

建屋滞留水処理の進め方について

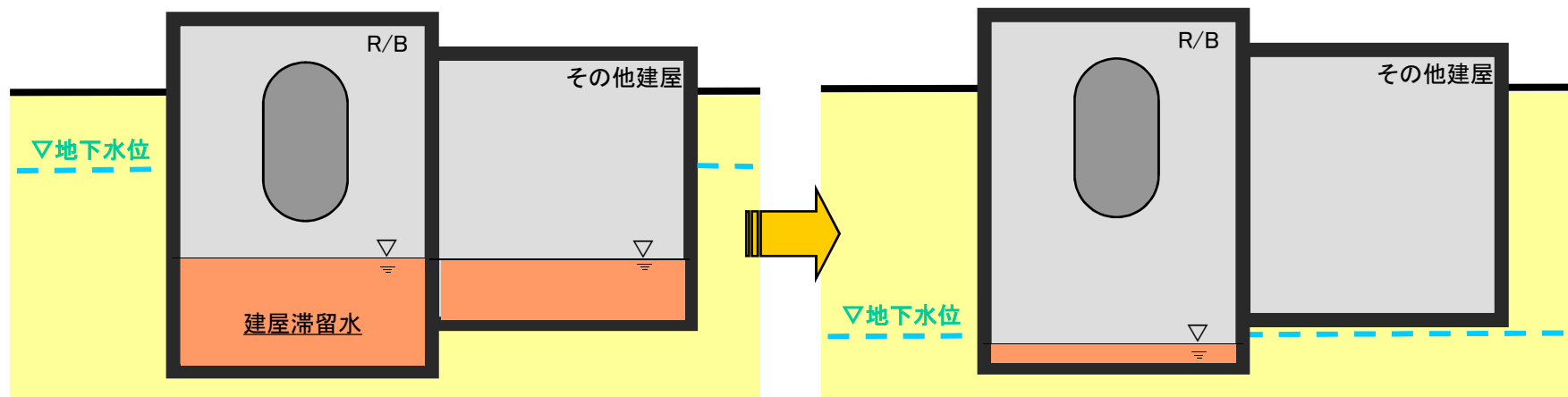
2015年5月20日
東京電力株式会社



東京電力

1. 建屋滞留水処理の目的

- 陸側遮水壁の構築により、地下水位が低下する。地下水位の低下に合わせて建屋滞留水の水位も下げていくことになるが、地下水位と建屋水位に水位差を確保しつつ建屋床面より地下水位を下げるためには、建屋滞留水の処理が不可欠。
- 建屋滞留水処理の目的
 - 汚染水貯留リスク（アウトリークリスク）の低減
⇒建屋滞留水の貯留量低減、滞留水に含まれる放射性物質の濃度低減
 - 地下水流入抑制 ⇒地下水位と建屋水位を下げ、地下水流入箇所低減

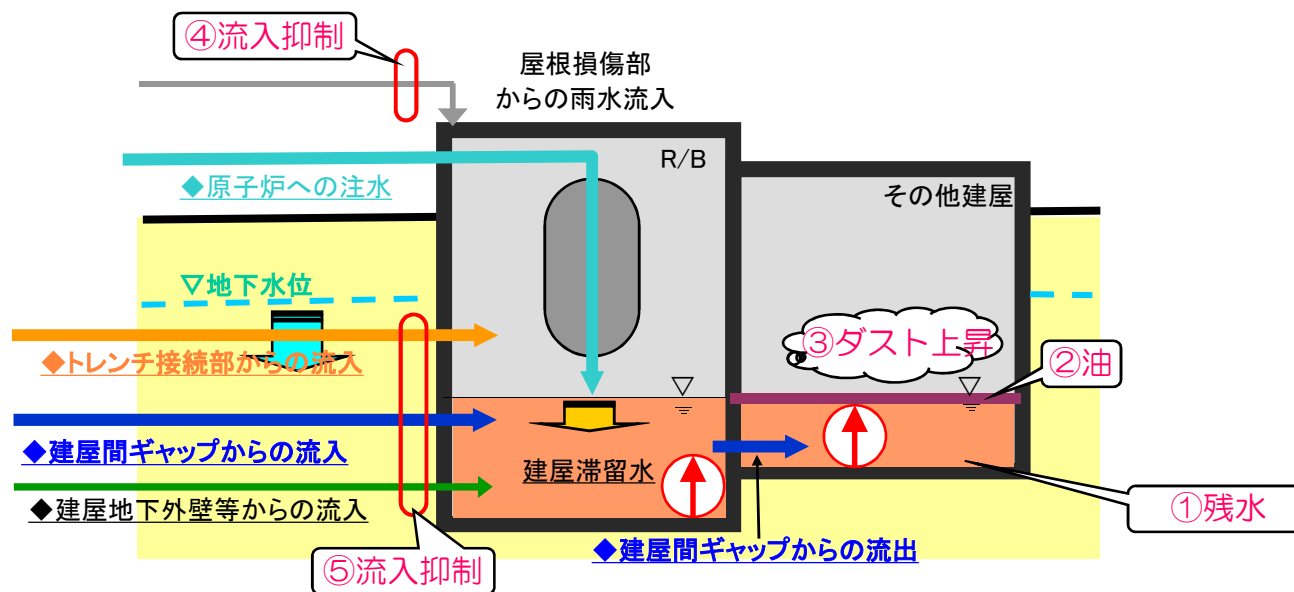


建屋滞留水処理イメージ

2. 建屋滞留水処理時の課題

■ 建屋滞留水処理に向けての課題は以下の通り。

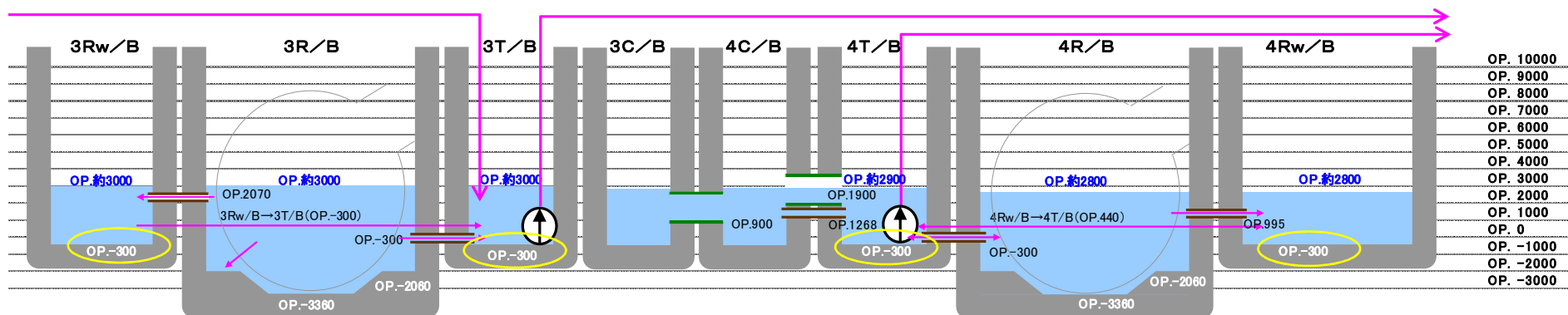
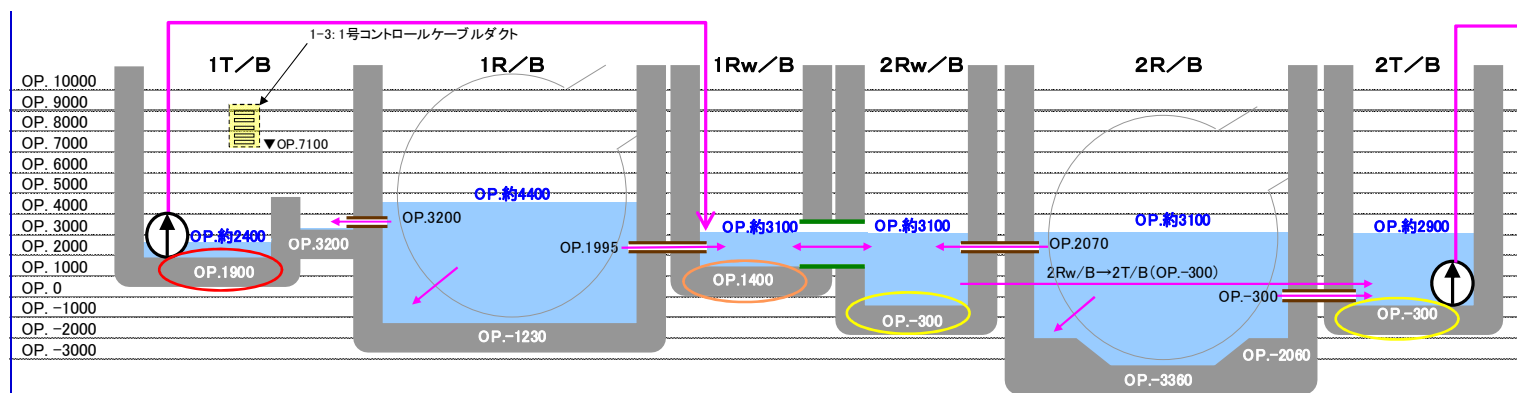
- ① 滞留水移送設備による**滞留水移送**と滞留水移送後の**残水**への対応
⇒現状の滞留水移送設備では、建屋床面までの水位低減はできないため、**追加的な移送設備の設置による建屋床面までの滞留水移送**と滞留水移送後の**残水**への対応が必要
- ② **滞留水表面に存在する油**を水処理設備に移送することによる水処理設備の性能低下
- ③ 水位低下に伴う建物や機器の露出に伴う**ダスト上昇**
- ④ **雨水の流入抑制**（屋根止水）
- ⑤ **地下水流入抑制**（建屋止水）



