

2号使用済燃料プールスキマサージタンク 水位低下への対応状況について

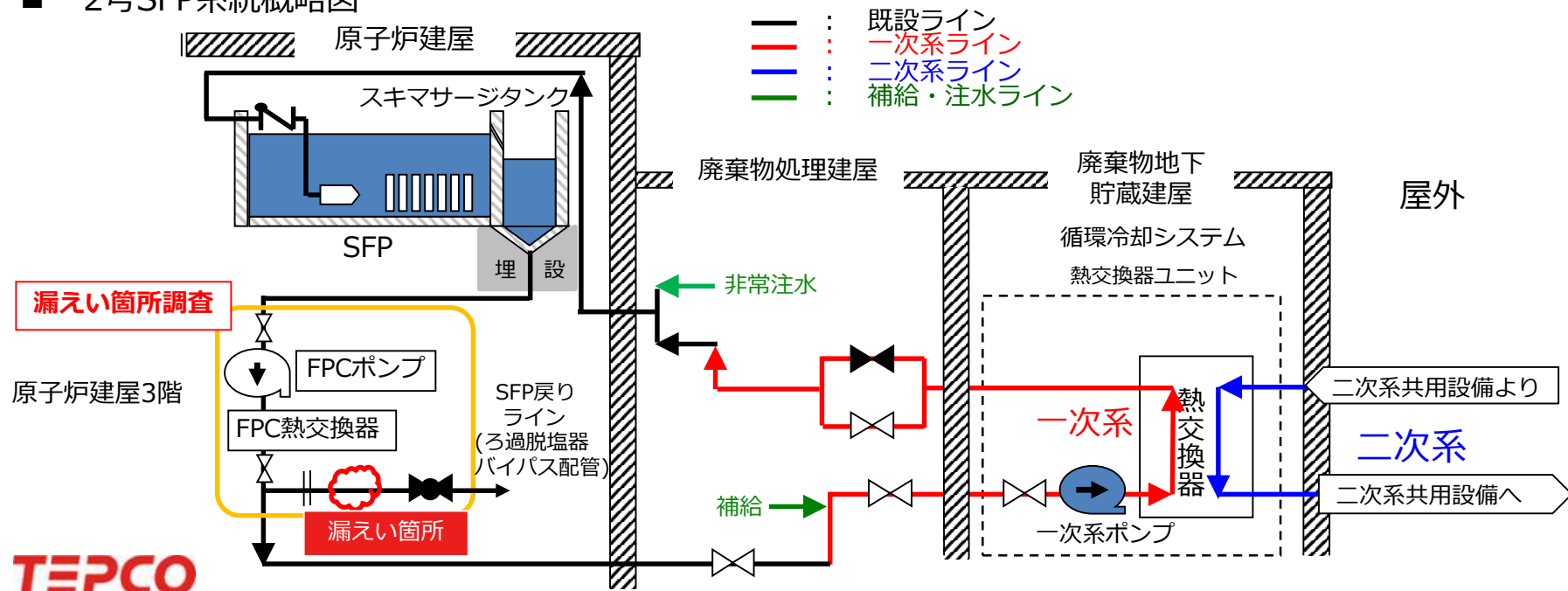
2024年10月31日

東京電力ホールディングス株式会社

1. 概要

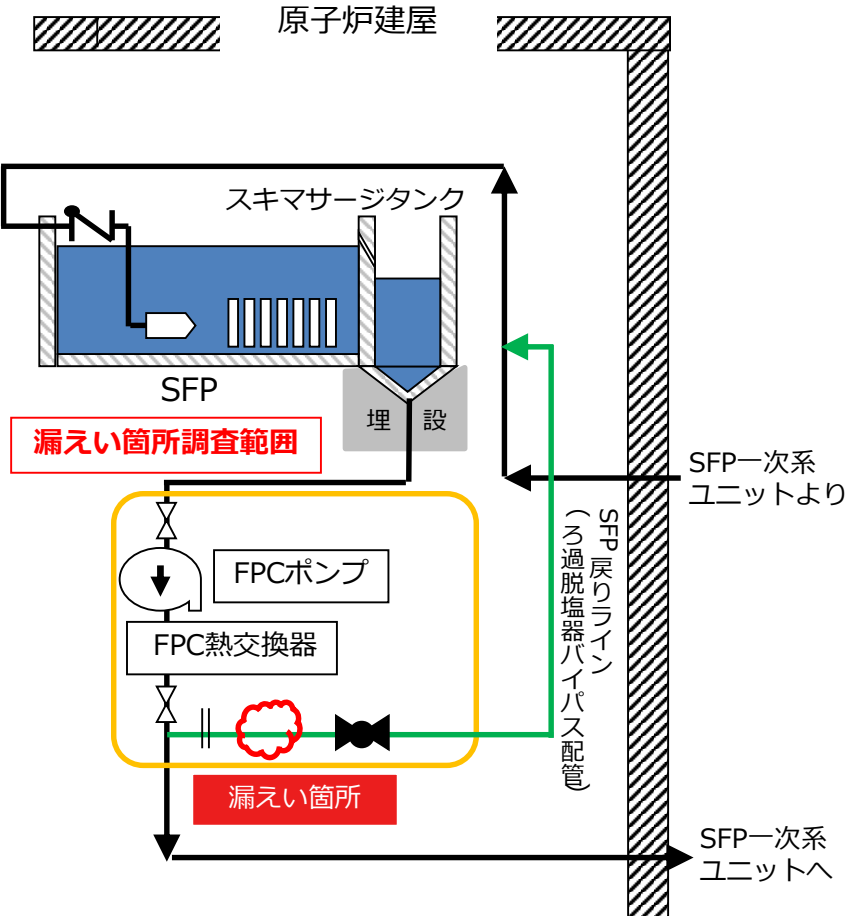
- ✓ 2024年8月9日, 2号機使用済燃料プール(以下, SFP)スキマサージタンク水位低下事象を確認。
 - ✓ 現場の漏えい水の流出状況から, 既設FPCポンプ室或いはFPC熱交換器室で水が漏えいしたものと推定。
 - ✓ 2024年10月1日, FPCポンプおよびFPC熱交換器室内について, 漏えい箇所調査を実施した結果, 漏えい箇所は循環冷却している配管からの分岐配管1箇所より漏えいしていることを確認。
 - ✓ なお, SFP内の保有水は十分に確保されており, オーバーフロー水位付近にあることを確認。(適宜, 補給を実施)
 - ✓ また, SFP温度評価において, 最大で46℃程度と評価しており, 冷却を行わなくとも運転上の制限である65℃には余裕があるとの結果を得ている。(10/30 11:00時点 評価値: 43.4℃ 実測値: 約48℃)
- ✓ 現在, 漏えい箇所の原因調査を行うとともに, 2024年10月22日より, 代替冷却ラインを構築(ポンプ/熱交換器バイパスライン設置)するため, 配管の切断作業を開始した。
 - ✓ 引き続き, SFPの水位, 水温を監視し, SFP循環冷却運転の早期復旧に取り組む。

■ 2号SFP系統概略図



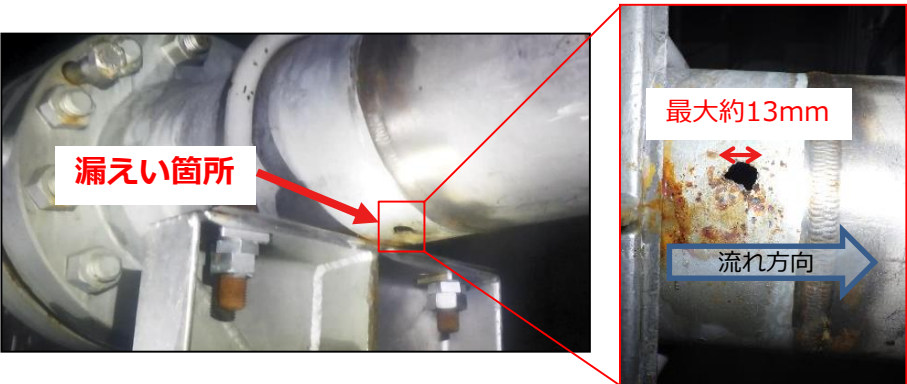
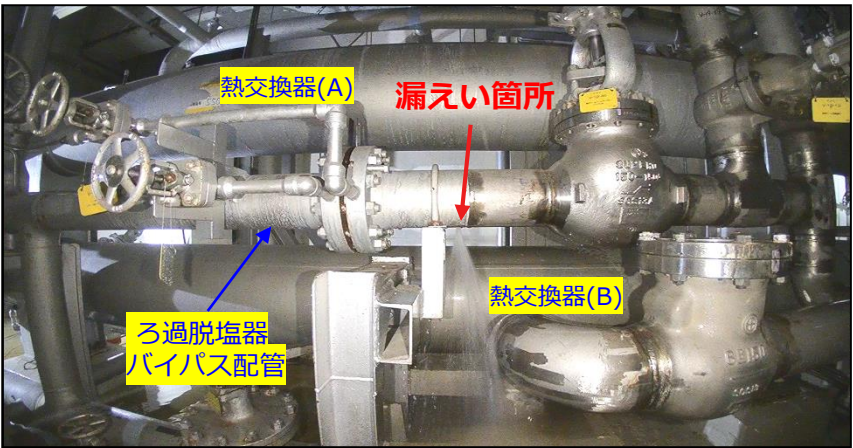
2. 漏えい箇所の調査結果

- FPC熱交換器から直接SFPに戻るライン（ろ過脱塩器バイパス配管※）の1箇所から漏えいが確認された。
※FPC系の既設ろ過脱塩器をバイパスするラインであり、ろ過脱塩器点検時等に使用していたが、現在は使用していない。
また、ろ過脱塩器とはフィルタ・樹脂により脱塩する装置。



