

特定原子力施設監視・評価検討会
（第112回）
資料1-3

増設雑固体焼却設備廃棄物貯留ピット水蒸気等の発生による 火災警報発生事案への対応、原因と対策について

2024年4月26日

東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

1. 増設雑固体廃棄物焼却設備の概要
2. 事象概要
3. 廃棄物貯留ピットからのチップ・水の回収状況
4. 廃棄物貯留ピット内の水の状況
5. 廃棄物貯留ピットでの観測事象と推定されるチップの状態
6. 運転パラメータによる評価(今回事案が発生した推定要因)
7. 直接要因・背後要因
8. 直接要因への対策(増設雑固体焼却設備の復旧方針と工程案)
9. 背後要因への対策
10. 固体廃棄物の保管管理計画への影響評価 (影響なし)

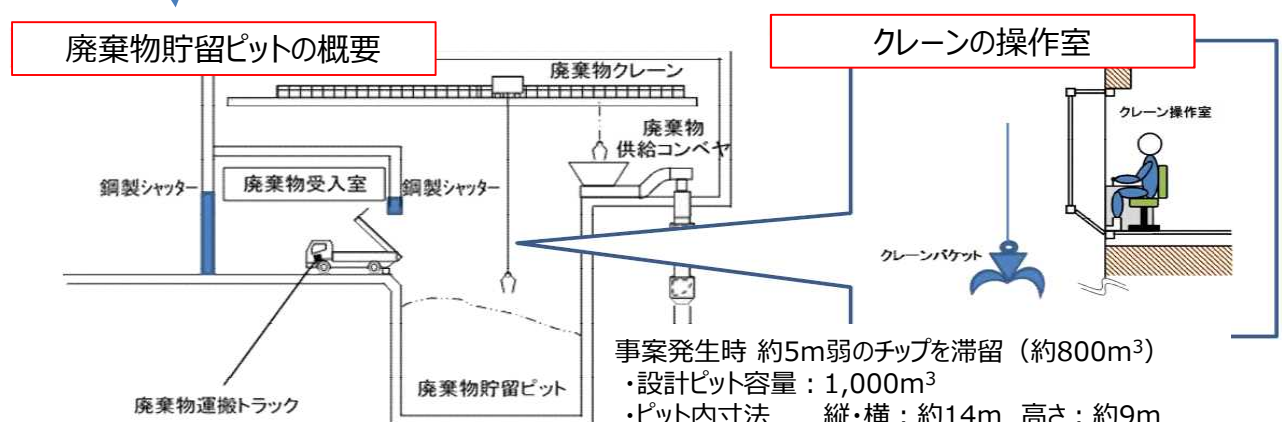
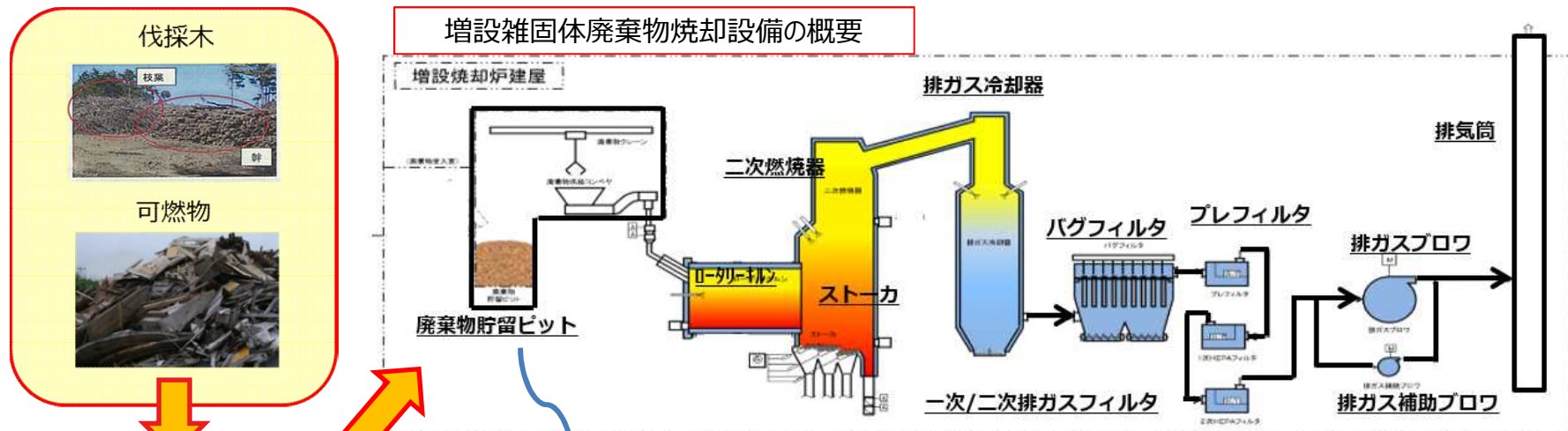
【参考1】 伐採木チップの表層深層の入替操作の経緯

【参考2】 運転パラメータトレンドグラフ

【参考3】 水蒸気等の発生の要因分析

1. 増設雑固体廃棄物焼却設備の概要

- 増設雑固体廃棄物焼却設備により、発電所構内の雑可燃廃棄物の焼却処理を行う。
- 対象の雑可燃廃棄物として、構内の伐採木をチップ化したものを主に焼却処理している。
- 焼却炉（ストーカ）で焼却処理する伐採木チップ等は、運搬トラックから廃棄物貯留ピットに一旦受け入れたうえで、廃棄物クレーンにより焼却炉に投入される。