建屋滞留水処理における課題

3. 建屋床レベルと現状の水位

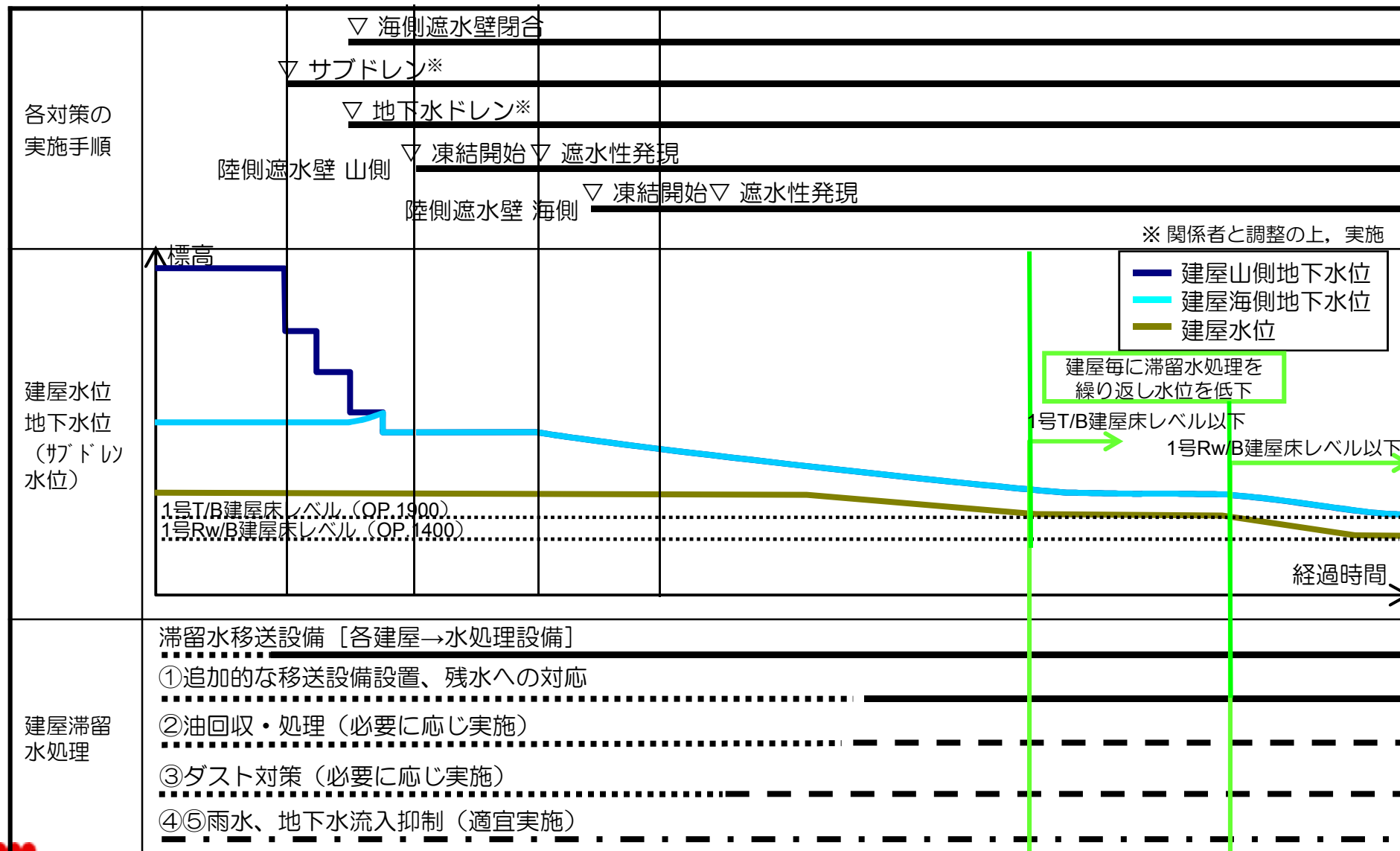
- 1～4号機の建屋床レベル、建屋貫通部及び滞留水の水位（H27.5.19現在）は下図の通り
- 1号原子炉建屋水位：OP約4400、1号タービン建屋水位OP約2400、その他建屋水位はOP3000程度
- 陸側遮水壁内の地下水位は基本的に一定レベルで制御するため、建屋最下階の床面レベルの高い建屋から滞留水処理を行う（1号T/B ⇒ 1号Rw/B ⇒ 2～4号T/B、Rw/B）



4. 建屋滞留水処理への対応（ステップイメージ）

■ 陸側遮水壁造成等～建屋水位低下、建屋滞留水処理時の各水位の低下イメージは下図の通り。

.....：設備設置検討・準備 ———：設備稼働 - - -：設備稼働（必要に応じ） - . . -：適宜対策検討実施



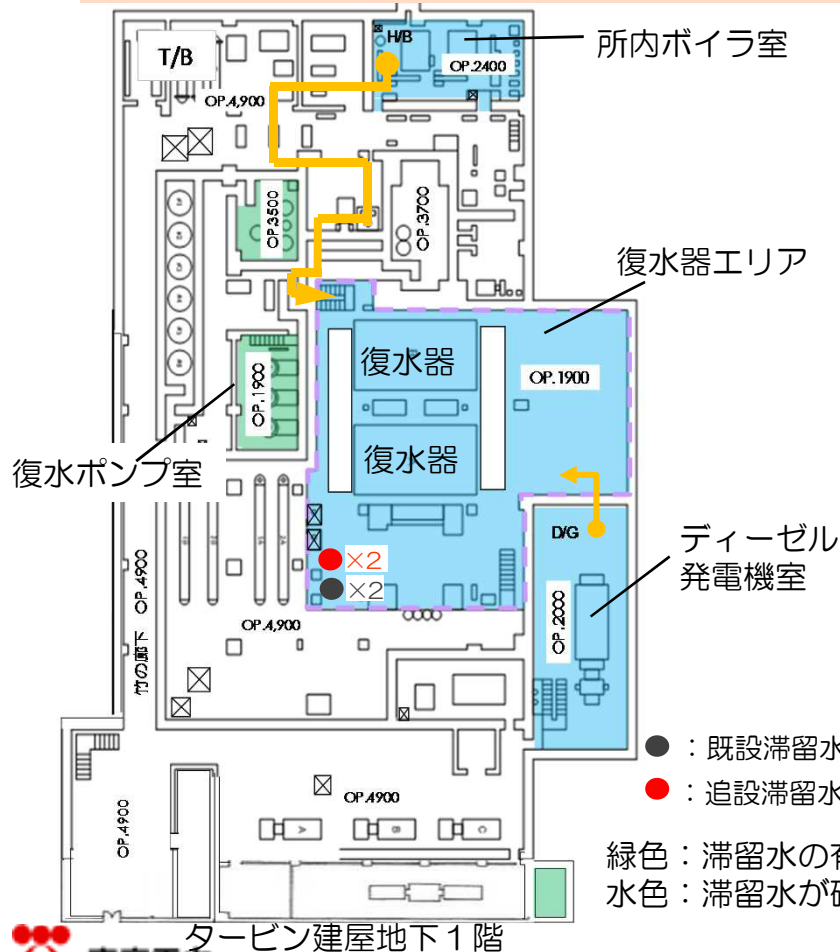
5.1 建屋滞留水処理の具体的対応（1号機タービン建屋）

- 建屋滞留水処理の具体的対応（1号機タービン建屋）
 - 最初に床面まで建屋水位を低減させることとなる1号機タービン建屋【最下階床面：O.P.1900】について、最下階床面までの建屋低減に必要となる対応及び建屋水位低減後の地下水位低減までに必要となる対応についてフローを作成
 - 他建屋の滞留水処理については、1号機タービン建屋のフローを参考とし、対応を検討

5.2 1号機タービン建屋滞留水の状況（1/2）

■ 1号機タービン建屋滞留水の状況（1/2）

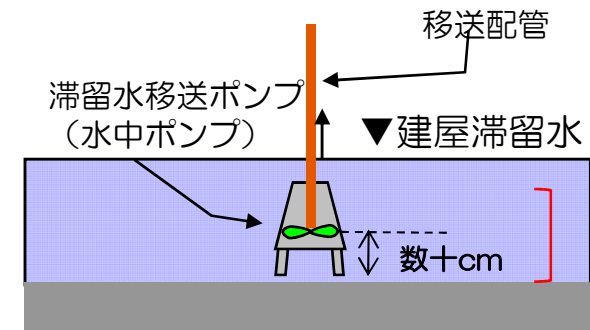
- ・現状の滞留水水位はO.P.約2400（最下階の床面はO.P.1900）、復水器エリアに設置している滞留水移送ポンプにより滞留水を1号機廃棄物処理建屋へ移送
- ・所内ボイラ室及びディーゼル発電機室は他の部屋との連通がなく、滞留水が残留。復水器エリアへの滞留水移送を実施中
- ・復水ポンプエリア等は、滞留水の有無が確認出来ておらず、今後調査が必要



