

# ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設の新設について ALPS処理水審査会合（第10回）

2022年3月15日



東京電力ホールディングス株式会社

## 1. ALPS処理水の海洋放出設備の申請内容等に係る主要な論点※1

### に対する回答

※1：ALPS処理水審査会合（第3回）資料1-2

### （2－1 原子炉等規制法に基づく審査の主要論点）

#### （1）海洋放出設備

#### ②海洋放出前のタンク内ALPS処理水の放射能濃度の均質化

## 2. 審査会合における主な指摘事項※2等に対する回答

※2：第97回特定原子力施設監視・評価検討会 資料2-2 別紙2

# 1. ALPS処理水の海洋放出設備の申請内容等に係る主要な論点※ に対する回答

※：ALPS処理水審査会合（第3回）資料1-2

## （2－1 原子炉等規制法に基づく審査の主要論点）

### （1）海洋放出設備

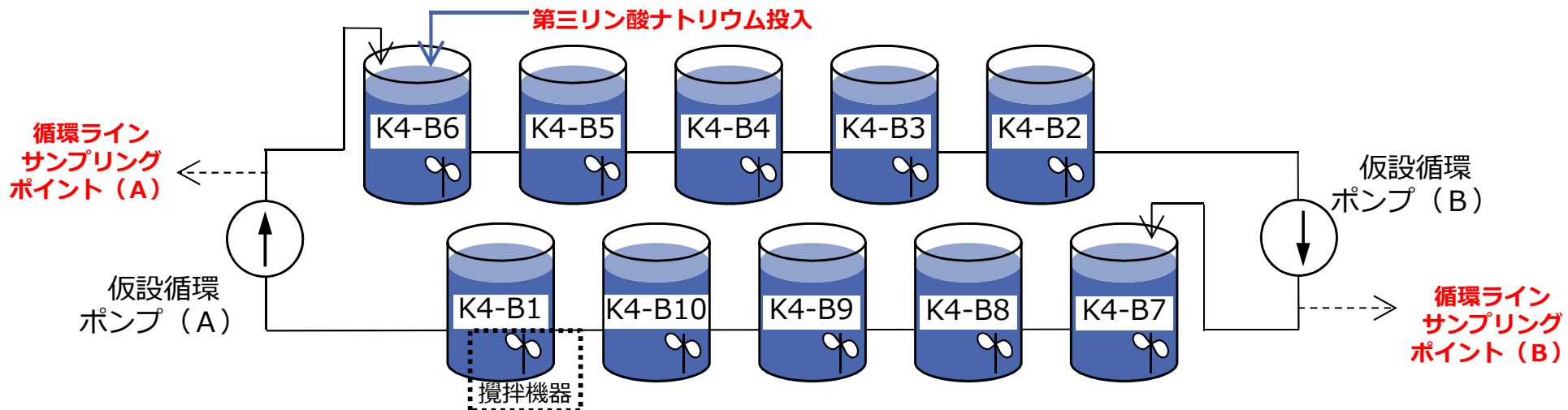
#### ②海洋放出前のタンク内ALPS処理水の放射能濃度の均質化

- 海洋放出前のK4エリアタンク内ALPS処理水の放射能濃度を均質化するための方法及びその妥当性を説明すること。

## 2-1(1) ②海洋放出前のタンク内ALPS処理水の放射能濃度の均質化

### 1. タンク内のALPS処理水の放射能濃度の均質化について

- ALPS処理水希釈放出設備では、タンク10基を1群として放出操作を行うことから、放出前にタンク内のALPS処理水が放出基準を満足していることを確認するため、サンプリングを実施する。
- 測定・確認用設備では、「発電用軽水型原子炉施設における放出放射性物質の測定に関する指針」に基づきタンク群の放射性物質濃度を均一にするため、攪拌機器でタンク単体を攪拌すると共に、循環ポンプによりタンク群全体の水を循環し、代表的な試料が得られるようにする。
- 2021年11月に実施したタンク1基での攪拌実証試験により、タンク1基での攪拌による均一の効果を確認できたことから、2022年2月にタンク10基を連結した循環攪拌実証試験（下図参照）を行い、当該設備構成によるタンク10基での均一の効果を確認する。



攪拌実証試験 : 2021年11月実施済  
循環攪拌実証試験 : 2022年2月実施済

## 2-1(1) ②海洋放出前のタンク内ALPS処理水の放射能濃度の均質化

### 2. 循環攪拌実証試験の計画について

- 循環攪拌実証試験では、下表の計画にてリン酸とトリチウム濃度の均一の効果を確認する。

実施日	2022年2月7日～2022年2月13日		
試験時間	約144時間		
対象タンク	K4-B群（10基）		
試薬※1	第三リン酸ナトリウム※2（K4-B6タンク天板マンホールから投入）		
サンプリング	試験前	試験中※3	試験後
採取ポイント	K4-B1～B10 タンク中(5m)	循環ライン 2箇所	K4-B1～B10タンク 上(10m)・中(5m)・下(1m)
採取量	各1ℓ、計10サンプル	各1ℓ※5、計28サンプル	各6ℓ、計30サンプル
分析対象	リン酸※4	リン酸※5	リン酸+主要7核種※6+トリチウム

