

東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所の実施計画 変更認可申請（ALPS処理水の海洋放出関連設備の設置等）に係る 審査書案の取りまとめ

令和4年5月18日
原子力規制庁

1. 趣旨

本議題は、東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所特定原子力施設に係る実施計画の変更認可申請（ALPS処理水の海洋放出関連設備の設置等）に関し、審査書案を取りまとめ、これについて科学的・技術的意見募集に付することの了承について諮るものである。

2. 経緯

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第64条の3第2項の規定に基づき、令和3年12月21日に東京電力ホールディングス株式会社（以下「東京電力」という。）から、多核種除去設備等処理水の海洋放出に関連する福島第一原子力発電所特定原子力施設に係る実施計画の変更認可申請があった。

本申請の内容については令和3年12月22日の第54回原子力規制委員会です承された対応方針（参考2）に従い、計13回の公開の審査会合において審査・確認を行った。

令和4年4月28日及び5月13日に東京電力から、審査会合における指摘事項を踏まえた補正申請が提出された。

3. 審査書案

別紙の審査書案を取りまとめることを了承いただきたい。

4. 意見募集の実施

審査書案が了承された場合、当該審査書案に対し、科学的・技術的意見の募集を行う。（令和4年5月19日（木）から令和4年6月17日（金）までの30日間）

5. 今後の予定

科学的・技術的意見募集の結果及びその内容を踏まえた審査書を委員会に諮り、認可することとしたい。

（別 紙）東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所特定原子力施設に係る実施計画の変更認可申請（ALPS処理水の海洋放出関連設備の設置等）に係る審査書案

（参考1）東京電力福島第一原子力発電所の実施計画変更認可申請（ALPS処理水の海洋放出関連設備の設置等）に係る審査の概要

（参考2）令和3年度第54回原子力規制委員会（昨年12月22日開催）資料3

(案)

東京電力ホールディングス株式会社

福島第一原子力発電所

特定原子力施設に係る実施計画の変更認可申請

(ALPS処理水の海洋放出関連設備の設置等)

に係る審査書

令和 年 月 日

原子力規制委員会

目次

はじめに	1
1. 実施計画の変更認可申請	1
2. 変更認可申請の内容	1
3. 本審査書の構成	1
第1章 原子炉等規制法に基づく審査	3
1-1 全体工程及びリスク評価	3
1-2 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理	4
1. ALPS処理水の海洋放出に必要なタンク群の容量	5
2. ALPS処理水に含まれる放射性核種の濃度の均質化及び分析	5
3. ALPS処理水の海水による希釈の方法及び評価	6
(1) ALPS処理水の希釈に必要な海水量等	6
(2) 解析コードによるALPS処理水の希釈状態の評価	7
4. 遮蔽及び漏えい防止・汚染拡大防止対策	8
1-3 放射性固体廃棄物の処理・保管・管理	9
1-4 作業者の被ばく線量の管理等	9
1-5 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等 ..	10
1-6 緊急時対策	10
1-7 設計上の考慮	11
1-7-1 準拠規格及び基準	11
1-7-2 自然現象に対する設計上の考慮	12
1. 地震に対する設計上の考慮事項	13
(1) 安全上の影響を考慮した耐震設計上の区分	13
(2) 地震対策	13
2. 津波に対する設計上の考慮事項	14
3. その他自然現象（豪雨、台風、竜巻等）に対する設計上の考慮事項	15
1-7-3 外部人為事象に対する設計上の考慮	15
1. 船舶の衝突に対する設計上の考慮事項	16
2. 電磁的障害に対する設計上の考慮事項	16
3. 不法侵入の防止等に対する設計上の考慮事項	17
1-7-4 火災に対する設計上の考慮	17
1-7-5 環境条件に対する設計上の考慮	18

1.	圧力及び温度に対する設計上の考慮	18
2.	腐食に対する設計上の考慮	18
3.	放射線劣化に対する設計上の考慮	18
1-7-6	運転員操作に対する設計上の考慮	19
1-7-7	信頼性に対する設計上の考慮	20
1-7-8	検査可能性に対する設計上の考慮	21
1-8	保安のために講ずべき事項	22
1.	A L P S 処理水中の放射性核種	22
2.	A L P S 処理水の分析体制等	23
3.	A L P S 処理水希釈放出設備の運転管理等	24
(1)	A L P S 処理水希釈放出設備の運転管理	24
(2)	海洋放出の停止に係る異常発生時等の対応	25
1-9	海洋放出設備の設計等の妥当性の確認	26
1.	変更認可申請の内容	26
(1)	異常事象の抽出	26
(2)	妥当性評価における機器等の条件	27
(3)	評価結果	28
2.	海洋放出設備の設計等の妥当性の確認結果	29
1-10	実施計画の実施に関する理解促進	29
1-11	審査結果	30
第2章	政府方針に照らした確認	31
2-1	海洋放出に係る放射線影響評価	31
1.	人に対する被ばく線量評価	32
(1)	ソースタームの設定	32
(2)	拡散・移行モデルの設定	34
(3)	被ばく経路の設定	35
(4)	代表的個人の設定	35
(5)	代表的個人に対する被ばく線量評価	36
(6)	線量拘束値との比較	36
2.	潜在被ばくによる人に対する線量評価	37
(1)	潜在被ばくシナリオの設定	37
(2)	ソースタームの設定	37
(3)	拡散・移行モデルの設定	37
(4)	被ばく経路の設定	37
(5)	代表的個人の設定	37
(6)	潜在被ばくによる代表的個人に対する線量評価	38

(7) 潜在被ばくに対する判断基準との比較	38
3. 海生動植物に対する被ばく線量評価	38
(1) ソースタームの設定	38
(2) 拡散・移行モデルの設定	38
(3) 被ばく経路の設定	38
(4) 標準動植物の設定	38
(5) 標準動植物に対する線量評価	39
(6) 誘導考慮参考レベルとの比較	39
4. 不確かさに対する考慮	39

はじめに

1. 実施計画の変更認可申請

東京電力ホールディングス株式会社（以下「東京電力」という。）から、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（昭和 32 年法律第 166 号。以下「原子炉等規制法」という。）第 6 4 条の 3 第 2 項の規定に基づき、「福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画」（令和 4 年 5 月 9 日付け変更認可。以下「実施計画」という。）について、令和 3 年 12 月 21 日付け廃炉発官 R3 第 175 号（令和 4 年 4 月 28 日付け廃炉発官 R4 第 23 号及び 5 月 13 日付け廃炉発官 R4 第 38 号で一部補正）をもって、ALPS 処理水の海洋放出関連設備の設置等に係る実施計画の変更認可申請書（以下「変更認可申請」という。）の提出があった。

