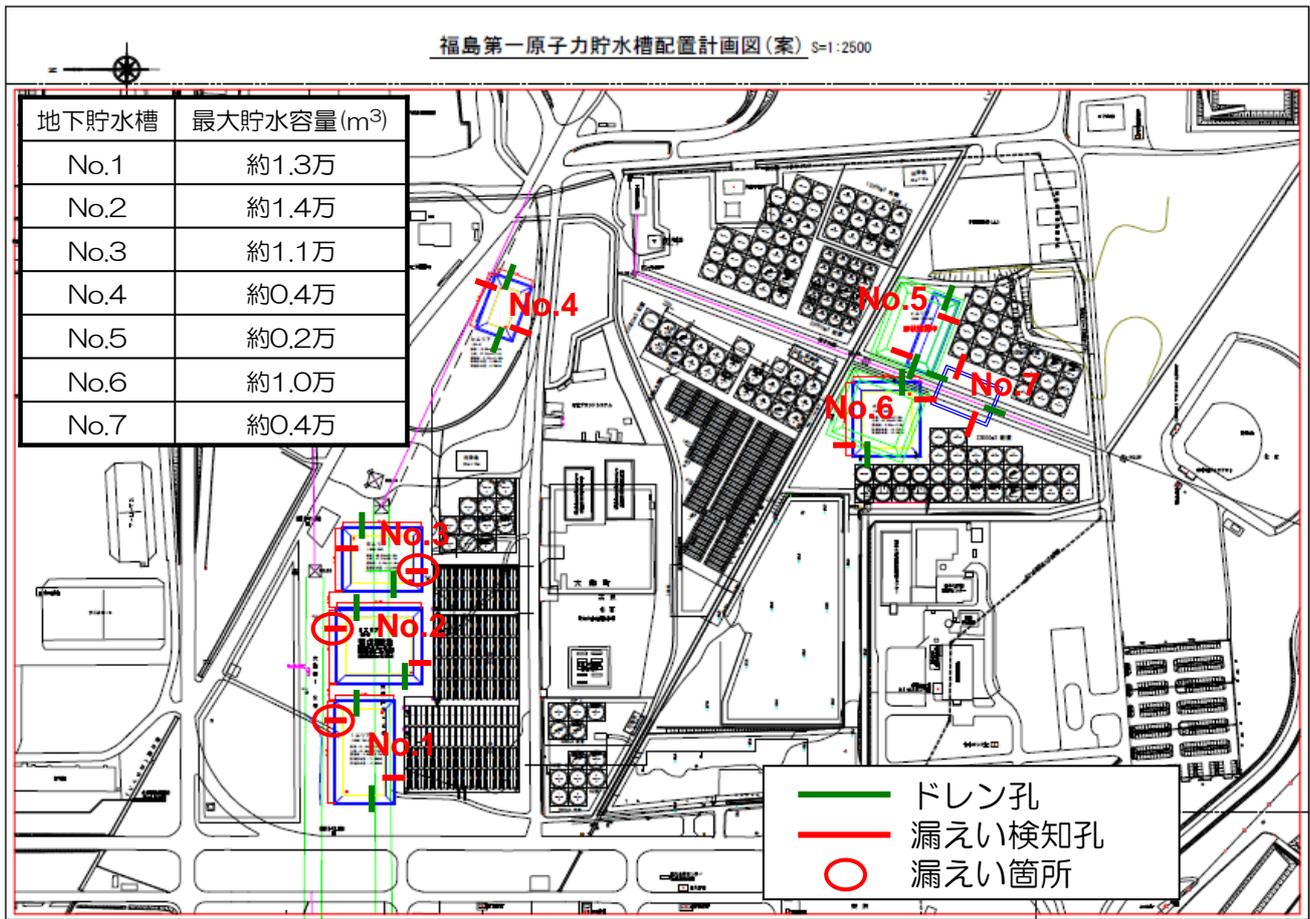
① 地下貯水槽内に設置する水位計



② ベントナイトシートと遮水シートの間を設置する水位計



3. 地下貯水槽概要および漏えいの確認について



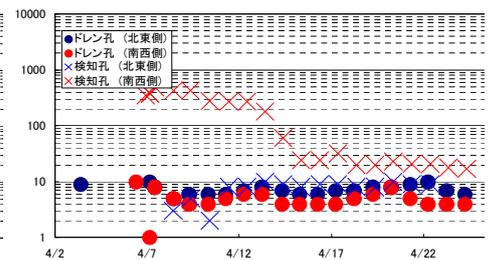
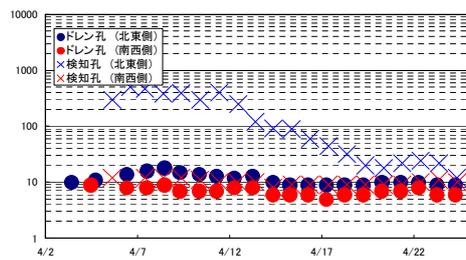
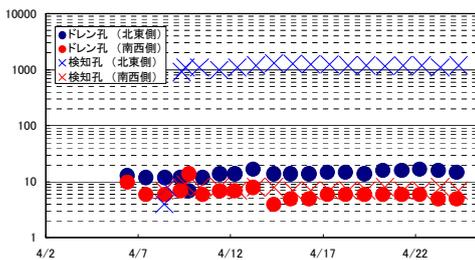
4-1. 地下貯水槽 漏えい水分析結果

塩素濃度 (ppm)

地下貯水槽No.1

地下貯水槽No.2

地下貯水槽No.3

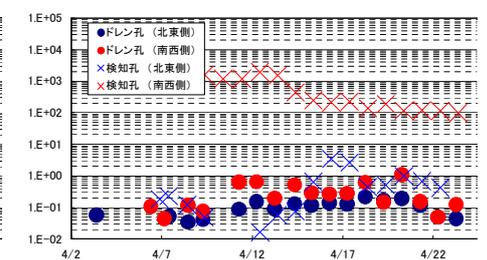
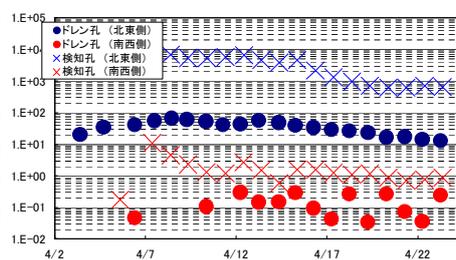
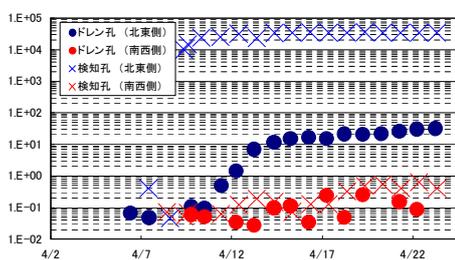


全β (Bq/cm³)