※1：タンク内に存在しない試薬をタンクに投入し、濃度分布を確認

※2：第三リン酸ナトリウム投入量は福島県条例に定める排水基準（リン含有量「日間平均8ppm」）の1/100を目安とするため、環境への影響はない

※3：試験開始～24時間は6時間毎にサンプリング、24時間～144時間は12時間毎にサンプリングを実施する

※4：試験前の主要7核種（Cs-134, Cs-137, Sr-90, I-129, Ru-106, Co-60, Sb-125）+トリチウムは測定済みのため、分析対象としていない

※5：6/72/144時間後のみ各6ℓ採取し、分析対象としてリン酸の他に主要7核種+トリチウムを加える

※6：主要7核種（Cs-134, Cs-137, Sr-90, I-129, Ru-106, Co-60, Sb-125）

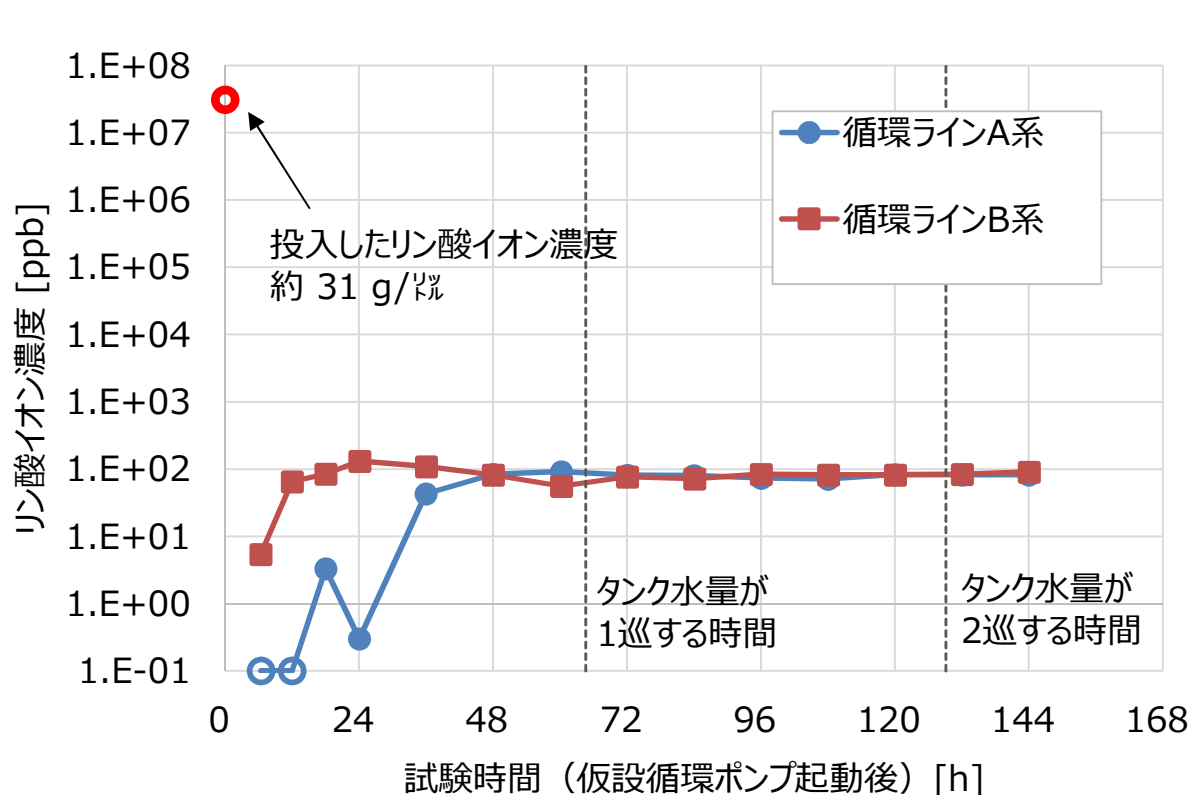
## 2-1(1) ②海洋放出前のタンク内ALPS処理水の放射能濃度の均質化

### 3. 循環攪拌実証試験の結果（サンプリングによるリン酸イオン濃度）

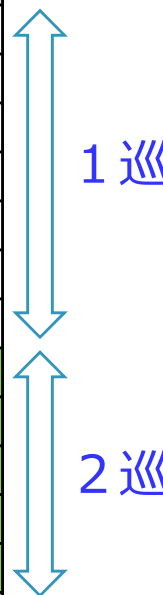


- 循環攪拌実証試験では、K4-B6タンクへ投入した第三リン酸ナトリウム溶液約23.7%に含まれるリン酸イオン濃度は約31g/%であり、K4-B群タンク（約9168.7m<sup>3</sup>）で希釈されたときのリン酸イオン濃度の理論値は約80ppb。
- 仮設循環ポンプ起動後の、サンプルに含まれるリン酸イオン濃度の結果は下記の通り。
  - 試験開始から約65時間が経過した（タンク水量が1巡する時間※1）以降では、平均は80ppb。（試験開始72h以降のデータの平均値。標準偏差は5ppb）
  - 試験開始から約130時間が経過した（タンク水量が2巡する時間※1）以降では、平均は84.5ppb。