変更認可申請は、東京電力が、令和 3 年 4 月 13 日に開催された廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議において決定された「東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所における多核種除去設備等処理水の処分に関する基本方針」（以下「政府方針」という。）を踏まえて作成し、その上で、原子力規制委員会（以下「規制委員会」という。）に提出したものである。

2. 変更認可申請の内容

雨水の浸入、地下水の浸透等によって原子炉建屋等で発生した高レベルの放射性汚染水（以下「汚染水」という。）は多核種除去設備等によりトリチウム以外の放射性核種を取り除く処理を行い、その処理後の水が貯蔵されている。このうち、東京電力福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示（平成 25 年原子力規制委員会告示第 3 号。以下「告示」という。）に規定される濃度限度との比の総和（以下「告示濃度限度比総和」という。）が 1 未満となるよう浄化処理された水（以下「ALPS 処理水」という。）の海洋放出に必要な設備として、ALPS 処理水希釈放出設備及び放水設備（以下「海洋放出設備」という。）を設置するとともに、当該設備の運用管理の方法等を定める。

3. 本審査書の構成

本審査書は、令和 3 年 12 月 22 日に原子力規制委員会が了承した審査・確認の進め方（※¹）に基づき、以下の構成とする。

「第 1 章 原子炉等規制法に基づく審査」には、変更認可申請が、「特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措

（※¹）令和 3 年度第 54 回原子力規制委員会 資料 3「東京電力福島第一原子力発電所の実施計画変更認可申請（ALPS 処理水の海洋放出関連設備）への対応」

置を講ずべき事項について」(平成 24 年 11 月 7 日原子力規制委員会決定。以下「措置を講ずべき事項」という。)のうち海洋放出設備の設置及び運用に関連する事項を満たすものであるか審査した内容を示した。

「第 2 章 政府方針に照らした確認」には、変更認可申請が、政府方針のうち海洋放出設備の設計及び運用、並びに海洋放出による放射線影響に関連する内容に則ったものであるか確認した内容を示した。

なお、本審査書においては、法令の規定等や変更認可申請の内容について、必要に応じ、文章の要約、言い換え等を行っている。

第1章 原子炉等規制法に基づく審査

本章においては、原子炉等規制法第64条の3第3項に関する審査の内容を、以下のとおり関連する措置を講ずべき事項ごとに示した。

- 1-1 全体工程及びリスク評価
- 1-2 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理
- 1-3 放射性固体廃棄物の処理・保管・管理
- 1-4 作業者の被ばく線量の管理等
- 1-5 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等
- 1-6 緊急時対策
- 1-7 設計上の考慮
- 1-8 保安のために講ずべき事項
- 1-9 海洋放出設備の設計等の妥当性の確認
- 1-10 実施計画の実施に関する理解促進

規制委員会は、これらの項目について審査した結果、変更認可申請の内容が、措置を講ずべき事項を満たすものであることを確認した。

各項目についての審査内容は以下のとおり。

1-1 全体工程及びリスク評価

措置を講ずべき事項「I. 全体工程及びリスク評価について講ずべき措置」では、1号炉から4号炉については廃炉に向けたプロセス、燃料デブリの取出し・保管を含む廃止措置の完了までの全体工程、5号炉及び6号炉については冷温停止の維持・継続の全体工程をそれぞれ明確にし、各工程・段階の評価を実施し、特定原子力施設全体のリスク低減及び最適化を図ること、特定原子力施設全体及び各設備のリスク評価を行うに当たっては、敷地外への広域的な環境影響を含めた評価を行い、リスクの低減及び最適化が敷地内外の安全を図る上で十分なものであることを求めている。

本審査においては、ALPS処理水の海洋放出が特定原子力施設全体のリスク低減及び最適化を図るものであることを確認する。

東京電力は、廃炉の全体工程において、多核種除去設備等で浄化処理された水の貯蔵量を低減させるための対策として、ALPS処理水の海洋放出を新たに位置付けた上で、その対策に必要な設備として、新たに海洋放出設備を設置し、2023年春頃から海洋放出を開始するとしている。

また、東京電力は、多核種除去設備等で浄化処理された水の貯蔵量を減少させるため、海洋放出設備は、汚染水発生量以上の量のALPS処理水を海洋へ放出できる設計及び運用にしている。これにより、現在多核種除去設備等で浄化処理された水を貯蔵しているタンク（以下「貯蔵タンク」という。）の解体・撤去が可能となり、新たに燃料デブリ保管施設等を設置するためのエリアを確保できるため、東京電力は、海洋放出設備が、特定原子力施設全体の将来的なリスク低減及び最適化に資する設備であるとしている。

さらに、東京電力は、海洋放出設備について、供用期間中に想定される機器の故障等を考慮した設計及び運用にしている。

規制委員会は、廃炉を進めるために必要な施設を設置するエリアが確保されることにより、特定原子力施設全体としての将来的なリスク低減及び最適化が図られることを確認した。

また、規制委員会は、東京電力が2023年春頃に予定している海洋放出の開始以降、供用期間中に想定される機器の故障等により異常が生じ、東京電力が意図しないかたちでALPS処理水が海洋へ放出される事象（以下「異常事象」という。）が発生した場合において、これを収束させるための対策を確認した。この審査内容については、「1-9 海洋放出設備の設計等の妥当性の確認」において記載する。

以上のことから、措置を講ずべき事項「I. 全体工程及びリスク評価について講ずべき措置」を満たしているものと認める。

1-2 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理

措置を講ずべき事項「II.9. 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理」では、施設内で発生する汚染水等の放射性液体廃棄物の処理・貯蔵に当たっては、その廃棄物の性状に応じて、当該廃棄物の発生量を抑制し、放射性物質濃度低減のための適切な処理、十分な保管容量確保、遮蔽や漏えい防止・汚染拡大防止等を行うことにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること、また、処理・貯蔵施設は、十分な遮蔽能力を有し、漏えい及び汚染拡大し難い構造物により地下水や漏水等によって放射性物質が環境中に放出しないようにすることを求めている。