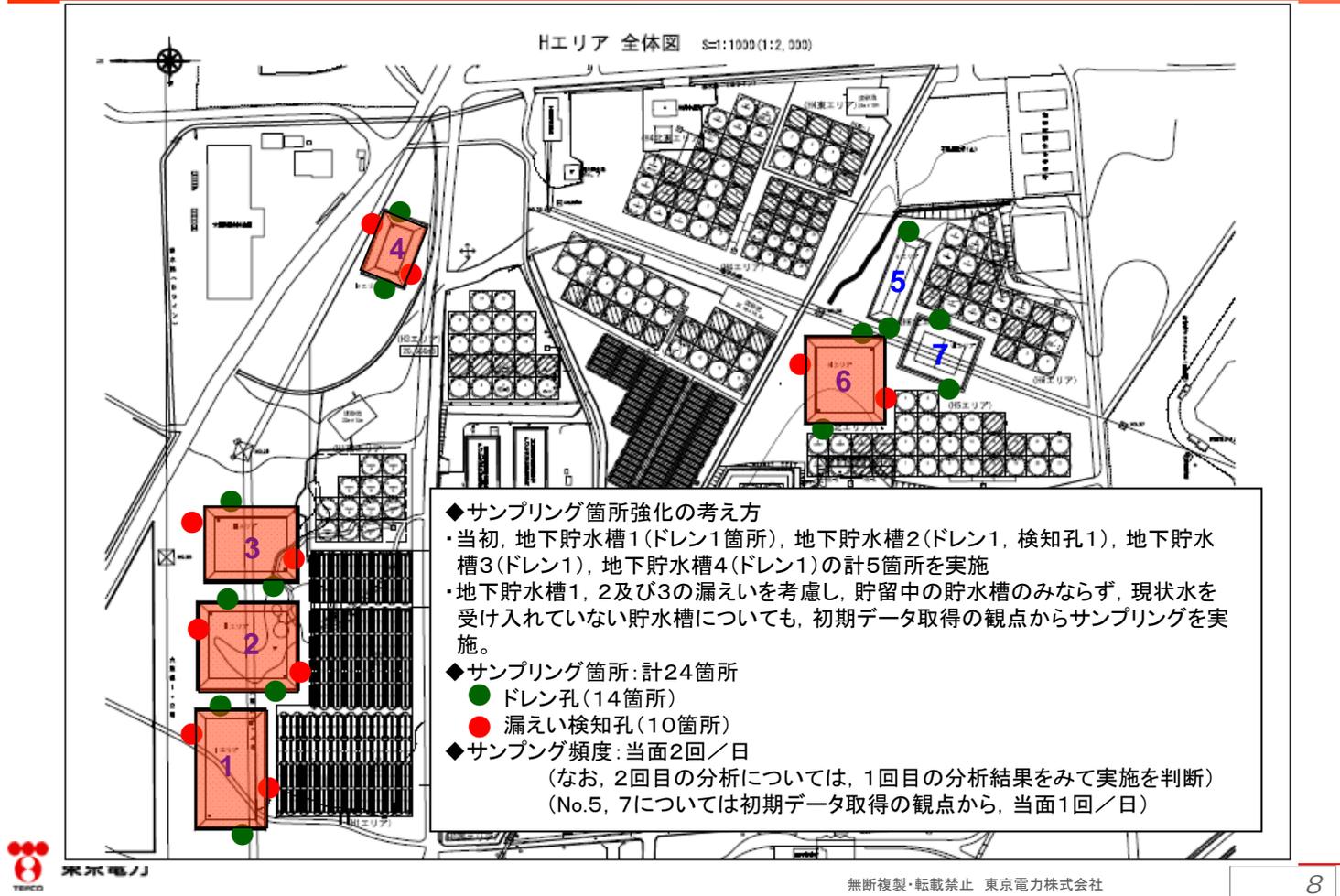
地下貯水槽No.1

地下貯水槽No.2

地下貯水槽No.3



4-2. 地下貯水槽の現状のサンプリング状況について



無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

8

5. 時系列

日時	事象
H25. 2. 8	地下貯水槽No.3 RO濃縮水受け入れ完了 (水位95.1%)
H25. 3. 2	地下貯水槽No.2 RO濃縮水受け入れ完了 (水位95.0%)
H25. 4. 3 9:30	地下貯水槽No.2 ドレン孔 (北東側) から採水 → 全β: $2.076 \times 10^1 \text{Bq/cm}^3$, 塩素濃度は10ppm (塩素濃度は変化なし, 全β検出のため翌日も分析を実施)
H25. 4. 4 7:00	地下貯水槽No.2 水位94.5%
10:30	地下貯水槽No.2 ドレン孔 (南西側) から採水 → 全β: ND ($< 3.241 \times 10^{-2} \text{Bq/cm}^3$), 塩素濃度は9ppm
16:20	地下貯水槽No.2 ドレン孔 (北東側) から採水 → 全β: $3.528 \times 10^1 \text{Bq/cm}^3$, 塩素濃度は11ppm
H25. 4. 5 14:30	地下貯水槽No.2 漏えい検知孔 (南西側) から採水 → 全β: $1.766 \times 10^{-1} \text{Bq/cm}^3$, 塩素濃度12ppm
15:00	地下貯水槽No.2 漏えい検知孔 (北東側) から採水 → 全β: $5.838 \times 10^3 \text{Bq/cm}^3$, 塩素濃度は300ppm
23:23	地下貯水槽No.2から外部へ漏洩の可能性があると判断し, 25条通報発出

5. 時系列

日時	事象
H25. 4. 6 5:43 9:30 16:10 21:50 22:20	<p>地下貯水槽No.2から地下貯水槽No.1への移送開始</p> <p>地下貯水槽No.3 ドレン孔（南西側）から採取 → 全β：$1.1 \times 10^{-1} \text{Bq/cm}^3$，塩素濃度は10ppm</p> <p>地下貯水槽No.2から地下貯水槽No.6への移送開始</p> <p>地下貯水槽No.3 漏えい検知孔（北東側）から採取 → 全β：$1.8 \times 10^{-1} \text{Bq/cm}^3$，塩素濃度は1ppm以下</p> <p>地下貯水槽No.3 漏えい検知孔（南西側）から採取 → 全β：$1.8 \times 10^3 \text{Bq/cm}^3$，塩素濃度は350ppm</p>
H25. 4. 7 1:53	<p>地下貯水槽No.3から外部へわずかな漏洩の可能性があると判断し、 25条通報発出</p>
H25. 4. 9 8:35 12:47 17:23	<p>地下貯水槽No.1 漏えい検知孔（北東側）から採水 → 全β：$1.0 \times 10^4 \text{Bq/cm}^3$，塩素濃度は910ppm</p> <p>地下貯水槽No.2から地下貯水槽No.1への移送停止</p> <p>地下貯水槽No.1の内側シートから一番外側シートへ漏洩の可能性があると判断し、25条通報発出</p>

5. 時系列

日時	事象
H25.4.10	<p>地下貯水槽No.1 漏えい検知孔の水を地下貯水槽内に戻す処置を実施</p> <p>地下貯水槽No.2 漏えい検知孔（北東側）貫通部の覆土撤去作業開始</p> <p>汚染状況の確認のためのボーリング調査掘削作業を開始</p>
H25.4.11 13:06 14:00 14:03	<p>地下貯水槽No.2から地下貯水槽No.6への移送停止</p> <p>地下貯水槽No.3から地下貯水槽No.6への移送開始</p> <p>移送ポンプ出口配管のフランジ部から漏えい発生、地下貯水槽No.3から地下貯水槽No.6への移送停止</p> <p>漏えい箇所の覆土除去作業実施</p> <p>地下貯水槽No.2 漏えい検知孔の水を地下貯水槽内に戻す処置を実施</p>
H25.4.12 5:10 9:56	<p>地下貯水槽No.1 ドレン孔（北東側）から採取 → 全β：$1.5 \times 10^0 \text{Bq/cm}^3$，塩素濃度は14ppm</p> <p>地下貯水槽No.3から地下貯水槽No.6への移送開始</p>
H25.4.13 11:38	<p>地下貯水槽No.1から外部へわずかな漏洩の可能性があると判断し、 25条通報発出</p> <p>地下貯水槽No.3 漏えい検知孔の水を地下貯水槽内に戻す処置を実施</p>