1号機タービン建屋滞留水の性状

	Cs137	塩素イオン
復水器エリア	1.7×E07 Bq/L※1	6100 ppm※1
所内ボイラ室	3.3×E07 Bq/L※2	10000 ppm※2
ディーゼル発電機室	3.7×E07 Bq/L※3	18000 ppm※3

※1：H27.5.14 ※2：H27.3.17 ※3：H27.3.2採取のサンプル



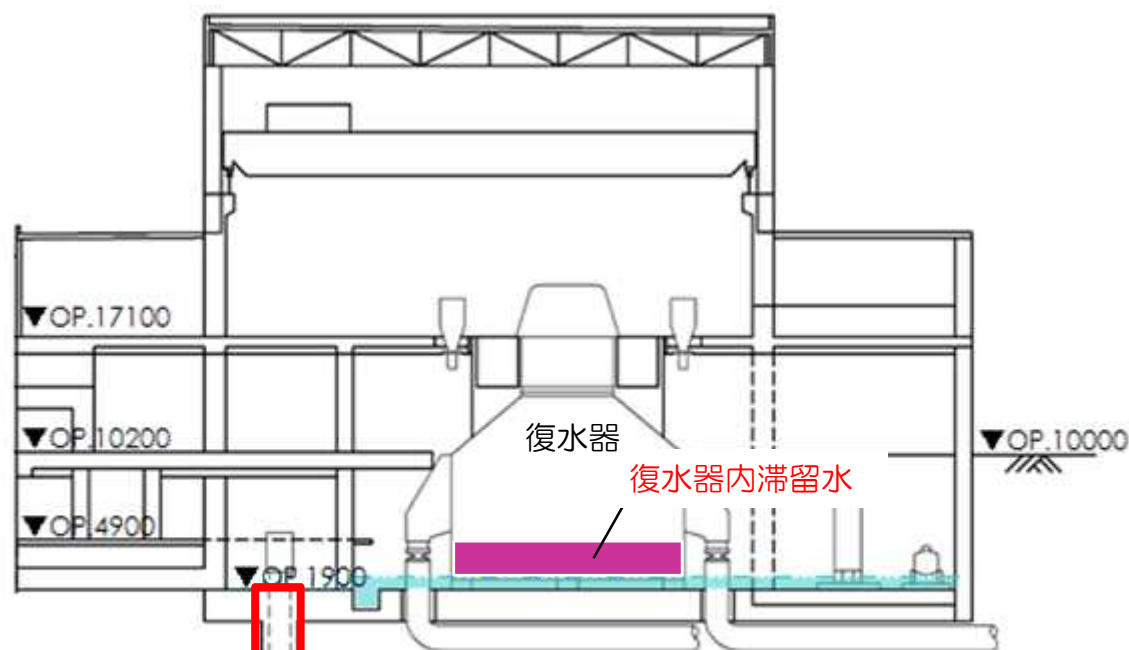
滞留水移送ポンプによる滞留水移送（概要）

滞留水移送ポンプは最下階床面に設置されており、吸い込み位置及び吸い込み高さを考慮すると床面より数十cmまでしか水位低下出来ず

5.2 1号機タービン建屋滞留水の状況（2/2）

■ 1号機タービン建屋滞留水の状況（2/2）

- 復水器内には震災直後に発生した汚染水（Cs-137濃度で 10^9 Bq/L程度と想定）を貯留。建屋滞留水（Cs-137濃度で 10^7 Bq/L程度）と比べて高い濃度の水が復水器内に存在。
- O.P.1900のレベルに設置されている縦型ポンプ（復水ポンプ・ヒータドレンポンプ）については、最下階床面（O.P.1900）より低い位置にまで設置されているため、最下階床面までの滞留水移送完了後も当該箇所には滞留水が残水として残る可能性あり（今後、当該箇所の調査及び類似箇所の有無の調査を実施）。



復水ポンプ：
ポンプ底部はOP1900より下に設置されているため、ポンプと建屋構造の間の残水の有無について今後調査予定（ヒータドレンポンプも同様）

5.3 1号機タービン建屋 地下水水位を<O.P.1900とするまでの実施事項

■ 1号機タービン建屋 地下水水位を<O.P.1900とするまでの実施事項

- 建屋最下階床面（O.P.1900）まで建屋水位が低減されており、その状態が維持されていること。また、タービン建屋のすべてのエリアについて、滞留水の有無が確認されており、滞留水が確認されたエリアについては、移送が完了している状態。

【O.P.1900までの建屋水位低減】

- O.P.1900までの建屋水位低減完了後も滞留水が残水として残る箇所（復水器や復水ポンプ底部※・ヒータドレンポンプ底部※）について、残水が移送されていること

【残水移送】

- 建屋内に侵入する雨水・地下水については、可能な限り流入抑制されているとともに、流入が完全に止められない箇所については、移送設備への導水等がなされていること

【地下水流入抑制】

※今後、調査により詳細確認

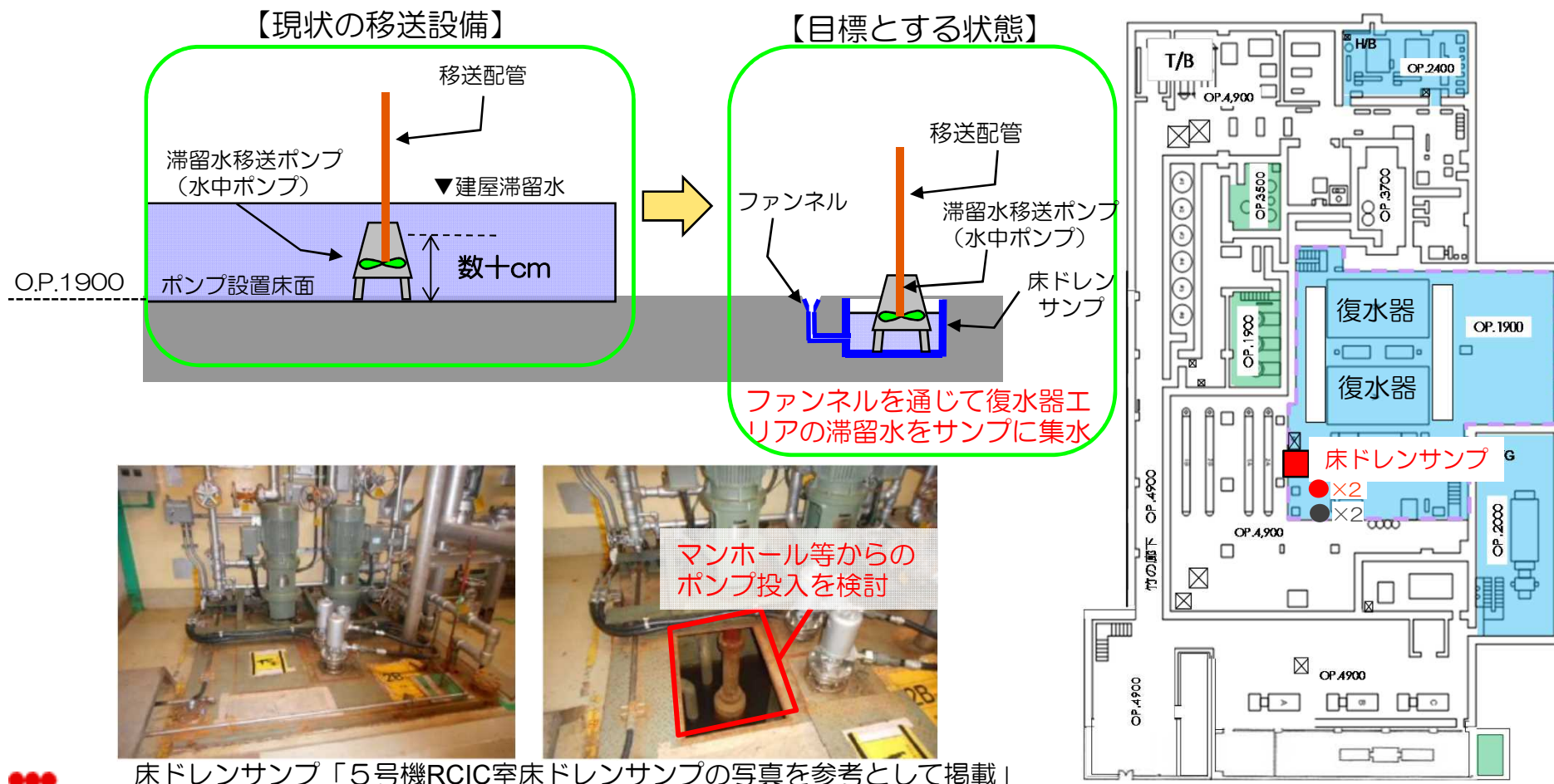
5.4 1号機タービン建屋 地下水水位を<O.P.1900とするまでの具体的対応事項