このため、規制委員会は、以下の項目について審査を行った。

1. ALPS処理水の海洋放出に必要なタンク群の容量
2. ALPS処理水に含まれる放射性核種の濃度の均質化及び分析
3. ALPS処理水の海水による希釈の方法及び評価
4. 遮蔽及び漏えい防止・汚染拡大防止対策

規制委員会は、これらの項目について、変更認可申請の内容を確認した結果、措置を講ずべき事項「Ⅱ. 9. 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理」を満たしているものと認める。

各項目についての審査内容は以下のとおり。

1. ALPS処理水の海洋放出に必要なタンク群の容量

東京電力は、ALPS処理水を海洋放出する際に、敷地境界における実効線量を達成できる限り低減するために、ALPS処理水中に含まれる放射性核種の濃度を踏まえ、多量の海水で希釈することにより、ALPS処理水を海水で希釈した後に放出する水（以下「放出水」という。）中の放射性核種の濃度を低減するとしている。

具体的に、東京電力は、現状の汚染水発生量とALPS処理水に含まれる放射性核種の濃度の測定・評価に要する時間とを踏まえると、ALPS処理水の海洋放出までには、少なくとも約1万 m^3 分の容量が必要であることから、1群当たり約1万 m^3 分のタンク群（約0.1万 m^3 のタンク×10基）を3群設け、それぞれのタンク群をALPS処理水の受入工程、測定・確認工程及び放出工程に振り分けて運用するとしている。その上で、東京電力は、ALPS処理水を、これらのタンク群を含むALPS処理水希釈放出設備（※²）から、放水設備（※³）を経由して、沿岸から約1km離れた海洋へ放出するとしている。

規制委員会は、既設のK4エリアタンク群のうち約3万 m^3 分のタンク群をALPS処理水の受入、測定・確認及び放出の各工程に使用することにより、ALPS処理水の分析に要する期間中に発生する汚染水の量を考慮しても余裕のあるタンク容量が確保されることを確認した。

2. ALPS処理水に含まれる放射性核種の濃度の均質化及び分析

東京電力は、ALPS処理水の海洋放出前の測定・確認工程において、当該工程にあるタンク群の10基全てを連結し、循環ポンプ及び攪拌機器により均質化した上でサンプリングを行い、ALPS処理水に含まれる放射性核種の濃度を測定・評価するとしている。

また、東京電力は、均質化に要する循環攪拌時間については、循環攪拌実証試験により、適切に設定するとしている。

（※²） K4 エリアタンク群の一部、ALPS処理水移送ポンプ、海水移送ポンプ、海水配管ヘッダ、放水立坑（上流水槽）等で構成される。

（※³） 放水立坑（下流水槽）、放水トンネル及び放水口で構成される。

さらに、東京電力は、ALPS処理水を均質化した後の分析では放射性核種の測定・評価を行い、ALPS処理水中のトリチウム濃度を決定するとともに、トリチウム以外の放射性核種の告示濃度限度比総和が1未満であることを確認した上で、ALPS処理水の放出可否を判断するとしている。

規制委員会は、十分な時間を設定してタンク群内のALPS処理水の循環及び攪拌が行われることで放射性核種の濃度の均質性が確保されること、また、ALPS処理水の測定・確認工程から放出工程への移行が、ALPS処理水流量の設定に必要なトリチウム濃度の決定と、トリチウム以外の放射性核種の告示濃度限度比総和が1未満であることの確認を経て行われることを確認した。

なお、ALPS処理水の分析に関する審査内容については、「1-8 保安のために講ずべき事項」に記載する。

3. ALPS処理水の海水による希釈の方法及び評価

東京電力は、敷地境界における実効線量を達成できる限り低減するために、放出水に含まれるトリチウムの濃度が運用の上限値である1,500 Bq/L未滿かつ海水による希釈倍率が100倍以上となるよう、以下の希釈処理を行うとしている。

(1) ALPS処理水の希釈に必要な海水量等

東京電力は、測定・確認工程で決定したトリチウム濃度に応じて、ALPS処理水移送ポンプ、ALPS処理水流量調整弁、ALPS処理水流量計等により、ALPS処理水の流量を計画最大流量500 m³/日の範囲で設定するとしている。

また、東京電力は、放出水に含まれるトリチウム濃度を運用の上限値である1,500 Bq/L未滿かつ希釈倍率を100倍以上とするため、容量17万m³/日の海水移送ポンプを3台設置した上で、ALPS処理水の流量に応じて、海水移送ポンプを常時2台以上運転することにより、必要な海水量を確保するとしている。なお、希釈用の海水については、福島第一原子力発電所北側の港湾内外を隔てる透過防止工の撤去等により、港湾外から取水するとしている。

さらに、東京電力は、通常運転時においては、ALPS処理水流量を500 m³/日と設定し、海水移送ポンプの運転台数を2台とする場合が、希釈倍率の観点で最も厳しい運転条件であることから、当該条件下において、放出水中のトリチウム濃度を運用の上限値である1,500 Bq/L未滿とするために、ALPS処理水に含まれるトリチウム濃度の

上限値を 100 万 Bq/L にするとしている。

(2) 解析コードによるALPS処理水の希釈状態の評価

東京電力は、ALPS処理水と希釈用の海水については、海水配管ヘッダ及び海水配管で希釈した後、海洋へ放出するとしている。

また、東京電力は、解析コードを用いた数値シミュレーションにより、以下のとおり、海水配管ヘッダ及び海水配管におけるALPS処理水の海水による希釈状態を評価するとしている。

① 評価手法

a. 評価の考え方

海水配管ヘッダ及び海水配管において、ALPS処理水が十分に希釈されることを確認するため、放出水に占めるALPS処理水の割合を評価する。

b. 解析コード

希釈状態の評価においては、3次元空間における流体の運動（流速、圧力）や温度を解析評価することができ、乱流実験等により検証されているSTAR-CCM+コードを用いる。

c. 評価条件

通常運転時に想定される運転条件のうち、希釈倍率が最も小さくなる条件として、ALPS処理水の流量を計画最大流量である500 m³/日とし、希釈用の海水の流量を計画最小流量である34万 m³/日とする。

d. 判断基準

海水配管出口における放出水に占めるALPS処理水の割合が1.0%以下（希釈倍率が100倍以上）となること

② 評価結果

評価の結果、海水配管立上り部終端における放出水に占めるALPS処理水の割合が0.28%であることから、海水配管出口における判断基準を満足する。

規制委員会は、ALPS処理水の希釈処理及び希釈状態の評価について、以下のことから、通常運転時にあつては、海水配管ヘッダ及び海水配管にお

いて、ALPS処理水が海水で十分に希釈されることを確認した。

(1) ALPS処理水の希釈に必要な海水量等

放出水中のトリチウムの濃度を運用の上限値である 1,500 Bq/L 未満かつ希釈倍率を 100 倍以上とするため、必要な容量の海水移送ポンプ等の設置により、希釈に十分な量の海水を港湾外から確保すること及び放出水中のトリチウム濃度を 1,500 Bq/L 未満とするため、ALPS処理水に含まれるトリチウム濃度の上限値を 100 万 Bq/L とすることとしていること