※1：試験時に計測した仮設循環ポンプの最小流量142m<sup>3</sup>/h, タンク水量9168.7m<sup>3</sup>より評価



試験時間[h]	リン酸イオン濃度 (A系)	リン酸イオン濃度 (B系)
6.4	0.1	5.4
12	0.1	65
18	3.3	85
24	0.3	131
36	43	109
48	84	82
60	91	56
72	81	77
84	80	72
96	73	84
108	71	82
120	83	82
132	82	84
144	82	90



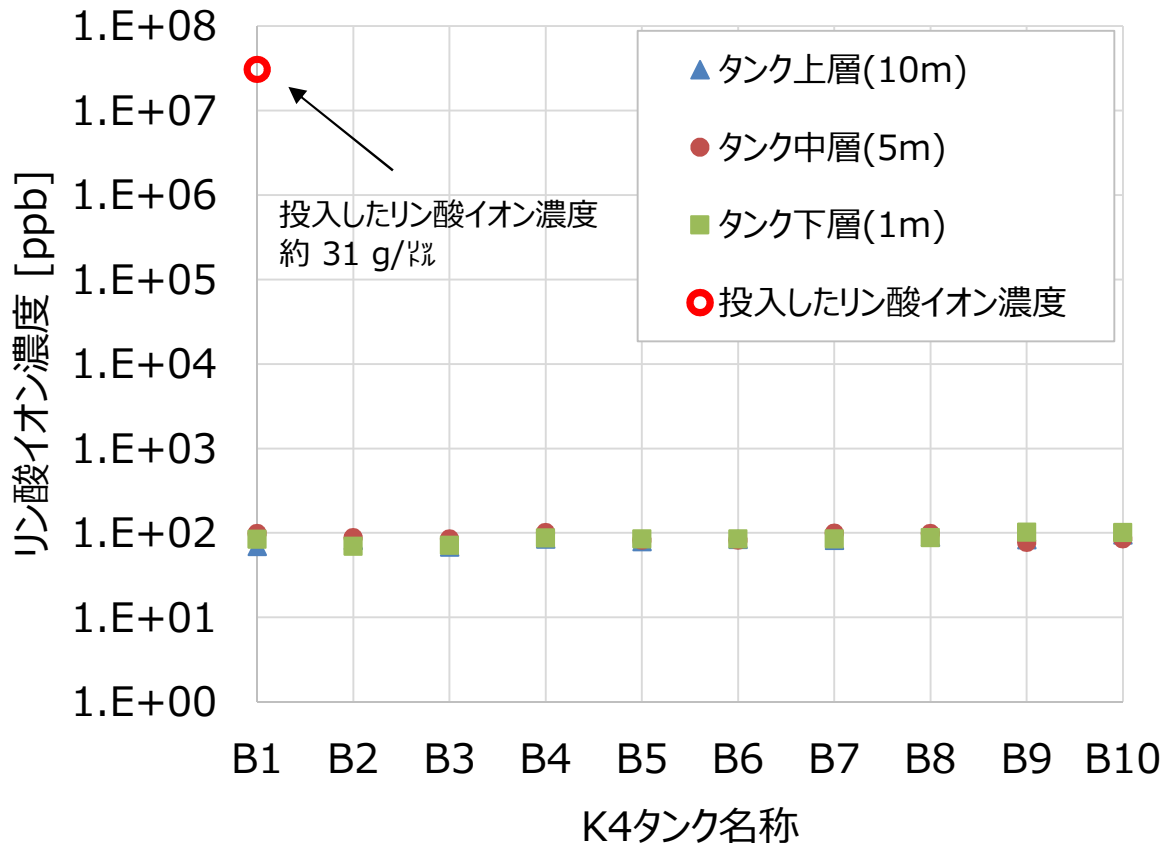
※：単位はppb

## 2-1(1) ②海洋放出前のタンク内ALPS処理水の放射能濃度の均質化

### 4. 循環攪拌実証試験の結果（試験終了後のタンク内のリン酸イオン濃度）



- 仮設循環ポンプ起動後144時間が経過した段階で、タンク10基の上層(10m)・中層(5m)・下層(1m)から採取した試料に含まれるリン酸イオン濃度は、若干のばらつきが存在するものの、個々のタンクに含まれるリン酸イオン濃度の平均は、理論値の80ppbに近い86ppbとなっており、タンク全体としては、リン酸が行きわたっていることを確認。



タンク名称	タンク上層(10m)	タンク中層(5m)	タンク下層(1m)	平均値
K4-B1	69.0	98.0	84.0	83.7
K4-B2	82.0	88.0	69.0	79.7
K4-B3	68.0	85.0	71.0	74.7
K4-B4	85.0	101.0	87.0	91.0
K4-B5	79.0	82.0	85.0	82.0
K4-B6	84.0	82.0	85.0	83.7
K4-B7	82.0	99.0	85.0	88.7
K4-B8	89.0	98.0	88.0	91.7
K4-B9	83.0	77.0	102.0	87.3
K4-B10	95.0	85.0	101.0	93.7