2号SFP系統概略図（漏えい箇所）

漏えい箇所（FPC熱交換器室）



	漏えい箇所の仕様
配管材質	圧力配管用炭素鋼鋼管（STPG370）
配管口径	150A
配管板厚（公称）	7.1mm

3. 原因調査

■ 原因調査

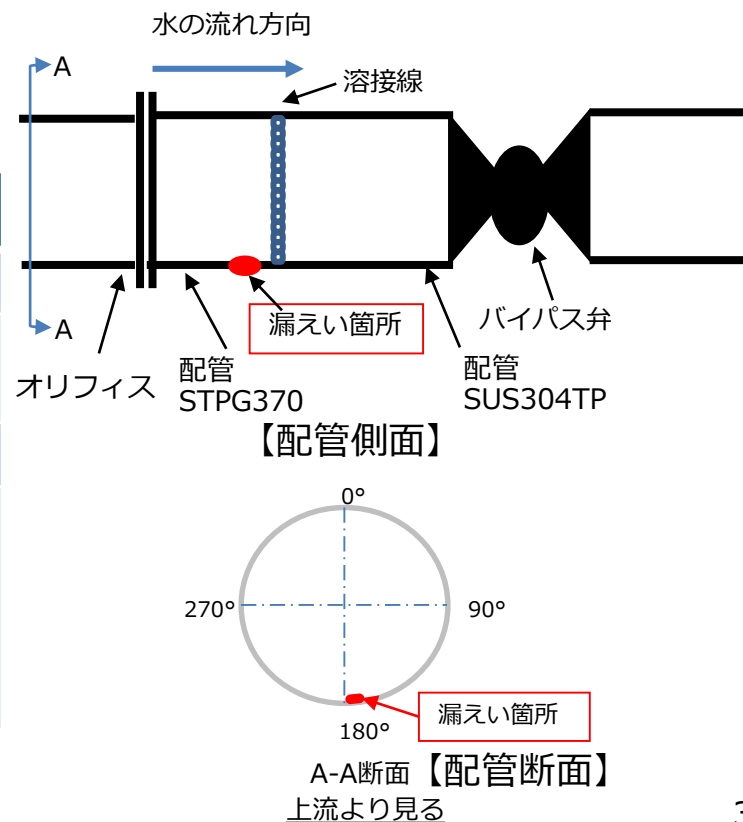
✓ 現在、漏えいが確認された箇所について、原因の特定のため以下の調査内容を実施中。

<調査項目>

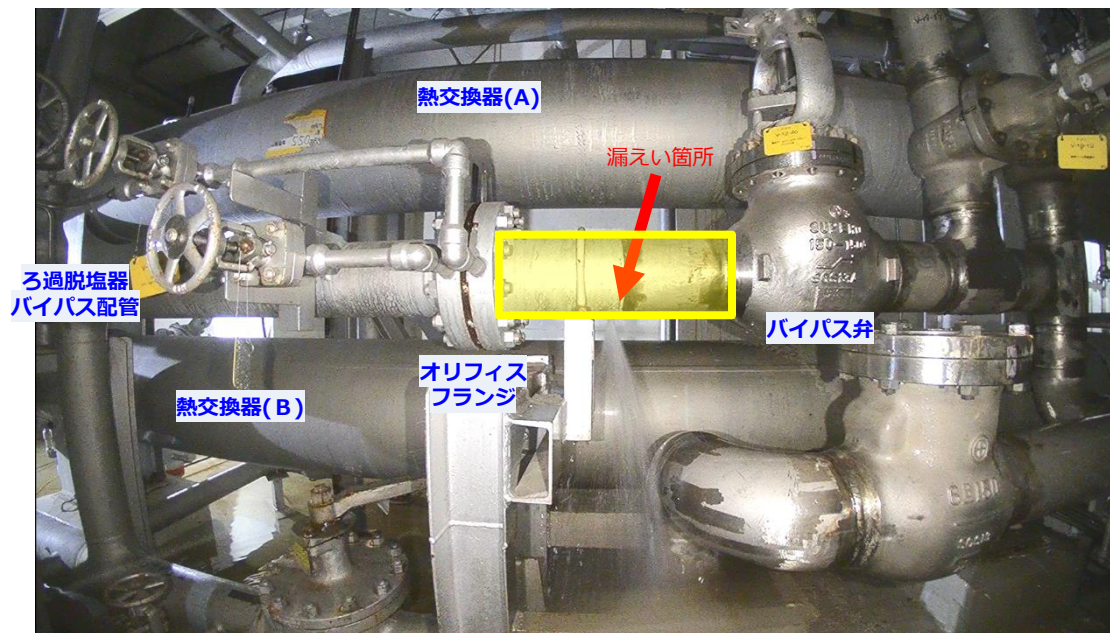
- ①ファイバースコープによる内部確認【実施済：漏えい箇所より配管内を確認したところ堆積物を確認】
- ②配管内外面の試料を採取し、塩化物等の有無を確認【外面：試料採取済，内面：配管切断後，実施予定】
- ③漏えい箇所周辺の外面状況を確認【実施済：同ラインの配管外面に有意な腐食は無い】
- ④配管の肉厚測定【配管切断後，実施予定】
- ⑤漏えい箇所を含めた配管内表面の確認【配管切断後，実施予定】
- ⑥配管内部に確認された堆積物の堆積状態の確認および成分分析【一部の配管内堆積物状況を確認】
- ⑦類似の異材継手の調査(雰囲気線量測定の結果を踏まえ，調査可否を含めて検討)【一部線量測定を実施】

■ 漏えい箇所の詳細（現在，確認できている状況）

	漏えい箇所の状況
漏えい穴の寸法	最大約13mm
漏えい穴の位置	配管下部（真下から周方向に約10mm横） 溶接線端部から軸方向に約18mm
配管内部	配管内に堆積物を確認（P4,5参照）
配管構成	- 溶接線から電動弁側の材質は配管用ステンレス鋼鋼管（SUS304TP）であり，炭素鋼鋼管（STPG370）とステンレス鋼の異材継手 - 熱交換機側には流量調整オリフィスが設置されている