(2) 解析コードによるALPS処理水の希釈状態の評価

希釈倍率を 100 倍以上とすることを満たすための判断基準を設定した上で、解析コードを用いたALPS処理水希釈放出設備における希釈状態の評価結果が、判断基準を満足していること

4. 遮蔽及び漏えい防止・汚染拡大防止対策

東京電力は、ALPS処理水を線源とした貯蔵タンクの表面線量率は 1 μ Sv/h 以下と評価されることから、ALPS処理水希釈放出設備の設計において遮蔽機能を考慮する必要はないが、主に以下のとおり、適切な漏えい防止・汚染拡大防止対策を行うとしている。

- (1) 漏えいの発生を防止するため、ALPS処理水移送ポンプ等には設置環境や内部流体の性状に応じた適切な材料を使用する。
- (2) 漏えい検知等の警報については、免震重要棟集中監視室等に表示し、異常を確実に運転員に伝え適切な措置をとれるようにする。
- (3) ALPS処理水を内包する機器は、周辺に堰を設けた区画内に設け、漏えいの拡大を防止するとともに、漏えいの早期検出を可能にするため、漏えい検知器を設置する。
- (4) ALPS処理水を内包する配管は、可能な限り排水路から離隔するとともに、ポリエチレン管については、管の外側に外装管（接合部は防水カバー）を取り付ける。

規制委員会は、ALPS処理水希釈放出設備については、ALPS処理水のみを取り扱うことから遮蔽機能を必要としないこと、また、漏えいを防止するため耐食性に優れた材料を使用すること、漏えいのおそれのある箇所については漏えい検知器や堰を設置することなどにより、漏えい及び漏えいによる汚染の拡大が適切に防止されることを確認した。

1-3 放射性固体廃棄物の処理・保管・管理

措置を講ずべき事項のうち、「Ⅱ.8. 放射性固体廃棄物の処理・保管・管理」では、施設内で発生する瓦礫等の放射性固体廃棄物の処理・貯蔵に当たっては、その廃棄物の性状に応じて、適切に処理し、十分な保管容量を確保し、遮蔽等の適切な管理を行うことにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減することを求めている。

規制委員会は、海洋放出設備の設置工事に伴い発生する瓦礫類及び伐採木の想定発生量（約 4,550 m³、表面線量率 0.1mSv/h 以下）は、実施計画Ⅲ章「2.1.1 放射性固体廃棄物等の管理」に基づく現状の保管容量（約 334,780 m³）に見込まれており、当該想定発生量に対して十分な保管容量が確保されていること、また、これらの瓦礫類及び伐採木については、表面線量率に応じたエリアにおいて保管し、定期的に巡視、保管量の確認等を行うことにより、適切に保管・管理する方針であることを確認した。

以上のことから、規制委員会は、措置を講ずべき事項「Ⅱ.8. 放射性固体廃棄物の処理・保管・管理」を満たしているものと認める。

1-4 作業者の被ばく線量の管理等

措置を講ずべき事項のうち、「Ⅱ.12. 作業者の被ばく線量の管理等」では、現存被ばく状況での放射線業務従事者の作業性等を考慮して、遮蔽、機器の配置、遠隔操作、放射性物質の漏えい防止、換気、除染等、所要の放射線防護上の措置及び作業時における放射線被ばく管理措置を講じることにより、放射線業務従事者が立ち入る場所の線量及び作業に伴う被ばく線量を、達成できる限り低減することを求めている。

規制委員会は、実施計画Ⅱ章「1.12 作業者の被ばく線量の管理等」及び実施計画Ⅲ章第3編「3 放射線管理に係る補足説明」の規定に従い、海洋放出設備の設置工事、運転、保守・点検等に従事する作業者を放射線業務従事者とした上で、被ばく歴を把握し、常に線量を測定評価すること及び放射線のレベルに応じた保護衣類を着用することにより、作業者の被ばく線量の管理が行われることを確認した。

以上のことから、規制委員会は、措置を講ずべき事項「Ⅱ.12. 作業者の被ばく線量の管理等」を満たしているものと認める。

1-5 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等

措置を講ずべき事項「Ⅱ. 11. 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等」では、特定原子力施設から大気、海等の環境中へ放出される放射性物質の適切な抑制対策を実施することにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること、特に施設内に保管されている発災以降発生した瓦礫や汚染水等による敷地境界における実効線量（施設全体からの放射性物質の追加的放出を含む実効線量の評価値）を1 mSv/年未満とすることを求めている。

東京電力は、排水する対象として、地下水バイパス水及びサブドレン他浄化設備による処理済水に加え、新たにALPS処理水を位置付けるとともに、その放出に当たっては、海水による希釈（100倍以上）を行い、放出水中のトリチウム濃度を1,500 Bq/L未満となるよう管理するとしている。

また、東京電力は、その際の実効線量評価においてトリチウムの寄与分については運用の上限値である1,500 Bq/Lを告示で定めるトリチウムの濃度限度で除し、それ以外の全ての核種の寄与分については告示濃度限度比総和1としたものを海水による最小の希釈倍率（100倍）で除した上で、それぞれの和による実効線量が0.035 mSv/年と評価している。放射性液体廃棄物等による実効線量は、排水する系統のうち最大となるものにより評価することから、引き続き最大となる地下水バイパス水による0.22 mSv/年であるとしている。

規制委員会は、ALPS処理水を海水で希釈して海洋放出する場合の敷地境界における実効線量については、実施計画Ⅲ章「2.2.3 放射性液体廃棄物等による線量評価」に示されている地下水バイパス水の排水による評価を下回ること、また、排水する系統も異なることから、放射性液体廃棄物等による実効線量0.22 mSv/年に変更はなく、引き続き敷地境界における実効線量の合計値が1 mSv/年未満となることを確認した。