全体の平均値：86ppb

標準偏差：9ppb

相対標準偏差：10.5%

※：単位はppb

## 2-1(1) ②海洋放出前のタンク内ALPS処理水の放射能濃度の均質化

### 5. 循環攪拌実証試験の結果（試験終了後のタンク内のトリチウム濃度分布）

- トリチウム濃度については、過去にタンク10基をサンプリングした結果は平均 $1.61 \times 10^5$  Bq/l、標準偏差 $0.13 \times 10^5$  Bq/lであったものが、循環攪拌実証試験（144h）後では平均 $1.51 \times 10^5$  Bq/l、標準偏差 $0.029 \times 10^5$  Bq/lとなっており、攪拌機器と循環ポンプの組合せ運転によりタンク10基のトリチウム濃度について均一の効果を確認。

タンク名称	試験前※ トリチウム濃度 ( $\times 10^5$ ) [Bq/l]	試験後タンク下層 トリチウム濃度 ( $\times 10^5$ ) [Bq/l]	試験後タンク中層 トリチウム濃度 ( $\times 10^5$ ) [Bq/l]	試験後タンク上層 トリチウム濃度 ( $\times 10^5$ ) [Bq/l]	試験後タンク内平均 トリチウム濃度 ( $\times 10^5$ ) [Bq/l]
K4-B1	1.94	1.53	1.51	1.54	1.53
K4-B2	1.63	1.51	1.42	1.50	1.48
K4-B3	1.49	1.51	1.53	1.48	1.50
K4-B4	1.54	1.53	1.48	1.51	1.51
K4-B5	1.67	1.53	1.47	1.55	1.52
K4-B6	1.69	1.52	1.51	1.52	1.52
K4-B7	1.58	1.45	1.53	1.49	1.49
K4-B8	1.50	1.49	1.50	1.48	1.49
K4-B9	1.44	1.50	1.52	1.54	1.52
K4-B10	1.61	1.51	1.54	1.55	1.53
<b>平均</b>	<b>1.61</b>	<b>1.51</b>			—
<b>標準偏差<math>\sigma</math></b>	<b>0.13</b>	<b>0.029</b>			—
<b>相対標準偏差</b>	<b>8.1%</b>	<b>1.9%</b>			—