5. 時系列

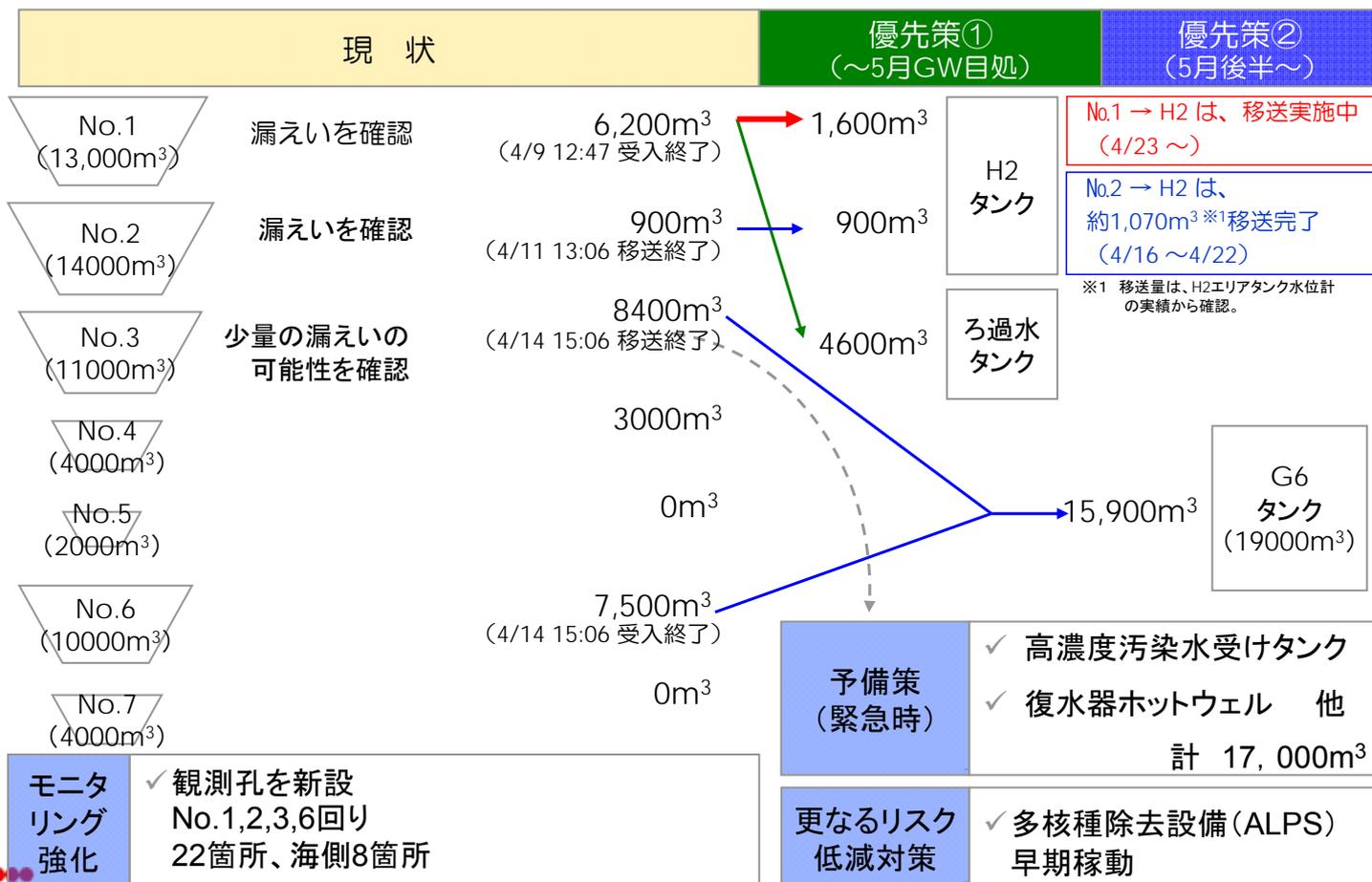
日時	事象
H25.4.14 15:06	地下貯水槽No.3から地下貯水槽No.6への移送停止 (地下貯水槽No.3 水位約80%)
H25.4.16 12:13	地下貯水槽No.2からH2エリアタンクへの移送開始(日中帯のみ)
H25.4.21	地下貯水槽周辺(22箇所)のボーリング完了
H25.4.22 9:53	地下貯水槽No.2からH2エリアタンクへの移送完了 (移送量約1,070m ³ ※H2エリアタンクの水位計実績より)
H25.4.23 12:24	地下貯水槽No.1からH2エリアタンクへの移送開始(日中帯のみ)

Ⅱ 対応状況について

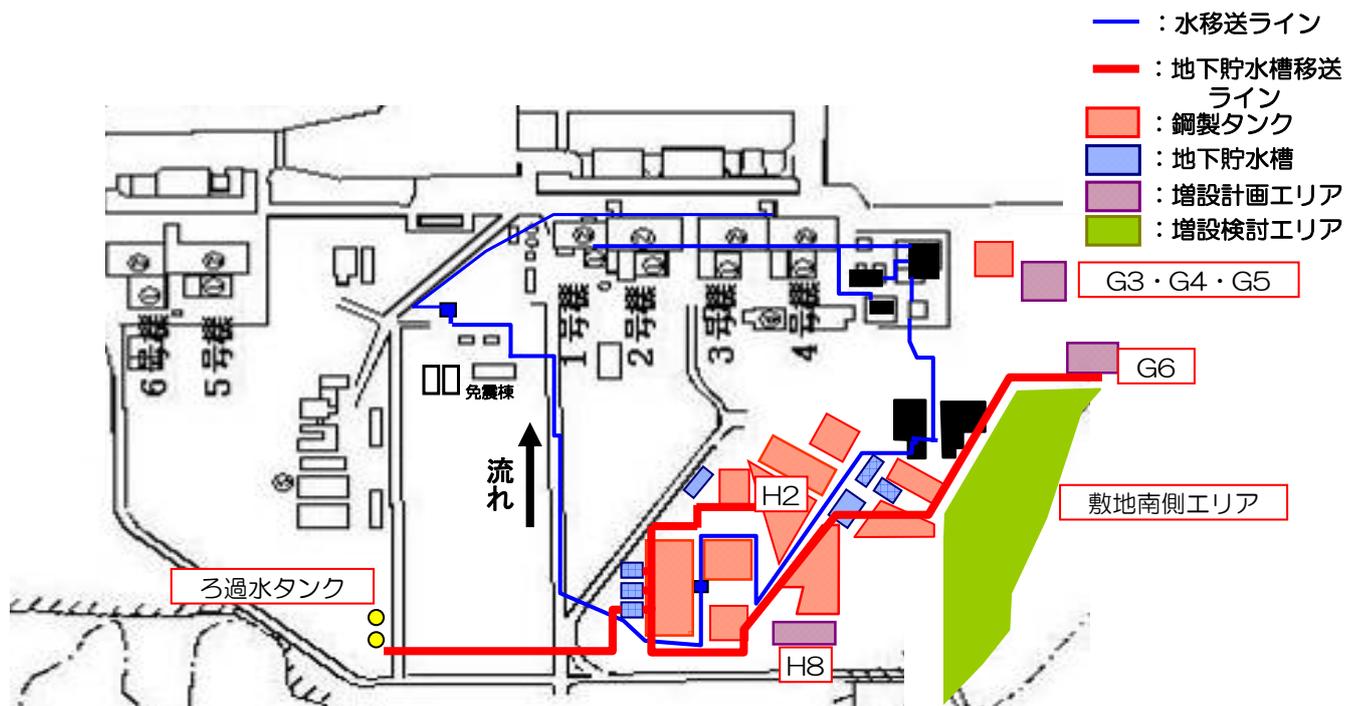
1. 対応状況

- 地下貯水槽からの汚染水漏えいを踏まえ、以下を検討し対応。
 - 漏えいが確認された地下貯水槽からの汚染水の速やかな移送及び今後の汚染水の貯留計画（2項参照）
 - 汚染水の移送が完了するまでの拡散防止対策（3項参照）
 - 地下貯水槽からの汚染水の漏えいに対する周辺環境への影響評価（周辺モニタリングの強化）（4項参照）

2-1. 地下貯水槽からの汚染水の移送



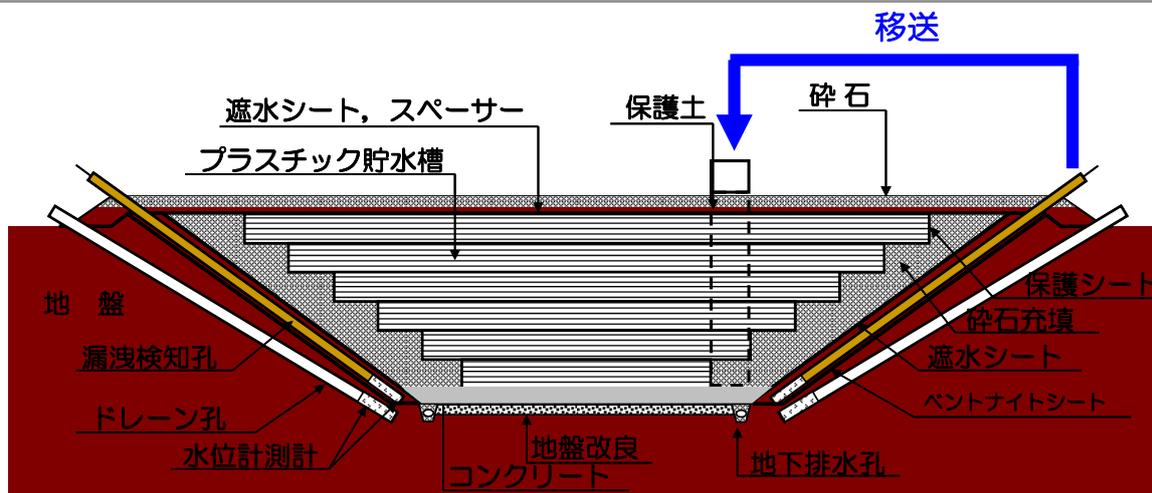
2-2. 地下貯水槽移送先



3-1. 汚染水拡散防止策

■汚染水拡散防止策

- 現在、No.1, No.2地下貯水槽の漏えい検知孔内には漏えいした汚染水が存在する。
- 漏えい検知孔から周辺地盤への拡散防止のため、漏えい検知孔内の汚染水を回収し、地下貯水槽内に戻す。