4. ファイバースコープによる配管内部調査＜調査項目①＞

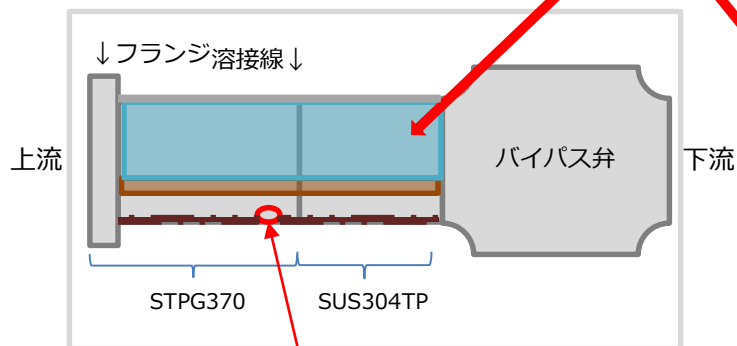


： ファイバースコープ調査

【配管内の堆積物の位置(推定)】

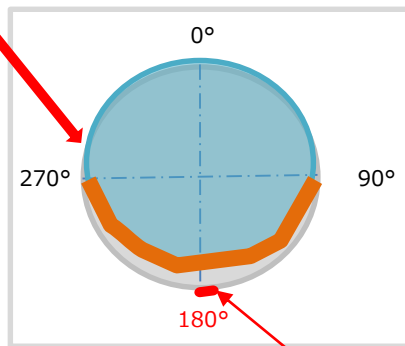
： 配管上部は堆積物により
確認出来ない

図1 堆積物



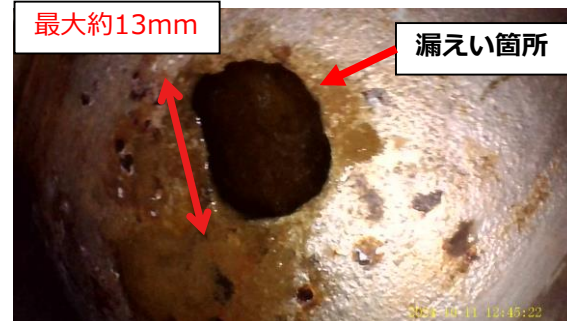
堆積物により配管上
部は確認出来ない

図2

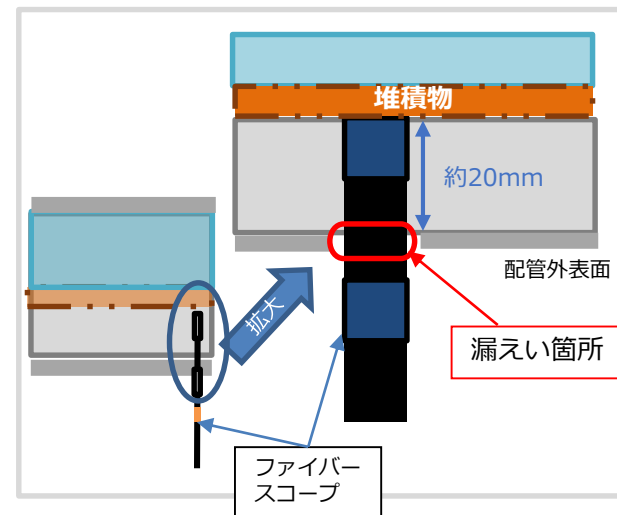


漏えい箇所

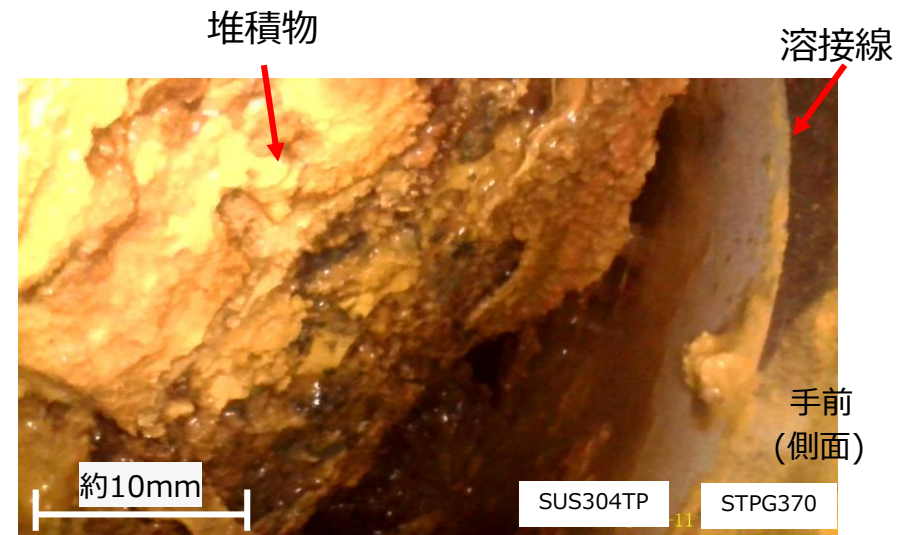
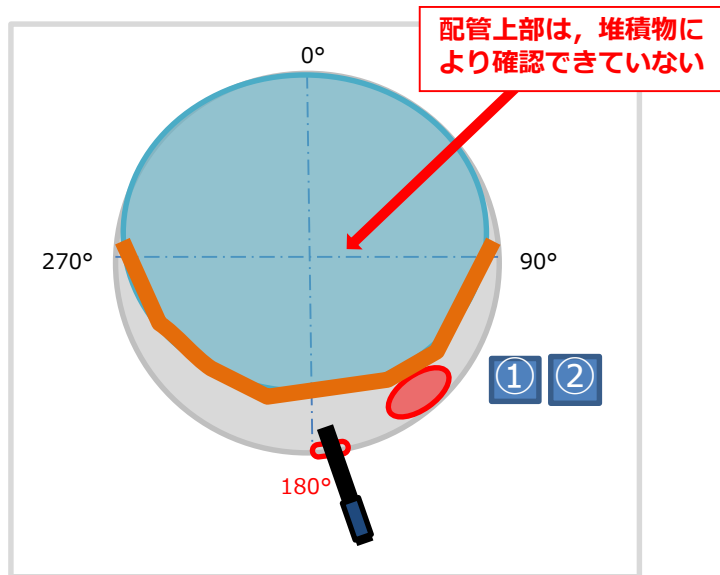
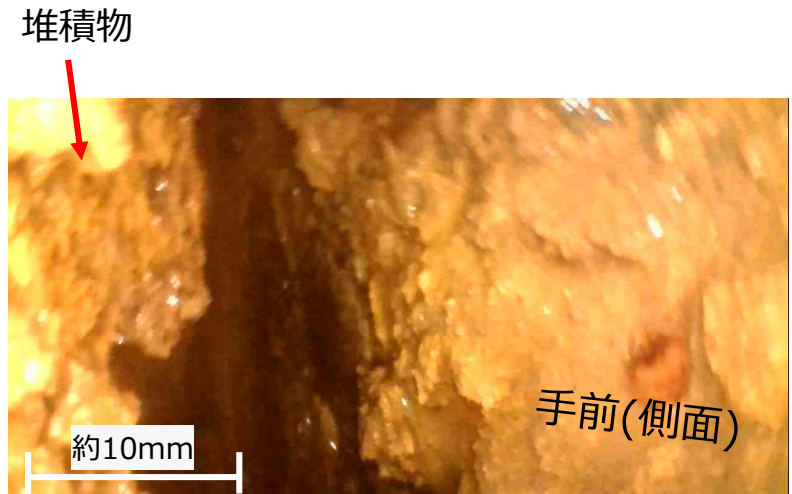
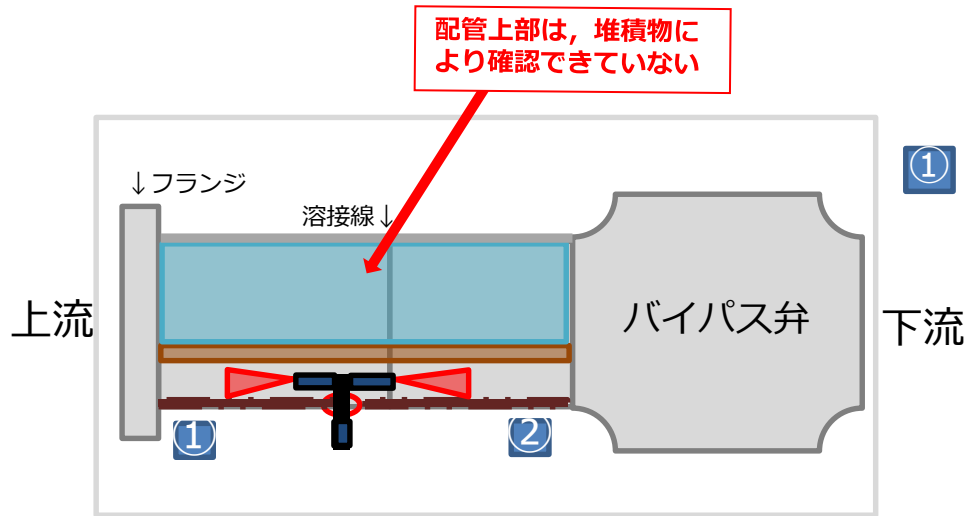
【ファイバースコープによる漏えい箇所状況】



堆積物により天方向に
ファイバー挿入不可



4-1. 配管内部状況(ファイバースコープ) <調査項目①>

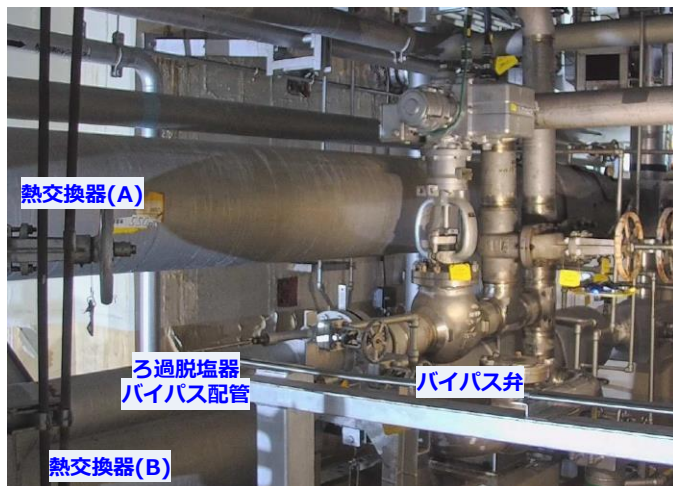


上流側から見た撮影位置

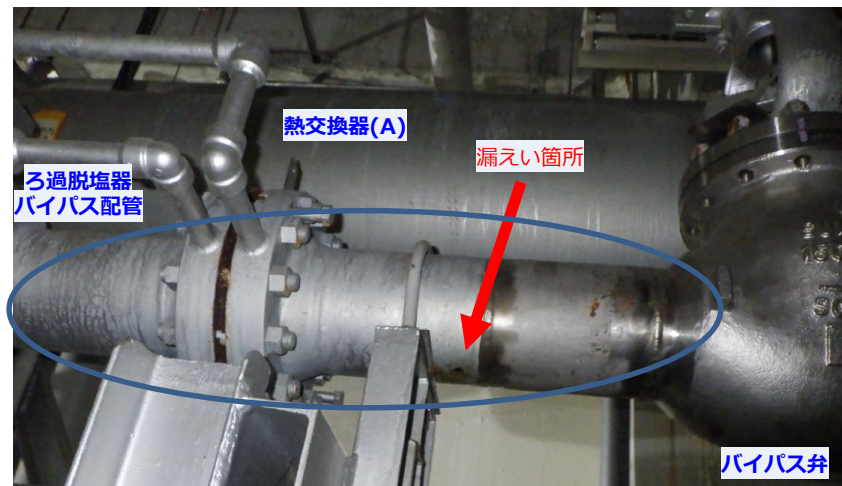
5. 漏えい箇所周辺の外面状況調査＜調査項目③＞

- ✓ ドローンによるカメラ確認および人による直接目視にて、配管外表面を確認。
- ✓ 漏えい箇所が確認された穴周辺には、錆と思われる変色が確認されたが、同ラインの配管外表面に有意な腐食は確認されなかった。