2. 事象概要

- 2月22日 03:37 増設雑固体廃棄物焼却建屋5階廃棄物貯留ピット火災報知器が作動
- ・監視カメラにより、現場の火元なしを確認
 - ・その後、水蒸気等の発生により、火元なしの視認ができなくなった
- 2月22日 05:58 公設消防に通報
- 2月22日 14:08～20:09 火災報知器作動で停止していた排気設備を復旧
- ・滞留している水蒸気等の排気を継続的に実施
 - ・視認性が確保できる状況まで解消に至らず
- 2月23日 00:40 廃棄物貯留ピット内への注水を開始
- 2月24日 14:47 公設消防より「非火災」と判断
- 2月25日 14:03 廃棄物貯留ピットへの注水停止（注水量合計 約1,200m³）
～ 廃棄物貯留ピット上部温度は低下、ピット内伐採木チップ等はほぼ水没



通常時

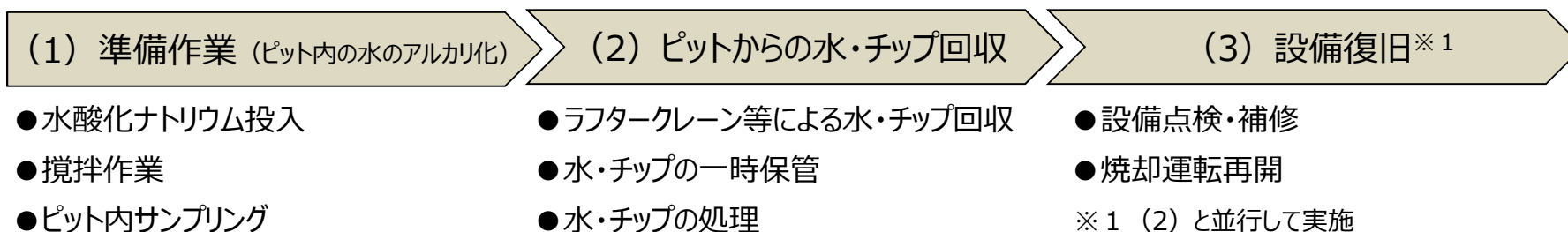


3/7撮影 廃棄物貯留ピット内の状況

現在、ピット内の水とチップの量は、表層のチップ高さ（約7m）を考慮すると約1,400m³となりチップの量、注水量の合算と齟齬がある。これは水蒸気として放出された影響、チップが水を吸収した影響などが考えられる。そのため現在のピット内の水の量は、600m³程度と想定

3. 廃棄物貯留ピットからのチップ・水の回収状況（1 / 4）

- 下段の作業ステップに則り、3/8より準備作業として、弱酸性である廃棄物貯留ピット（以下、ピット）内の水のアルカリ化の作業を開始。また、3/22よりピットからのチップ回収作業を開始した。



- (1) ピット内の水は弱酸性であり、硫化水素の発生抑制や躯体のコンクリートの劣化防止の観点から、アルカリ化作業を実施したが、ピット内の水は弱酸性のまま変わらなかった。アルカリ化はできなかったが、ピット内水のサンプリング結果等により、硫化水素発生の可能性は低いと判断し、ピットからの水・チップ回収作業を開始した。
- (2) ラフタークレーン・パワープロベスター（以下、パウプロ）等の重機を用いて、水・チップの回収を実施※2回収した水は、浮遊物質（SS）の処理等が必要なことから、溶接タンクに一時保管を行う。チップは乾燥処理後、一時保管等を行う。
- (3) 設備復旧については、ピット内の水・チップの回収状況をふまえ、設備点検・補修を実施していく。

※2：回収作業

ピットは水を溜めることを想定した設計ではないこと。また、ピット内の水はpH4.6の弱酸性であるもののコンクリートの劣化進行を抑制するために、ピット内の水とチップの回収を行う。

3. 廃棄物貯留ピットからのチップ・水の回収状況（2 / 4）

■ チップ回収作業

・3/22より、ラフタークレーンを用いたチップ回収作業を開始



ラフタークレーン配置

メッシュカゴ巻き下げ

メッシュカゴ巻き上げ

水切り※

➤ 回収実績 4/24現在

- ・チップ 累計：約180m³回収（廃棄物貯留ピット内想定貯留量：約800m³）
- ・水 累計：約14m³回収（廃棄物貯留ピット内想定貯留量：約600m³）

➤ 安全対策

・ガス災害防止

- 作業開始前から終了まで、硫化水素、酸素濃度等を測定
 - 中止基準*（酸素濃度18%未満、硫化水素0.1ppm以上）で作業中止のうえ避難
- *) 酸素欠乏症等防止規則（昭和四十七年労働省令第四十二号）を参照。硫化水素は、法令値の1/100を設定

・重機災害防止

- ピットへの転落防止のための車止めの内側に配置
- 巻き込み防止のための重機稼働中は作業員の接近禁止

・飛散防止

- 作業員装備：カバーオール+透湿性防水スーツ、布手袋+ゴム手+防水手袋、全面マスク
- 水切り等に伴う飛散防止のための堰の設置、水切りの後の水のピット戻し
- チップ移送時の水密加工を行った容器によるチップ移送