■ 1号機タービン建屋 地下水水位を<O.P.1900とするまでの具体的対応事項

	対応事項
OP1900以下までの建屋水位低減	<p>対応① 滞留水移送（移送設備の設置）</p> <ul style="list-style-type: none">・現状の移送設備（ポンプ）では、O.P.1900より数十センチ上部までしか水抜きできないことから、移送設備（ポンプ）をO.P.1900以下のレベルに設置（作業環境に応じた除染を併せて実施）・滞留水の移送にあたっては、1号機原子炉建屋水位を1号機タービン建屋との貫通部（O.P.3200）レベル以下まで低減するとともに、後段の水処理設備への負荷低減の観点から滞留水の希釈を検討・実施する。 <p>対応② 滞留水中の油分処理</p> <ul style="list-style-type: none">・所内ボイラ室、ディーゼル室内の滞留水は油分を含むため、油分の分析を行い必要に応じて油回収・処理 <p>対応③ ダスト対策（飛散抑制・除染）</p> <ul style="list-style-type: none">・水位低下時のダスト影響の評価・対策（飛散抑制・除染）の実施
滞留水移送後の残水移送	<p>対応④ 残水移送</p> <ul style="list-style-type: none">・O.P.1900以下に機器設置されている箇所（復水ポンプ・ヒータドレンポンプ等）についてはO.P.1900以下までの水抜き後も滞留水が残水として残る可能性があることから、残水が存在する箇所の調査及び残水の有無を調査し、必要に応じて水抜きを実施・復水器内部に貯留する滞留水も残水として扱い、水抜き方法の検討・水抜きを実施
地下水流入抑制	<p>対応⑤ 雨水・地下水の流入抑制</p> <ul style="list-style-type: none">・建屋天井からの雨水流入、壁面からの地下水流入の調査、流入抑制策の実施

5.5 対応① 滞留水移送（移送設備設置）について（1/2）

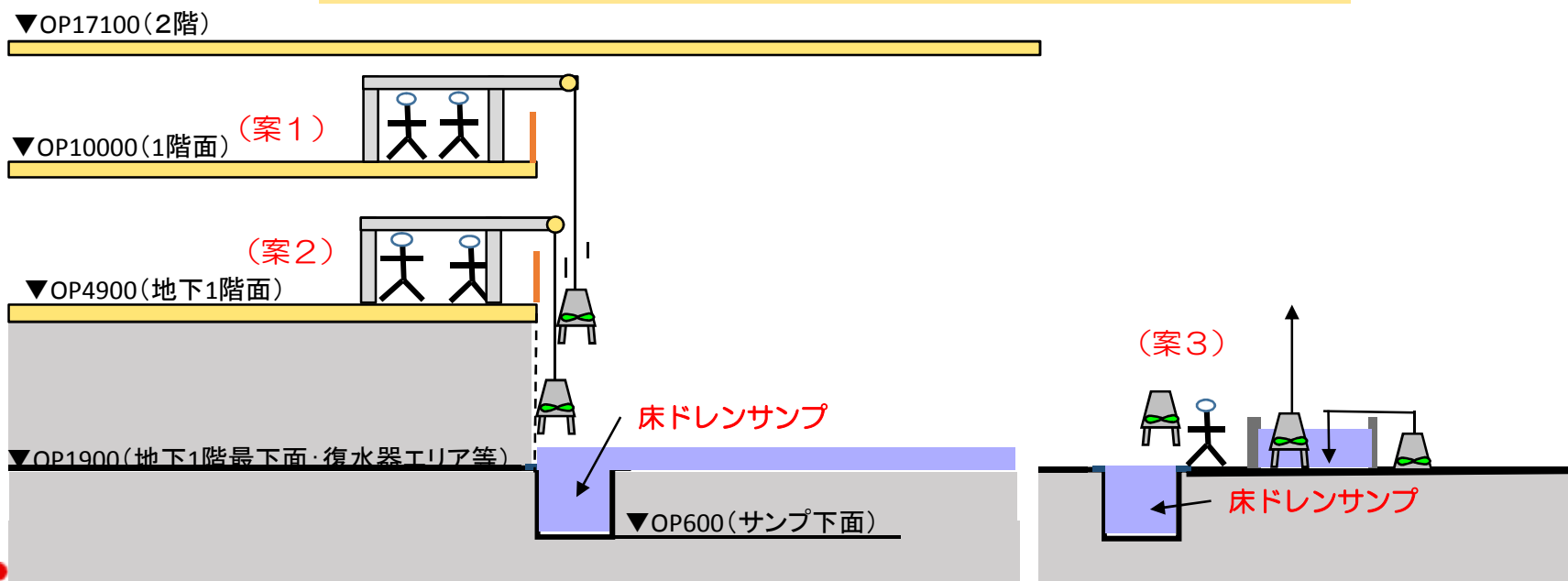
- 滞留水を移送する移送設備（ポンプ）については、現状、最下階床面に設置されておりポンプ吸込み位置に吸い込み高さを考慮すると、床レベルから数十cmの高さまでしか水抜きできない。
- 床レベル（O.P.1900以下）まで水位を低下させるにはO.P.1900以下に設置されているサンプ等へのポンプの設置が必要。現在、復水器エリアのファンネルを通じ滞留水を集水出来ることを期待し、床ドレンサンプへの滞留水移送ポンプの設置を検討中



5.5 対応① 滞留水移送（移送設備設置）について（2/2）

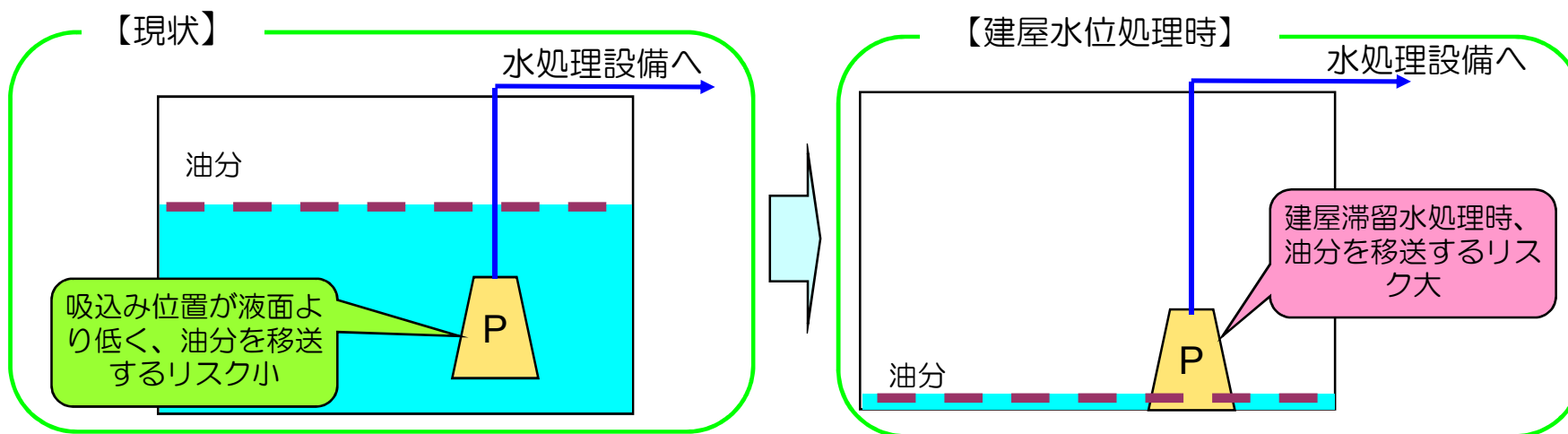
- 床ドレンサンプへの滞留水移送ポンプ投入方法については、以下の案を検討中。今後、現場調査を行い成立性を検討予定。
 - （案1） OP10000レベルから遠隔操作により、ポンプを床ドレンサンプへ投入
〈遠隔操作方法の検討の必要〉
 - （案2） OP4900レベルからの遠隔操作により、ポンプを床ドレンサンプへ投入
〈遠隔操作方法の検討が必要、また、作業環境に応じOP4900レベルの除染を実施〉
 - （案3） 低床型ポンプでOP1900床面の滞留水を荒抜きし、床ドレンサンプへポンプを直接投入
〈OP1900面の除染を実施〉

今後、現場調査等により成立性を検討予定



5.6 対応② 滞留水中の油分処理について

- 油分については、滞留水移送後の水処理設備の性能低下の要因となる
- 現状の建屋滞留水の移送は滞留水下部から移送しているため水処理設備への影響はない。今後、滞留水を処理する上で、床面まで移送する際に顕在化。
- 滞留水中の油分の分析・水処理設備への影響評価及び油分処理設備（電気分解方式）の設置を計画しており、設備設計を実施中