※：K4-B1タンクは2020/5/22, K4-B2~B10タンクは2021/6/9~6/22の期間でタンク中層からサンプリングを実施

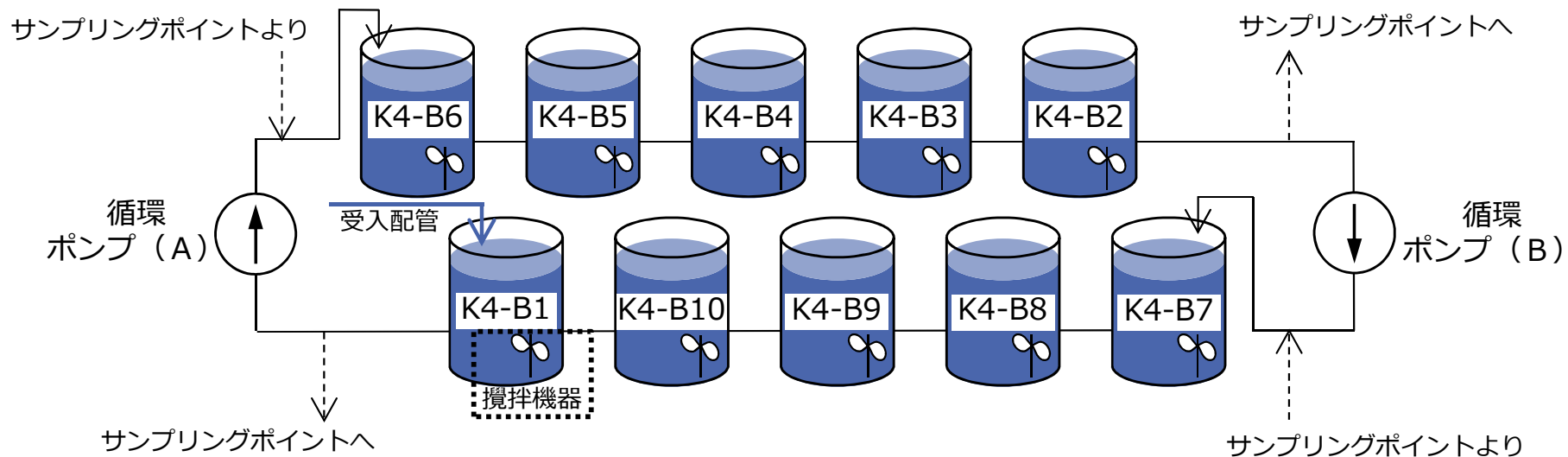


## 2-1(1) ②海洋放出前のタンク内ALPS処理水の放射能濃度の均質化

### 6. 循環攪拌実証試験の結果まとめ

- 今回の循環攪拌実証試験の結果を踏まえ、循環攪拌運転により代表試料を採取できると判断。
  - 本試験では、試験開始前にタンク1基（K4-B6）に第三リン酸ナトリウムを全量を投入した、非常に保守的な初期状態で開始したものの、タンク水量が2巡した以降に循環ラインサンプリングポイント（A）、（B）から採取した水に含まれるリン酸の平均濃度が、理論値80ppbとほぼ等しい84.5ppbであったこと。
  - 一方、保守的な初期条件により、タンク内から採取した水に含まれるリン酸濃度の平均は86ppb、標準偏差9ppbとなり、若干のばらつきが確認されたものの、タンク内のトリチウム濃度の平均は $1.51 \times 10^5$  Bq/l、標準偏差 $0.029 \times 10^5$  Bq/lとなっており、循環攪拌運転により均一の効果を確認されたこと。

- 試験結果を踏まえて、設備構成は下図の通り今回の試験と同様とし、循環攪拌の運転時間は、放出開始後の当面の間はタンク水量の2巡以上確保する運用とする。
- なお、循環攪拌の運転時間は、必要に応じトレーサを用いた検証を実施し、最適な運転時間を確認する。



## 2. 審査会合における主な指摘事項※等に対する回答

※：第97回特定原子力施設監視・評価検討会 資料2-2 別紙2

### 指摘事項①

#### (2-1 原子炉等規制法に基づく審査の主要論点)

##### (1) 海洋放出設備

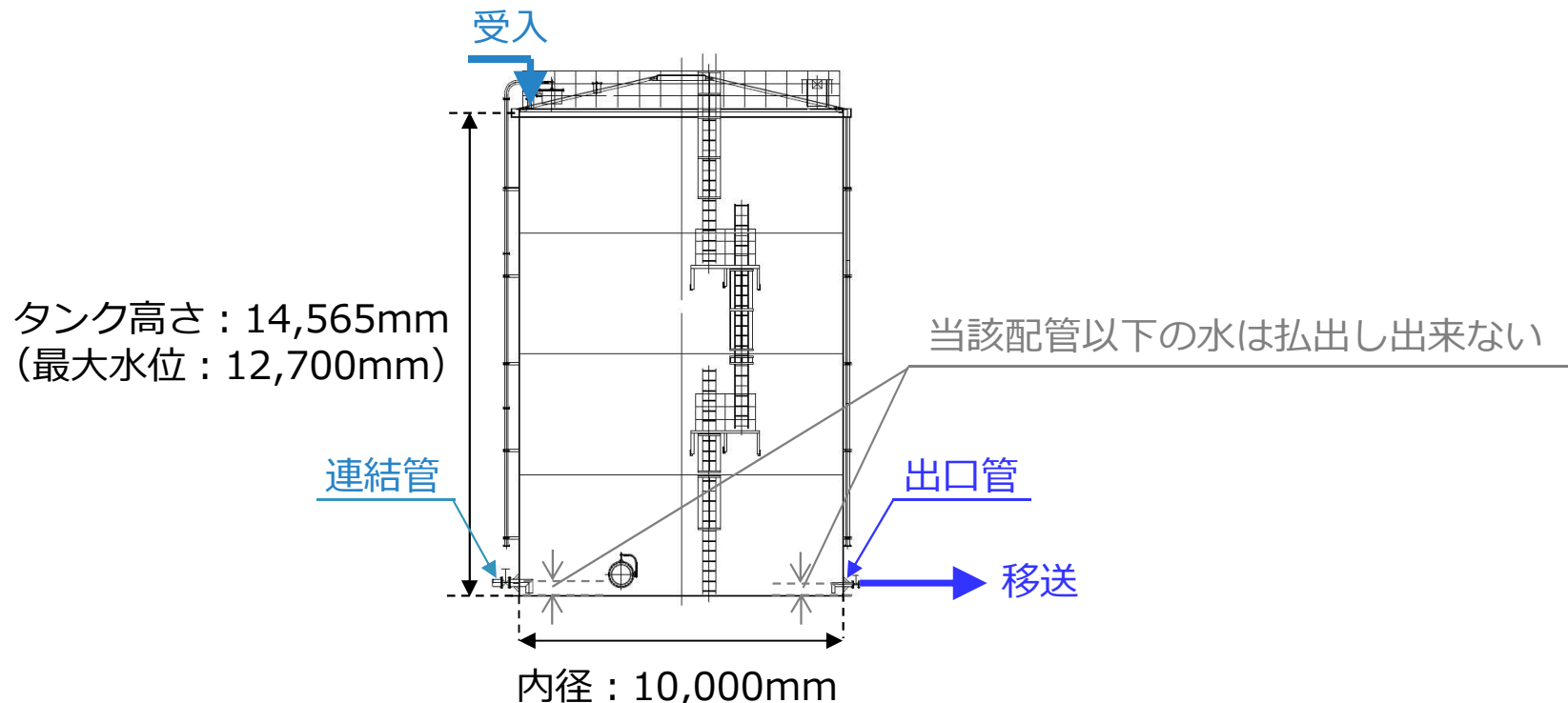
##### ②海洋放出前のタンク内ALPS処理水の放射能濃度の均質化

- 沈降性の放射性物質がタンク内に存在する場合には、タンクのローテーション（受入、測定・確認、放出）の度に累積していくおそれがある。そのため、タンクの残水部分の影響についてどのように対応するか説明すること。