3. 廃棄物貯留ピットからのチップ・水の回収状況（3 / 4）

■ チップの乾燥、容器詰め作業（解体タンク部材一時保管施設テント等）

- ・3/22より、回収したチップの乾燥作業を開始



チップ受け取り



チップ敷き均し（一次乾燥）



乾燥棚による乾燥（二次乾燥）



乾燥後チップ

➤ 安全対策

・ガス災害防止

- 作業開始前及びチップ受入時に硫化水素の濃度を測定

・飛散防止

- 作業員装備：カバーオール＋透湿性防水スーツ、布手袋＋ゴム手＋防水手袋、全面マスク（チップ受取作業員以外は、透湿性防水スーツは下のみ）
- チップ受け取りエリアは区画し、他作業エリアの作業員が立ち入らないように制限

・漏洩防止策

- 作業エリアを養生し堰を設置（また、建物自体が堰構造となっている）

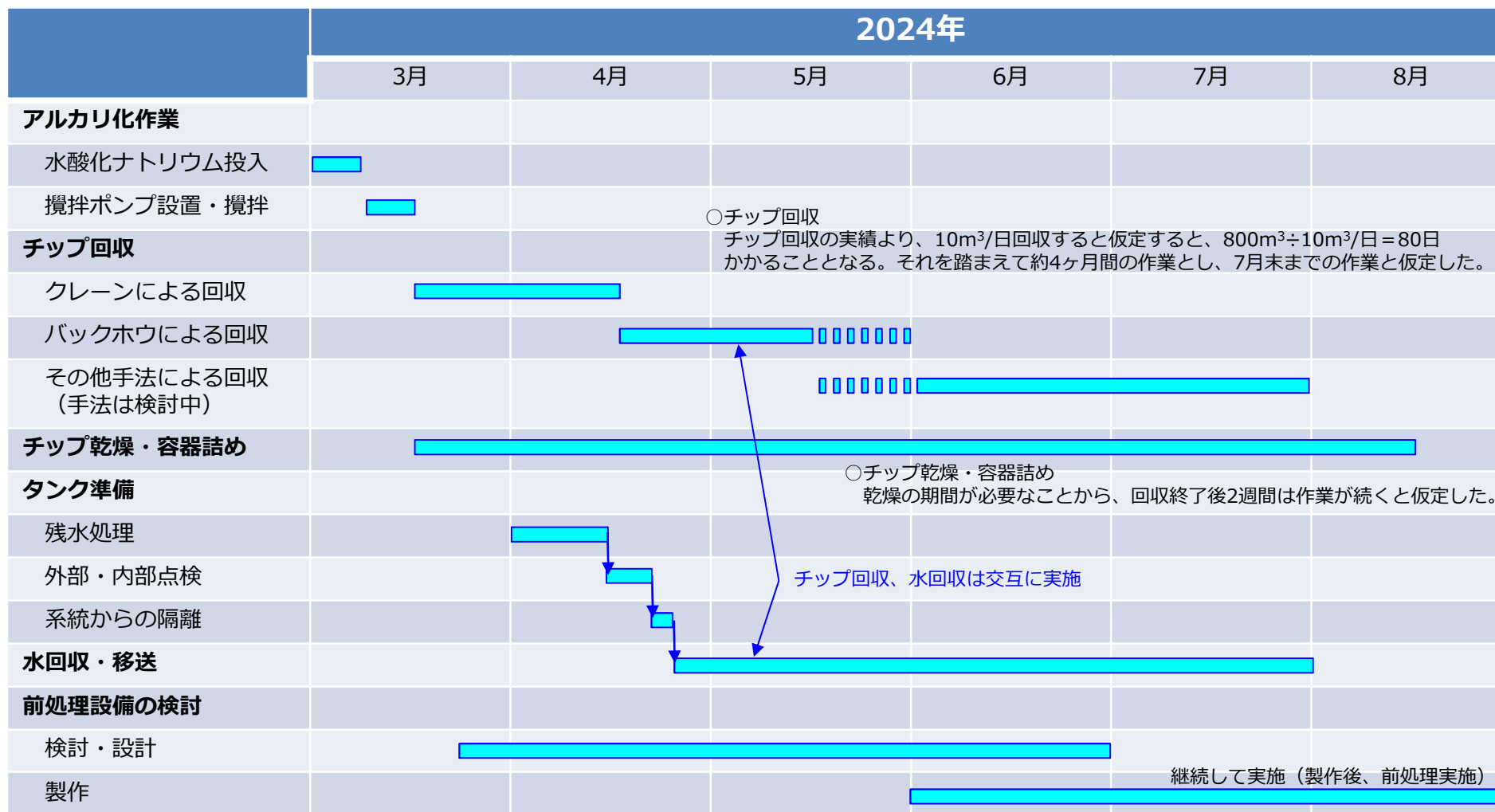
・ダスト飛散防止策

- 作業開始前と作業中のダスト測定を実施*

*) 本作業は繰り返し作業のため、継続してダスト測定を実施し、放射性物質が検出されなければ測定頻度を見直す

3. 廃棄物貯留ピットからのチップ・水の回収状況（4 / 4）

■ 作業工程



4. 廃棄物貯留ピット内の水の状況（1 / 3）

■ 回収した水の一時貯留の必要性

➤ ピット内の水

- ・ピット内の水の分析結果より、放射性物質の濃度は浄化前の5 / 6号機滞留水より低い（下表参照）
- ・一方、浮遊物質（SS）や全有機炭素（TOC）、化学的酸素要求量（COD）などが確認されている
- ・そのため5 / 6号機滞留水貯留設備で浄化するには前処理が必要
- ・前処理設備については現在、検討中

