

多核種除去設備の ホット試験について

平成25年4月25日

東京電力株式会社

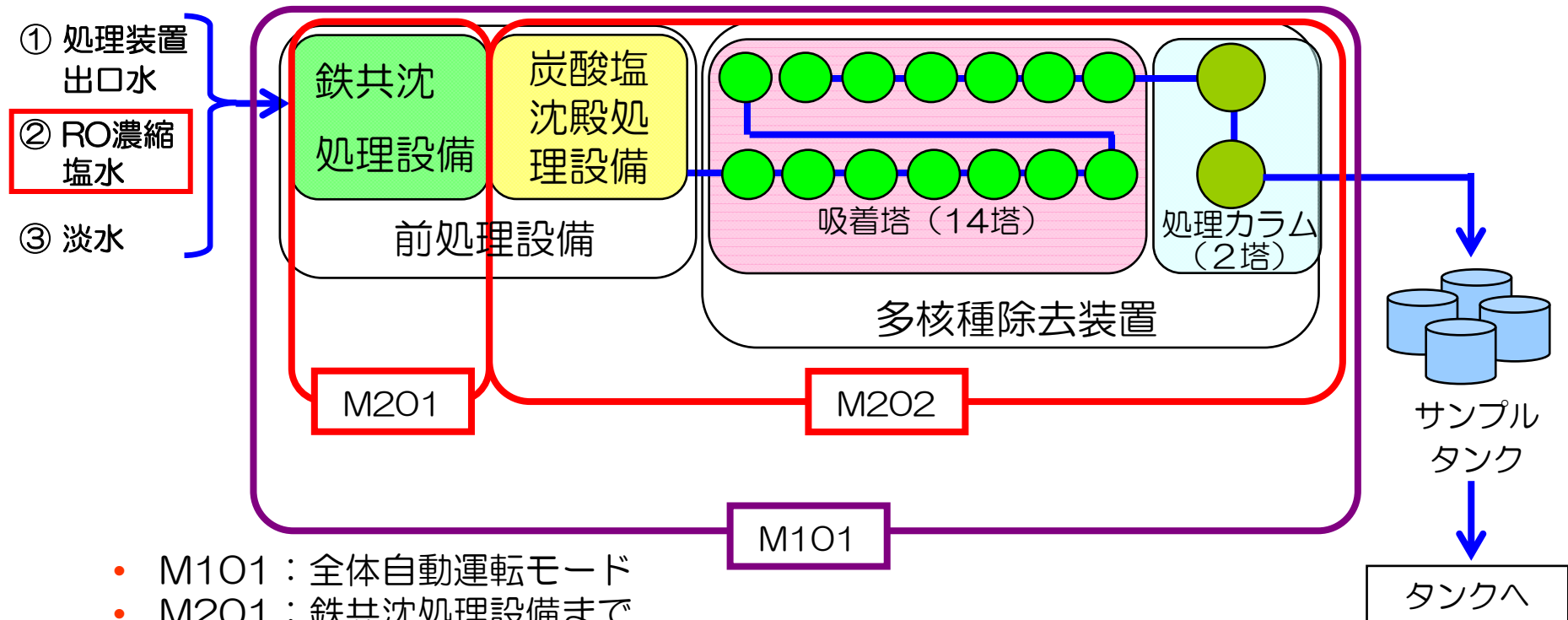


東京電力

ホット試験の状況について

ホット試験概要（A系ホット試験）

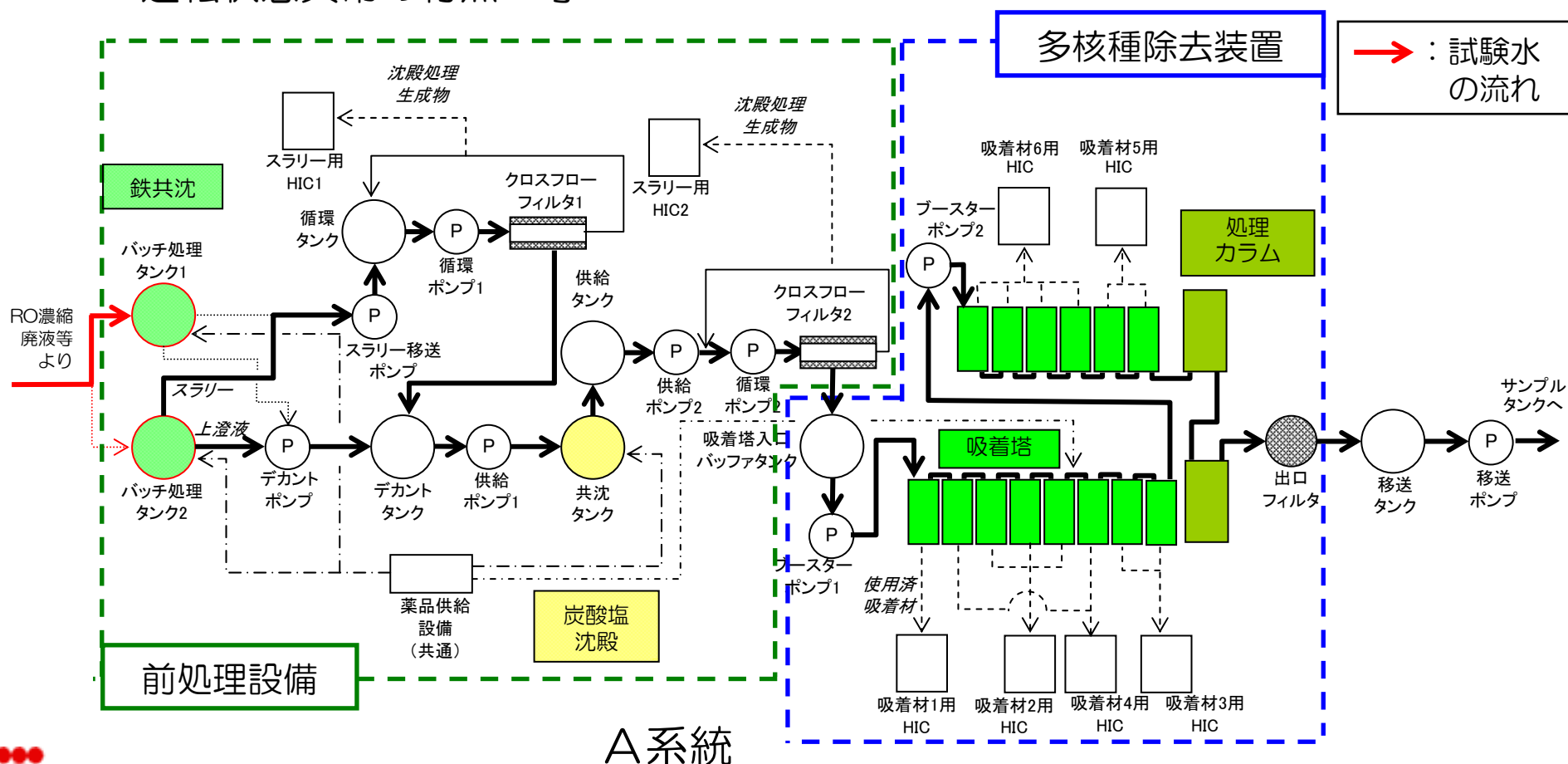
- これまで実施したコールド試験において、ろ過水による各機器の水張り漏えい確認、機器単体の試運転、系統運転（M101, M201, M202）等を確認済み
- ホット試験は処理対象水であるRO濃縮塩水（汚染水）を用いて以下を実施