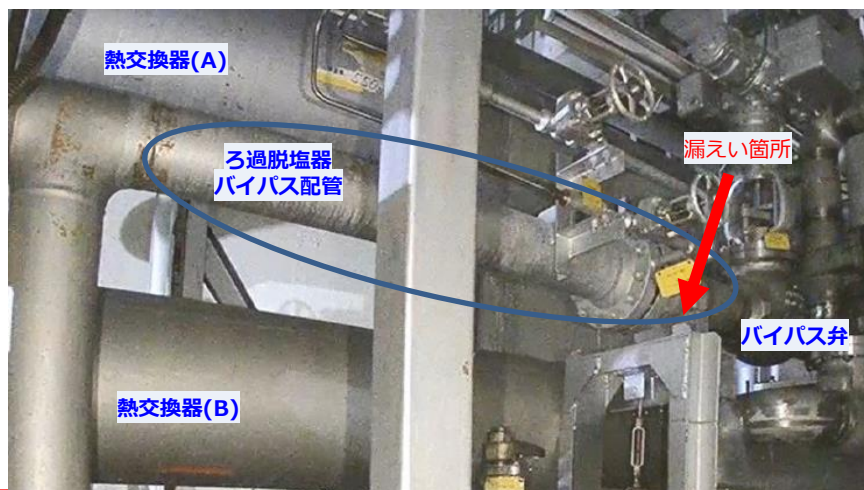
FPC熱交換器室全体



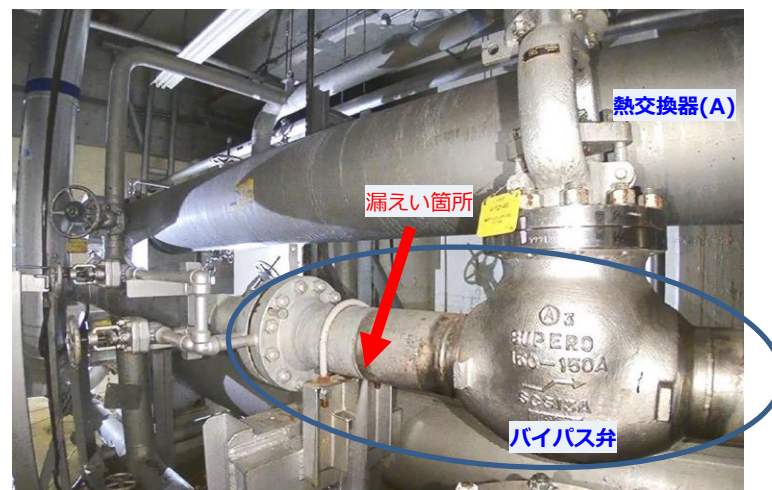
漏えい箇所周辺



バイパス配管側より

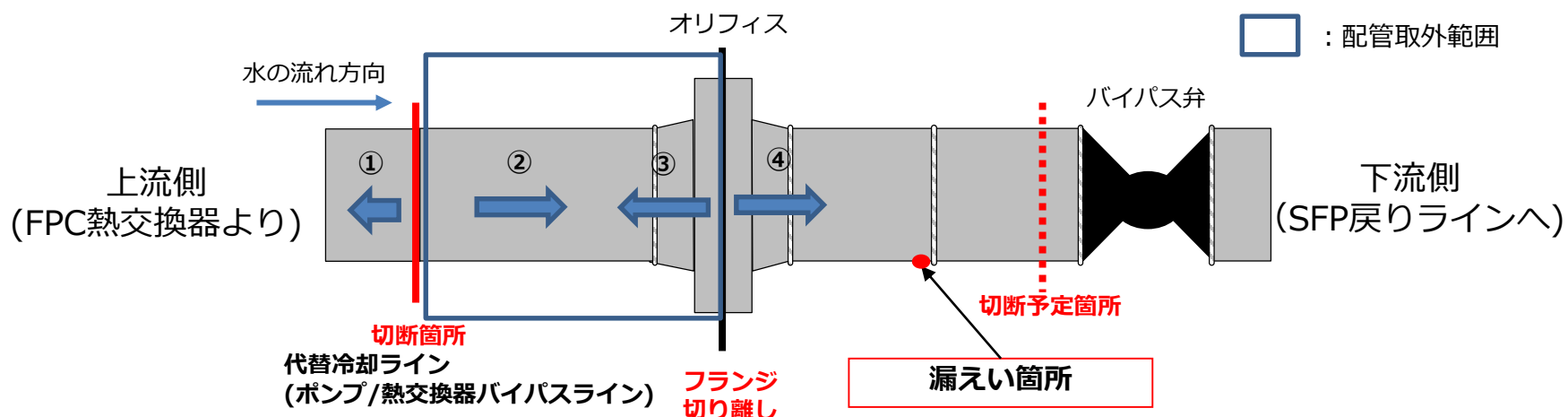


バイパス弁側より



6. 配管内部堆積物の状態確認＜調査項目⑥＞

- ✓ 漏えいが確認されたら過脱塩器バイパス配管の切断，フランジ切り離しおよび配管の取外を行い，配管内部を確認したところ，堆積物が確認された。
- ✓ 堆積物は，配管内表面全周に堆積が確認されたが，閉塞はしていない状態であった。
- ✓ 今後，フランジ下流側配管を切断し，漏えい箇所の堆積物の状態確認および堆積物の成分分析を行う。



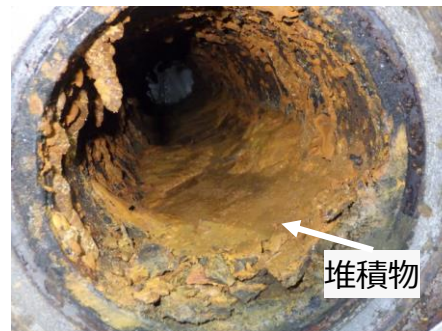
①切断面から上流側を撮影



②切断面から下流側を撮影



③フランジから上流側を撮影

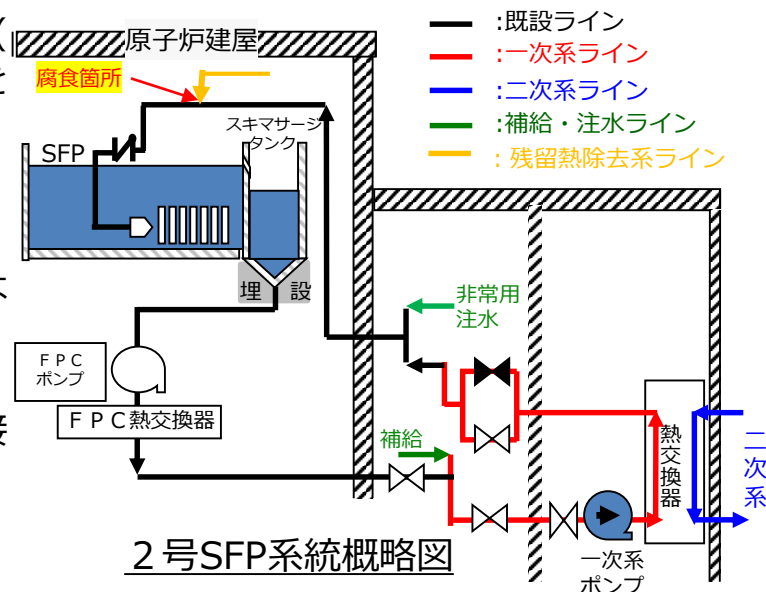


④フランジから下流側を撮影

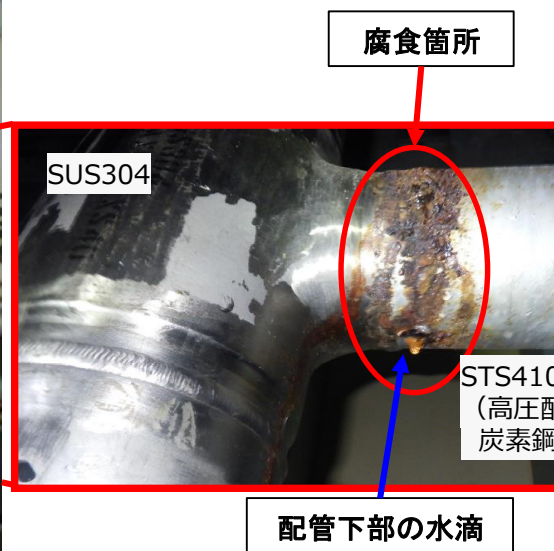
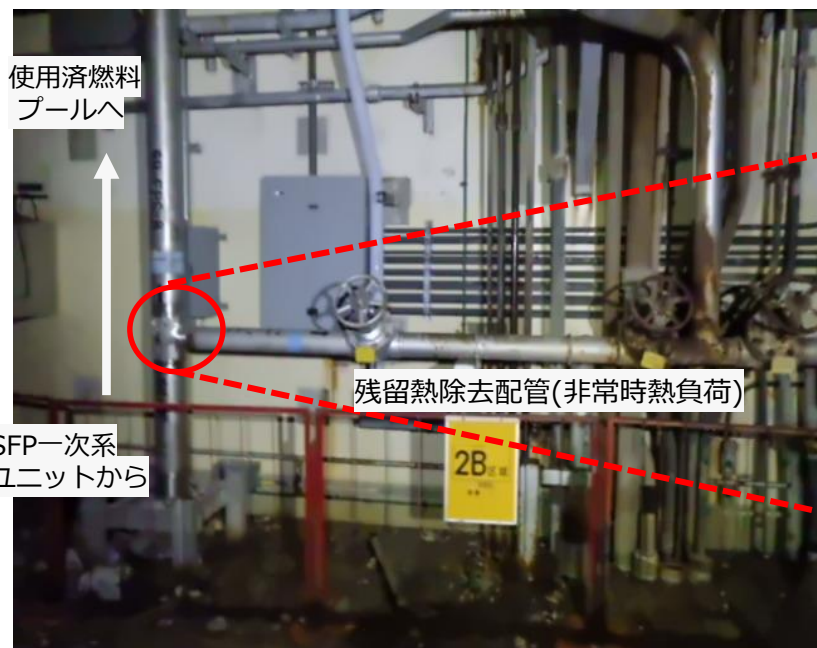


7. 類似の異材継手の調査＜調査項目⑦＞

- ✓ 漏えい箇所が確認されたる過脱塩器バイパス配管の類似箇所（異材継手）について、調査の可否を確認するため、線量測定を実施（現在、他の類似配管（異材継手）の有無を調査中）
- ✓ 当該配管近傍の雰囲気線量は、5mSv/h程度。
- ✓ 線量調査の際、当該異材継手の配管外表面に腐食を確認。
- ✓ また、床面の一部に溜まり水が確認された。確認時においては、当該配管からの水の流出は確認されなかった。
- ✓ このため、ろ過水によるSFPへの補給時に当該腐食箇所からの漏えい有無について、調査を実施した結果、配管腐食箇所溶接部近傍（炭素鋼側）より、にじみと水滴を確認（滴下なし）
- ✓ 今後、腐食箇所の調査および修理を行う。