➤ ピットからの水の回収の必要性

- ・ピットは内面にエポキシ樹脂塗料が施されており、防水効果は見込めるものの、水を貯めるためのピットとしての設計ではないこと
- ・管理区域内にピットからの水の滴下が確認されていること

現在、検討中の前処理設備については検討、製作等に時間がかかることから、水の一時貯留が必要な状況



ピット内の水

ピット内の水 分析結果
(3/21採取)

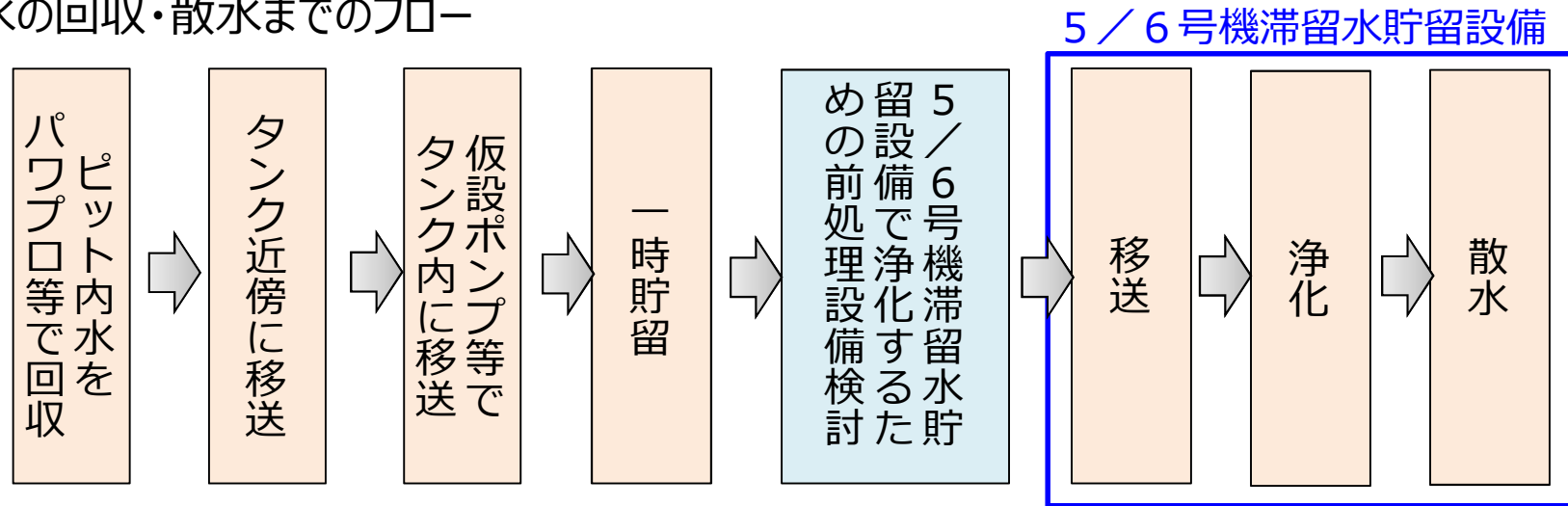
分析項目	単位	試料採取日
		2024.3.21
Cs-134	Bq/L	<4.868E+00
Cs-137	Bq/L	5.240E+01
Co-60	Bq/L	-
Sb-125	Bq/L	-
全β放射性	Bq/L	8.784E+01
全α放射性	Bq/L	<3.612E+00
Sr-90	Bq/L	1.304E+01
H-3	Bq/L	<9.528E+01
pH	-	4.4
導電率	μS/cm	1800
カルシウム(Ca)	mg/L	140
マグネシウム(Mg)	mg/L	32
ナトリウム(Na)	mg/L	230
カリウム(K)	mg/L	88
アンモニア(NH4)	mg/L	5.6
塩素(Cl)	mg/L	23
硝酸(NO3)	mg/L	160
硫酸(SO4)	mg/L	24
SS(浮遊物質)	mg/L	27
TOC(全有機炭素)	mg/L	2200
COD(化学的酸素要求量)	mg/L	1100
油分	mg/L	15
発泡性	-	有
SiO2	mg/L	58
不溶性鉄	mg/L	0.8
溶解性鉄	mg/L	13

ピットの水と5 / 6号機滞留水との比較

分析項目	単位	5/6号機滞留水 (浄化前)	ピット内の水
		2024.3.15採取	2024.3.21採取
Cs-134	Bq/L	2.4	<4.9
Cs-137	Bq/L	158.2	52.4
全β放射性	Bq/L	365.4	87.8
H-3	Bq/L	5152.0	<95.3