 1. RO濃縮塩水受入試験
 2. 系統運転（M201,202）
 3. 系統運転（M101）
 4. 性能維持確認及び廃吸着材移送確認



- ・ 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

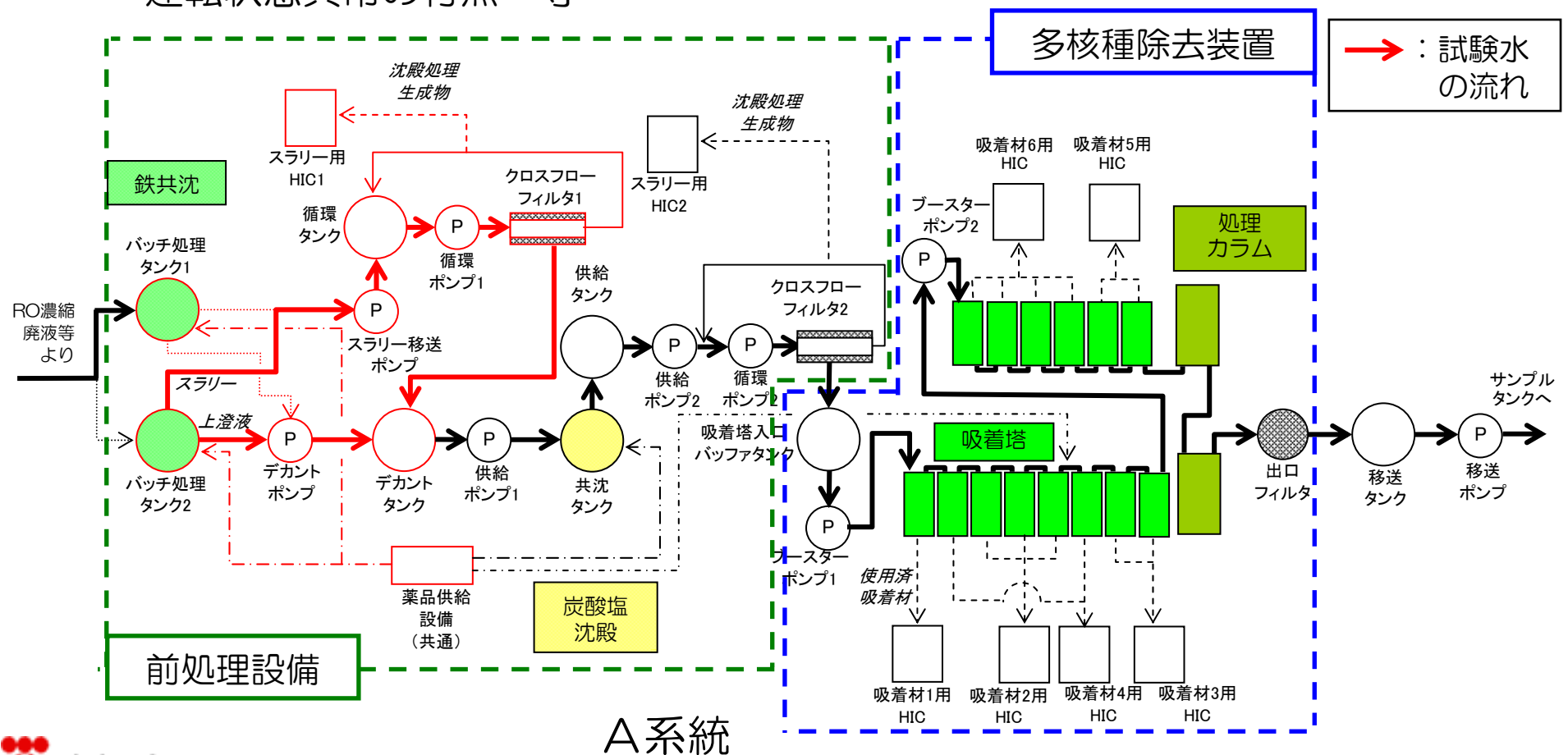
RO濃縮塩水受入試験

- ✓ 処理対象水であるRO濃縮塩水をバッチ処理タンクへ受け入れる試験
- ✓ 確認事項、判定基準
 - 受入後バッチ処理タンクの液位
 - 漏えいの有無
 - 運転状態異常の有無 等



