

資料1-1 「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する安全確保のための設備の検討状況について」の補足説明について

2021年9月13日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. ALPS処理水の測定について (1/2)

- ALPS処理水のそれぞれの核種の測定に要する期間、検出下限値、測定精度は下表の通りです。

ALPS二次処理性能確認試験における分析条件 (二次処理後水)

核種	目標検出下限値 (Bq/L)	測定結果 ※1 (Bq/L)	測定精度 ※2 (Bq/L)	告示濃度限度 (Bq/L)	測定結果÷告示濃度限度	測定精度÷告示濃度限度	分析結果確定までの所要日数(営業日) ※3
γ線放出核種	0.07(Cs-137) ※4	1.85E-01 ※5	2.37E-02 ※6	9E+01 (Cs-137)	2.1E-03 (Cs-137)	2.6E-04 (Cs-137)	約3日
Sr-89, Sr-90	0.04(Sr-90) ※7	3.57E-02 ※8	1.12E-02 ※9	3E+01 (Sr-90)	1.2E-03 (Sr-90)	3.7E-04 (Sr-90)	約8日
I-129	0.2	1.16E+00	1.87E-01	9E+00	1.3E-01	2.1E-02	約5日
Tc-99	2	< 1.23E+00	※10	1E+03	1.2E-03	※10	約5日
Cd-113m	0.2	< 8.52E-02	※10	4E+01	2.1E-03	※10	約10日
Ni-63	20	< 8.45E+00	※10	6E+03	1.4E-03	※10	約14日
全α放射能	0.04	< 3.25E-02	※10	4E+00 (Pu-238)	8.1E-03 (Pu-238)	※10 (Pu-238)	約7日
C-14	10	1.76E+01	4.85E+00	2E+03	8.8E-03	2.4E-03	約6日
H-3	30	8.22E+05	7.34E+04	6E+04	1.4E+01	1.2E+00	約3日

※1 ALPS二次処理試験結果 (J1-C群: 2020/09/27採取)

※2 拡張不確かさ

※3 各核種を単独で分析した場合に要する時間 (最短)