2号SFP系統概略図



配管腐食箇所



原子炉建屋 4 階

<参考> 要因分析

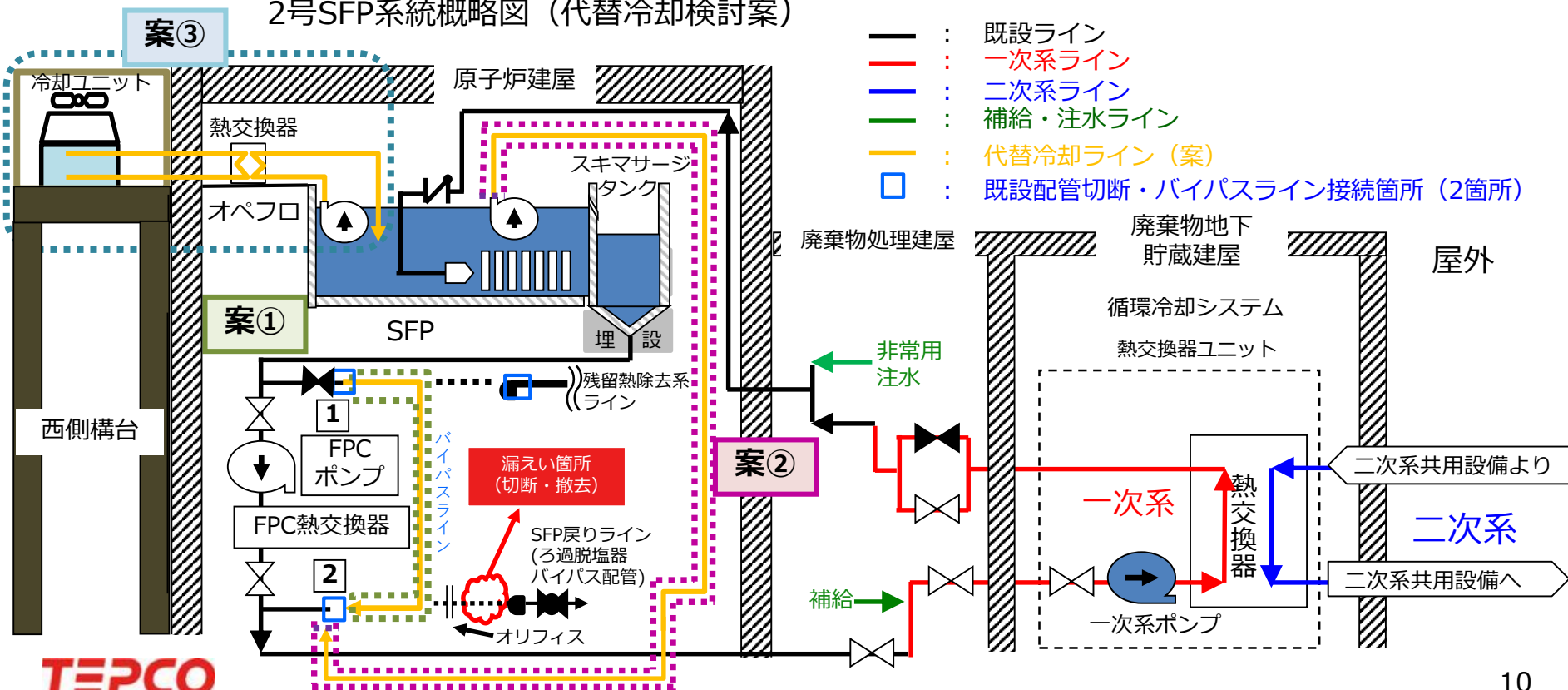
- ✓ これまで確認された漏えい箇所の位置、穴の形状や熱交換器室の環境、配管構成、系統使用状況から漏えいの要因分析を実施した。なお、今後漏えい箇所の原因特定のため、詳細調査を実施する。

	状況	推定要因	発生の可能性	調査項目	調査結果
現場環境	空調は停止しているため、 湿潤環境と思われる 壁、配管等に結露と思われ る跡が確認された	結露水による外面腐食	結露水が配管に垂れることで、外面腐食が生じる可能性がある	②配管外面の試料を採取し、塩化物等の有無を確認 ③漏えい箇所周辺の外面状況を確認	漏えい箇所が確認された穴周辺に錆と思われる変色があるが、同ラインの配管外面に有意な腐食は確認されなかった
配管構成及び系統使用状況	漏えい箇所は、 STPG370(炭素鋼)と SUS304TP(ステンレス鋼) の異材継手の炭素鋼側である	局部腐食 (ガルバニック腐食)	内包水の導電率が高いと炭素鋼から優先的に腐食が生じる可能性がある	①ファイバースコープによる内部確認 ④配管の肉厚測定 ⑤漏えい箇所を含めた配管内表面の確認	今後調査予定 (一部実施)
	震災時、SFPへ海水を注水している				
	系統水が滞留している	均一腐食 (全面腐食)	SFP水が存在していたことにより、腐食が発生した可能性がある	①ファイバースコープによる内部確認 ④配管の肉厚測定 ⑤漏えい箇所を含めた配管内表面の確認	震災後、使用していないためオリフィスによる減肉の可能性は低い
	漏えい箇所の上流にオリフィス設置	水の流れにより、配管内面の腐食が促進 (FAC)	オリフィス下流側に配管減肉の可能性はある		
	配管内に堆積物を確認	堆積物による腐食	堆積物の影響により配管内面に腐食が生じる可能性がある	①ファイバースコープによる内部確認 ⑥配管内部に確認された堆積物の堆積状態の確認および成分分析	今後調査予定 (一部実施)

8. SFP代替冷却の構築

- ✓ 漏えい箇所を切断，撤去することにより循環冷却運転は可能である。
- ✓ なお，FPCポンプ室／熱交換器室内は線量が高く被ばくの観点より点検が困難なことから，当該エリアからの漏えい及びこれに伴う長期冷却停止リスク（湯気発生によるオペフロ環境及び機器への影響）の低減を図るため，SFP代替冷却設備を設置する。
- ✓ 代替冷却手段としては，案①（FPCポンプ／熱交換器バイパスラインの構築）および案②（SFP取水源変更によるFPCポンプ／熱交換器バイパスラインの構築）が考えられるが，設置期間及び作業量が少ない案①を実施する。
- ✓ また，案①では，リスク低減の範囲が限定されることから，案③（冷却方式の変更）についても継続検討していく。

2号SFP系統概略図（代替冷却検討案）

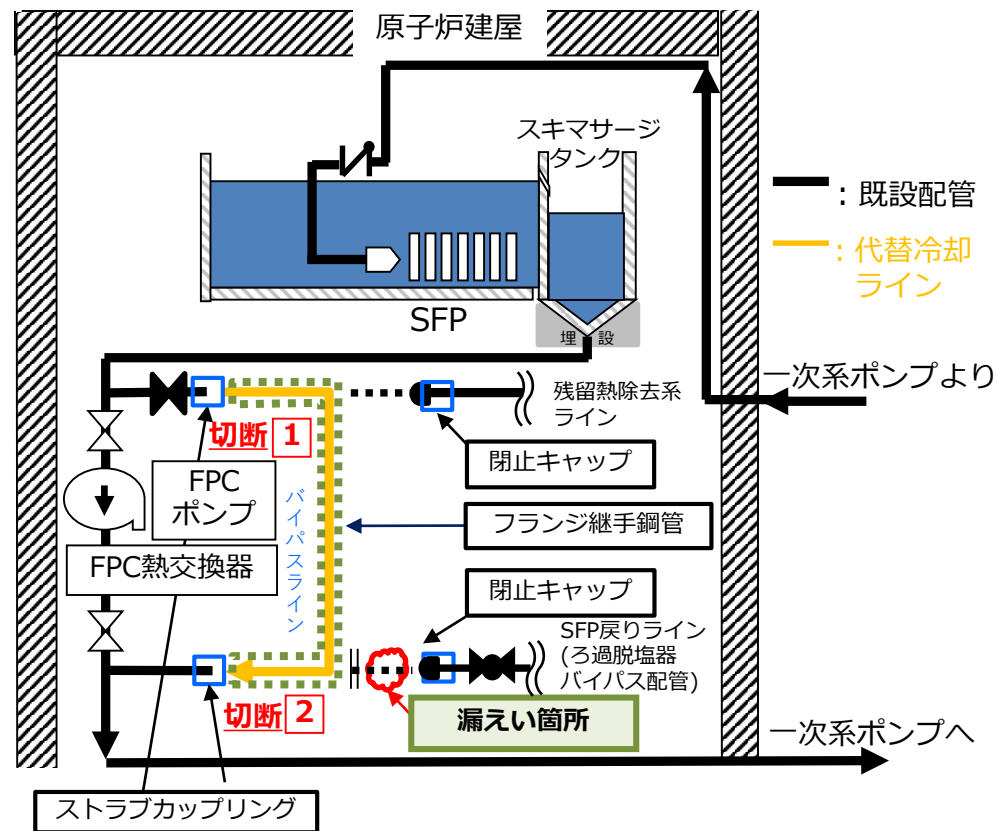


<参考> 代替冷却ライン設置配管切断箇所（イメージ図）

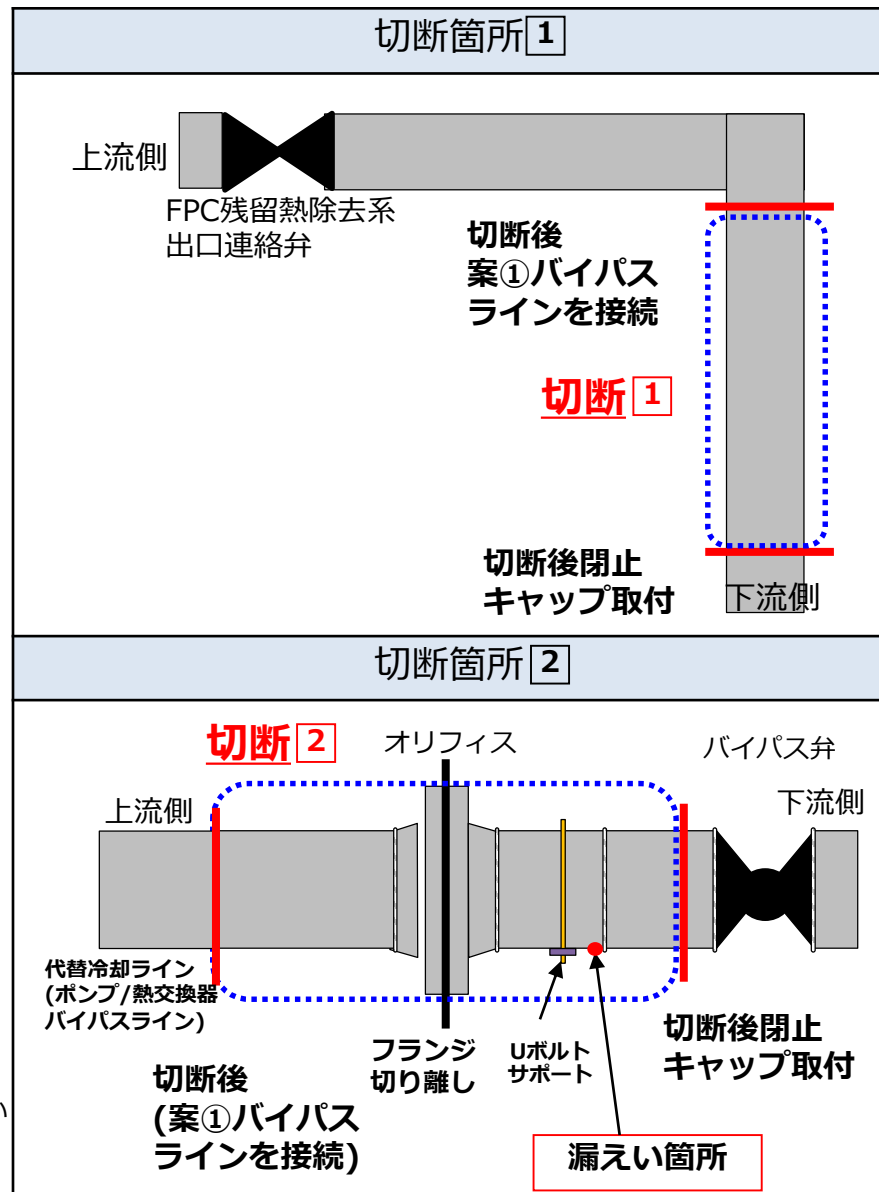
✓ 既設配管の切断・撤去を行い案①バイパスラインを構築する。既設配管の切断箇所を以下に示す。