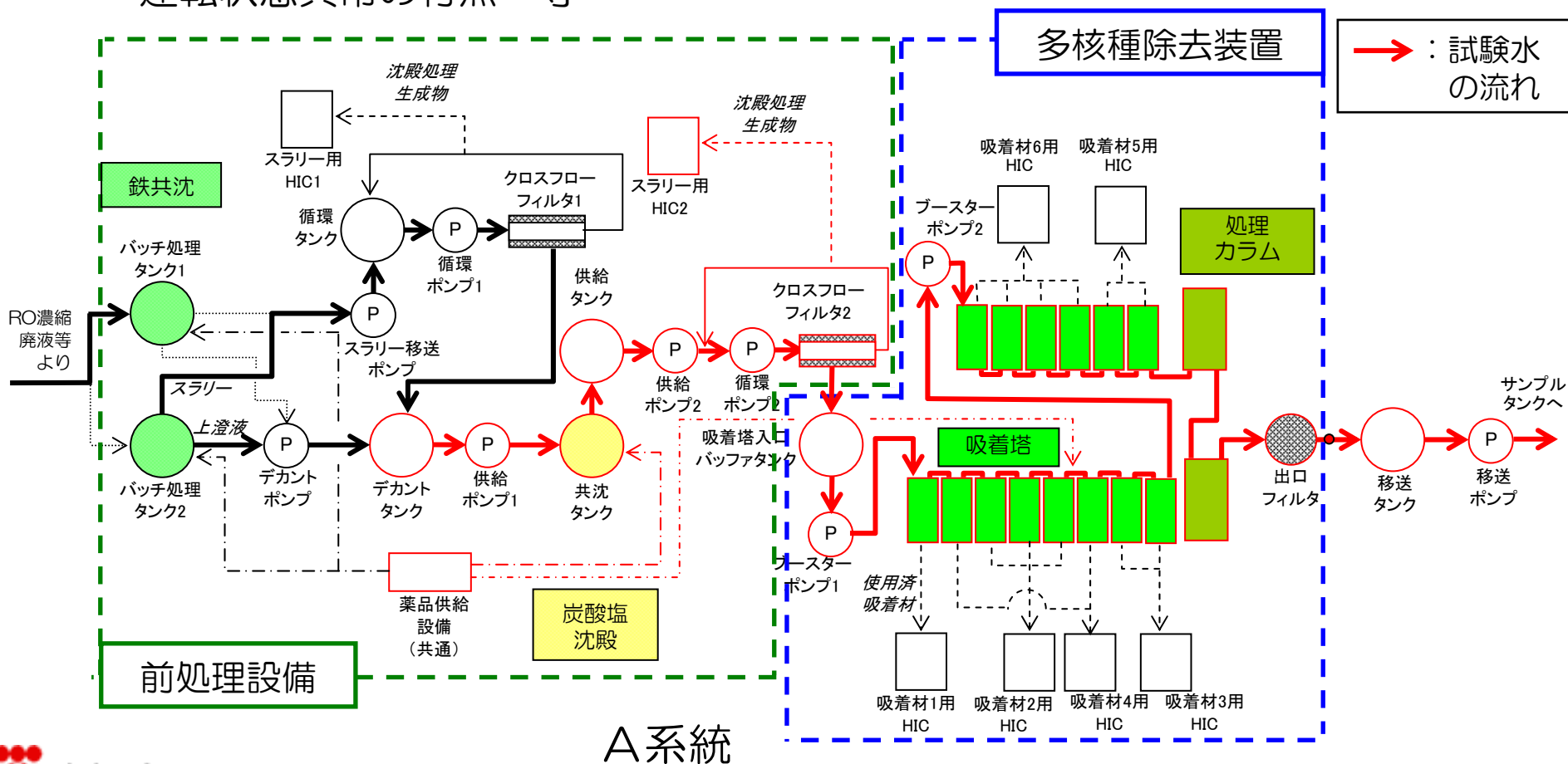
M2O1 運転確認試験

- ✓ バッチ処理タンク～デカントタンクの試運転
- ✓ 鉄共沈処理に伴うスラリーのHIC移送、逆洗操作の確認等
- ✓ 確認事項、判定基準
 - 漏えいの有無
 - 運転状態異常の有無 等