3-2. 作業実績

■作業実績

貯水槽	検知孔箇所	4月																												
		10水	11木	12金	13土	14日	15月	16火	17水	18木	19金	20土	21日	22月	23火	24水	25木	26金	27土	28日	29月	30火								
No. 1	北東	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	南西	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
No. 2	北東		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	南西		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
No. 3	北東				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	南西				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ : 孔内水の放射性濃度が高い検知孔

※1 : 検知孔内水の濃度が上昇したため実施

※2 : 検知孔内水の濃度が低下傾向のため実施見合せ

■作業状況写真



No. iii 貯水槽のポンプ設置状況(4/13撮影)

4-1. 周辺環境への影響評価

■地下貯水槽周辺の汚染状況の把握及び海側への汚染拡大の継続的な監視のため、地下貯水槽周辺のモニタリングを実施

- No.1, No.2, No.3, No.6の地下貯水槽の周辺に合計22カ所の観測孔を新設して周辺の汚染状況を把握
- 海側に合計8カ所の観測孔を新設して、海側への汚染拡大がないか継続的に監視
- 地下水バイパスの揚水井及び既設ボーリング孔の汚染の有無を確認

4-2. モニタリング項目

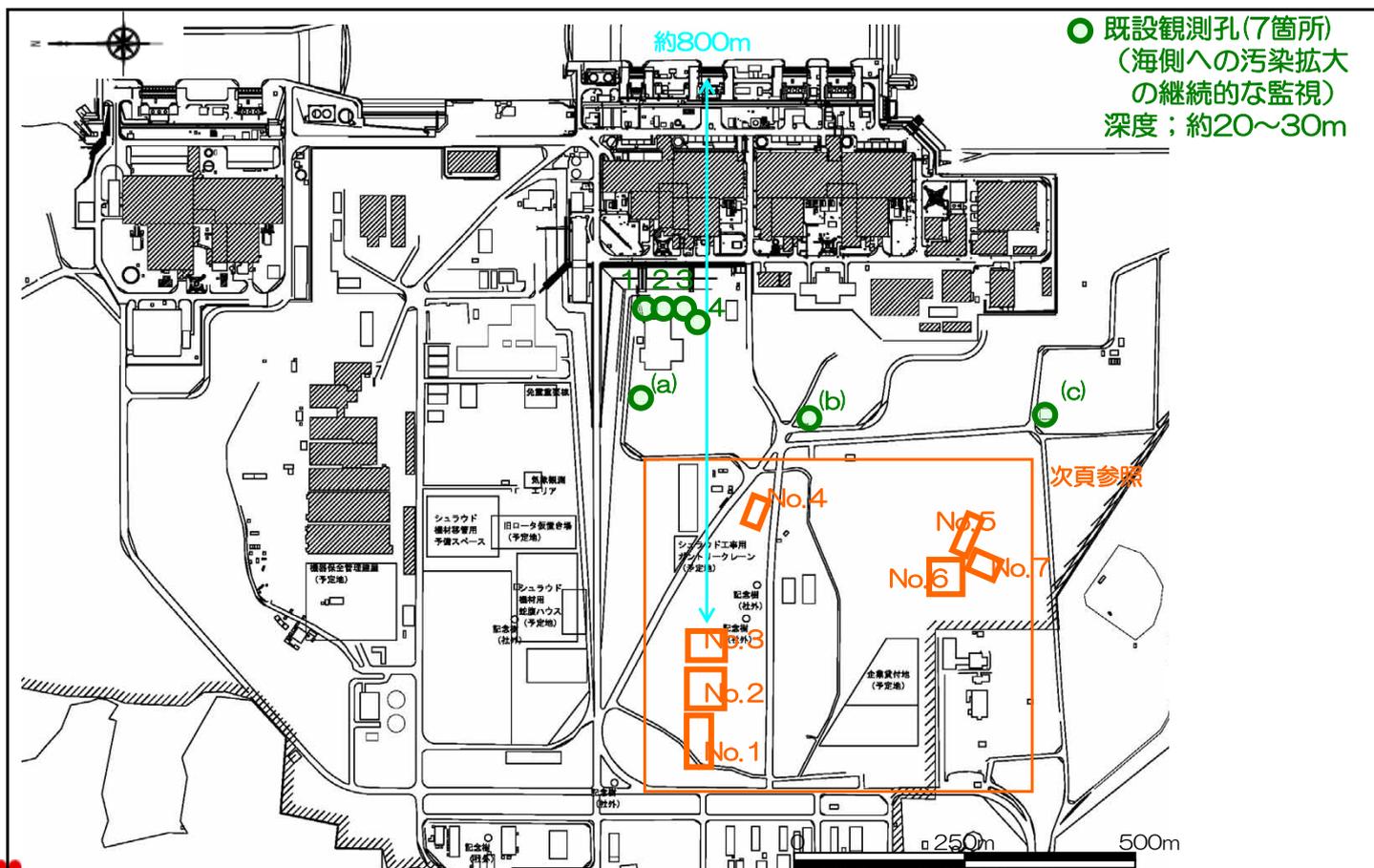
地下貯水槽周辺の汚染状況の把握（新設）

- 分析項目
塩素濃度, 全 β
- 分析頻度
当面の間, 1回/日実施

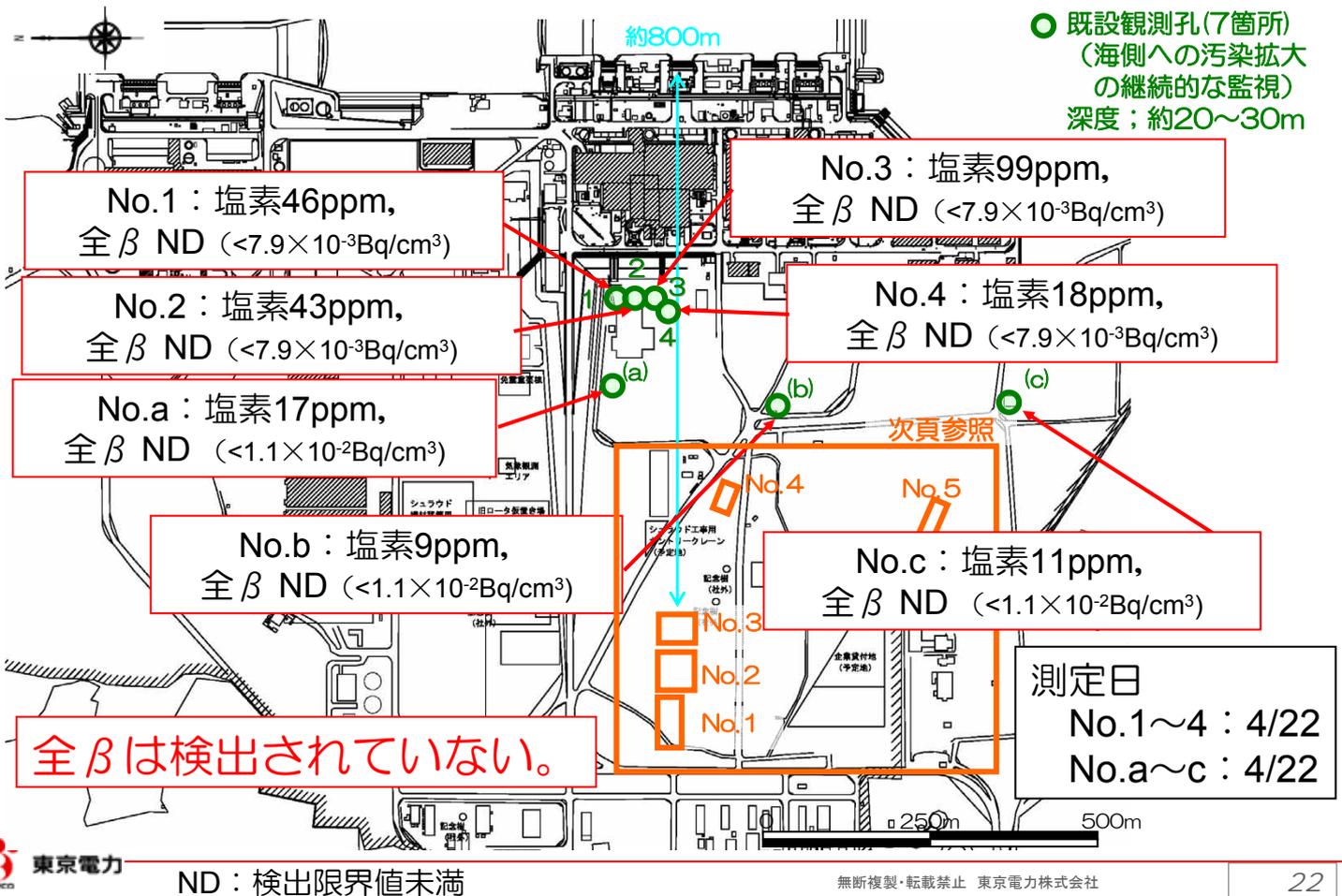
海側への汚染拡大の継続的な監視（既設, 新設）

- 分析項目
塩素濃度, 全 β , トリチウム
- 分析頻度
1回/週実施

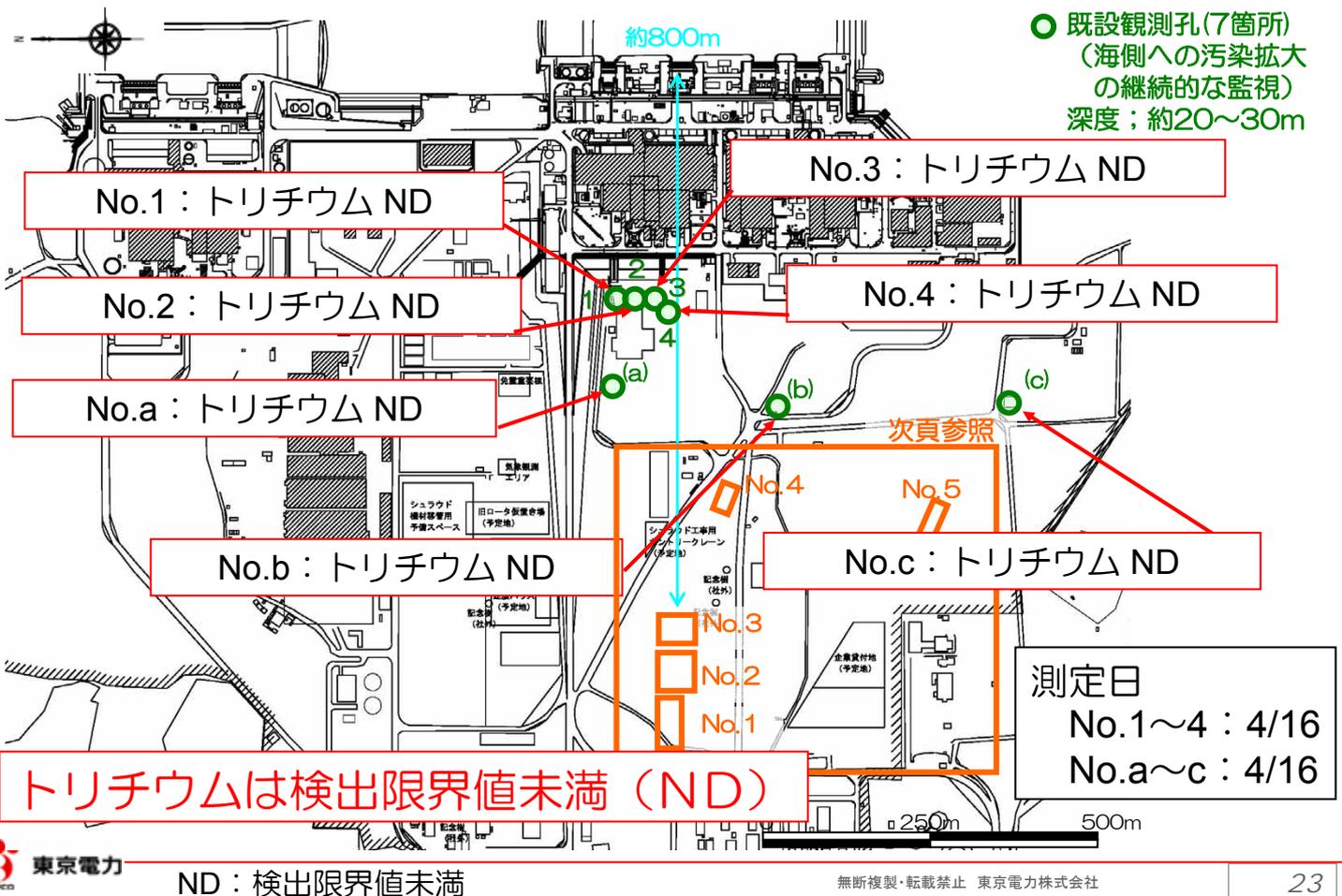
4-3. 調査位置図（全体平面図）



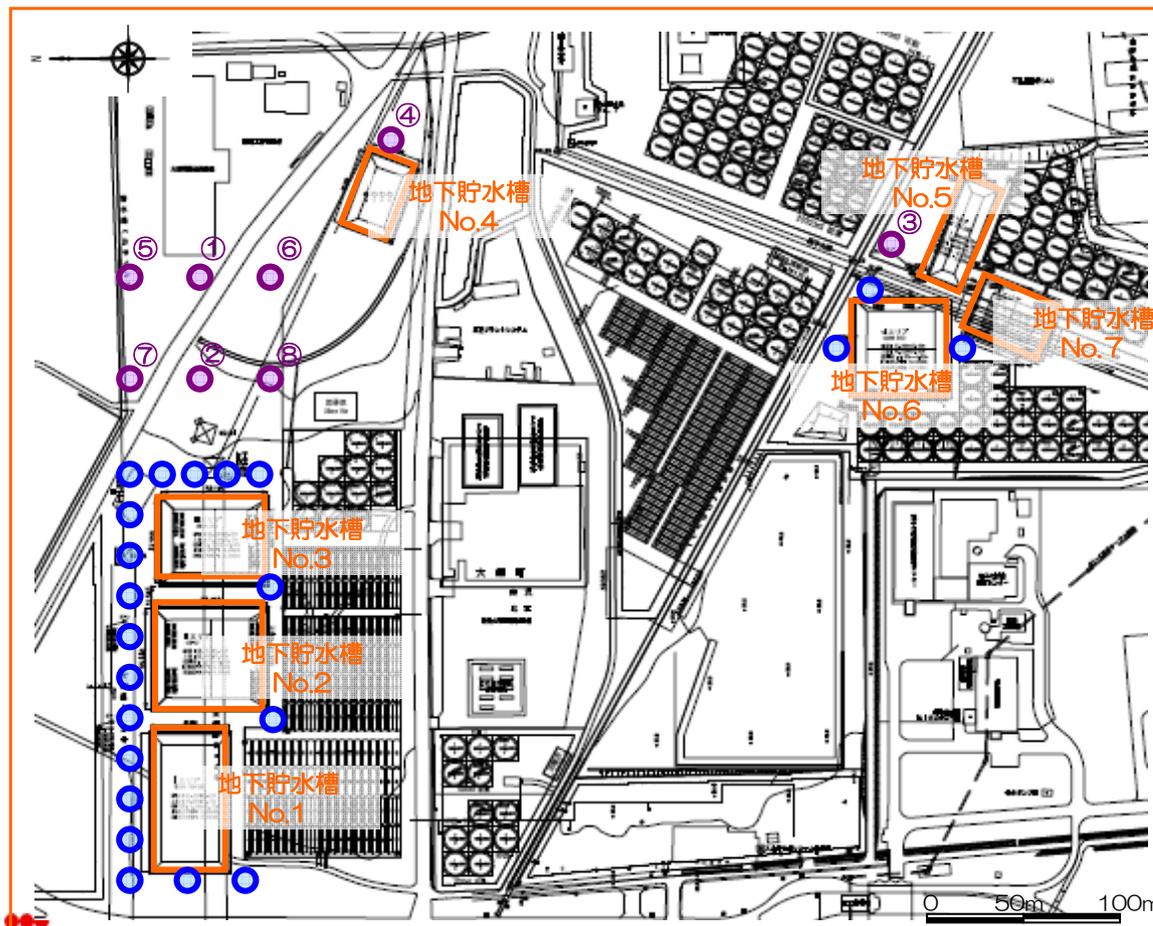
4-4. 周辺環境の影響モニタリング結果（既設観測孔）



4-4. 周辺環境の影響モニタリング結果（既設観測孔トリチウム）



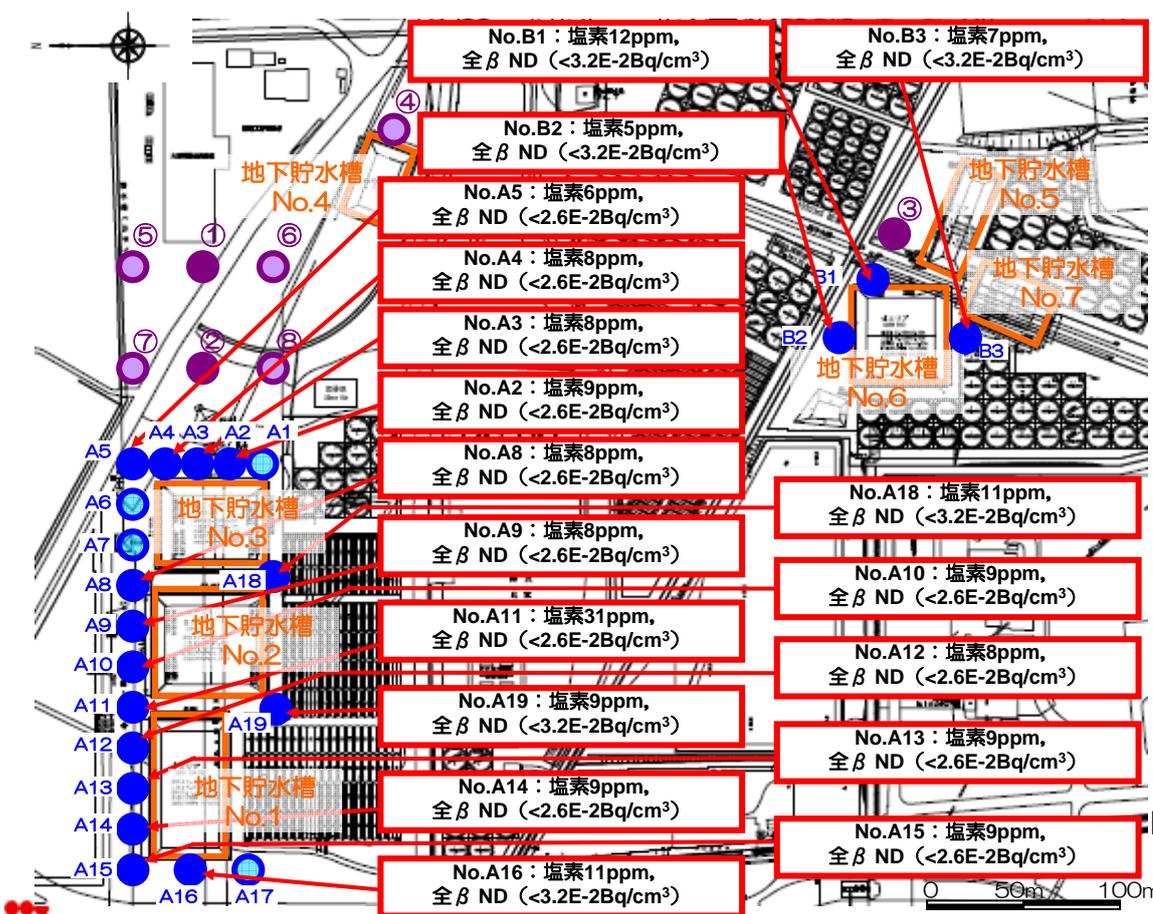
4-5. 調査位置図 (詳細図)



- 新設観測孔(22箇所)
(地下貯水槽周辺
の汚染状況の把握)
深度；約5~15m
- 新設観測孔(8箇所)
(海側への汚染拡大
の継続的な監視)
深度；約20~30m

※現場状況・地下埋設物により位置・本数等に変更の可能性あり

4-6. 周辺環境の影響モニタリング結果 (ボーリング進捗含む)



- 新設観測孔(22箇所)
(地下貯水槽周辺
の汚染状況の把握)
深度；約5~15m
- 新設観測孔(8箇所)
(海側への汚染拡大
の継続的な監視)
深度；約20~30m