切断箇所 ①: 残留熱除去系※ライン

切断箇所 ②: SFP戻りライン(ろ過脱塩器バイパス配管)

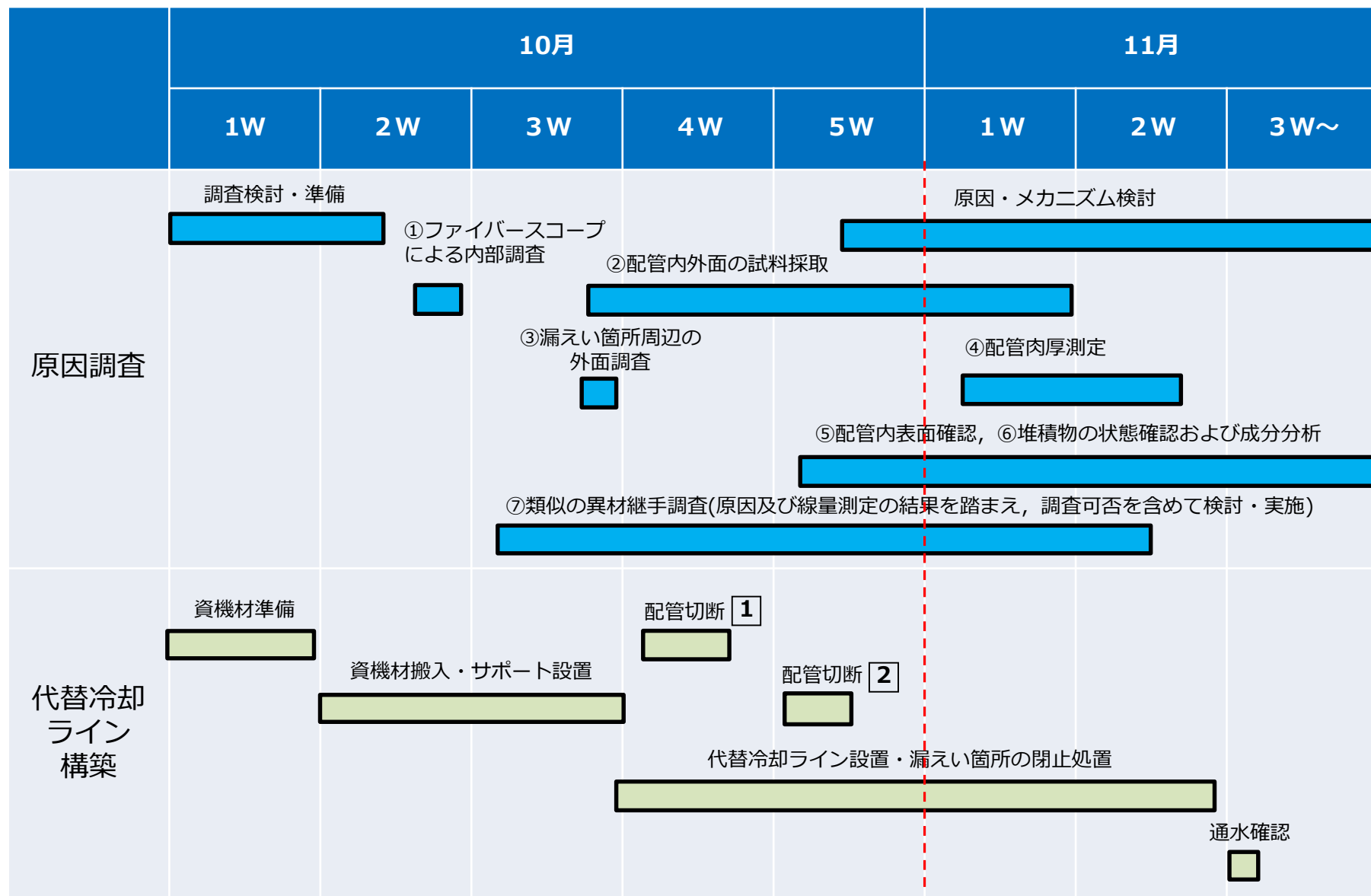


※残留熱除去系
原子炉停止後の炉心崩壊熱及び原子炉圧力容器・配管・冷却材中の保有熱を除去、原子炉冷却材喪失時等の炉心冷却等を行う。
本ラインは、FPC設備が点検等により使用出来ない場合に、FPC設備から切替を行い使用。



9. スケジュール

■ 原因調査及び代替冷却ライン構築等のスケジュールについて以下に示す。



以下,参考資料

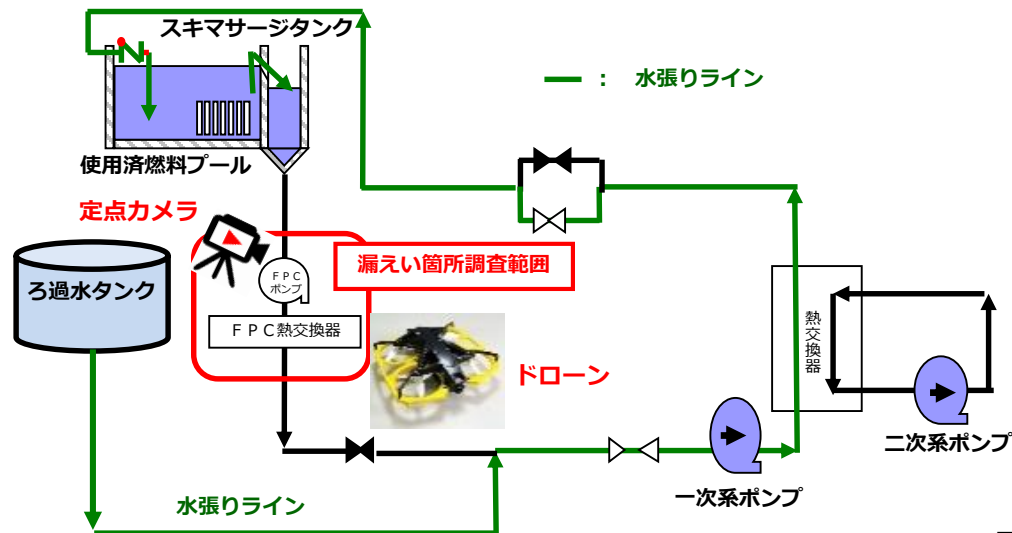
<参考> 漏えい箇所調査

- ✓ 2024年10月1日、ろ過水タンクからSFPスキマサージタンクに水張りを行い、FPCポンプおよびFPC熱交換器からの漏えい箇所について調査を実施した。

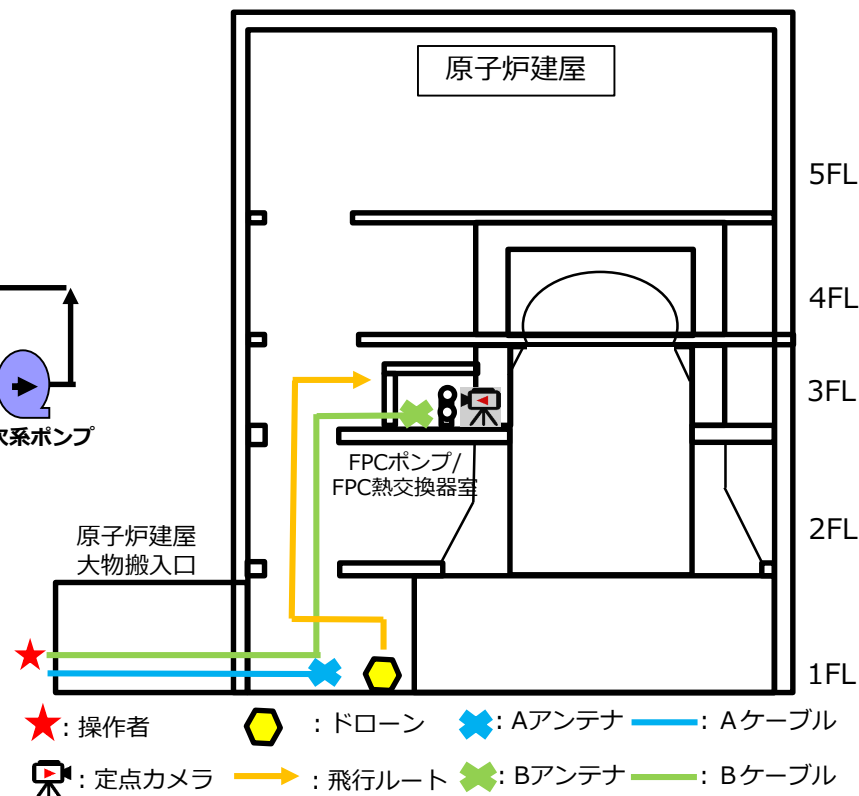
<調査方法>

- ① 定点カメラによる確認（FPCポンプ室・FPC熱交換器室に設置）
- ② ドローン飛行による確認
- ③ 直接目視による漏えい部位の確認

[水張り方法]



[調査イメージ]



[ドローン仕様]