M202 運転確認試験

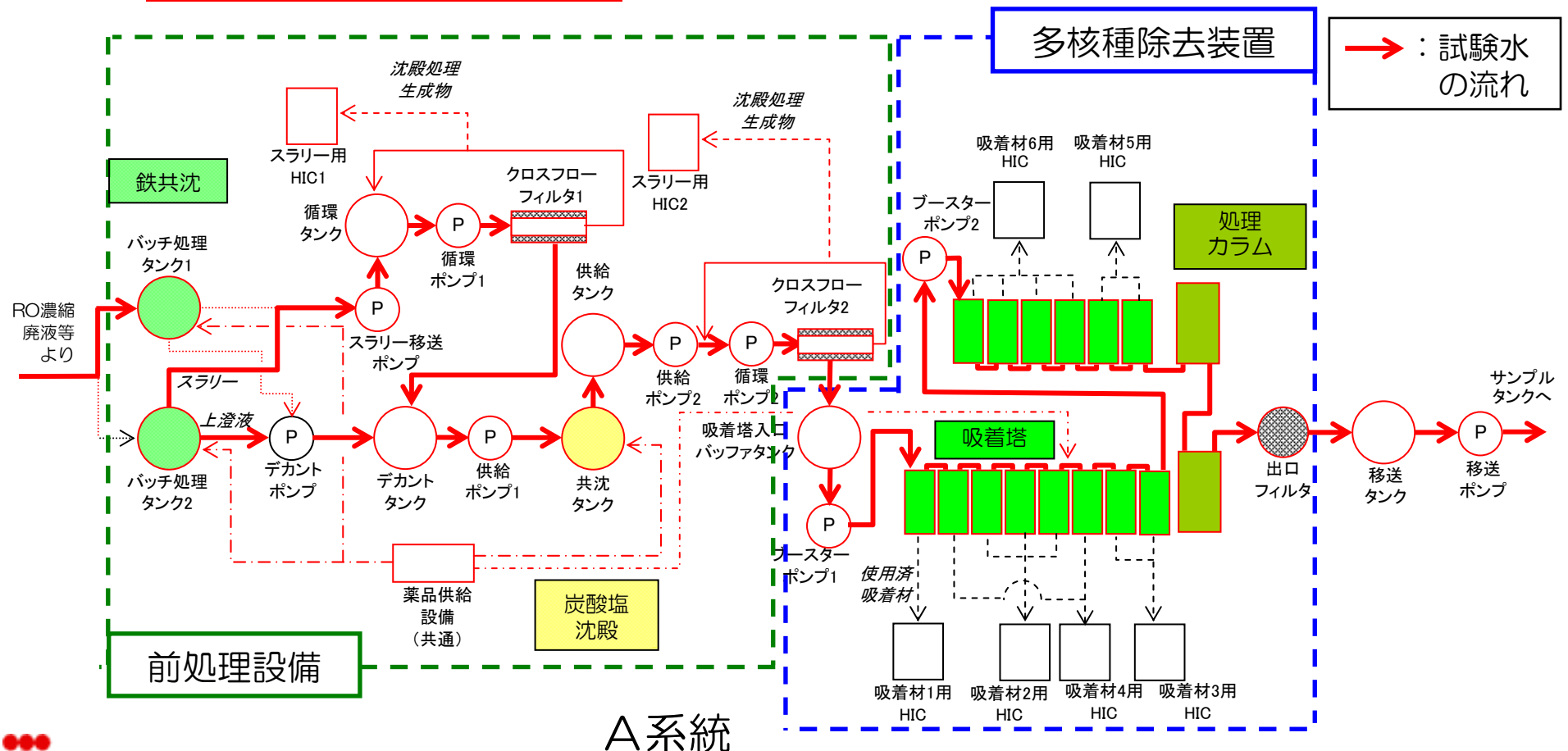
- ✓ デカントタンク～仮設タンクの試運転
- ✓ 炭酸塩沈殿処理に伴うスラリーのHIC移送、逆洗操作の確認等
- ✓ 確認事項、判定基準
 - 漏えいの有無
 - 運転状態異常の有無 等



M1 O1 運転確認試験

- ✓ 全体自動運転モードにて、系統全体に通水させる試験
- ✓ 確認事項、判定基準
 - ・漏えいの有無
 - ・運転状態異常の有無
 - ・放射性物質の除去性能確認 等