以上のことから、措置を講ずべき事項「Ⅱ. 11. 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等」を満たしているものと認める。

1-6 緊急時対策

措置を講ずべき事項「Ⅱ. 13. 緊急時対策」では、緊急時対策所、安全避難通路等事故時において必要な施設及び緊急時の資機材等を整備すること、適切な警報系及び通信連絡設備を備え、事故時に特定原子力施設内に居る全ての人に対する確に

指示ができるとともに、特定原子力施設と所外必要箇所との通信連絡設備は、多重性及び多様性を備えることを求めている。

規制委員会は、大規模な地震、津波等の事態に備え、実施計画Ⅱ章「1.13 緊急時対策」の規定に従い、所内の作業員等に対して必要な対応等を指示し、当該事態の発生及び応急措置の状況等を関係機関へ通報するため、ページング、電力保安通信用電話設備等を確保することにより、特定原子力施設内及び特定原子力施設外との通信連絡手段が適切に整備されていること、ALPS処理水移送ポンプ等を設置する多核種移送設備建屋及び5、6号機東側電気品建屋には、安全避難通路等が整備されていることを確認した。

以上のことから、措置を講ずべき事項「Ⅱ.13. 緊急時対策」を満たしているものと認める。

1-7 設計上の考慮

措置を講ずべき事項「Ⅱ.14. 設計上の考慮」では、施設の設計については、安全上の重要度を考慮して以下に掲げる事項を適切に考慮したものであることを要求している。

- 1-7-1 準拠規格及び基準
- 1-7-2 自然現象に対する設計上の考慮
- 1-7-3 外部人為事象に対する設計以上の考慮
- 1-7-4 火災に対する設計上の考慮
- 1-7-5 環境条件に対する設計上の考慮
- 1-7-6 運転員操作に対する設計上の考慮
- 1-7-7 信頼性に対する設計上の考慮
- 1-7-8 検査可能性に対する設計上の考慮

各事項についての審査内容は以下のとおり。

1-7-1 準拠規格及び基準

措置を講ずべき事項「Ⅱ.14. 設計上の考慮 ①準拠規格及び基準」では、安全機能を有する構築物、系統及び機器は、設計、材料の選定、製作及び検査について、それらが果たすべき安全機能の重要度を考慮して適切と認められる規格及び基準によるものであることを求めている。

東京電力は、ALPS処理水希釈放出設備を構成する構築物、系統及び機器は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」(平成25年原子力規制委員会規則第6号)において、廃棄物処理設備等に相当するものと位置づけられることから、ALPS処理水を内包する容器及び鋼管については、「JSME S NC1-2012 発電用原子力設備規格設計・建設規格」のクラス3機器の規定を適用することとし、これら以外の機器等については、必要に応じて日本産業規格等の国内外の民間規格も適用するとしている。

規制委員会は、ALPS処理水希釈放出設備の設計、材料の選定、製作及び検査が、国内の原子力施設等で一般的に使用され、適切と認められる規格、基準等に基づいて行われることを確認した。

以上のことから、措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ①準拠規格及び基準」を満たしているものと認める。

1-7-2 自然現象に対する設計上の考慮

措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ②自然現象に対する設計上の考慮」では、安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その安全機能の重要度及び地震によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響を考慮して、耐震設計上の区分がなされるとともに、適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計であること及び地震以外の想定される自然現象(津波、豪雨、台風、竜巻等)によって施設の安全性が損なわれない設計であることを求めている。

本審査においては、海洋放出設備の機能が喪失した場合の公衆への放射線影響等を勘案して、地震等の自然現象に対して適切な対策が講じられることを確認する。

このため、規制委員会は、以下の項目について審査を行った。

1. 地震に対する設計上の考慮事項
2. 津波に対する設計上の考慮事項
3. その他自然現象(豪雨、台風、竜巻等)に対する設計上の考慮事項

規制委員会は、これらの項目について、変更認可申請の内容を確認した結果、措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ②自然現象に対する設計上の考慮」を満たしているものと認める。

各項目についての審査内容は以下のとおり。

1. 地震に対する設計上の考慮事項

(1) 安全上の影響を考慮した耐震設計上の区分

東京電力は、令和3年9月8日の原子力規制委員会で示された福島第一原子力発電所の耐震設計における地震動とその適用の考え方(※⁴)を参考にして、海洋放出設備のうち、ALPS処理水を取り扱うALPS処理水希釈放出設備の安全機能が喪失した場合における公衆への放射線影響を評価することにより、耐震クラスを設定するとしている。

東京電力は、評価の結果、直接線・スカイシャイン線による外部被ばく線量と、漏えいしたALPS処理水の一部が蒸発して大気中に移行した場合の内部被ばく線量を合わせたとしても、その実効線量は1 μSv/事象未満であることから、当該設備の耐震設計上の区分を耐震Cクラスとするとしている。

規制委員会は、ALPS処理水希釈放出設備については、直接線・スカイシャイン線による外部被ばくに加え、地震により当該設備から漏えいしたALPS処理水の一部が蒸発して大気中に移行した場合の内部被ばくを想定したとしても、その際の公衆被ばく線量の評価結果が50 μSv以下であること、放水設備については、放出水のみを取り扱い、安全機能を必要としない設備であることから、耐震Cクラスとすることを確認した。

(2) 地震対策

東京電力は、海洋放出設備の耐震設計に当たっては、耐震Cクラスの設備に要求される地震力に対して必要な強度を確保するとともに、同設備に使用する耐圧ホース、ポリエチレン管等については、材料の可とう性により耐震性を確保するとしている。また、地震によりALPS処理水希釈放出設備からALPS処理水が漏えいするおそれがある場合又は漏えいした場合を想定し、敷地外への漏えいの拡大による影響を防止又は緩和するため、以下の対策を講じるとしている。

- ① 震度5弱以上の地震発生時は、免震重要棟集中監視室からの手動操作により海洋放出を停止可能な設計とするとともに、測定・確認用設備の出口側電動弁を閉とし、タンク水位等による漏えいや設備の異常の有無を確認する。
- ② 測定・確認用設備のタンク群の周囲の基礎外周堰については、耐震Bクラスの構築物に要求される水平方向設計震度に対して必要な強度を確保するとともに、当該堰内に漏えいしたALPS処理水の滞留が確認さ

(※⁴) 令和3年度第30回原子力規制委員会 資料2「令和3年2月13日の福島県沖の地震を踏まえた東京電力福島第一原子力発電所の耐震設計における地震動とその適用の考え方(2回目)」