4. 廃棄物貯留ピット内の水の状況（2 / 3）

■ 水の回収・散水までのフロー



■ 5 / 6号機滞留水貯留設備による浄化

- 5 / 6号機滞留水貯留設備で浄化する場合の水質目安と分析結果を比較すると、前処理を行えば浄化が可能と考えている

ピット水は汚染水低減も考慮し、5 / 6号機滞留水貯留設備へ移送、浄化し散水（下表散水基準）

項目	管理値	備考
主要核種の告示濃度限度比の和	0.21以下	
その他人工核種*	検出されないこと	*Co-60等

5/6号機滞留水設備 水質目安との比較

分析項目	単位	5/6号機滞留水設備 水質目安	ピット内の水
			2024.3.21採取
Cs-134	Bq/L	10	<4.9
Cs-137	Bq/L	30	52.4
Sr-90	Bq/L	100	13.0
カルシウム(Ca)	mg/L	52	140
マグネシウム(Mg)	mg/L	56	32
塩素(Cl)	mg/L	330	23
SS(浮遊物質)	mg/L	<5	27
COD(化学的酸素要求量)	mg/L	<30	1100
油分	mg/L	<10	15

4. 廃棄物貯留ピット内の水の状況 (3 / 3)

■ 5 / 6号機滞留水貯留設備 概要

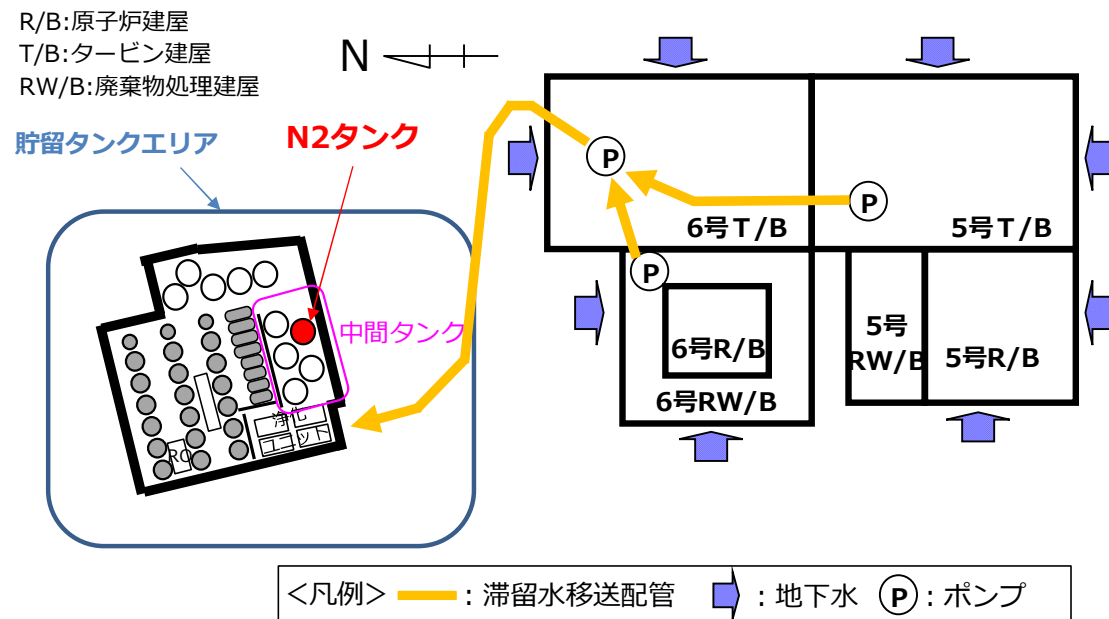
5 / 6号機滞留水貯留設備は、タービン建屋等に流入する地下水等を貯留タンクエリアへ移送し、浄化した後にタンクに貯留及び構内散水する設備

■ 一時貯留用タンクの選定

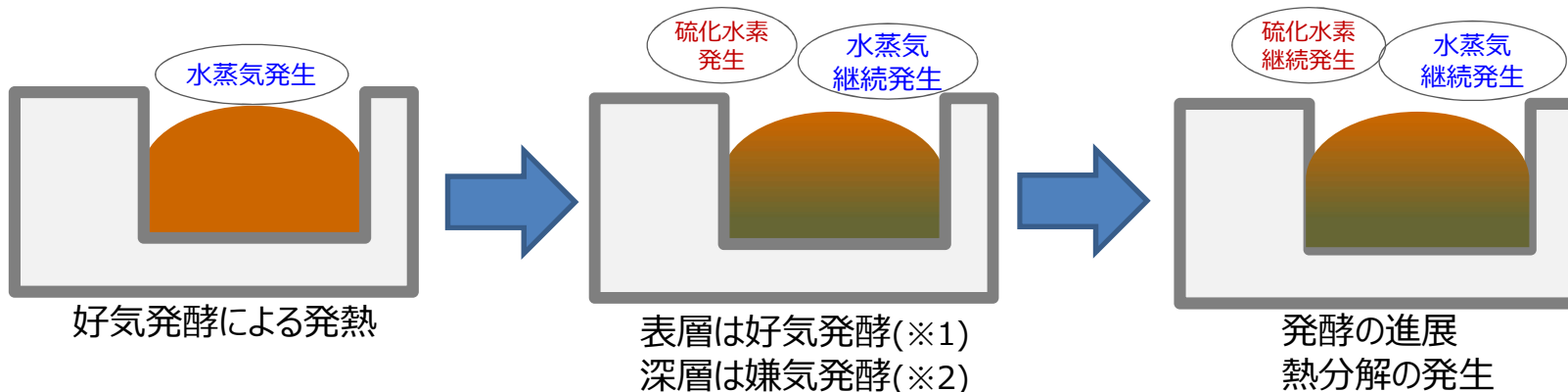
- ピット内の水の一時的貯留するタンクは、以下の条件により選定
 - ・漏えいリスクが低い、溶接タンクであること
 - ・ピット内の水を貯留できる容量であること
 - ・5 / 6号機滞留水貯留設備の運用に、影響が少ないこと
- 上記を考慮し、中間タンク（以下、Nタンク）5基のうち、現在予備として運用している1基（N2タンク）を使用することとした。