※4 他の核種はベースライン、妨害核種、バックグラウンド及びγ線放出率によって変動

※5 Cs-137の測定結果

※6 Cs-137の評価値

※7 Sr-89はSr-90濃度によって変動

※8 Sr-90の測定結果

※9 Sr-90の評価値

※10 評価中

1. ALPS処理水の測定について（1/2 参考）

- 二次処理性能確認試験における62核種+C-14+H-3の測定方法

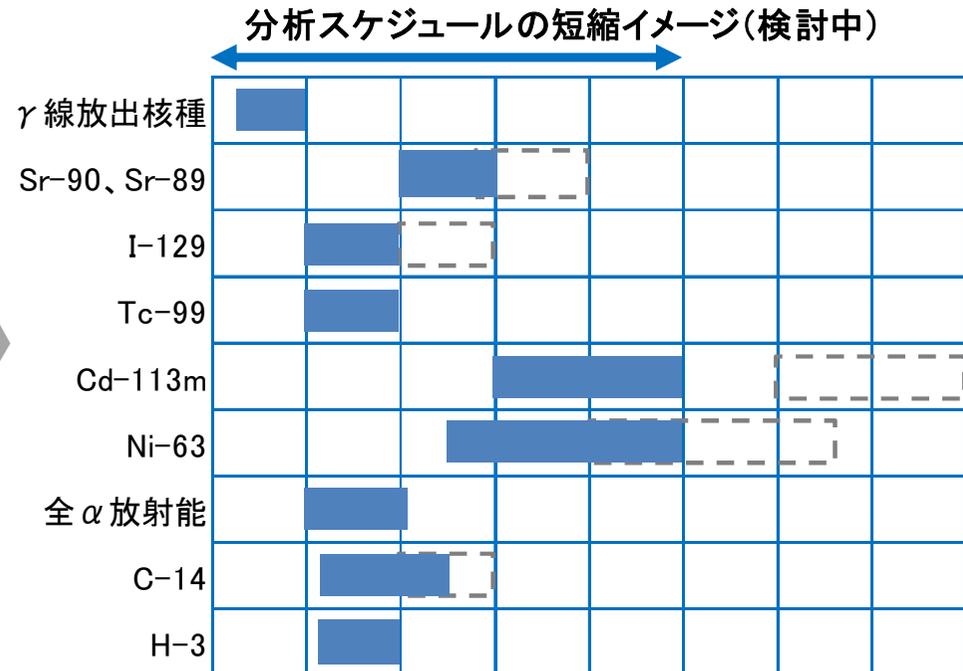
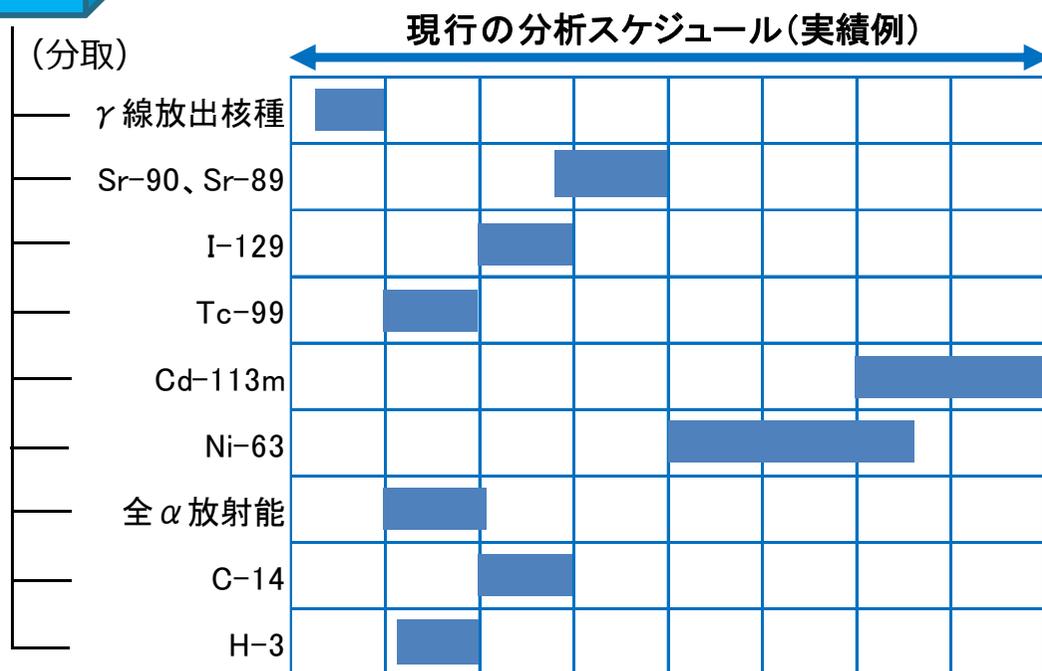
核種	測定方法	目標検出下限値 (Bq/L)
γ線放出核種	5 L マリネリ容器に試料を分取し、Ge半導体検出器にて測定	0.07 (Cs-137) ※1
Sr-90、Sr-89	SrレジンによりSrを精製した後、炭酸塩として沈殿・回収したものをベータスペクトル分析装置にて測定	0.04 (Sr-90) ※2
I-129	試料に次亜塩素酸を添加してヨウ素酸イオンに調整した後、ICP-MSにて測定	0.2
Tc-99	試料を硝酸で希釈し、ICP-MSにて測定	2
Cd-113m	イオン交換によりCdを精製・回収し、シンチレータと混合した後、液体シンチレーションカウンタにて測定	0.2
Ni-63	NiレジンによりNiを精製・回収し、シンチレータと混合した後、液体シンチレーションカウンタにて測定	20
全α放射能	α核種を水酸化鉄に共沈させ、抽出操作により除鉄した後ステンレス皿に蒸発乾固後焼き付けしたものをZnSシンチレーションカウンタにて測定 * 全α放射能の測定では核種の定性はできないが全てのα核種の濃度を簡易かつ迅速に分析できるため、この結果を保守的に各α核種の濃度として用いている	0.04
C-14	試料に濃硝酸、過硫酸カリウムを添加して加熱し、発生したCO ₂ を吸収剤に捕集してシンチレータと混合した後、液体シンチレーションカウンタにて測定	10
H-3	蒸留によって不純物を取り除いた試料とシンチレータを混合した後、液体シンチレーションカウンタにて測定	30