3号機D/G室



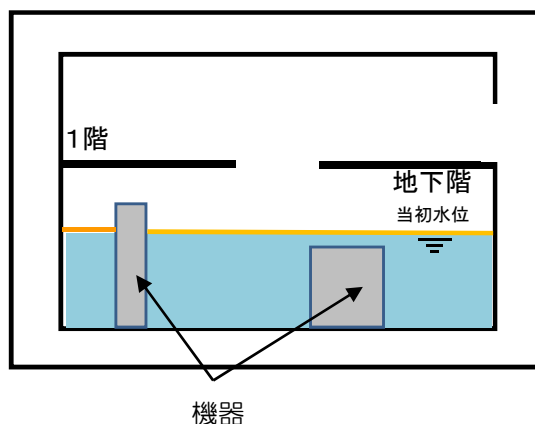
4号機ヒーター室

5.7 対応③ ダスト対策について（1/4）

- 建屋水位低下に伴い、汚染水に水没していた**機器や建屋表面が露出/乾燥に伴い、ダストが飛散する可能性。**
- ダストが飛散した場合、建屋内（1階、2階）の作業環境悪化等の懸案があるため、ダストの発生防止、ダストの拡散防止等の対策について、飛散状況を予測した上での対応が必要。
- 建屋床面のスラッジがダストになりやすい可能性があり、特に注意が必要。
- 建屋の汚染状況調査・分析について実施中。

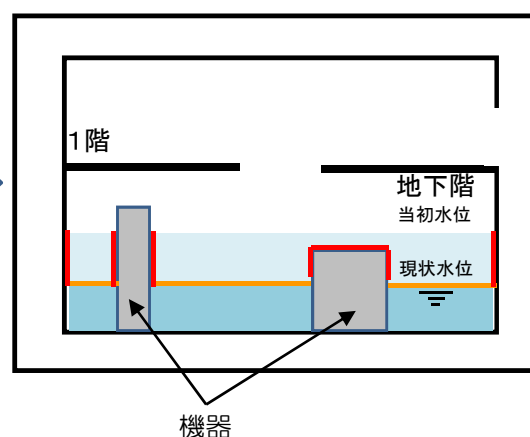
【状態1：過去～現状】

汚染水水位が高く、汚染面が気中に暴露していない状態



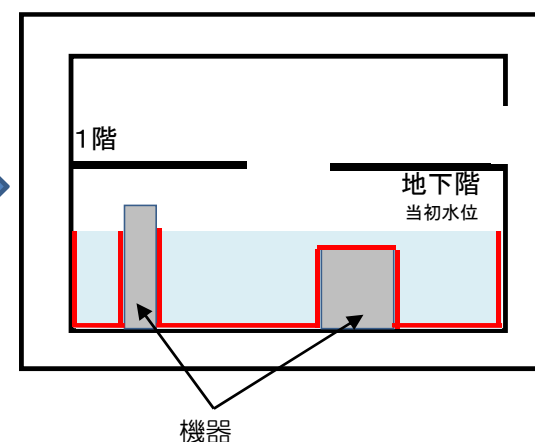
【状態2：現状～建屋水位低下時】

汚染水水位が低下し、汚染面の一部が気中に暴露した状態



【状態3：建屋床面露出時】

汚染水がなくなり汚染面がすべて暴露した状態



※OP.4900の床面は、建屋水位レベルより高い。堆積しているスラッジは湿った状態であり、作業を行わない状態ではダスト濃度は十分低い。

5.7 対応③ ダスト対策について (2/4)

■ ダスト抑制の対応方針 (案)

- 文献調査によればダスト発生の特徴は、条件（作業空間・作業内容・汚染物の表面状態）により大きく変化することから、実測による確認を行う。実測できない場合は試験により確認する
- 実測・試験結果のダスト濃度に応じて発生源の除去（除染等）、飛散防止、拡散防止等の対策を実施する
- 尚、想定外のダスト濃度上昇に備え湿潤環境に戻れる対策を準備する

エリア	乾燥環境	湿潤環境	水没
OP.4900	<p>ダスト濃度実測不可</p> <p>【ダスト濃度推定方法（案）】 模擬試験</p> <p>【推定値の妥当性確認】 乾燥状況時に確認</p> <p>ダスト上昇時を想定し湿潤環境にできる飛散抑制を準備</p>	<p>現状環境</p> <p>【実測済項目】 アクセス可能なエリアのダスト濃度、表面汚染密度を測定</p> <p>【追加調査】 模擬作業でのダスト濃度を実測 ・地下階作業での作業環境影響確認 ・地下開口部閉塞の効果確認</p>	<p>状況無し</p>
OP.1900	<p>表面汚染密度、ダスト濃度実測不可</p> <p>【ダスト濃度推定方法（案）】 模擬試験</p> <p>【推定値の妥当性確認】 乾燥状況時に実測</p> <p>ダスト上昇時を想定し湿潤環境にできる飛散抑制を準備</p>	<p>表面汚染密度、ダスト濃度実測不可</p> <p>【ダスト濃度推定方法（案）】 模擬試験</p> <p>【推定値の妥当性確認】 滞留水低下時に実測</p>	<p>現状環境</p>

←：滞留水処理に伴う現場環境の推移

5.7 対応③ ダスト対策について (3/4)

■ OP.4900追加調査 (案)

【目的】 OP.4900の湿潤環境で作業した場合のダスト濃度の確認
 作業で発生したダスト濃度の環境への影響確認
 ダスト発生抑制可能条件の確認

【実施方法】 作業が想定されるエリアで模擬作業（除染を想定した作業等）を実施し、湿潤環境で作業した場合のダスト濃度上昇を実測・把握する。

文献調査にみたダスト発生状況調査の例：

- ・施設の除染作業、機器の解体・撤去作業についてダスト濃度を測定
 - ・試験室内を歩行速度、浮遊条件（ドライヤーによる吹き付け）を変えてダスト濃度を測定
- ※放射線管理のための表面汚染からの再浮遊係数に関する文献調査

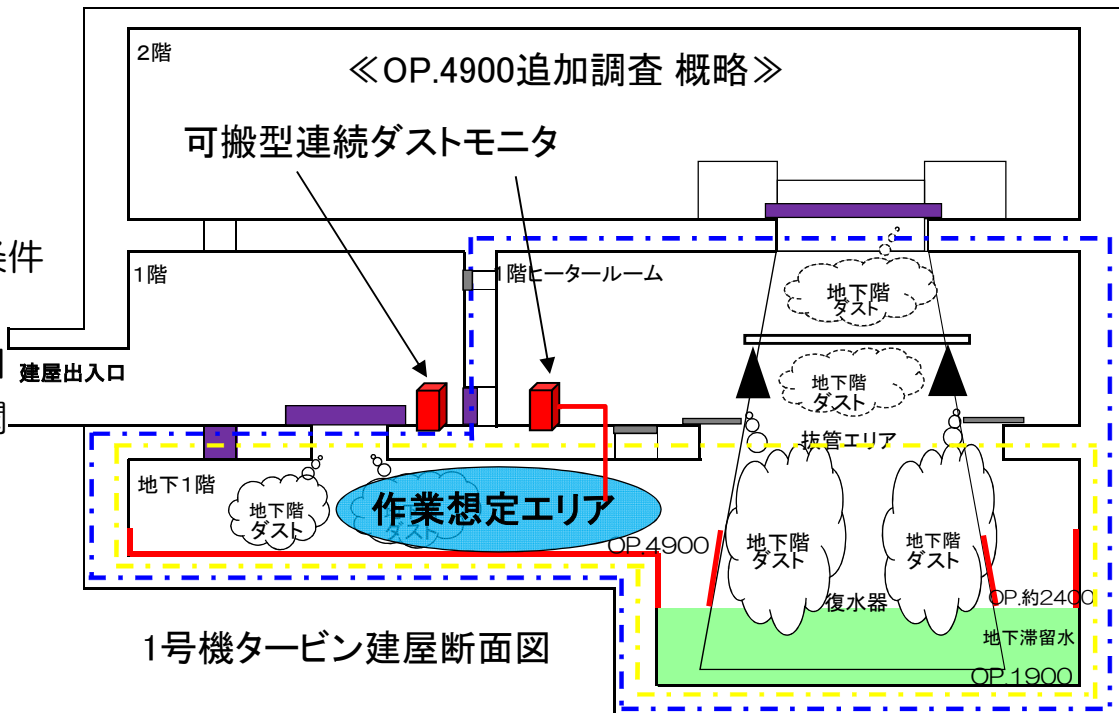
（1988年7月動力炉・核燃料開発事業団）

■ 模擬試験 (案)