## 2-1(1) ②海洋放出前のタンク内ALPS処理水の放射能濃度の均質化

### ①-1. 測定・確認用タンクの残水の影響

- ALPS処理水の海洋放出における通常の運用では、測定・確認用タンクの出口管・連結管以下の水を払い出すことが出来ないため、元々貯留していたALPS処理水が残った状態で、新しいALPS処理水を受け入れる計画。
- そのため、これらのALPS処理水をよく混合させるために、循環攪拌運転の時間は、放出開始後の当面の間はタンク水量の2巡以上確保する（P8参照）。
- なお、沈降性の物質に対する懸念については、ALPS処理水等貯留タンクから測定・確認用タンクへALPS処理水を受け入れる際は、念のためフィルタに通水した後に受け入れる計画とすること、今回測定・確認用タンクに転用するK4タンクはタンク内の清掃を実施することで対策を行う。



測定・確認用タンク（K4タンクを受払いタンク）

## 2. 審査会合における主な指摘事項※等に対する回答

※：第97回特定原子力施設監視・評価検討会 資料2-2 別紙2

### 指摘事項②

#### (2-1 原子炉等規制法に基づく審査の主要論点)

#### (2) 海洋放出時の保安上の措置

- 受入、測定・確認、放出といった全ての工程を俯瞰した際に、誤操作の発生が想定される箇所等を明示した上で、そのうちの数箇所についてはインターロック等による誤操作防止対策を講じるとした理由（基本的な考え方）を説明すること。

#### (1) 海洋放出設備

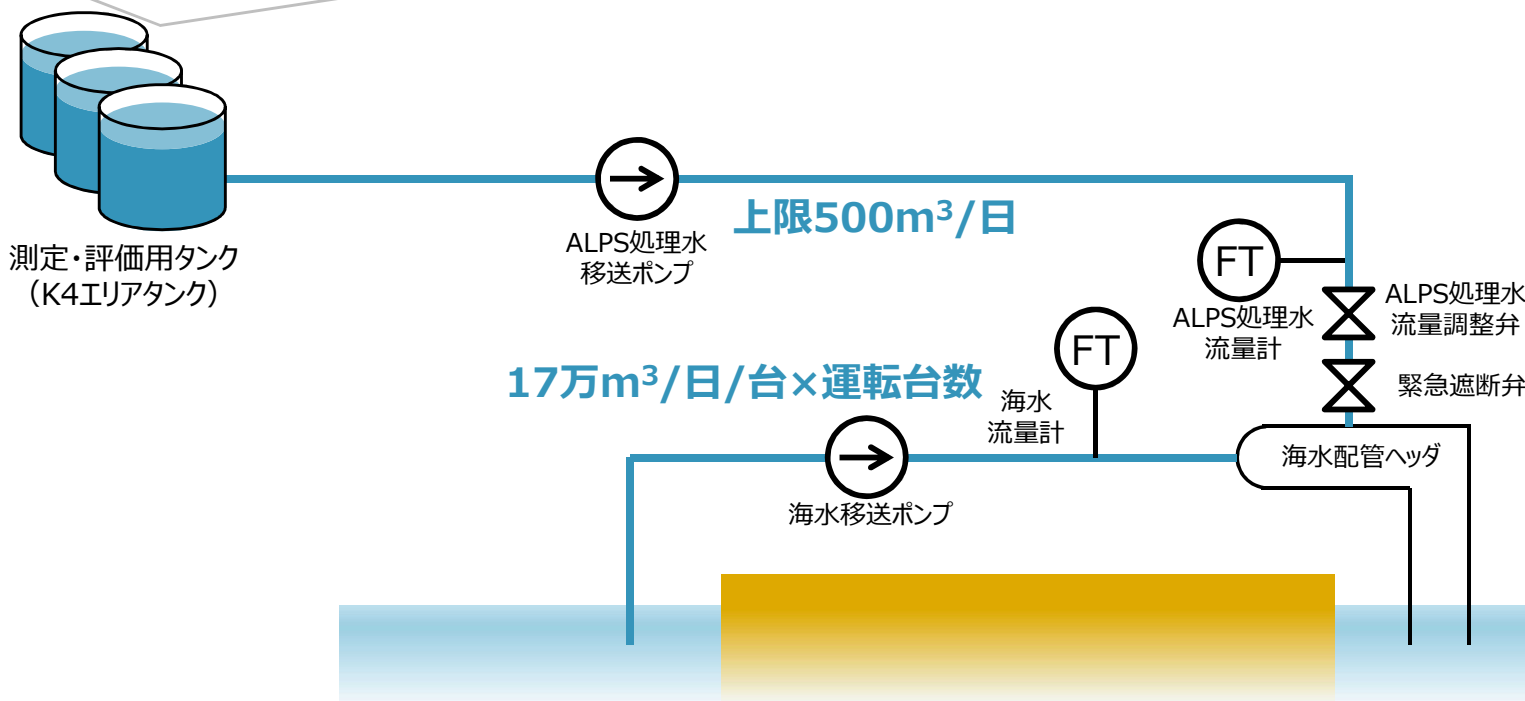
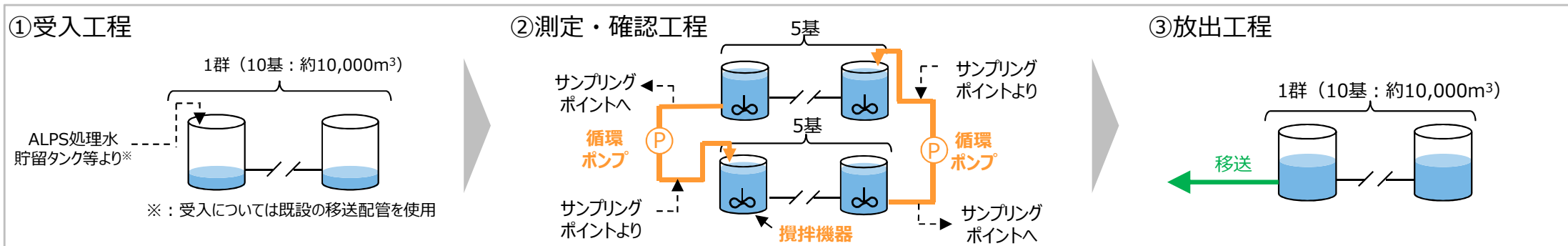
#### ④異常の検出とALPS処理水の海洋放出の停止方法