※1：他の核種はベースライン、妨害核種、バックグラウンド及びγ線放出率によって変動 ※2：Sr-89はSr-90濃度によって変動

1. ALPS処理水の測定について (2/2)

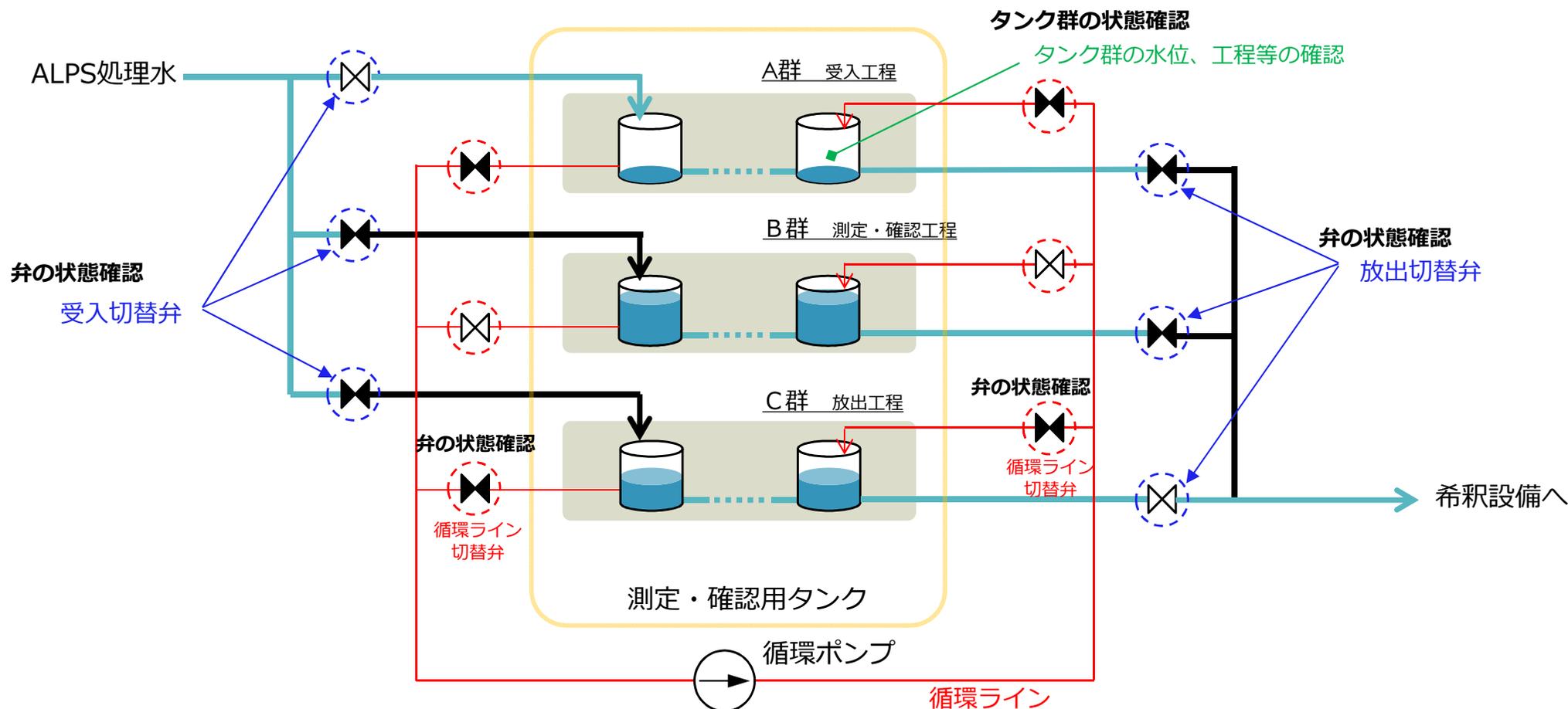
- 二次処理性能確認試験における測定では、核種分析の手順・プロセスの確認を目的としており、各々の分析工程を慎重に進めたため、全ての分析が完了するまで約2ヶ月の期間を要しました。
- 各核種の測定に要する期間については、これまでも短縮するための検討を行っており、それぞれの核種の測定時間は1頁の通りとなっていますが、ALPS処理水放出を確実に運用するため、トータル分析期間の短縮に向けた取り組みを実施中です。
 - 測定装置やドラフトチャンバーの使用状況と分析員の実動を組み合わせる等、運用面を工夫して、複数の分析工程を同時並行することについて検討します。