- 削孔完了・採水
- 削孔中
- 準備中

- 削孔完了・採水
- 削孔中
- 準備中

- 削孔完了・採水
- 削孔中
- 準備中

測定日：4/23

ND：検出限界値未満

【参考1】 施工状況写真（1）

【掘削前】



【掘削・地盤改良完了】



【参考1】 施工状況写真（2）

【ベントナイトシート敷設完了】



【HDPE（1層目）敷設完了】



【参考1】 施工状況写真（3）

【シート敷設完了】



【保護コンクリート打設完了】



【参考1】 施工状況写真（4）

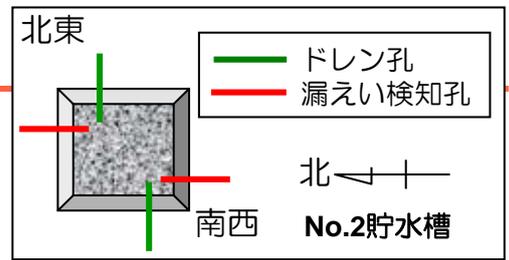
【貯水材組立状況】



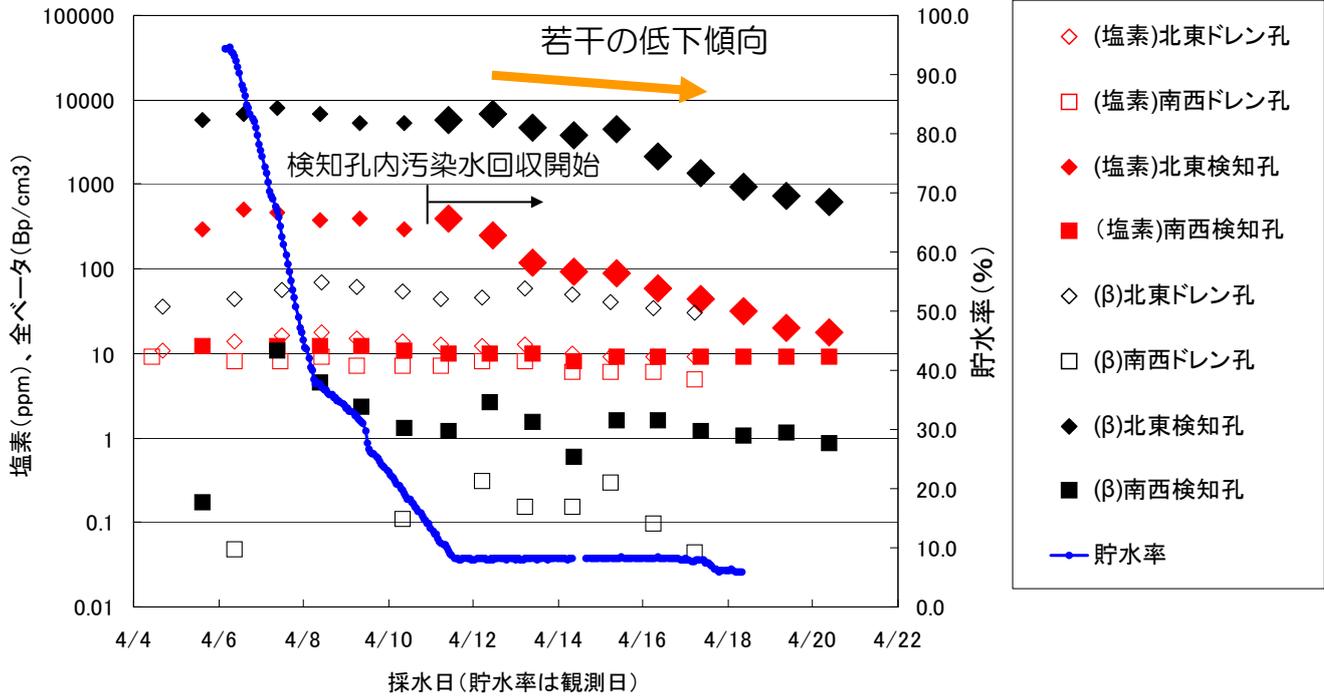
【貯水材組立完了】



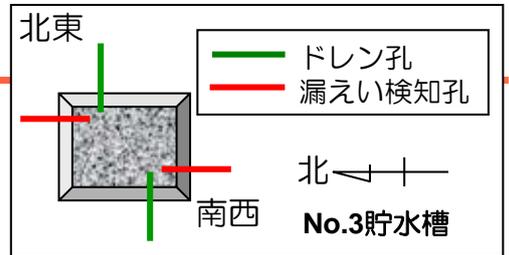
【参考3-2】 No.2モニタリング結果



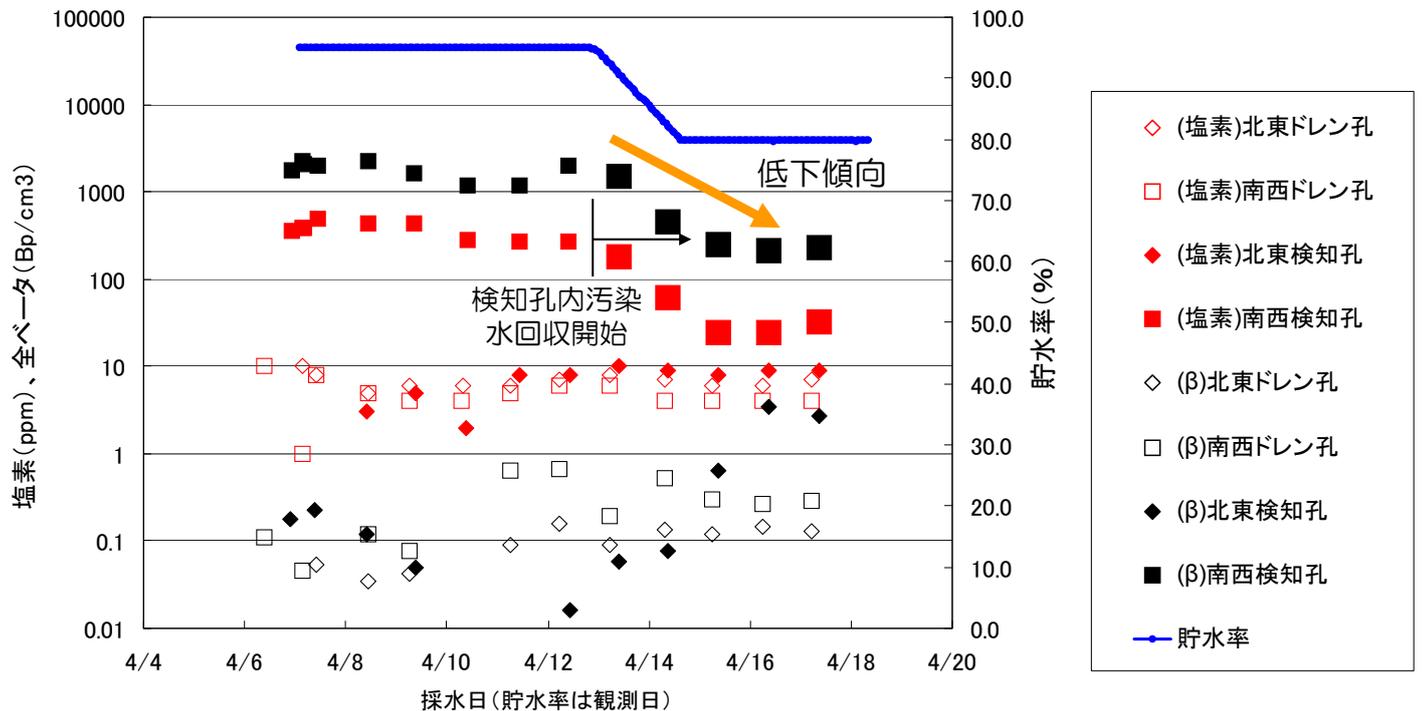
No.2貯水槽



【参考3-3】 No.3モニタリング結果



No.3貯水槽



【参考4-1】地下水バイパスの施工進捗状況

現在、揚水井（12箇所）の掘削が完了し、水質を分析するとともに、配管等の設置作業を実施中

- 実施中の主な作業（4/11時点）
 - ・揚水井設置完了（12/12箇所）