れた場合には、仮設ポンプ、高圧吸引車等により、漏えい水を回収し、健全性が確認された他のタンク又は建屋へ排水する。

- ③ ALPS 処理水を内包する配管については、排水路から可能な限り離隔するとともに、ポリエチレン管については、管の外側に外装管（接合部は防水カバー）を取り付ける。

規制委員会は、耐震Cクラスの設備に要求される地震力に対して十分耐えられる海洋放出設備とすること、耐圧ホース等については材料の可とう性により耐震性を確保すること、耐震Bクラスの設備に要求される静的地震力に対して十分耐えられる基礎外周堰を設けること、また、震度5弱以上の地震発生時には海洋放出を停止できる設計とすること、さらに、地震によりALPS 処理水希釈放出設備から漏えいが発生した場合に備え、基礎外周堰内に滞留したALPS 処理水を回収・排水するための仮設ポンプ等を配備するとともに、ALPS 処理水移送配管を排水路から可能な限り離隔して敷設することなどにより漏えいの影響を低減していることから、地震を適切に考慮した設計及び対策となっていることを確認した。

2. 津波に対する設計上の考慮事項

東京電力は、津波に対してALPS 処理水希釈放出設備の設計上、以下の事項を考慮するとしている。

- (1) ALPS 処理水希釈放出設備のうち、測定・確認用設備及びALPS 処理水移送配管の一部については、津波が到達しないと考えられる T.P. 約 33.5m 以上の場所に設置する。
- (2) 津波注意報等が発生した際には、津波による機器等の損傷及び漏えいの影響を考慮して、免震重要棟集中監視室からの手動操作により海洋放出を停止可能な設計とする。
- (3) T.P. 約 11.5m のエリアに設置する緊急遮断弁-1については、津波による影響を緩和する観点から日本海溝津波防潮堤内に設置する。

規制委員会は、ALPS 処理水希釈放出設備のうちALPS 処理水を貯蔵する測定・確認用設備及びALPS 処理水移送配管の一部については、検討用津波の遡上が想定されない T.P. 約 33.5m 以上の高台に設置すること、T.P. 約 33.5m 以下に設置する機器等については、津波による損傷及び漏えいの影響を緩和するため T.P. 約 11.5m のエリアに設置する日本海溝津波防潮堤の内側に緊急遮断弁-1 を設置すること、さらに、津波注意報等が発生した場合には、免震重要棟集中監視室からの手動操作により海洋放出を停止できる設計とする

ことから、津波を適切に考慮した設計となっていることを確認した。

3. その他自然現象（豪雨、台風、竜巻等）に対する設計上の考慮事項

東京電力は、地震及び津波以外のその他自然現象（豪雨、台風、竜巻等を含む。以下「その他自然現象」という。）に対して、ALPS処理水希釈放出設備の設計上、主に以下の事項を考慮するとしている。

- (1) ALPS処理水希釈放出設備のうち、循環ポンプ及びALPS処理水移送ポンプ又は制御盤等の電気品は、豪雨、台風（強風）の影響を受けにくい屋内に設置する。
- (2) 屋外に設置するALPS処理水移送配管等については、基礎ボルト等で固定することで、台風（強風）時に転倒しにくい設計とするとともに、凍結による破損や紫外線による劣化を防止するため、紫外線防止効果のあるカーボンブラックを添加した保温材等を取り付ける。
- (3) ALPS処理水希釈放出設備のうち電気設備は、避雷針の設置、機器接地等により落雷による損傷を防止する設計とする。
- (4) 竜巻注意報、高潮警報等が発生した場合には、ALPS処理水希釈放出設備の損傷のおそれを考慮して、免震重要棟集中監視室からの手動操作により海洋放出を停止可能な設計とする。
- (5) 海水移送ポンプの取水エリアについては、北防波堤と仕切堤を設置すること、屋外設備の端子箱貫通部や電路端部等については、シール材を施工することにより、海生生物（くらげ）の襲来や小動物の侵入を防止する設計とする。

規制委員会は、ALPS処理水希釈放出設備のうち、豪雨、落雷等による影響を受けやすい機器等については屋内に設置すること、屋外の機器等については、基礎ボルト等による固定や紫外線防止効果のあるカーボンブラックを添加した保温材の設置等により、強風による転倒、紫外線による劣化及び内部流体の凍結を防止する設計とすること、また、ALPS処理水希釈放出設備の運転に影響を与えうる竜巻注意報、高潮警報等が発生した場合には、免震重要棟集中監視室からの手動操作により海洋放出を停止できる設計とすることなどから、その他自然現象が適切に考慮された設計となっていることを確認した。

1-7-3 外部人為事象に対する設計上の考慮

措置を講ずべき事項「II. 14. 設計上の考慮 ③外部人為事象に対する設計上の考慮」では、安全機能を有する構築物、系統及び機器は、想定される外部人為事象

によって、施設の安全性を損なうことのない設計とすること、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する第三者の不法な接近等に対し、これを防御するため、適切な措置を講じた設計であることを求めている。

本審査においては、ALPS処理水希釈放出設備を海洋に隣接して設置すること、電気通信回線を介して海洋放出の操作を実施することなどを踏まえ、想定される外部人為事象に対して適切な対策が講じられることを確認する。

このため、規制委員会は、以下の項目について審査を行った。

1. 船舶の衝突に対する設計上の考慮事項
2. 電磁的障害に対する設計上の考慮事項
3. 不法侵入の防止等に対する設計上の考慮事項

規制委員会は、これらの項目について、変更認可申請の内容を確認した結果、措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ③外部人為事象に対する設計上の考慮」を満たしているものと認める。

各項目についての審査内容は以下のとおり。

1. 船舶の衝突に対する設計上の考慮事項

東京電力は、ALPS処理水希釈放出設備の設置に当たり、想定される外部人為事象として、新たに福島第一原子力発電所近傍における船舶の漂流を想定している。その上で、以下の理由により、ALPS処理水希釈放出設備の安全機能を損なうことはないとしている。

- (1) 福島第一原子力発電所周辺の海上交通は、最も距離の近い航路でも同発電所港湾部から約4kmの離隔距離があり、航路を通行する船舶がALPS処理水希釈放出設備に衝突する可能性は低いこと
- (2) 航路外の船舶として、小型船舶等が福島第一原子力発電所近傍で漂流したとしても、北防波堤及び仕切堤で阻害されるため、ALPS処理水希釈放出設備の取水機能に影響はないこと