【目的】 実測ができないOP.1900の乾燥・湿潤環境、OP.4900の乾燥環境のダスト濃度、ダスト発生抑制可能条件の推定

【実施方法】 現場滞留水・現場スラッジ・RIサンプルを閉空間に置き、湿潤環境から乾燥環境に変化させダスト濃度を測定。

【課題】 実機条件と試験条件（空間体積、気体の流動条件等）の差異



5.7 対応③ ダスト対策について（4/4）

■ ダストの飛散抑制・発生源の除去に関する調査・検討について

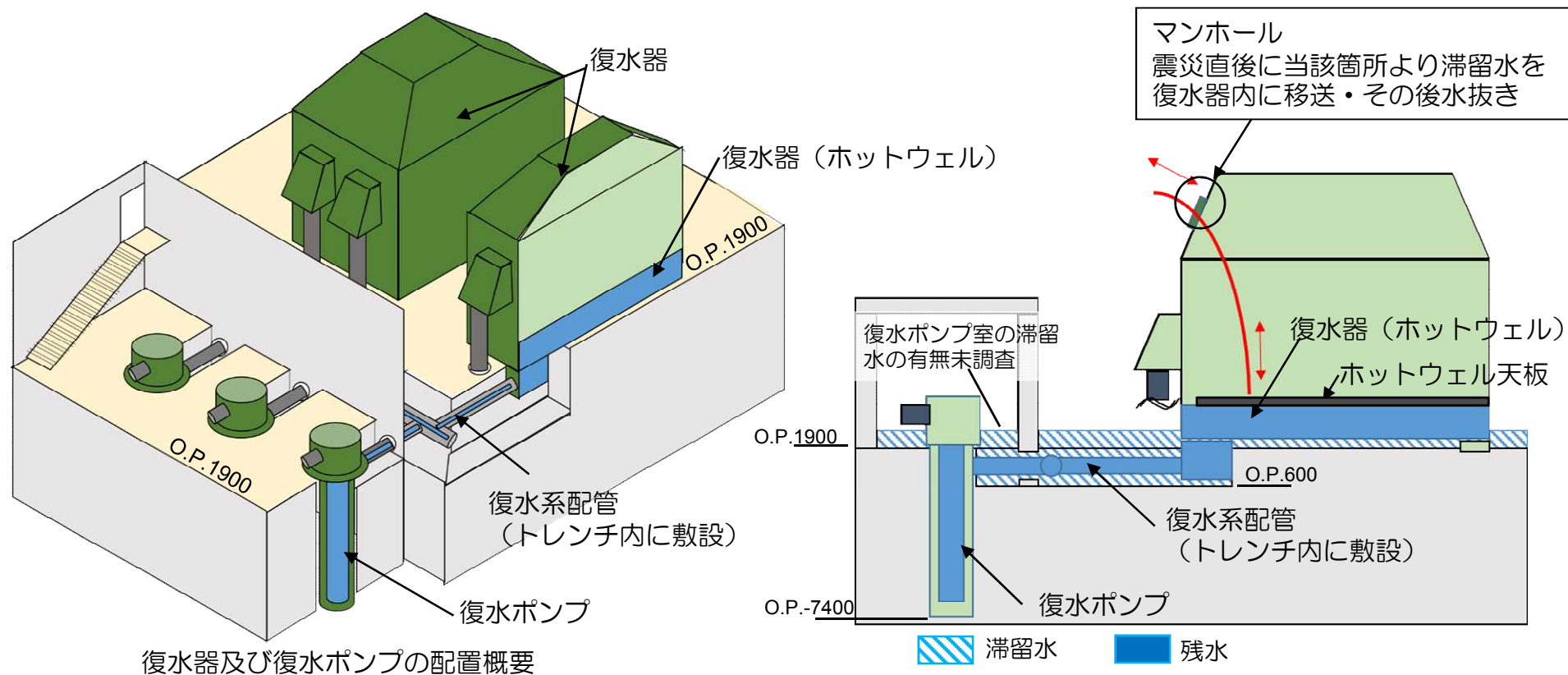
- 建屋水位がOP.1900より低減された状況で環境・作業環境に影響がない対策の実施を検討する。
- 今後、タービン建屋のダストに関する調査結果を踏まえ、ダスト対策（飛散抑制・発生源の除去）の調査・対策の実施を検討する。

エリア	飛散抑制	発生源の除去
OP. 4 900	<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ミスト散水等の飛散抑制方法の調査・対策の実施を検討 	<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ダスト発生源の要因となる床面のスラッジの除去（除染）方法の調査・対策の実施を検討 ・ 模擬作業でのダスト濃度実測結果等を踏まえ実施を検討
OP. 1 900	<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ミスト散水等の飛散抑制方法の調査・対策の実施を検討 	<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 現状、当該箇所は水没していることから、ダスト発生源の要因となる滞留水中のスラッジの除去（滞留水の希釈／浄化）、回収方法の調査・対策の実施の検討 ・ OP.1900水抜き後のダスト発生源の要因となる床面スラッジの除去（除染）方法の調査・対策実施を検討 ・ 模擬試験でのダスト濃度推定結果等を踏まえ実施を検討

5.8 対応④ 残水移送 (1/3)

■ 復水器内（復水系配管・復水ポンプ含む）に貯留する残水の状況

- 復水器内には震災直後に発生した滞留水を貯留（Cs137濃度で 10^9 Bq/Lオーダ）
- その後、復水器内の滞留水は移送されたものの復水器底部のホットウェル内に残水が存在（ホットウェル天板が障害となりホットウェルから水抜きできていない）。
- また、ホットウェルには復水系配管が接続されており、当該配管を通じて復水ポンプにまで残水が存在ものと推定。



復水器及び復水ポンプの配置概要

復水器及び復水ポンプ周りの滞留水及び残水の状況 (推定)

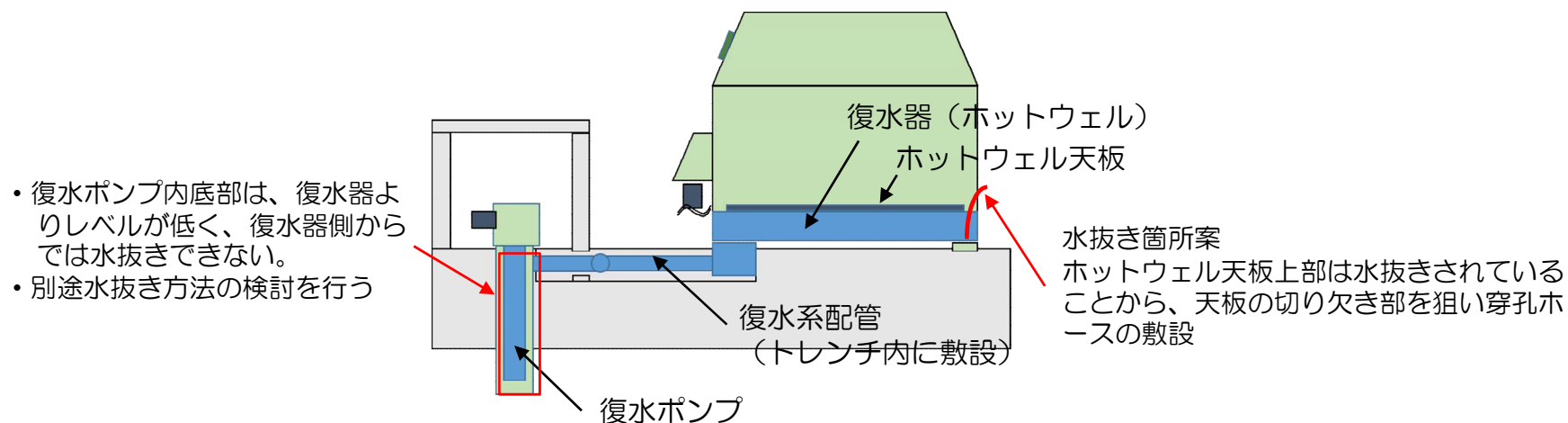
5.8 対応④ 残水移送（2/3）

■ 復水器内（復水系配管・復水ポンプ含む）に貯留する残水の水抜き方法の検討

➤ 残水の水抜きにあたっての考慮すべき事項

- ✓ 復水器底部のホットウェルは天板で上部構造と仕切られており滞留水貯留の際に用いたマンホールからのホットウェル内へのポンプ投入は困難
- ✓ 復水器外側には滞留水がありホットウェル近傍へ近づくためには滞留水の移送が必要。また、復水ポンプエリアの滞留水の状況は確認できていないものの、復水ポンプエリアー復水器エリア間の壁には復水系配管の貫通孔があり復水ポンプエリア内にも復水器エリアと同程度の水位まで滞留水が存在すると推定される

➤ 上記及び今後の作業環境を踏まえ、滞留水移送完了後にホットウェルへの穿孔等による水抜き方法の検討を行う。



5.8 対応④ 残水移送 (3/3)

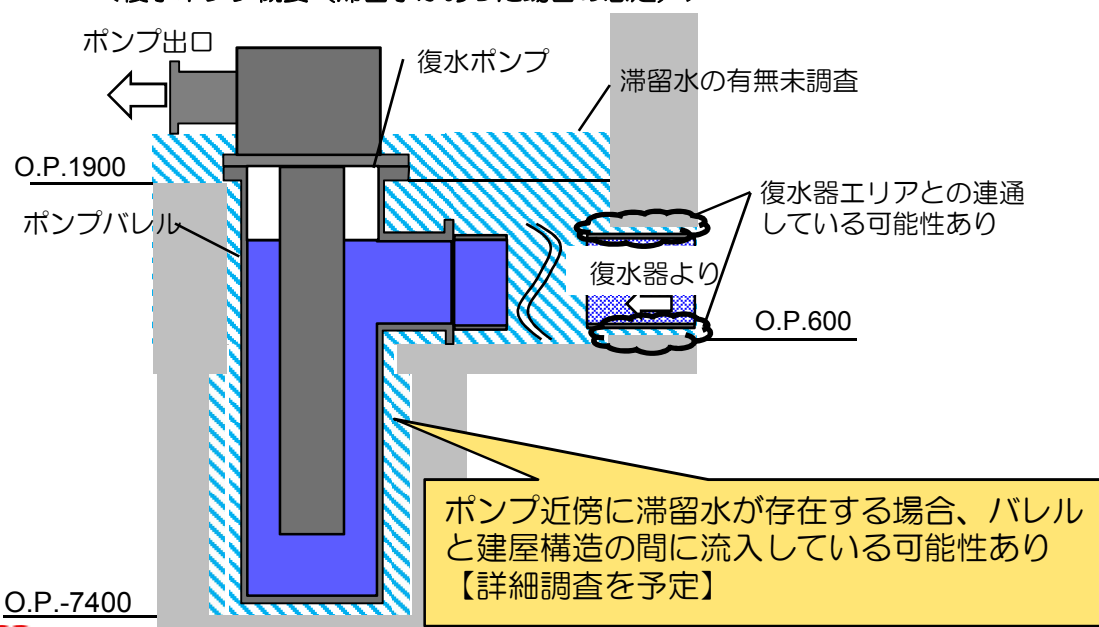
■ 建屋水位低減後に残水が残る箇所の調査・移送について

- O.P.1900までの建屋水位低減後には、縦型ポンプ（復水ポンプ、ヒータドレンポンプ）底部に残水が存在する可能性あり。今後、当該箇所の残水調査を行うとともに類似箇所に調査を行う。