※ 吸着塔の吸着材交換（使用済吸着材のHIC移送）は吸着材3（フェロシアン化合物）の吸着性能を考慮し約1ヵ月後に初回実施予定



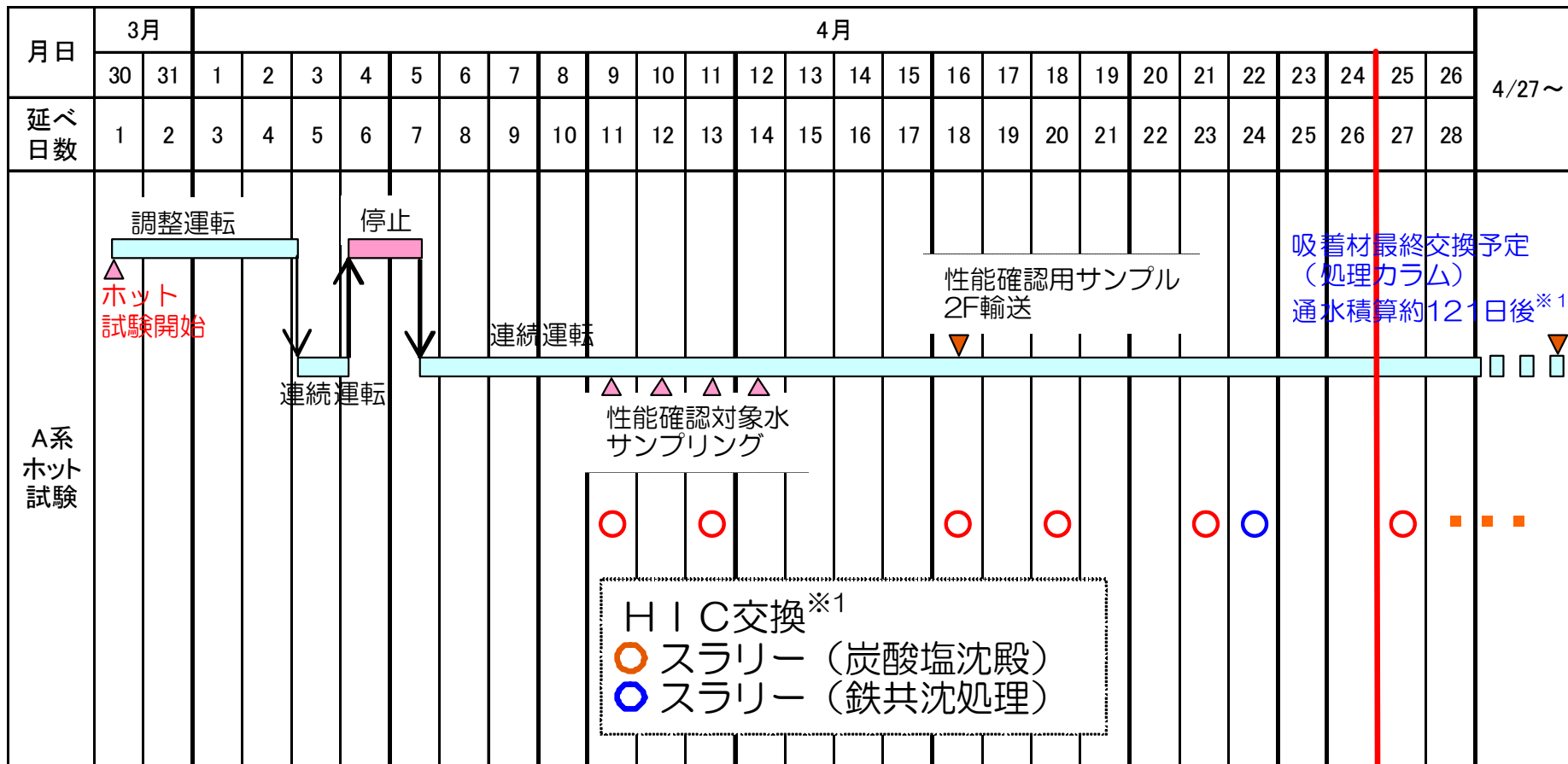
A系ホット試験の状況

■ A系ホット試験の状況

- 3月30日 **A系ホット試験開始**。前処理設備（鉄共沈処理設備）のバッチ運転により、初期は通水量を絞って運転実施
- 4月3日より、連続運転実施
- 4月4日5時23分 誤操作により自動停止
原因・再発防止対策の検討、実施
- 4月5日19時18分 連続運転再開
- 4月7日4時31分 HIC交換のため連続運転から循環待機運転に移行
- 4月9日～ HIC交換作業終了後、循環待機運転から連続運転に移行

A系ホット試験の状況

■ A系ホット試験における運転実績・予定



※1：処理対象水の性状に応じて、交換時期は変更となる可能性あり。

A系ホット試験の状況

■ A系ホット試験の状況

- 処理済水量（ホット試験開始後の積算値）
：約2668m³（4月24日16時現在）
- 処理済み水をG3エリアのタンクへ移送開始（4/16）
- HIC交換実績

	日時	HIC種類	作業時間 ※	個人最大被ばく線量
1回目	4/9	スラリー2（炭酸塩沈殿処理）	約5時間30分	0.03mSv
2回目	4/11	スラリー2（炭酸塩沈殿処理）	約6時間	0.03mSv
3回目	4/16	スラリー2（炭酸塩沈殿処理）	約5時間	0.03mSv
4回目	4/18	スラリー2（炭酸塩沈殿処理）	約7時間	0.03mSv
5回目	4/21	スラリー2（炭酸塩沈殿処理）	約6時間30分	0.03mSv
6回目	4/22	スラリー1（鉄共沈処理）	約8時間	0.03mSv

※ 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

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

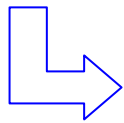
3/30 : A系ホット試験開始

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（ $1 \times 10^5 \text{Bq/cm}^3$ 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1 F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において確証試験(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（スラリー2用HIC：計5回，スラリー用1 HIC：計1回）