規制委員会は、福島第一原子力発電所周辺の海上交通は最も距離の近い航路でも同発電所港湾部から約4kmの離隔距離があること、北防波堤と仕切堤により同発電所近傍で漂流した小型船舶等のALPS処理水希釈放出設備への衝突を防止できることを確認した。

2. 電磁的障害に対する設計上の考慮事項

東京電力は、ALPS処理水希釈放出設備は、電磁的障害による擾乱に対して、制御盤へ入線する電源受電部へのラインフィルタや絶縁回路の設置、外部

からの信号入出力部へのラインフィルタや絶縁回路の設置、通信ラインにおける光ケーブルの適用等により、影響を受けない設計にしている。

規制委員会は、ALPS処理水希釈放出設備の制御盤へ入線する電源受電部や外部からの信号入力部へのラインフィルタや絶縁回路の設置、通信ラインにおける光ケーブルの適用等により、当該設備の運転に必要な監視・制御装置に対して、十分な電磁波侵入防止対策が講じられることを確認した。

3. 不法侵入の防止等に対する設計上の考慮事項

東京電力は、ALPS処理水を海洋放出するために必要な設備の操作に係る監視・制御装置が、電気通信回線を通じて不正アクセス行為（サイバーテロを含む。）を受けることがないように、当該監視・制御装置に対する外部からの不正アクセスを遮断する設計としている。

規制委員会は、ALPS処理水の海洋放出の操作に係る監視・制御装置が、電気通信回線を通じた不正アクセス行為を受けることがないように、外部からのアクセスを遮断する設計とすること、また、実施計画Ⅱ章「1.14 設計上の考慮」の規定に従い、物的障壁を持つ防護された区域内に、ALPS処理水希釈放出設備を設置することなどにより、ALPS処理水希釈放出設備に対する第三者の不法な接近等が防止されることを確認した。

1-7-4 火災に対する設計上の考慮

措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ④火災に対する設計上の考慮」では、火災発生防止、火災検知及び消火並びに火災の影響の軽減の方策を適切に組み合わせ、火災により施設の安全性を損なうことのない設計であることを求めている。

東京電力は、火災の発生防止、火災の検知及び消火並びに火災の影響の軽減の方策を適切に組み合わせ、火災によりALPS処理水希釈放出設備の安全性を損なうことのないよう、以下の対策を講じるとしている。

1. 火災の発生を防止するため、ALPS処理水希釈放出設備は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用するとともに、当該設備周辺には可能な限り可燃物を排除する。
2. 火災を早期に検知するため、巡視点検に加えて、多核種移送設備建屋内及び5, 6号機東側電気品建屋内には、火災検知器を設置する。また、火災を早期

に消火するため、各機器等の近傍に消火器を設置する。

3. 火災による影響を軽減するため、配管の一部に使用する可燃性材料を不燃性又は難燃性材料で養生するとともに、海洋放出時において2系列の動作を必要とする機器については、火災によりその機能が同時に損なわれないよう、可能な限り機器間の離隔距離を確保する。

規制委員会は、火災によりALPS処理水希釈放出設備の安全機能が損なわれないよう、火災発生防止、火災検知及び消火並びに火災の影響の軽減の方策が適切に組み合わされていることを確認した。

以上のことから、措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ④火災に対する設計上の考慮」を満たしているものと認める。

1-7-5 環境条件に対する設計上の考慮

措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ⑤環境条件に対する設計上の考慮」では、安全機能を有する構築物、系統及び機器は、経年事象を含む全ての環境条件に適合できる設計であること、特に、事故や地震等により被災した構造物の健全性評価を十分に考慮した対策を講じることを求めている。

本審査では、ALPS処理水希釈放出設備が、事故や地震等により被災した建屋等に設置されるものではないことを前提に、想定される全ての環境条件を考慮した設計であることを確認する。

東京電力は、ALPS処理水希釈放出設備が想定される全ての環境条件に適合できるよう、ALPS処理水希釈放出設備に対して、以下の対策を講じるとしている。

1. 圧力及び温度に対する設計上の考慮

ALPS処理水希釈放出設備の通常運転時及び異常事象発生時に想定される圧力・温度に応じて、適切な最高使用圧力・最高使用温度を有する機器等を選定する。

2. 腐食に対する設計上の考慮

ALPS処理水希釈放出設備のうち、ALPS処理水や海水を貯蔵又は通水する機器等については、耐食性に優れた二相ステンレス鋼、ポリエチレン、合成ゴム、耐腐食性を有する塗装を施した炭素鋼等を使用する。

3. 放射線劣化に対する設計上の考慮

ALPS 処理水希釈放出設備の材質として使用するポリエチレン等については、放射線による材料特性に有意な変化がない期間を評価した上で、当該期間を超えて使用しないように、あらかじめ予備品への交換等を行う。

規制委員会は、ALPS 処理水希釈放出設備について、ALPS 処理水移送系及び海水移送系で想定される系統圧力・温度並びにALPS 処理水及び海水が炭素鋼に対して腐食性を有することを踏まえ、適切な最高使用圧力・最高使用温度や耐腐食性を有する材質を使用することなどから、温度、圧力、腐食等の想定される全ての環境条件を適切に考慮した設計となっていることを確認した。

以上のことから、措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ⑤環境条件に対する設計上の考慮」を満たしているものと認める。

1-7-6 運転員操作に対する設計上の考慮

措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ⑦運転員操作に対する設計上の考慮」では、運転員の誤操作を防止するための適切な措置を講じた設計であることを求めている。

東京電力は、運転員による誤操作を防止するとともに、異常事象や海洋放出設備の運転に影響を及ぼしうる自然現象等が発生した状況下においても、運転員が容易にこれらの事象に対処するために必要な設備を容易に操作できるよう、以下の対策を講じるとしている。

1. 監視・操作端末は、機器の状態表示や操作方法に統一性（色、形状等の視覚的要素）を持たせることにより、容易に操作できる設計とする。
2. ALPS 処理水の放出・移送、工程停止等の重要な操作に関しては、制御盤に対してダブルアクションを要する設計とする。また、放出許可に係る操作についてはダブルアクションに加えキースイッチによる操作を要する設計とする。
3. 測定・確認工程で得られたトリチウムの分析結果を、監視・制御装置に登録する際には、スキャナ等の機械的読み取りを行うことで、人手による計算や転記によるミスを防止する設計とする。
4. ALPS 処理水の測定・確認工程及び放出工程においては、3つのタンク群で構成する測定・確認用タンク群のうち、それぞれの工程で適切なタンク群を選択していないと、次工程に進めないインターロックを設けることにより、測定・確認前のALPS 処理水を海洋へ放出することがない設計とする。