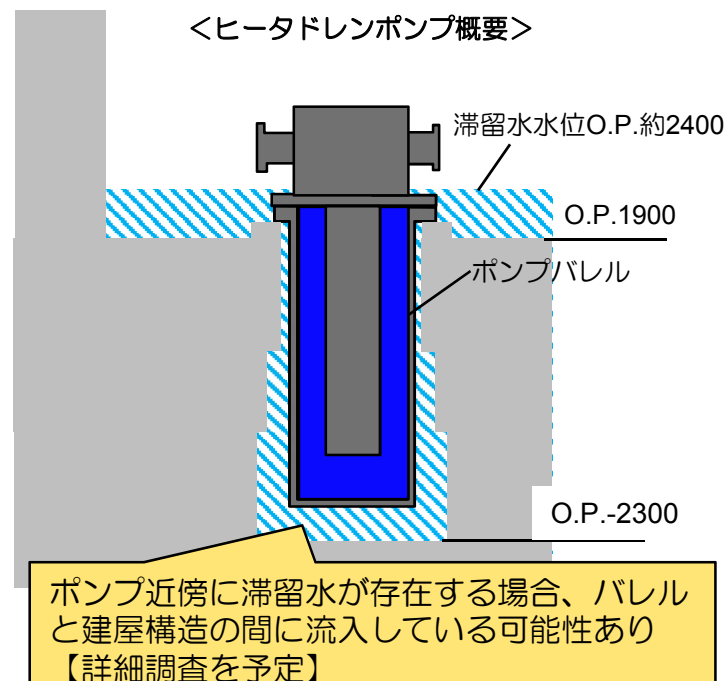
■ 縦型ポンプ底部の状況

- 縦型ポンプ（復水ポンプ、ヒータドレンポンプ）は、O.P.1900より下に設置されている
- 当該ポンプのバレルと建屋構造との間には間隙があり、当該ポンプ近傍に滞留水が存在する場合は、間隙内に滞留水が流入し、O.P.1900以下までの建屋水位低下後も滞留水が残る可能性あり。（復水ポンプエリアの滞留水の状況は未調査。ヒータドレンポンプが設置されている復水器エリアはO.P.約2400）
- 復水ポンプエリアについては、今後、滞留水の有無の調査（滞留水が確認された場合、水位・復水器エリアの滞留水水位との連動性等）を計画。滞留水が確認された場合は、ヒータドレンポンプと併せて残水の調査・移送を計画

<復水ポンプ概要（滞留水があった場合の想定）>



<ヒータドレンポンプ概要>



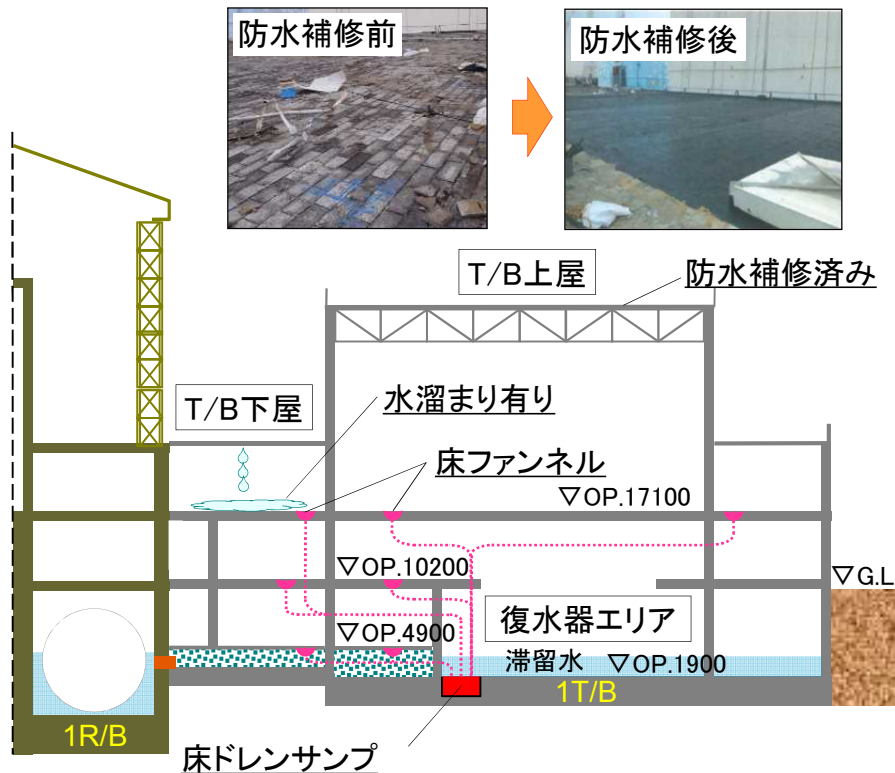
5.9 対応⑤ 雨水／地下水流入対策について（1/2）

【雨水流入状況】

- 1号T/B上屋：雨漏れが発生していたが、防水補修済み。
- 1号T/B下屋：2階床面に水たまりがあり、雨漏れが発生していると推定。漏水程度は不明。
- 屋根から流入した雨水は、床ファンネルに流入し、ドレン配管を通じて復水器エリアにある床ドレンサンプに集水されていると考えられる。

【地下水流入状況】

- 1号コントロールケーブルダクトから地下水流入が確認されている。（流入高さ: OP.約7200）



1号T/B 雨水流入状況



1号コントロールケーブルダクトからの地下水流入状況

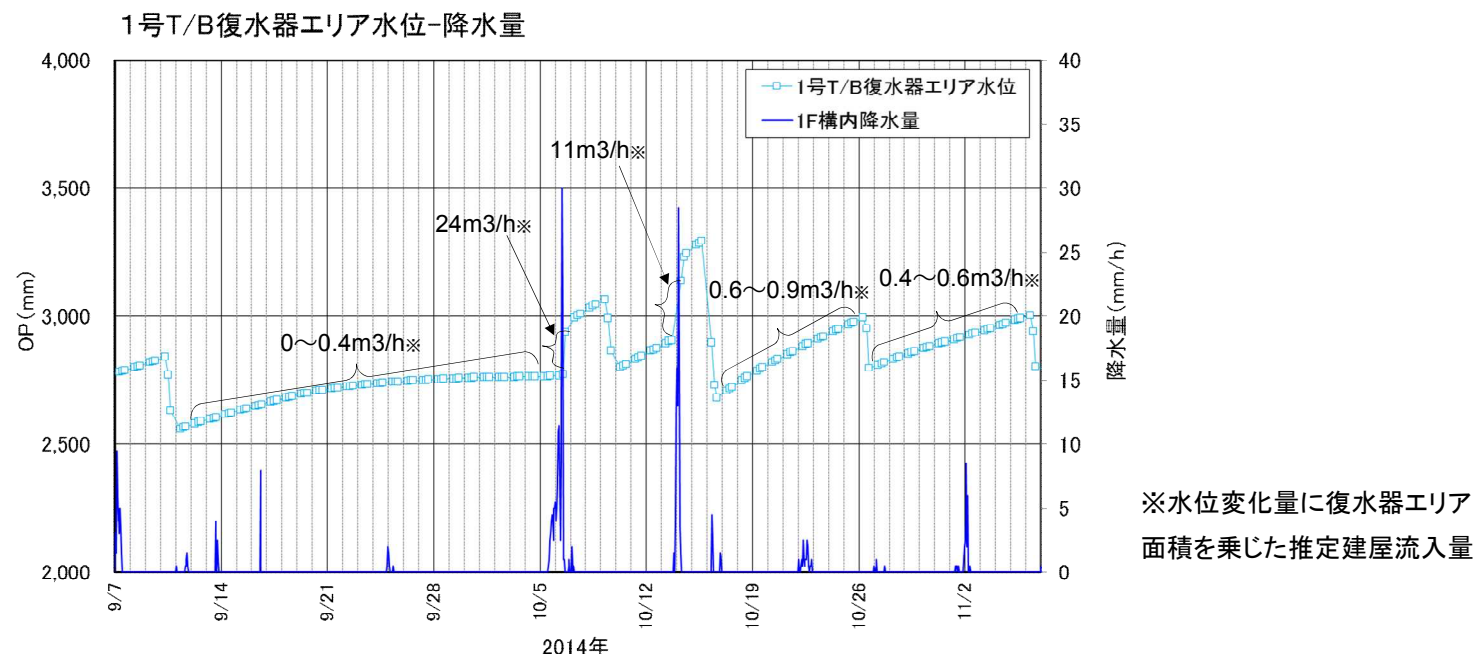
5.9 対応⑤ 雨水／地下水流入対策について（2/2）

【雨水／地下水流入の傾向について】

- 晴天時または数～数十mm/日程度の降雨時においては、復水器エリアの水位上昇は緩やかであり、水位変化量とエリア面積から推定する建屋流入量は約0～1m³/h程度である。
- 大雨時（2014年10月の台風時等）においては、一時的に水位変動が大きくなる傾向が見られている。