○ N2タンク仕様

容量：1,160m³
 材質：SM400C
 板厚：側板12.0mm
 底板12.0mm
 高さ：13,000mm
 内径：11,000mm
 内面塗装：エポキシ塗装



5. 廃棄物貯留ピットでの観測事象と推定されるチップの状態



	～2/20	～2/21	2/22 未明～
観測事象	水蒸気の発生を確認 ※ 水蒸気の発生時には、伐採木チップの表層深層の入替操作を実施。 表層深層の入替操作により、これまでは水蒸気発生が収まっていた。	2/20 21:30 ピットで異臭 2/21 a.m. 水蒸気の継続発生 刺激臭 2/21 22:00 硫化水素を確認	火報発報 2/22 3:37 注水実施 2/23 0:40
推定されるチップの状態	<ul style="list-style-type: none"> 好気発酵が発生 深層部が蓄熱しやすい 	<ul style="list-style-type: none"> 好気発酵が活性化 発酵熱の増加により表層の温度が上昇、さらに発酵が進展 深層部で酸素不足 嫌気発酵へ移行・硫化水素発生 	<ul style="list-style-type: none"> 発酵熱の増加によりチップの熱分解が発生 その後の注水により冷却され、蒸気は停止、発酵は抑制

屋外保管により、搬入時点で伐採木チップ自体に微生物が付着していたことが、発酵の起因と推定。

※1 好気発酵：酸素がある状態で活発に活動する微生物が有機物を分解する発酵のこと。酸化反応による発酵熱が発生する。

※2 嫌気発酵：酸素に触れない状態で活動する微生物が有機物を分解する発酵のこと。

6. 運転パラメータによる評価(今回事案が発生した推定要因)

運転パラメータ（運転状態、ピット内貯留量、ピット内チップ等表面温度、外気温度）に着目して評価をおこなった（参考2を参照）。

- 長期停止（①2022年9月頃、②2023年3月頃）または断続的停止状態（③今回）では、外気温度に比べ、チップ表面温度との差が大きいことを確認。
長期間にわたりチップがピット内に一定量存在していた場合は、チップの発酵が促進され、発熱が大きくなっていたと推定。
- 外気温度とピット表面温度との差が大きい状況は、長期停止時と今回も同様であるが、チップの貯留量の観点では、今回は比較的多い状態であったことを確認。
(2022年9月頃：約700m³、2023年3月頃：約400m³、今回：約800m³)
このため、チップの発酵による総発熱量(蓄熱傾向)は、今回が大きくなっていたと推定する。
なお、過去実績には約1,000m³貯留したことはあるが、水蒸気の発生は認められず、ピットの貯留期間が比較的短かったためと想定している。



屋外保管により伐採木等へ微生物が付着していたことを起因に、

(1)廃棄物貯留ピット内に長期間に渡る伐採木チップが一定量存在した

(2)廃棄物貯留ピット内に伐採木チップが運転実績として比較的多く残存（滞留）

これらの状況により、今回、チップ等の発酵による大きな発熱に至ったと推定している。

7. 直接要因・背後要因

■ 事実関係

- (1) 廃棄物貯留ピット内に**長期間にわたり伐採木チップが一定量存在した**
- (2) 廃棄物貯留ピット内に**伐採木チップが運転実績として比較的多く残存（滞留）**していた

■ 直接要因

- 一定量・長期間チップを貯留させないことが運用手順書に反映されていなかったこと

■ 背後要因

- チップ貯留による発酵熱はハザードとして認識していたが、ある一定量が長期間にわたり滞留した場合、今回のように発酵熱が大きくなることを、設計プロセス初期段階でリスク分析できておらず、その対応策を明確にしていなかった。
- 従って、このような留意すべき内容を、運用手順書へ反映することができなかった。

<背後要因 補足>

- 一般産業界の焼却設備は、連続焼却を前提としている。このため、軽微な不具合では、全設備を停止せずに復旧、運転を継続している。
- 一方、福島第一の設備は、放射性物質が系外へ漏えいしないように考慮された設計となっており、シール箇所破損、焼却灰詰まりの除去にあたり放射線管理上の安全を考慮した作業を行うため、焼却を停止して対応する必要があった。
- また、ピット内に移送したチップを、ピット内から取り出す設備は無く、他に一時保管する場所も無い。
- なお、運用時に水蒸気が発生していたが、表層深層の入替操作により緩和されたことから、蓄熱の抑制ができていると考えていた。