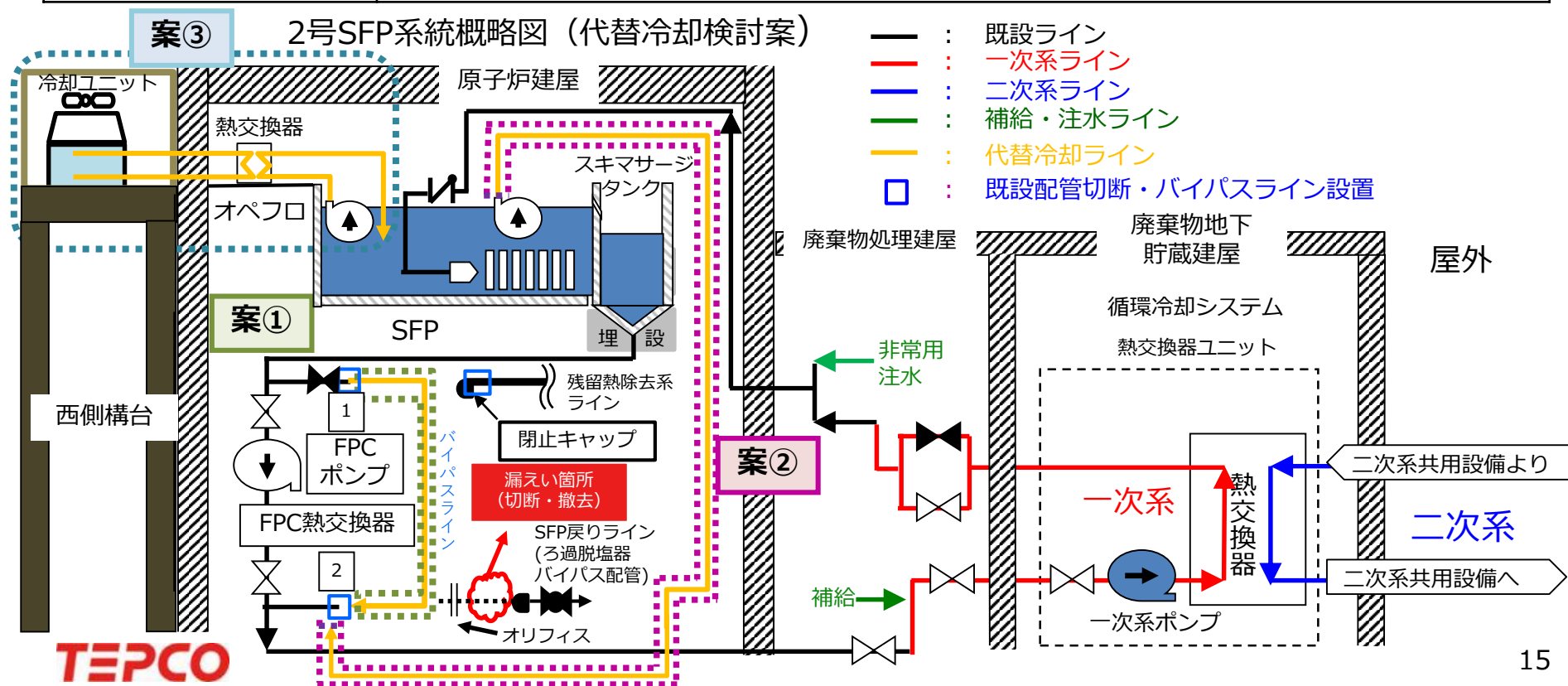


- ・ 寸法：199*194*58mm
- ・ 飛行時間：11分
- ・ 防塵/防水性能：IP51
- ・ 重量：243g

<参考> 代替冷却ラインの構築

- ✓ 漏えい箇所調査の結果を踏まえ、既設ラインの修復または案①～案③のいずれかにて代替冷却ラインを構築する。

案	設備概要
①バイパスラインの構築	FPC熱交換器・ポンプ室内の漏えい箇所を隔離し、鋼管でバイパスラインを構築する 【採用】
②取水源の変更	SFPからの取水先をスキマサージタンクからSFPに変更し、SFP から熱交換器ユニット入口へ接続する流路をホースで構築する
③冷却方式の変更	オペフロ及び西側構台に冷却ユニット等を設置し、SFPからの取水による循環冷却システムを構築する

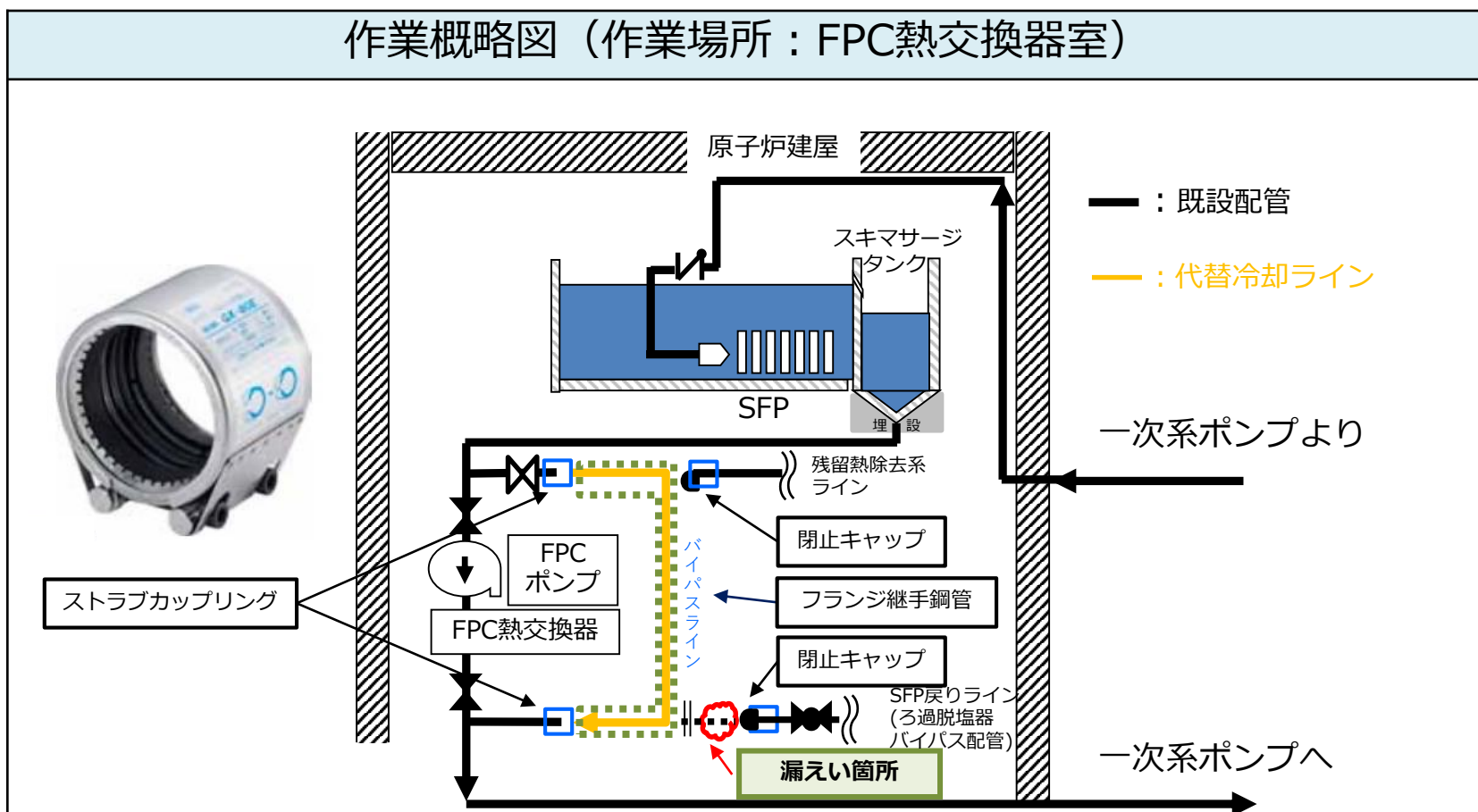


<参考> 案①バイパスラインの構築

■ 作業概要

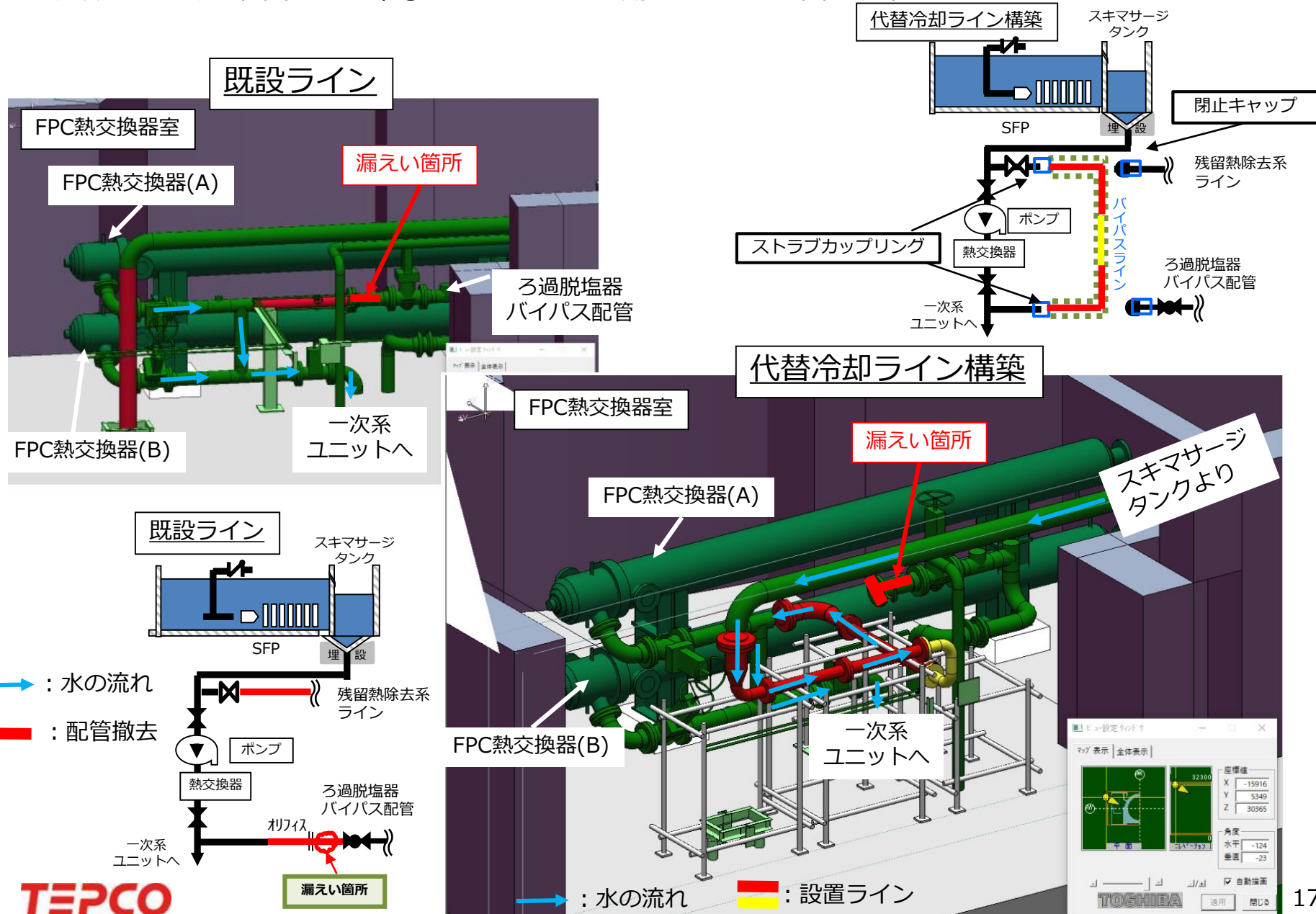
- ✓ 主配管より分岐している既設配管を切断し、ストラブカップリング及びフランジ継手鋼管によりラインを構築する。
- ✓ 被ばく低減および作業負担低減の観点から、FPC熱交換器室内のみの最短ルートでの施工とし、作業期間の短縮を図る。