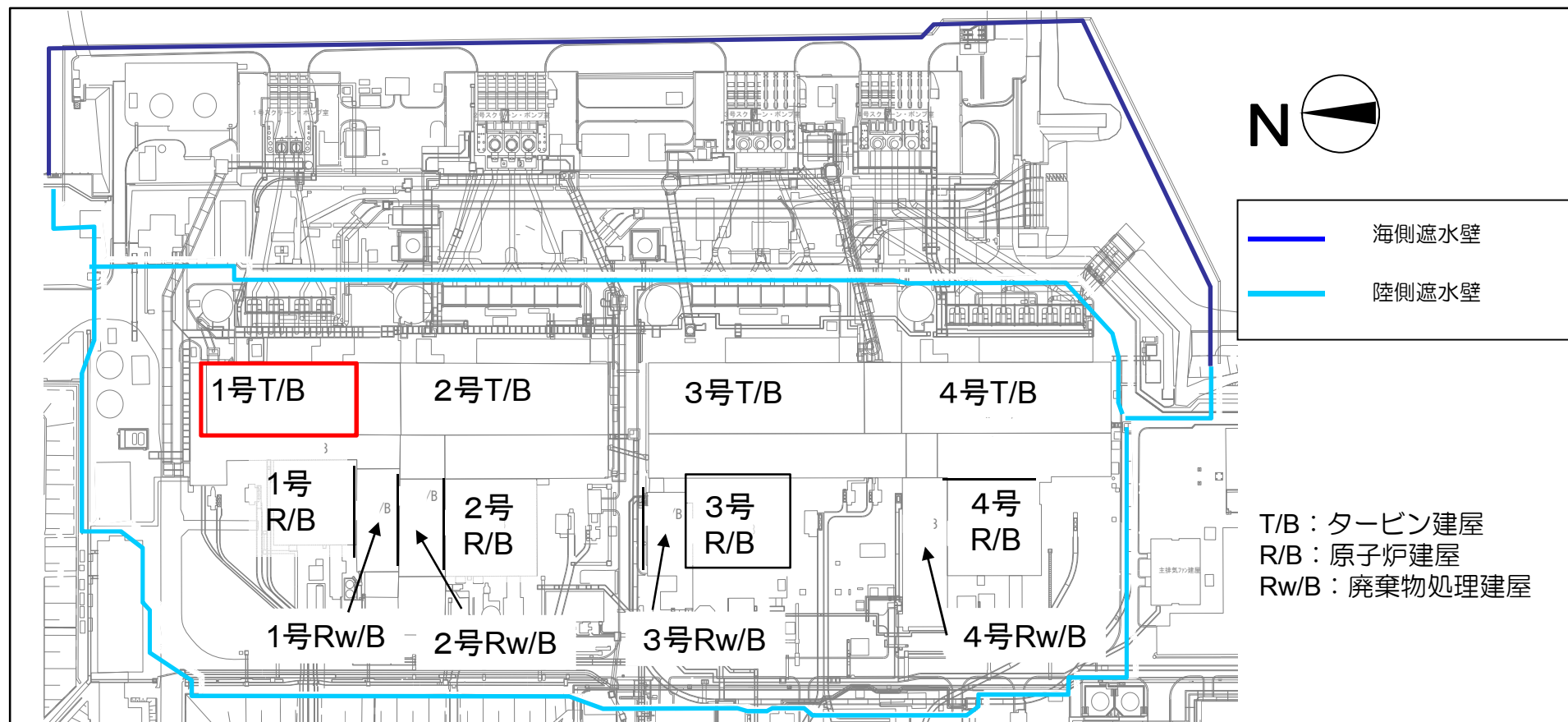
【今後の対応について】

- 雨漏れがあると推定される1号T/B下屋の雨天時調査を行い、流入の程度を確認する。
- 新設建屋水位計によって細かい時間間隔での水位データが取得可能となるため、過渡変化の分析を充実する。また、サブドレンや陸側遮水壁の稼働により、降雨時の水位変動傾向が変化すると考えられるため、その傾向を分析する。
- 上記のデータ分析等をもとに、床サンプルピットに設置する排水ポンプ処理能力の検討を行う。



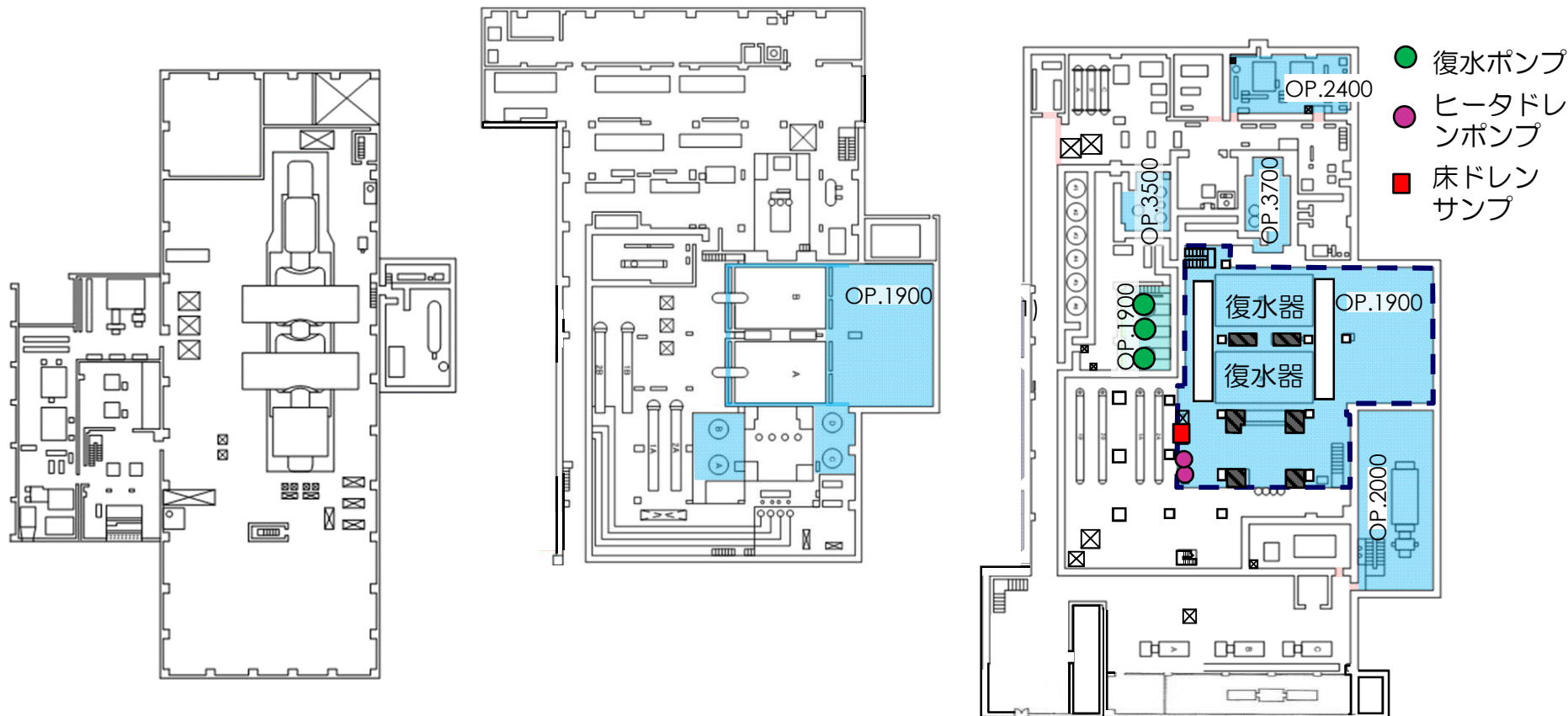
補足1 福島第一原子力発電所各号機の配置

■ 福島第一原子力発電所各号機の配置



補足2 1号機タービン建屋各階の床レベル

■ 1号機タービン建屋各階の床レベル



1号機タービン建屋2階
(床レベルO.P.17100)

1号機タービン建屋1階
(特記箇所【水色塗り潰し】
を除き床レベルO.P.10000)

1号機タービン建屋B1階
(特記箇所【水色塗り潰し】
を除き床レベルO.P.4900)