- 通常運転時において緊急遮断弁の動作が必要となった場合に、その他の設備の操作の有無を説明すること。また、放出操作を停止する際には、緊急遮断弁の動作が必要になる場合とそうでない場合に分けていることから、それぞれの場合における停止操作の内容を説明するとともに、前者の緊急遮断弁については、その役割と個数の設定根拠等を明確に示すこと。

## 2-1(2) 海洋放出時の保安上の措置

### ②-1. 運用に関する計画

- ALPS処理水希釈放出設備では、下記①～③の工程を、3つのタンク群でローテーションしながら運用する計画であるが、この一連の流れに必要な操作と手順等を説明する。



## 2-1(2) 海洋放出時の保安上の措置

### ②-2. 運用に関する計画詳細

■ ①受入、②測定・確認、③放出の工程を手順化すると以下の通り（各工程の状態は次頁以降参照）。

#### ①受入工程※1

※1：既設のタンク受入れ手順と概ね同様

□：トリガーとなる操作・状態

	A群	B群	C群
1周目	受入	—	—
2周目	測定・確認	受入	—
3周目	放出	測定・確認	受入
4周目	受入	放出	測定・確認
...	測定・確認	受入	放出

#### ①受入工程

1. 受入工程起動操作  
(ダブルアクション)

- (1) 受入ライン弁ラインナップ
- (2) 受入ラインバウダリ弁開

2. 移送元の移送ポンプ起動操作  
(1) 移送ポンプ起動

3. 測定・確認用タンク水位確認  
(1) 移送ポンプ停止  
受入ラインバウダリ弁閉

#### ②測定・確認工程

サンプリング

#### ②測定・確認工程

1. 測定・確認工程  
実行操作  
(ダブルアクション)

- (1) 攪拌機器起動
- (2) 循環ラインバウダリ弁開
- (3) FCV※2による流量制御
- (4) 循環ポンプ起動
- (5) 運転時間・積算流量監視

2. 運転時間・積算流量設定値到達  
(1) 循環ポンプ停止、FCV※2閉  
(2) 循環ラインバウダリ弁閉

3. 測定・確認工程停止操作  
(ダブルアクション)  
(1) 攪拌機器停止

#### ③放出工程

#### ③放出工程

1. 海水移送ポンプ起動操作  
(ダブルアクション)

- (1) 海水移送ポンプ起動
- (2) 海水移送ポンプ吐出弁/  
海水配管ヘッド入口弁開
- (3) 海水流量監視

2. トリウム濃度入力  
(スケッチ等による読み  
取り+Wチェック)

3. 放出操作 (キースイッチ)

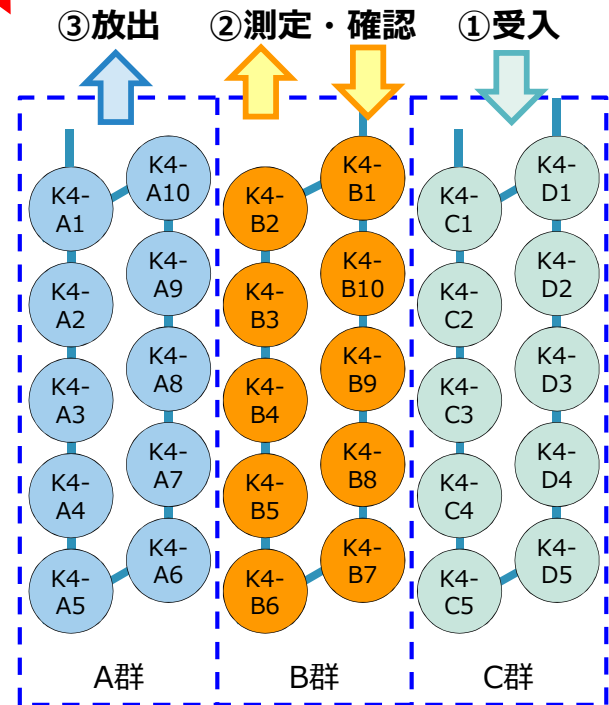
4. ALPS処理水移送  
工程実行  
(ダブルアクション)