 - ・水質分析完了（4/12箇所）
 - ・配管等の移送設備の設置

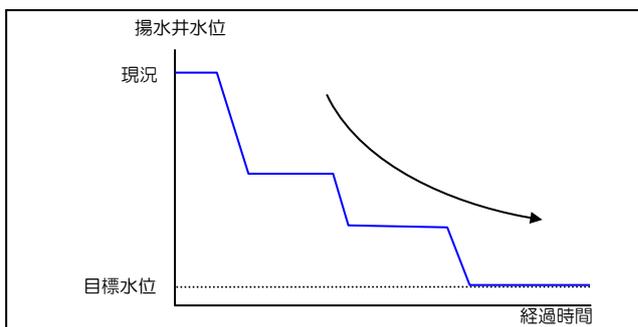
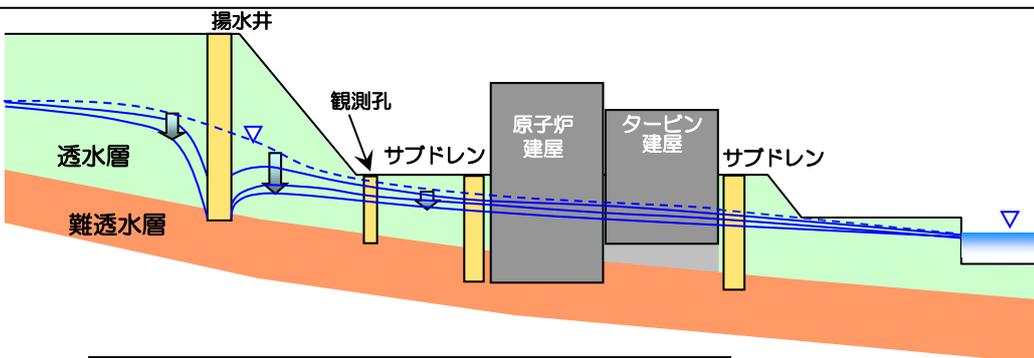


(C) GeoEye, 日本スペースイメージング

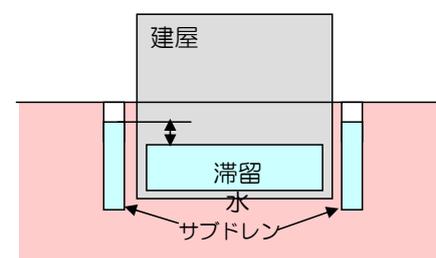
無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

【参考4-2】地下水バイパス運転時の建屋内滞留水水位の制約

- ①地下水バイパスの実施にあたっては、段階的に地下水位を低下させることとし、地下水位低下状況及び水質等をモニタリングしながら、建屋内滞留水が建屋外に漏れ出さないように慎重な水位管理を実施していく。
- ②建屋内滞留水の管理にあたっては、建屋内滞留水が建屋外に漏れ出さないよう、建屋内の滞留水の水位がサブドレン水の水位より低くなるようにする。



①段階的な地下水位低下のイメージ



サブドレン水の水位 > 建屋内滞留水の水位

②建屋近傍の地下水の管理イメージ



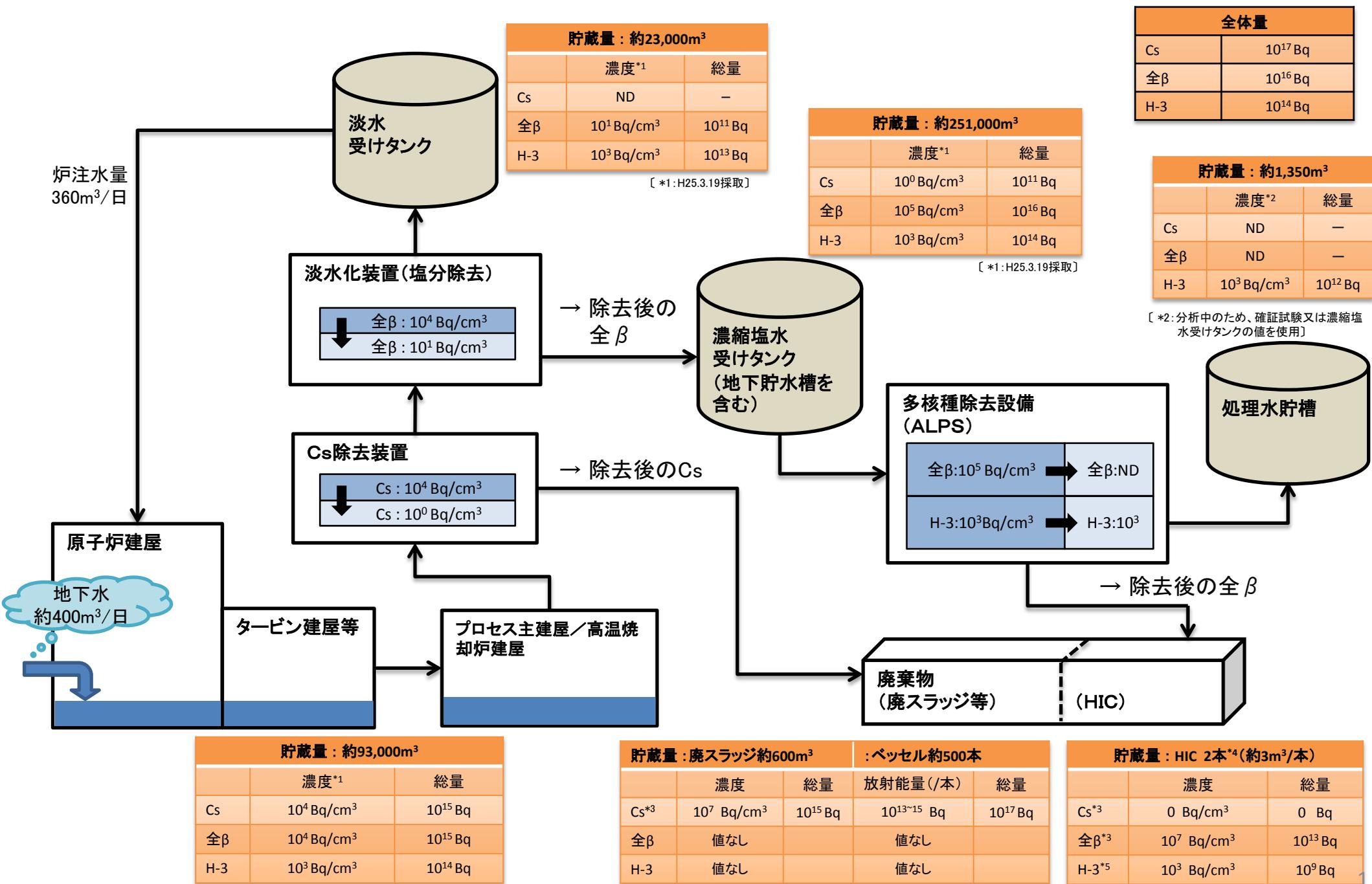
無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