ALPS処理水
サンプル



2. ヒューマンエラー防止に対する取り組み（1/5）

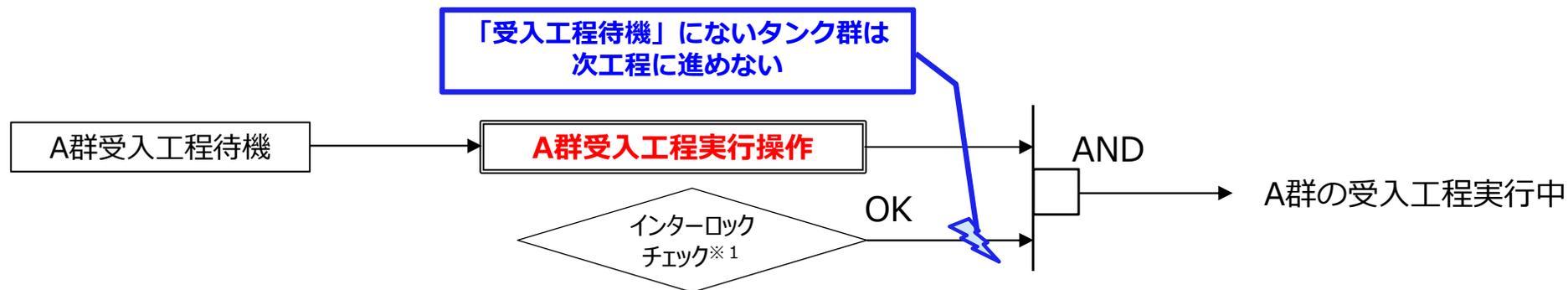
- サンプルタンクは10基を1つのタンク群とし、3つのタンク群に分割して、「受入工程」・「測定・確認工程」・「放出工程」の3工程をローテーション運用する計画です。
- 運用の際、人的ミス（受入タンク群と放出タンク群を間違える等）を防止するため、タンク群の工程操作には各々の作業工程におけるタンク群や弁の状態確認等のインターロックを設けています。
- これによりタンク群間の混水や分析前のALPS処理水の放出を防止する設計としています。
（各工程の具体的なインターロックは次頁以降を参照）



2. ヒューマンエラー防止に対する取り組み (2/5)

受入操作

(例) A群の受入操作を行う場合



※1 インターロックチェック

- ✓ A群が「受入工程待機」であること (“水位高”未満であること) ⇒対象タンク群の状態確認
- ✓ B、C群が受入工程でないこと ⇒他タンク群の状態確認
- ✓ B、C群の受入切替弁が“全閉であること” ⇒弁の状態確認 (他タンク群への物理的な流入防止)

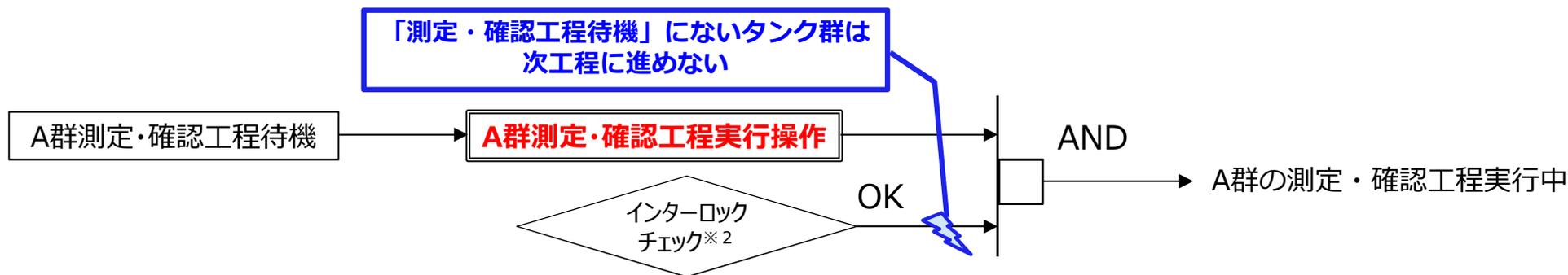
(例) 仮に人的ミスにより、受入タンク群を間違えて【B群受入工程実行操作】を実施しても、当該タンク群の状態が「受入工程待機」にない（「測定・確認工程」、「放出工程」にある）場合は、「受入工程」に進むことができない。