- (1) 移送設備バウダリ弁他開
- (2) 移送ポンプ起動、
- (3) 緊急遮断弁、他電動弁開
- (4) FCV※2による流量制御

5. タンク水位低

6. 放出停止 (自動)

- (1) FCV※2閉
- (2) 移送ポンプ停止
- (3) 緊急遮断弁、他電動弁閉

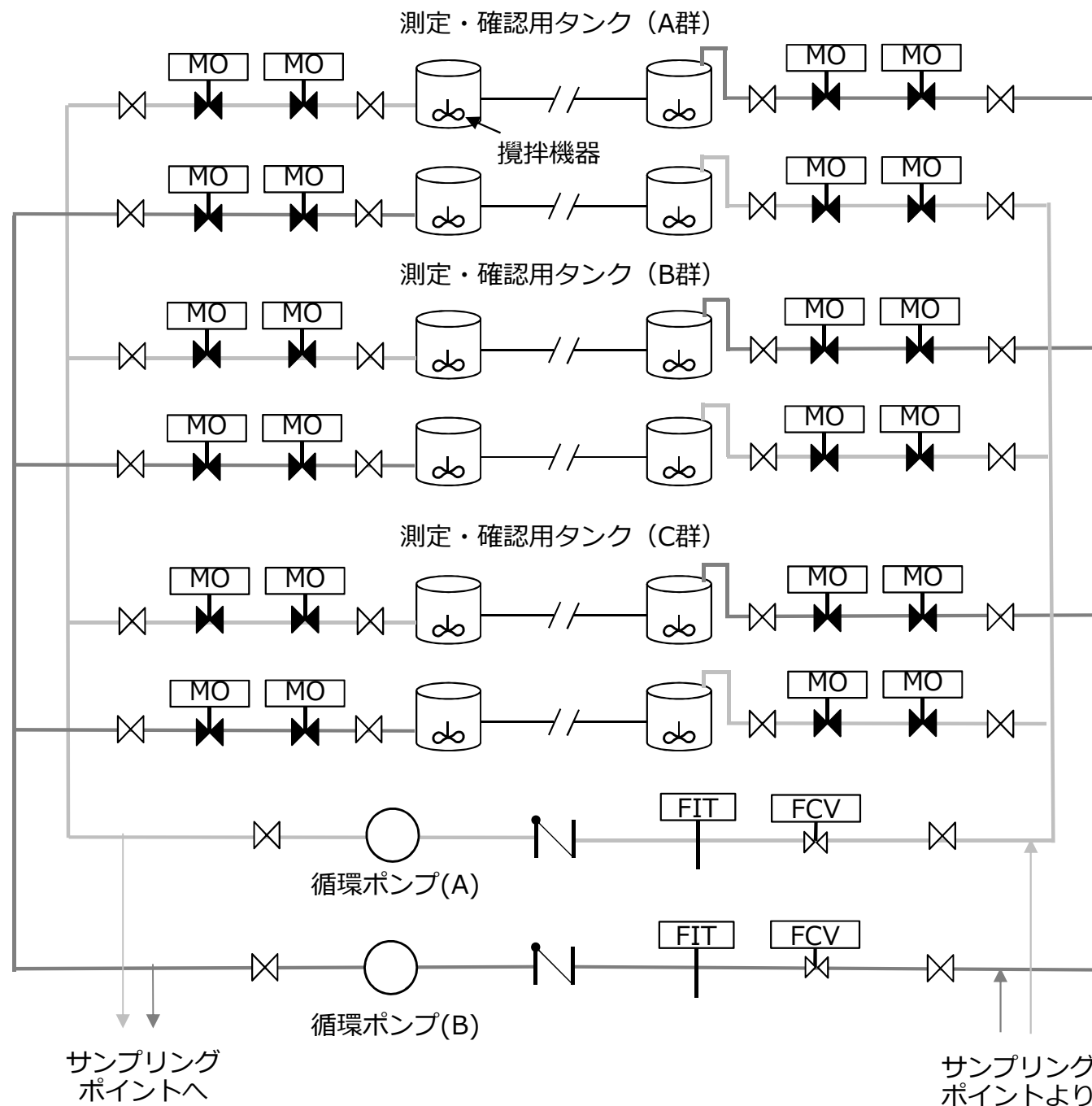


測定・確認用タンク 3群

※2：流量調整弁

## 2-1(2) 海洋放出時の保安上の措置

### 【補足】測定・確認工程の設備状態①（起動操作前）



<略語説明>  
MO: 電動駆動  
FCV: 流量調整弁  
FIT: 流量指示計







































































