8. 直接要因の対策（増設雑固体焼却設備の復旧方針と工程案） TEPCO

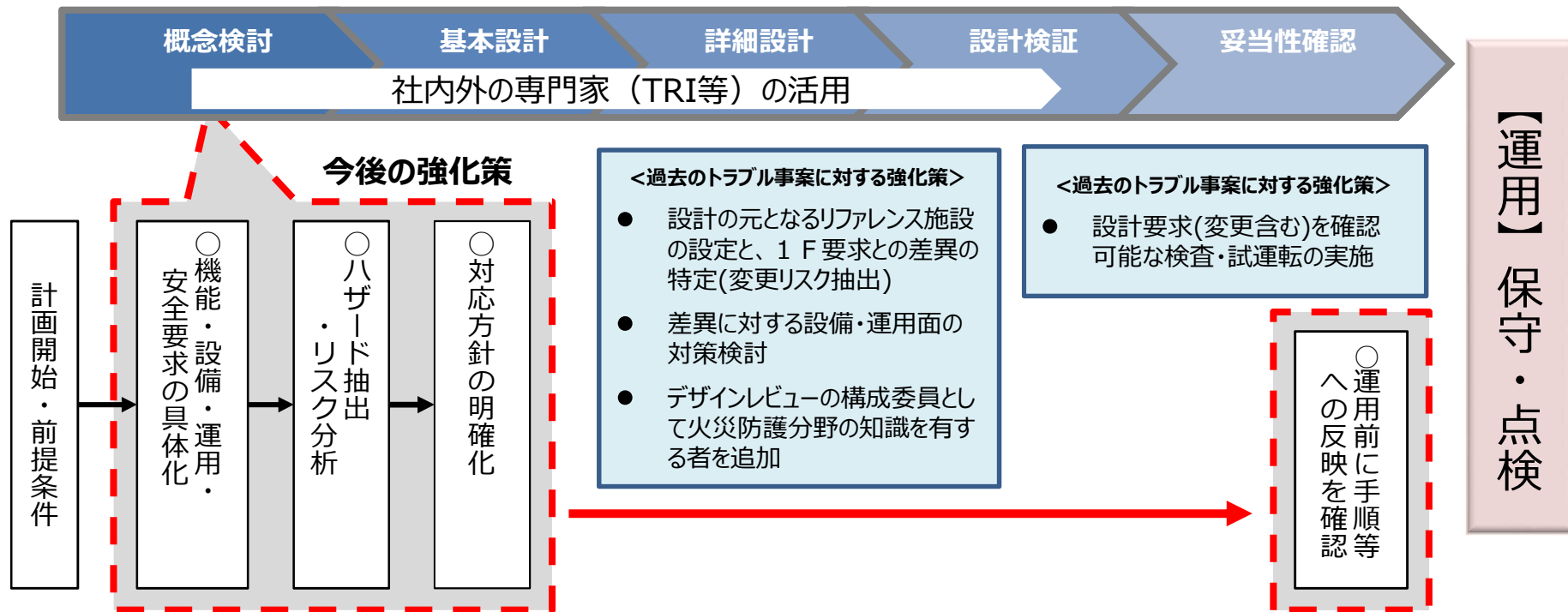
- 本設備の復旧方針は、原因を踏まえ、伐採木チップを、ある一定量が長期間にわたり滞留させない運用へ見直すこととする。
- 具体的な運用としては、焼却設備が不具合停止した場合は、チップ化作業を中止することを明確にする、既に作成したチップを当該ピット以外に一時保管できる場所を設定する等が必要と考えている。
- 引き続き、見直しする運用内容やそれを実現するために必要な監視等の設備面の対策の検討については、社内外の専門家(例えば、経営技術戦略研究所(以下、TRI))の助言やチップ類の焼却施設の設備・運用状況を参照し、今後体制を強化して実施する。



9. 背後要因への対策

増設雑固体焼却設備のような廃炉中長期実行プランに係わる工事のうち、新規設備の建設、大規模改造工事を行う場合に、以下のとおり設計プロセス初期段階を強化し再発防止を図る。

- ハザードの抽出・リスク分析にあたっては、社内検討の強化として、ハザード抽出の考え方の整備および社内外の専門家(TRI等)を加えたプロセスを追加する。
- 設計プロセスの初期段階(概念検討)で、ハザード抽出・リスク分析を踏まえた対応方針を明確にし、後段のプロセスに確実に反映されるように見直す。
また、運用開始前に手順等へ反映されていることを確認する。



10. 固体廃棄物の保管管理計画への影響評価（影響なし）

○保管管理計画への影響について

「東京電力ホールディングス（株）福島第一原子力発電所の固体廃棄物の保管管理計画（2023年11月版）」において、2028年度内の屋外一時保管解消に関する評価を行っている。

増設雑固体廃棄物焼却設備について、2028年度内の屋外一時保管解消に向けた運用期間は、2023年7月から数え69カ月に対し、今後発生する伐採木を含む雑可燃物の保管量から処理期間は57カ月であり、1年間の余裕があるとしている。※