(タンク群が「受入工程待機」となるためには、「放出工程」が完了することが条件)

2. ヒューマンエラー防止に対する取り組み (3/5)

測定・確認操作

(例) A群の測定・確認操作を行う場合



※2 インターロックチェック

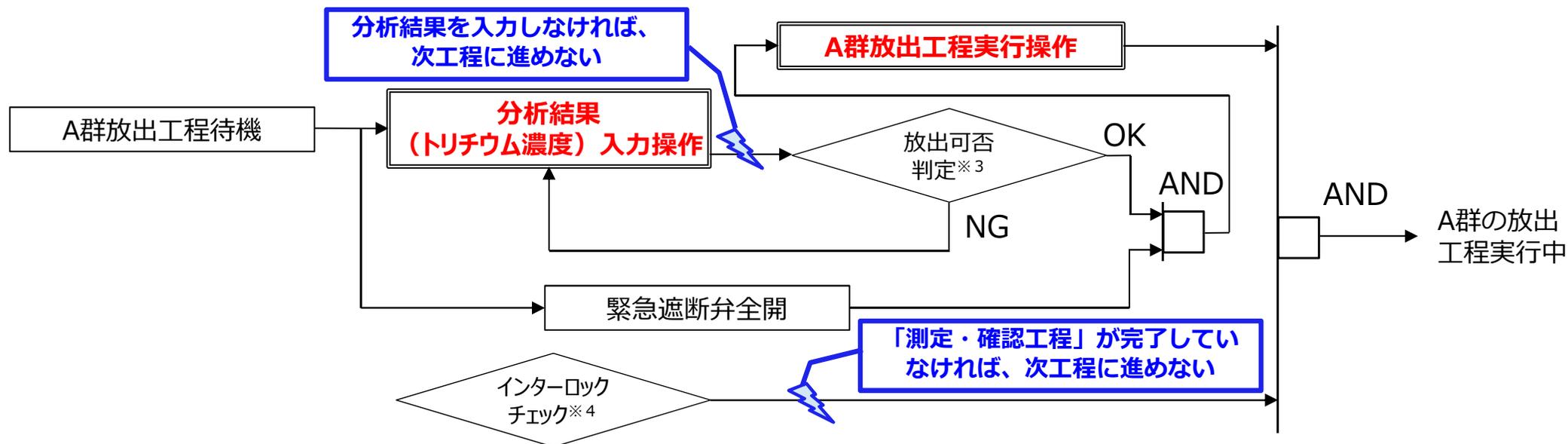
- ✓ A群が「測定・確認工程待機」であること (“循環用水位高”未満であること) ⇒対象タンク群の状態確認
- ✓ B、C群が測定・確認工程でないこと ⇒他タンク群の状態確認
- ✓ B、C群の循環ライン切替弁が“全閉であること” ⇒弁の状態確認 (他タンク群への物理的な流入防止)

(例) 仮に人的ミスにより、測定・確認を行うタンク群を間違えて【B群測定・確認工程実行操作】を実施しても、当該タンク群の状態が「測定・確認工程待機」にない（「受入工程」、「放出工程」にある）場合は、「測定・確認工程」に進むことができない。

2. ヒューマンエラー防止に対する取り組み (4/5)

放出操作

(例) A群の放出操作を行う場合



※3 放出可否判定

✓ 希釈海水量（海水移送ポンプ運転台数）に対し、設定濃度に希釈可能であることを確認

※4 インターロックチェック

- ✓ A群が放出工程待機であること
(前工程の「測定・確認工程」が完了していること) ⇒ 工程飛ばしが無いことを確認
- ✓ A群受入切替弁が全閉であること ⇒ A群に他からの水が流入することを防止
- ✓ B、C群の放出切替弁が「全閉」であること ⇒ 放出工程でないタンク群の水の放出を防止
- ✓ 海水移送ポンプが運転中であること ⇒ ALPS処理水が希釈されずに放出されることを防止
- ✓ キースイッチが「放出許可」であること ⇒ 操作方法を変えることによる誤操作防止

(例1) 仮に人的ミスにより、ALPS処理水の分析が完了していない状態で【A群放出工程実行操作】を実施しても、分析結果を入力しなければ、次工程に進むことはできない。