→ 取扱い中における異常発生なし



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」

A系ホット試験の状況

■ A系設備の安全性に関する評価（2 / 2）

✓ エリア放射線モニタの指示値は、数 $\mu\text{Sv/h}$ 程度で推移（4/24現在）※

■ 【北東エリア】： 約 $10 \mu\text{Sv/h}$

■ 【南西エリア】： $1 \mu\text{Sv/h}$ 以下

✓ 機器周辺の雰囲気線量は、 1mSv/h 以下で推移（4/21現在）※

■ 【クロスフローフィルタ周辺】： 約 $40 \mu\text{Sv/h}$

■ 【循環弁スキッド周辺】： 約 $30 \mu\text{Sv/h}$

■ 【H I C周辺】： 約 $10 \mu\text{Sv/h}$

※ ホット試験開始前の雰囲気線量： $1 \mu\text{Sv/h}$ 以下

空間線量の若干の上昇がみられるものの、
作業への影響はない。

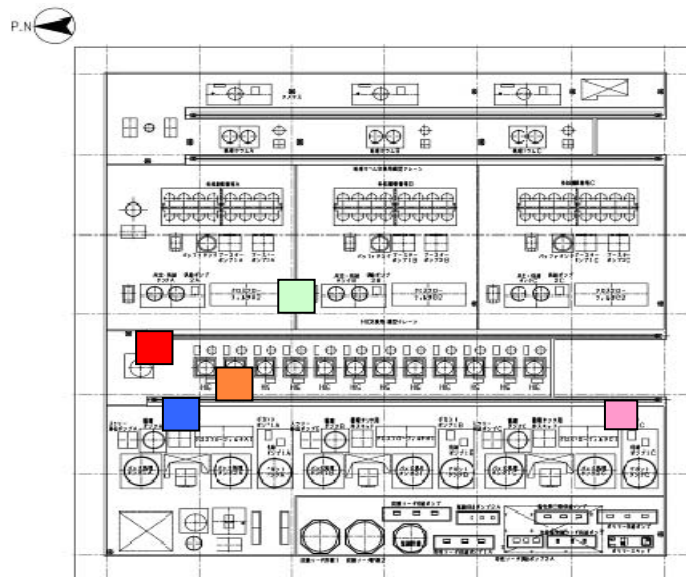
■： 北東エリア放射線モニタ

■： 南西エリア放射線モニタ

■： クロスフローフィルタ周辺

■： 循環弁スキッド周辺

■： H I C周辺



A系ホット試験の状況

■ A系で確認された必要な改善策のまとめ・反映

これまでに確認された設備改善を必要とする主な事象（4／24時点）

➤ 画面誤操作による自動停止（発生日：4／4）

・概要

ホット試験における連続運転時のデータ確認のため試運転員が画面（タッチパネル）を操作した際、誤って操作し、設備が自動停止した。

・原因

- タッチパネル操作にタッチペンを使用していたが、ペン先が大きく反応範囲が大きかった。
- ボタン操作後の画面切替にはタイムラグがあり、切替の瞬間にタンク切替の操作スイッチに触れてしまった。

・対策（設備改善）

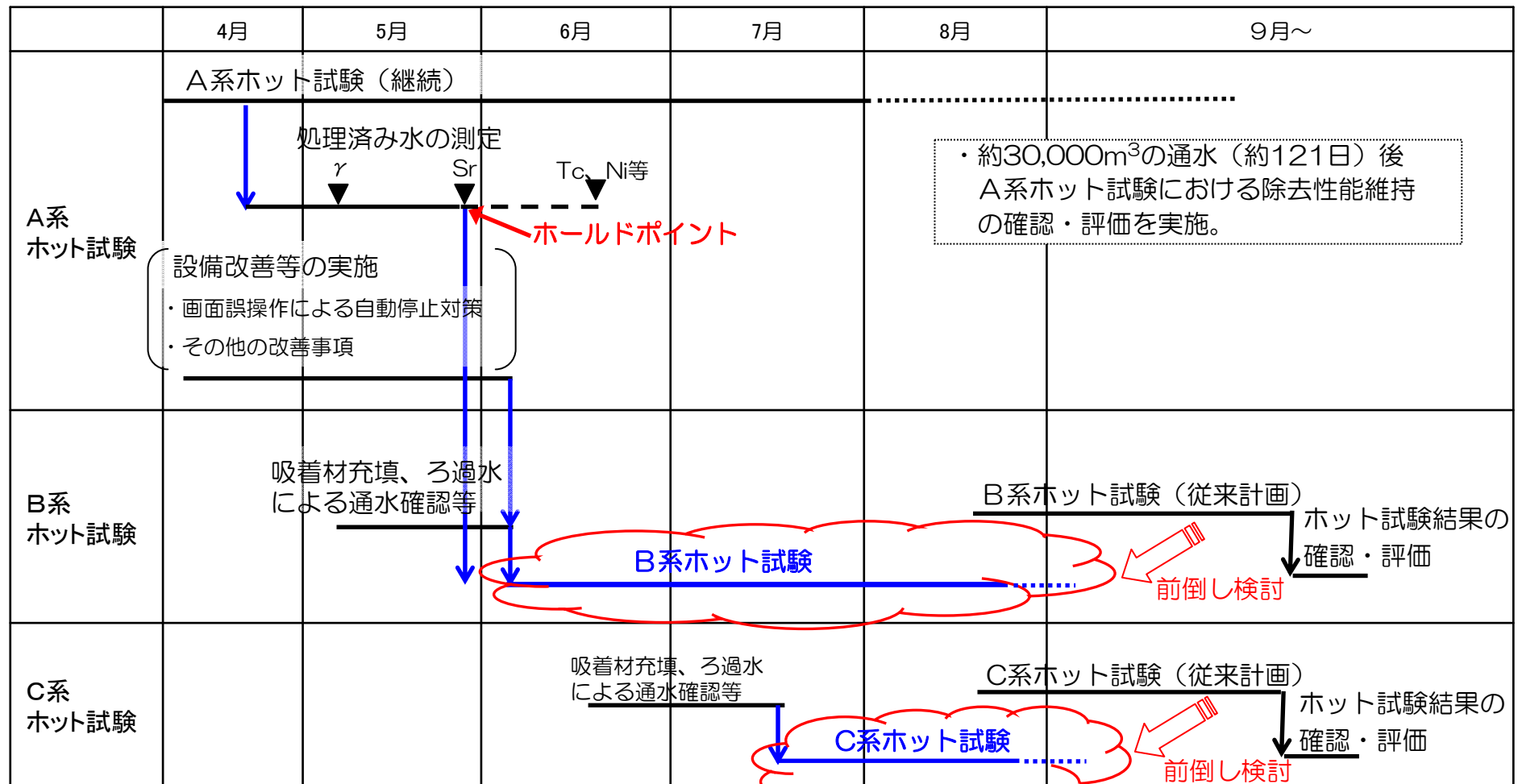
- ✓ 画面選択を正確にするためにタッチペンを中止し、マウスへ変更。
- ✓ 機器の起動・停止に関わる操作はダブルアクションとしているが、機器等の「選択操作」はシングルアクションとなっていたため、ダブルアクションに改造する。
- ✓ データ表示（操作不可）画面と操作画面を選択可能な画面に改造する。データ確認作業はデータ表示画面で行う。