本事象に伴う、当該焼却設備の復旧の詳細については検討中であるが、停止期間が1年を超えた場合、屋外一時保管の解消が未達となる。

但し、既設の雑固体廃棄物焼却設備にて、雑可燃物を焼却することを見込むことで、2年程度運転を停止した場合でも、2028年度内の屋外一時保管解消は達成する見込み。

※運転期間は、設備点検期間を考慮して年間200日処理、処理量は9,300m³/月として算出

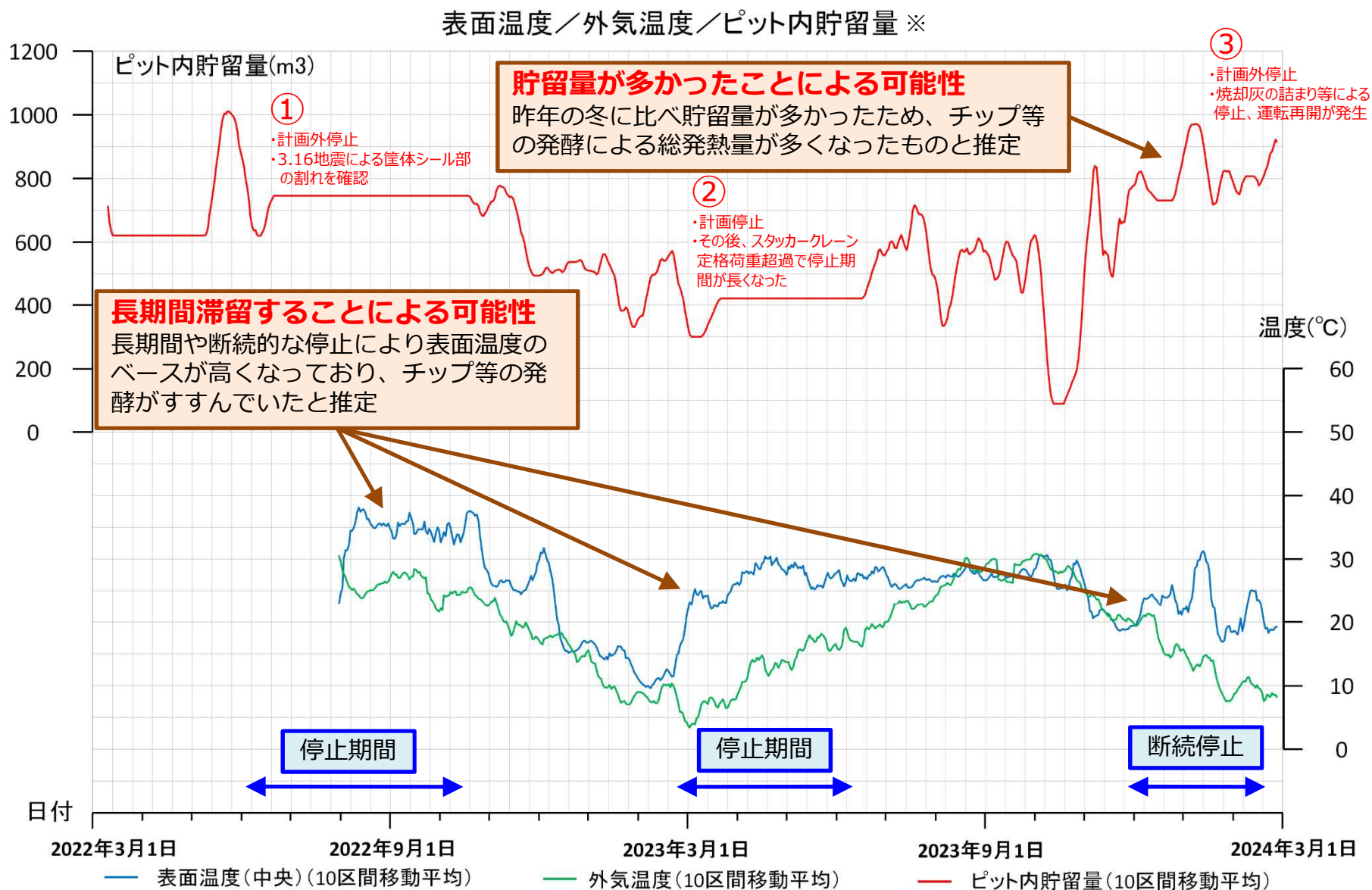
■ 経緯

- 増設雑固体廃棄物焼却設備については、2022年 5月11日に運用を開始。
- 当初は伐採木チップの乾燥を目的として1週間に1回程度、表層深層の入替操作を行っていたが、クレーンで伐採木チップを持ち上げた際に、水蒸気を目視にて確認したことから貯留ピット内の蓄熱抑制を目的として、2022年 7月27日より表層深層の入替操作を週2回（毎週火・金曜日）で開始。
- 更なる蓄熱抑制を目的として、2022年8月16日より週2回から2日間毎に表層深層の入替操作の頻度を上げた。
- 2日間毎の表層深層の入替操作によって、水蒸気が緩和されたことから、この操作を継続し、現在に至る。

■ 気づき

- 運用時に水蒸気が発生していたが、表層深層の入替操作により緩和されたことから、蓄熱の抑制ができていたと考えていたことから、あらためて専門家等に対応を訊くことには繋がらなかった。
- 水蒸気発生のような現場状態の変化・兆候を確認した場合は、コンディションレポート(CR)を発行、気づきを共有し改善に繋げる。変化・兆候をCRで共有することを、繰り返しカンパニー内へ発信する。

【参考2】 運転パラメータトレンドグラフ



※ 貯留量は、2023年5月以前は受入量と焼却量から算出した評価値、2023年6月以降は実測した貯留高さに面積を乗じて算出

【参考3】水蒸気等の発生の要因分析

- ▶ 水蒸気等が発生する要因について分析。
- ▶ 分析の結果、水蒸気等の発生は、機器起因、燃料起因等では無く、伐採木チップの滞留期間長、貯留量大による発酵熱と考えられる。