(例2) 仮に人的ミスにより、【B群放出工程実行操作】を実施しても、前工程の「測定・確認工程」が完了していなければ、「放出工程」に進むことはできない。

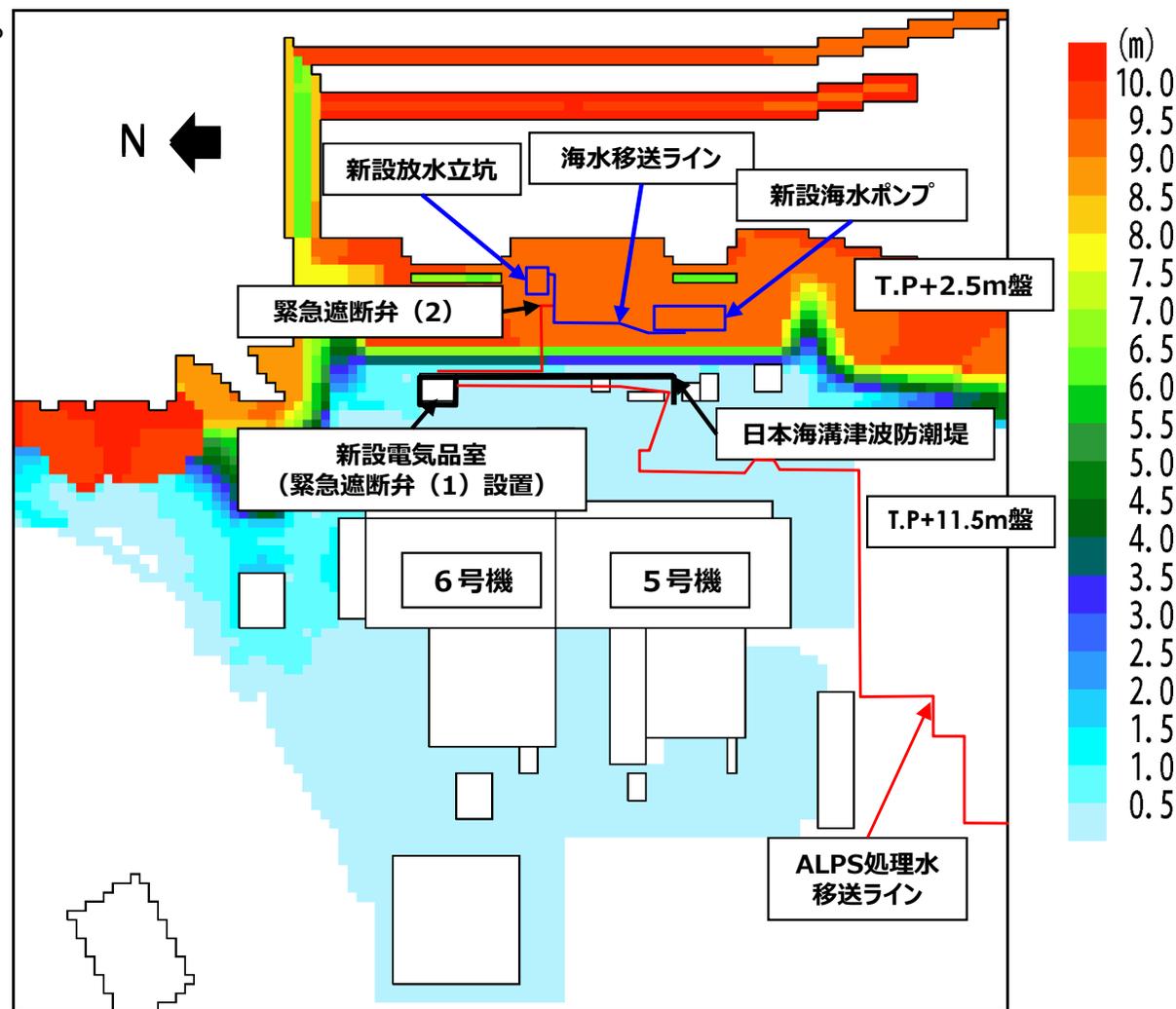
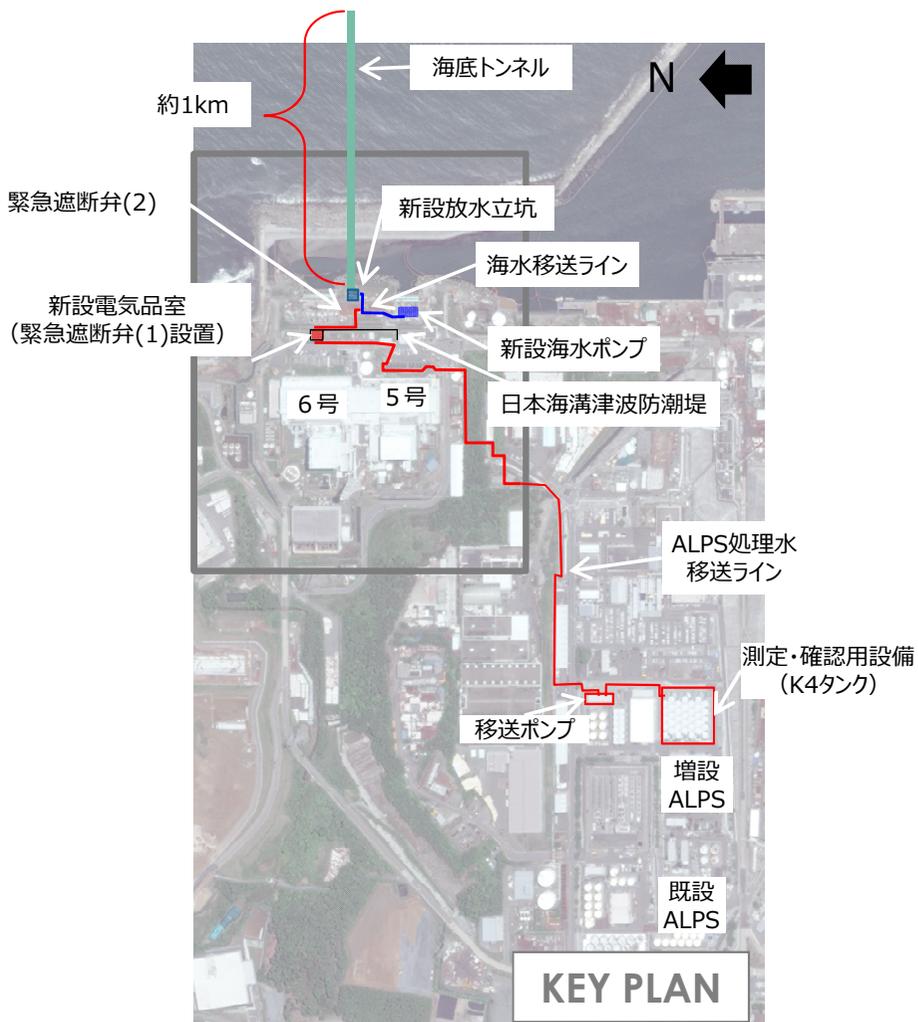
2. ヒューマンエラー防止に対する取り組み（5/5）