上記を含め、これまでに確認されたその他の改善策についても、**B系・C系のホット試験開始までに、対策を実施**する。

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。



(参考) 誤操作停止に対する対応について

事象（1／2）

概要

- 平成25年4月4日5時23分、ホット試験における連続運転時のデータ確認のため試運転員が画面を操作した際、誤って操作し、設備が自動停止した。

事象

- 連続運転確認時のデータ採取作業の一環で“逆洗用水タンクレベル”を確認するために画面の切替操作を行う際、誤って別の画面に切替えた（次項、写真①）。

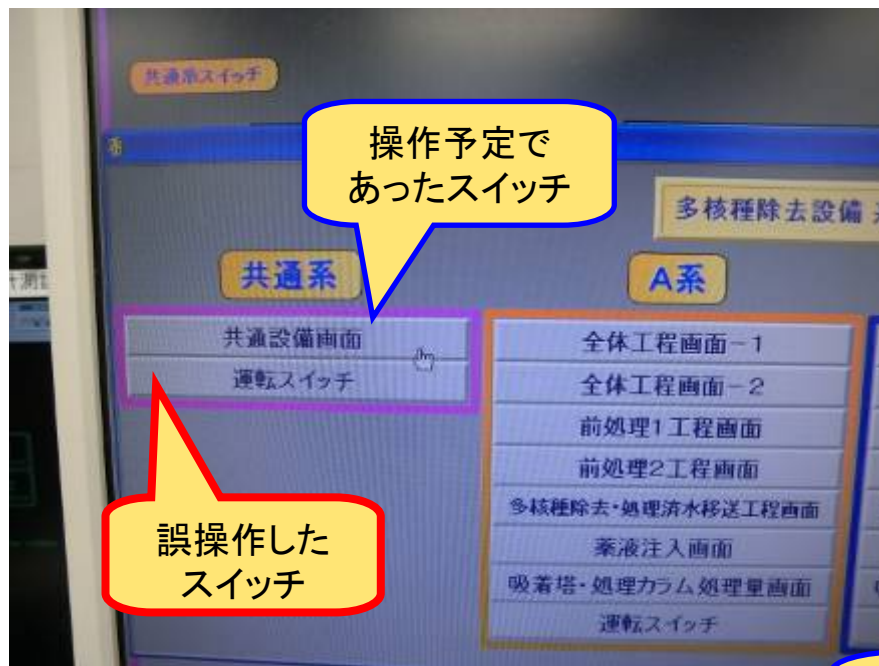


- また、タッチペン操作を連続で実施したため、誤って処理済水を移送している「処理済水サンプルタンクA」から「処理済水サンプルタンクC」へ切り替え操作を実施した（次項、写真②）。