作業概略図（作業場所：FPC熱交換器室）



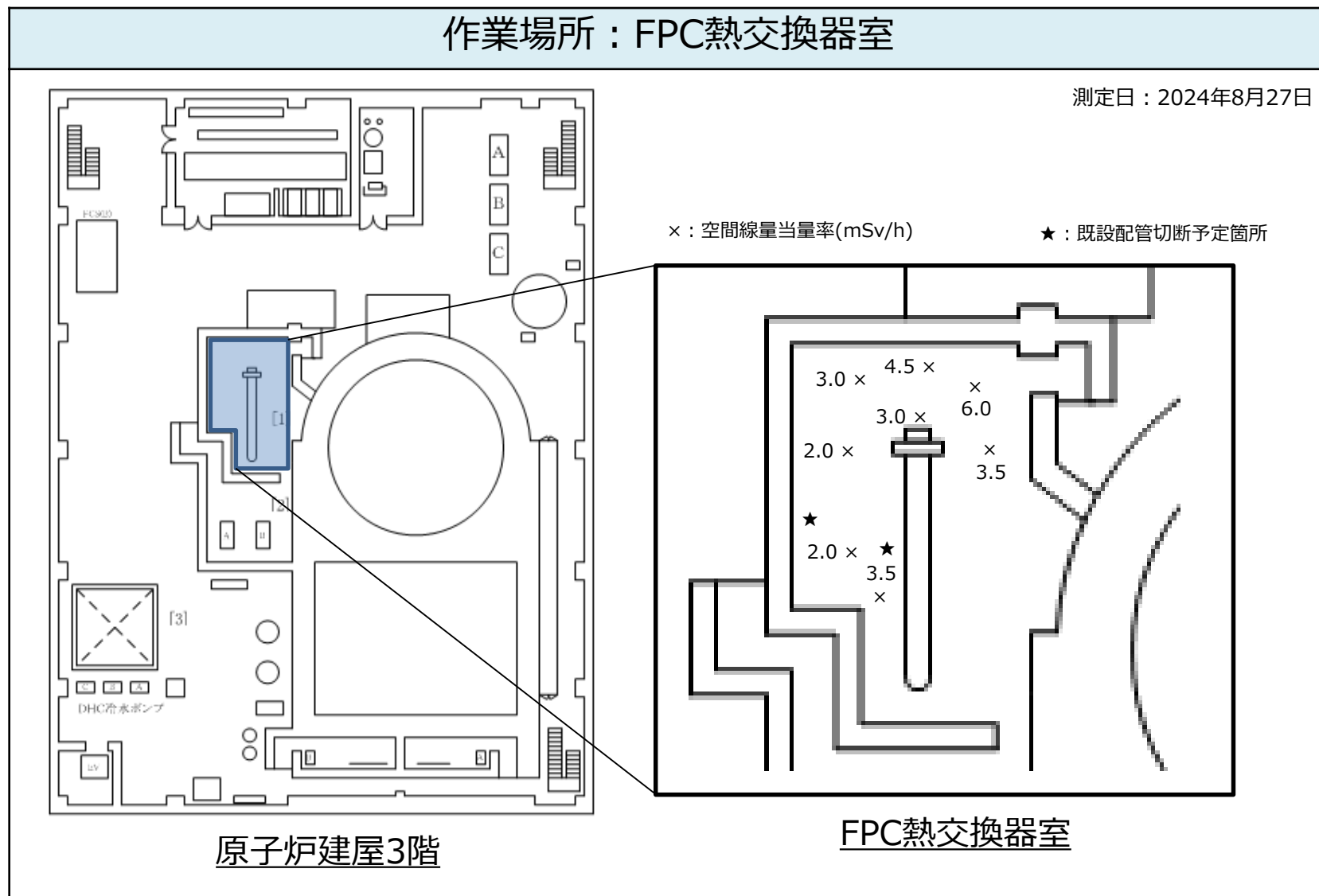
<参考> 代替冷却ライン設置（イメージ図）

✓ 既設ライン撤去範囲および案①バイパスライン設置のイメージ図を以下に示す。



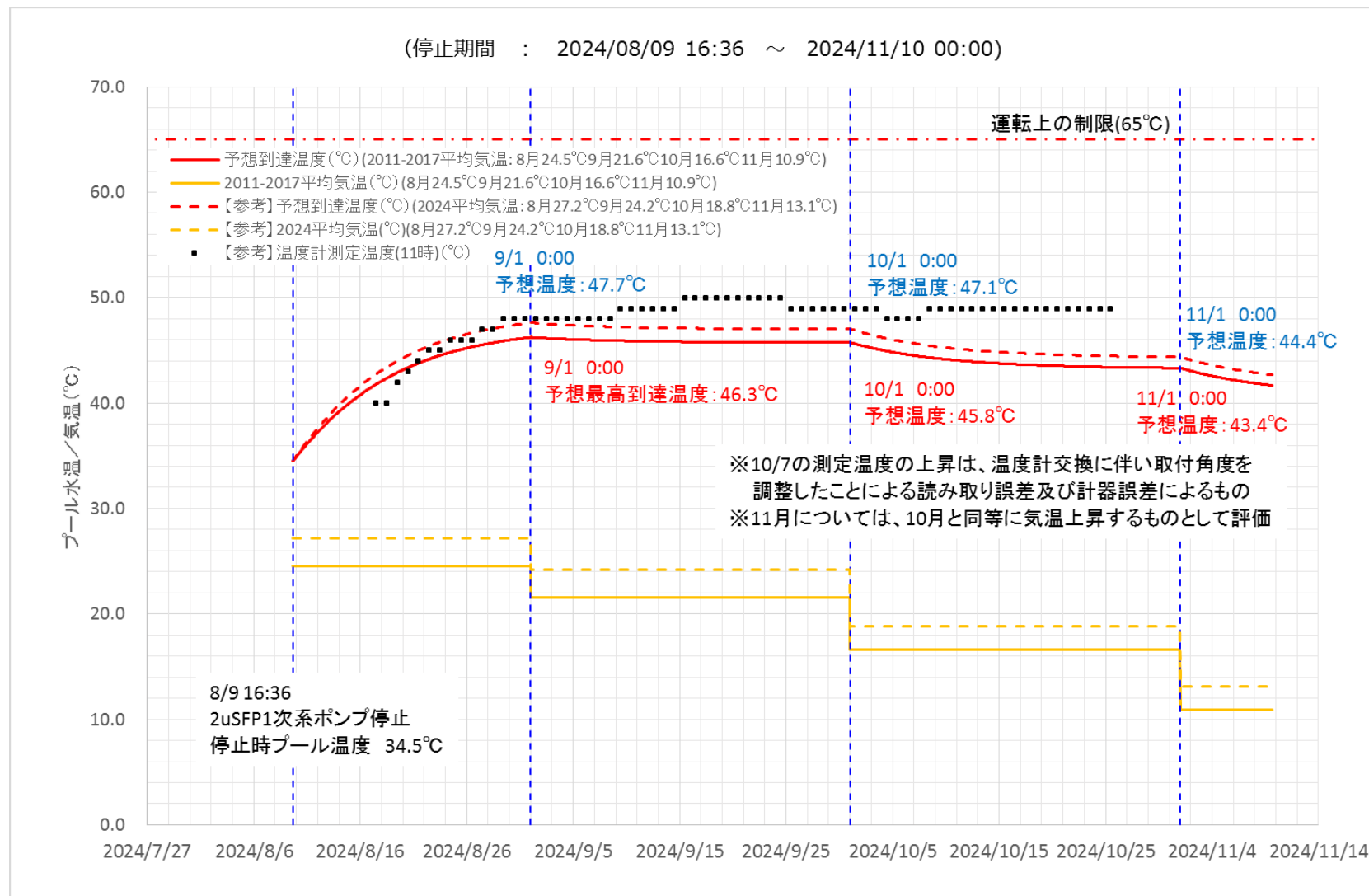
<参考> 空間線量当量率（FPC熱交換器室）

- 作業場所における空間線量当量率を以下に示す。



<参考> 2号機SFPの温度上昇予測

■ 冷却停止中の2号機SFPプール水温度評価において、プール水温度の初期上昇は0.06℃/h程度、プール水温度は最大で46℃程度と評価しており、運転上の制限である65℃に到達しないことを確認。



<参考> 2号機使用済燃料プールへの補給方法

- ✓ 現在の状況でも、2号機使用済燃料プールの水温は運転上の制限の65℃には到達しない。また、下記のとおり蒸発分については補給で賄うことが可能。
- ✓ 2号機SFP内のプール水について、自然蒸発等によって水位が低下した際においても、以下の方法によりろ過水を補給することにより、SFPの水位を維持することが可能。
 - ・ 通常時からのSFP補給ライン（下図①） ※ 一次系ポンプが運転・停止のいずれの状態においても補給可能
 - ・ 非常用注水ラインからのSFP補給ライン（下図②，③）