汚染水処理の現状と今後の対応について

平成25年4月26日

原子力規制庁

汚染水処理の現状について (H25.4)



貯蔵量：約23,000m³

	濃度*1	総量
Cs	ND	-
全β	10 ¹ Bq/cm ³	10 ¹¹ Bq
H-3	10 ³ Bq/cm ³	10 ¹³ Bq

[*1: H25.3.19採取]

貯蔵量：約251,000m³

	濃度*1	総量
Cs	10 ⁰ Bq/cm ³	10 ¹¹ Bq
全β	10 ⁵ Bq/cm ³	10 ¹⁶ Bq
H-3	10 ³ Bq/cm ³	10 ¹⁴ Bq

[*1: H25.3.19採取]

全体量

Cs	10 ¹⁷ Bq
全β	10 ¹⁶ Bq
H-3	10 ¹⁴ Bq

貯蔵量：約1,350m³

	濃度*2	総量
Cs	ND	-
全β	ND	-
H-3	10 ³ Bq/cm ³	10 ¹² Bq

[*2: 分析中のため、確認試験又は濃縮塩水受けタンクの値を使用]

貯蔵量：約93,000m³

	濃度*1	総量
Cs	10 ⁴ Bq/cm ³	10 ¹⁵ Bq
全β	10 ⁴ Bq/cm ³	10 ¹⁵ Bq
H-3	10 ³ Bq/cm ³	10 ¹⁴ Bq

[*1: H25.3.19採取]

貯蔵量：廃スラッジ約600m³ : ペツセル約500本

	濃度	総量	放射能(ノ本)	総量
Cs*3	10 ⁷ Bq/cm ³	10 ¹⁵ Bq	10 ^{13~15} Bq	10 ¹⁷ Bq
全β	値なし		値なし	
H-3	値なし		値なし	

[*3: 未測定のため敷地境界の線量評価で用いられている値を使用、*4: 炭酸塩沈殿処理により発生したスラリー、*5: 濃縮塩水受けタンクの値を使用]

貯蔵量：HIC 2本*4(約3m³/本)

	濃度	総量
Cs*3	0 Bq/cm ³	0 Bq
全β*3	10 ⁷ Bq/cm ³	10 ¹³ Bq
H-3*5	10 ³ Bq/cm ³	10 ⁹ Bq

(1) 当面の課題と対応

○地下貯水槽(1, 2, 3号貯水槽)からの漏えいの発生

<東京電力の対策>

- ・1, 2号地下貯水槽の汚染水は既存の鋼製タンクへ移送(4月中完了予定)
- ・3, 6号地下貯水槽の汚染水は新規の鋼製タンクを設置して移送する計画(6月中目処)
- ・漏えいした汚染水のモニタリングの的確な実施(観測孔37箇所により地下水を監視)

○原子力規制庁の対応

○東京電力に対して、地下貯水槽からの移送と移送先の確保を早期に実施すること、海域など敷地外への漏えいがないように、漏えいした汚染水のモニタリングを的確に実施し、環境への影響を把握することを求め、その実施状況を現地の原子力保安検査官により厳格に確認する。

○東京電力の汚染水の貯蔵・管理体制の堅牢性について、今後、原子力規制庁として確認を行っていくこととする(別紙)。

(2)根本的な解決に向けた主要課題

①汚染水の増大に対応した貯蔵容量の確保

増加する汚染水を安全に管理・貯蔵するためのタンク容量を確実に確保することが必要。その際、既存のタンクの寿命を踏まえた設備更新を含めたものとする必要がある。

②汚染水の総量を増加させないシステムの構築

これまでのように汚染水の量が拡大していく一方では限界があることは明らかであり、このため、地下水の流入を防ぐ等の対策を含め汚染水の総量を増加させないシステムを構築することが必要。

③汚染水の漏えいリスクの低減

タービン建屋地下等にある高濃度の汚染水が海に漏えいすることを未然に防ぐための対策を策定することが必要。その際、特にタービン建屋から海側にのびるトレンチには十分に配慮する必要がある。

(3)根本的な解決に向けた対応

①汚染水の増大に対応した貯蔵容量の確保

- ・日量400tの地下水流入による汚染水の増大、多核種除去設備による処理済水の発生等を踏まえ、これらの中長期に亘り、確実かつ安定して貯蔵できる貯蔵タンクの増設計画を早急に策定し、これを実施することが必要。
- ・特に、地下貯水槽からの漏えいが発生したことや現状の鋼製タンクはボルト締めによる接合部の寿命が短いこと(約5年)などを踏まえ、長期間の使用に耐え、安定した保管ができる本格的な貯蔵タンクの設置が必要であり、既存の鋼製タンクの寿命も踏まえた設備更新とすることが必要。
- ・多核種除去設備により、トリチウム以外の放射性核種は検出限界以下に除去することができることから、現在貯蔵されている汚染水をできるだけ速やかに多核種除去設備で処理することが必要。

②汚染水の総量を増加させないシステムの構築

- ・当面地下水バイパスにより地下水の流入量を最大1/2程度に抑制できるとしているが、根本的解決策のためには、建屋への地下水の流入を防ぐ等の対策を含め、汚染水の総量を増加させないシステムを構築することが必要。

(3) 根本的な解決に向けた対応

③ 汚染水の漏えいリスクの低減

- ・原子炉建屋、タービン建屋、廃棄物処理建屋、海側トレンチ等に貯蔵されている処理前の高濃度の汚染水についても、海に漏えいすることを未然に防ぐための対策を策定することが必要。
- ・これらの高濃度の汚染水を処理し、貯蔵量をできるだけ低減させることや、特にタービン建屋から海側にのびるトレンチからの漏えいの未然防止対策が必要。

汚染水の貯蔵・管理体制における堅牢性の確認事項

原子力規制庁は、東京電力が行う高濃度汚染水、RO濃縮水、廃棄物の管理において、以下に示すそれぞれの観点から漏えい防止策の堅牢性について確認を行うこととする。

1. 起因となる事象への対応

(1) 起因となる事象の防止

機器の故障や誤操作、停電などの発生防止のために、設備、手順、教育訓練などの品質、信頼性、有効性は十分に高められているか。

(2) 自然現象に対する対策

地震、津波などに対し、設備、機器の耐震性、水密性は十分か。

2. 漏えいの防止（起因事象となる事象発生から漏えいに至るまでの対策）

機器の故障、設計不良、施工不良や誤操作、停電、地震による損傷、津波による浸水などを仮定しても有意な漏えいに繋がらないための設備、手順、教育訓練などが十分に備わっているか。

3. 拡大の防止（漏えい後の措置、特定の区域内への漏えいから地表等への移行に関する対策等）

漏えいに至った場合、これを速やかに止めることができるのか。漏えいの拡大を防ぐことができるのか。特定の区域内への漏えいを地表等への移行に拡大させないための対策は十分に備わっているか。

4. 影響の緩和

地表等への漏えいに至ってしまった場合、その影響をなるべく小さくする手段は備わっているか。手段があるとすればどのような対策で、どれだけの効果が期待できるのか。高濃度汚染水、RO濃縮水、廃スラッジのそれぞれの場合においてどうなのか。