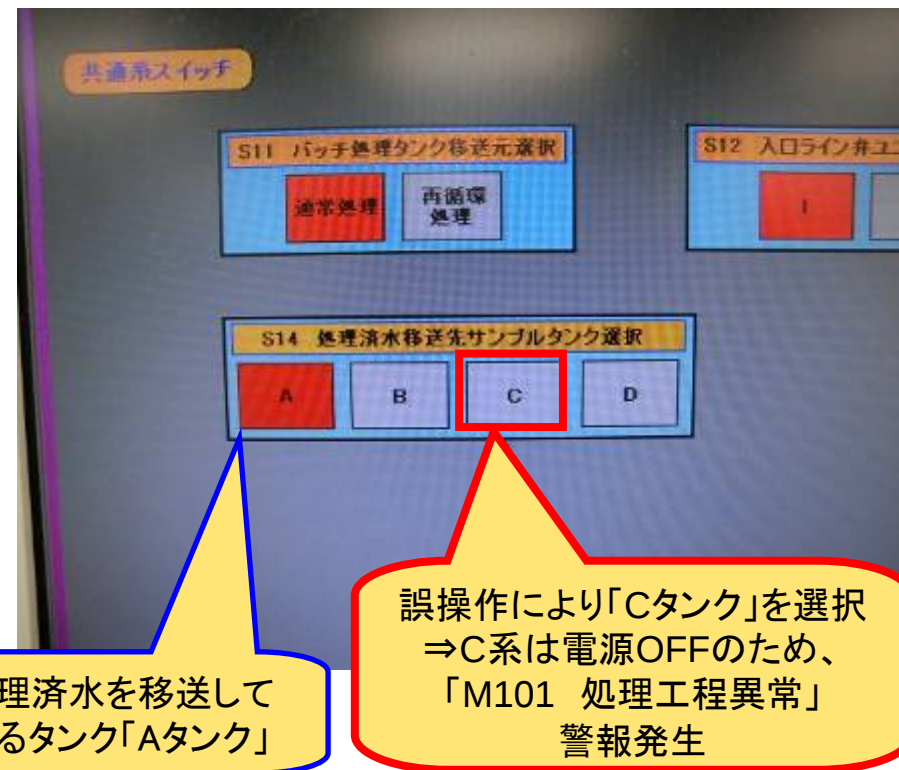


- 「処理済水サンプルタンクC」は系統隔離中で電動弁の電源が遮断されていたため、工程異常の警報が発生し、設備が自動停止した。

事象（2／2）



写真①



写真②

原因

- 運転データ採取のため「共通設備画面」を操作しようとしたところ、「運転スイッチ」画面を誤操作

⇒ タッチパネル操作にタッチペンを使用していたが、ペン先が大きく反応範囲が大きかった

- 画面切替の際、処理済水の移送先であるサンプルタンク選択の「処理済水サンプルタンクC」のスイッチも連続して誤操作

⇒ ボタン操作後の画面切替にはタイムラグがあり、切替の瞬間にタンク切替の操作スイッチに触れてしまった

再発防止対策（1／2）

応急対策

- 画面選択を正確にするためにタッチペンを中止し、マウスへ変更。
マウスのダブルクリック禁止も関係者に周知徹底。
- 不用意な連続クリックも要因であったため、「操作をする際は操作毎に確実に確認（画面の切替わりを確認）」の周知徹底とディスプレイに注意喚起表示。
- 単独操作を防止するために、データ採取作業の画面切替操作も2名1組で指差呼称の後タッチパネル操作（機器の起動停止操作等はもともと2名1組で操作を実施）。
- また、指揮命令系統が明確になるよう、試運転員の現場責任者が全ての操作作業をコントロールすることを再度、周知徹底。

再発防止対策（2／2）

恒久対策

- 現状、機器の起動・停止に関わる操作はダブルアクションとしているが、「選択操作」はシングルアクションとなっているため、**ダブルアクション** に改造する。

	4			5		
	上	中	下	上	中	下
①ソフト改造内容検討						
②ソフト制作・検証						
③現地改造作業						

- データ表示のみ（操作不可）の画面**を配備し、データ取り作業はその画面で行うことを検討する。

通報ルールの改善（1 / 2）

改善事項①

- これまで、怪我人の発生、汚染水の漏えい等、人身災害・設備安全に係わる事項については、速やかに報告してきており、ホット試験については同様な対応をとることとしていた。
- しかしながら、今回の事象の様な場合に対するルールが関係者間で明確になっていなかった。



- 今回の事象を踏まえ、以下のような事象については即時関係者に通報する。
 - ・ 人身災害
 - ・ 火災等の異常の発生
 - ・ 汚染水の敷地外の漏えい発生、又は発生の恐れがある場合
 - ・ 最外周堰内での汚染水等の漏えい発生
 - ・ 計画外の停止
 - ・ 漏えい等の不具合発生により計画外の停止操作を行った場合

通報ルールの改善（2／2）

改善事項②

- 通報ルールが明確になっていなかったこと、設備の運転状態に対する情報伝達・理解に不十分な点があり、1F緊急時対策本部（免震棟内）と設備所管部署との間で設備の運転状態に対する認識に差が生じ、社外への第一報通報連絡時に“設備が再起動状態にある”とした誤った情報が流れ、後に通報内容を訂正することとなった。



- 今後は、前項に記載の通報ルールに基づき異常発生時には速やかに第一報を通報連絡する。
- また、トラブル停止時の設備挙動を把握するための系統図等の資料を本格運転までに作成し、関係者間で情報を共有することにより、適確な通報連絡を実施する。

通報ルール改善後の通報基準

事象	通報基準	考え方
人身災害・火災	即時通報	発生事象の重大性に鑑み即時通報。
最外周堰外での汚染水漏えい	即時通報	最外周堰外での汚染水漏えい及び汚染の可能性がある場合は系外漏えいに直結するリスクがあるため、発見次第、即時通報。
最外周堰内での汚染水漏えい	即時通報	HIC破損、配管破断などに起因する汚染水漏えいは安全性に関わるものであることから、事象の発見、漏えい検知器動作（誤動作含む）確認次第、即時通報。
計画外停止・緊急停止	即時通報	予期せぬ計画外の緊急停止をした場合は設備に異常が発生している可能性があることから、即時通報を実施。また、復旧操作を行う場合は、状況を確認した上で通報を実施（第二報等で報告）。
計画外停止・緊急停止後の再起動	即時通報	予期せぬ計画外の緊急停止をした場合の再起動は何らかのトラブル（設備の異常、誤操作等）の対策を実施したうえでの起動となることから、即時通報。
運転に伴う通常発報警報	通報なし	漏えい検知や、緊急停止にかかるもの以外の警報で、通常運転に伴い発報することが想定内の警報（差圧高やpH低等）は報告不要。
通常停止・起動	通常報告	作業予定に運転・停止の実績・予定を反映し、前日の全体会議で試運転計画として発話。

時系列

4/3（水）

8:44 M101モードによる系統連続運転開始。

4/4（木）

5:23 M101モードによる系統連続運転時に、データ確認のため試験操作員が画面を操作した際、誤操作によって警報が発報し、処理運転が自動停止。

試験操作員の現場確認により、A系列全ての機器が安全に停止していることを確認。

5:40頃 試験操作員から当社監理員へ自動停止の連絡。
当社監理員から所管GMへ自動停止の連絡。

6:30頃 当社監理員が現場確認を行い、A系列全ての機器が安全に停止していることを確認。

6:33 所管GMの判断により、運転モード（M201／M202）を用いた復旧操作を開始。

7:20頃 当社監理員から復旧班長へ設備の停止及び復旧操作開始の旨連絡。