- 前述のインターロックに加えて、誤操作防止のハード対策として、下記を実施します。
 - 操作端末での操作は、ダブルアクションを必要とし、放出許可に当たってはキースイッチによる操作とします。
- また、当社ではこれまでにサブドレン及び地下水バイパスにて海洋への排水を実施しています。これらの設備での排水操作では、今回と類似のハード対策に加えて、以下のソフト対策を実施することで誤操作防止に努めており、2021年8月末までにサブドレン及び地下水バイパスでそれぞれ1637回、387回の排水を実施しています。
 - 複数人での分析結果・操作のチェック
 - ヒューマンパフォーマンスツールの活用
 - 指差し呼称

本設備においても、同様のソフト対策を実施することにより、ヒューマンエラー防止を図ってまいります。

3. 新たに設置する機器・施設類と防潮堤の位置関係

- 日本海溝津波による解析結果を踏まえると、T.P.+2.5m盤は浸水深9m以上となり、海水ポンプ等の設備は浸水する可能性が高いと想定されます。
- また、T.P.+11.5m盤にある緊急遮断弁（1）は防潮堤で囲われているため浸水せず、ALPS処理水移送ラインは、地上高0.3~0.4m程度に敷設予定であり、最大浸水深はいずれの位置においても0.2m未満のため浸水は想定していません。



※「特定原子力施設監視・評価検討会（第83回）」と同条件での解析結果