5. 通常運転から逸脱するような異常を検知した場合に、海洋放出を停止させる機能を有する緊急遮断弁を設置するとともに、当該弁を閉とするインターロックを設けることにより、運転員が操作することなく、直ちに海洋放出の停止が可能な設計とする。

規制委員会は、監視・操作端末等については、視覚的要素での識別管理を行うこと、トリチウムの分析結果を監視・制御装置に登録する際においては、人手による計算や転記によるミスを防止するため、スキャナ等の機械的読み取りを行うこと、測定・確認工程及び放出工程においては、適切なタンク群を選択しなければ次工程に進めないインターロックを設けることなどにより、ALPS処理水希釈放出設備が運転員による誤操作を適切に防止するための措置を講じたものであること、また、インターロックを備えた緊急遮断弁により、運転員の操作を期待せずとも、ALPS処理水の海洋放出を停止できるものであることを確認した。

以上のことから、措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ⑦運転員操作に対する設計上の考慮」を満たしているものと認める。

1-7-7 信頼性に対する設計上の考慮

措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ⑧信頼性に対する設計上の考慮」では、安全機能や監視機能を有する構築物、系統及び機器は、十分に高い信頼性を確保し、かつ、維持し得る設計であること、重要度の特に高い安全機能を有するべき系統については、その系統の安全機能が達成できる設計であるとともに、その構造、動作原理、果たすべき安全機能の性質等を考慮して、多重性又は多様性及び独立性を備えた設計であることを求めている。

本審査においては、「1-7-2 自然現象に対する設計上の考慮」の1. (1)の記載のとおり、ALPS処理水希釈放出設備は、その安全機能が喪失した場合の公衆への放射線影響がほとんどないため、重要度の特に高い安全機能を有するべき系統には該当しないが、供用期間中に想定される機器の故障等に対して信頼性を確保した設計であることを確認する。

東京電力は、意図しないかたちでのALPS処理水の海洋放出の発生を防止する、又は発生した場合において、その放出量を極めて小さくするため、ALPS処理水希釈放出設備については、以下の対策により、十分に高い信頼性を確保した設計にしている。

1. 3つのタンク群で構成する測定・確認用設備については、タンク群間の混水

- を防止するため、タンクのバウンダリとなる弁を直列多重化する。
2. ALPS処理水流量計については、ALPS処理水の海水への希釈が設定値内で行われているか否かを確認するため、差圧式伝送器及びその伝送系を多重化する。
 3. 緊急遮断弁については、電動駆動の緊急遮断弁-1及び空気作動の緊急遮断弁-2を設置し、遮断機構に対して多重性、駆動源に対して多様性を備えるとともに、外部電源喪失時等においても確実に海洋への放出を停止できるようフェイルクローズ設計とする。

規制委員会は、タンク群間の混水を防止するための弁、希釈の適切な監視に必要なALPS処理水流量計、海洋放出を停止させる緊急遮断弁等に対して、それぞれの果たすべき機能の動作原理等を考慮して、多重性又は多様性を備えた設計とすることなどにより、十分に高い信頼性が確保されることを確認した。

以上のことから、措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ⑧信頼性に対する設計上の考慮」を満たしているものと認める。

1-7-8 検査可能性に対する設計上の考慮

措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ⑨検査可能性に対する設計上の考慮」では、安全機能を有する構築物、系統及び機器は、それらの健全性及び能力を確認するために、適切な方法によりその機能を検査できる設計であることを求めている。

東京電力は、ALPS処理水希釈放出設備については、その健全性及び能力を確認するために、以下のとおり、外観確認をはじめ、当該設備を構成する構築物、系統及び機器ごとに、その機能を適切に検査できる設計としている。

1. タンクについては、天板部及び側面部に点検口を設置することで、内部の点検が実施可能な設計とする。
2. 配管については、フランジ（シール）部のガスケット交換等の点検が実施可能な設計とする。
3. ポンプ及び弁については、分解点検や取替が実施可能な設計とする。
4. 流量計については、基準入力値に対し出力値を確認し、計器誤差を逸脱しないよう校正が実施可能な設計とする。
5. 緊急遮断弁（ロジック回路を含む。）については、入力信号に対して緊急遮断弁の動作信号が作動することの確認が可能な設計とする。

6. 海水配管ヘッダについては、点検用のマンホールを設置することで、内部の点検が実施可能な設計とする。

規制委員会は、ALPS処理水希釈放出設備については、外観確認の他、当該設備を構成する構築物、系統及び機器に応じて、分解点検や取替、流量計の校正、模擬信号試験等を実施可能な設計としていることにより、必要な保守・点検が実施でき、その機能を検査できる設計となっていることを確認した。

以上のことから、措置を講ずべき事項「Ⅱ. 14. 設計上の考慮 ⑨検査可能性に対する設計上の考慮」を満たしているものと認める。

1-8 保安のために講ずべき事項

措置を講ずべき事項「Ⅲ. 特定原子力施設の保安のために措置を講ずべき事項」では、運転管理、保守管理、放射線管理、放射性廃棄物管理、緊急時の措置、敷地内外の環境放射線モニタリング等適切な措置を講じることにより、「Ⅱ. 設計・設備について措置を講ずべき事項」の適切かつ確実な実施を確保し、かつ、作業員及び敷地内外の安全を確保すること、特に、事故や災害時等における緊急時の措置については、緊急事態への対処に加え、関係機関への連絡通報体制や緊急時における医療体制の整備等を行うこと、また、協力企業を含む社員や作業従事者に対する教育・訓練を的確に行い、その技量や能力の維持向上を図ることを求めている。

このため、規制委員会は、以下の項目について審査を行った。

1. ALPS処理水中の放射性核種
2. ALPS処理水の分析体制等
3. ALPS処理水希釈放出設備の運転管理等

規制委員会は、これらの項目について、変更認可申請の内容を確認した結果、措置を講ずべき事項「Ⅲ. 特定原子力施設の保安のために措置を講ずべき事項」を満たしているものと認める。

各項目についての審査内容は以下のとおり。

1. ALPS処理水中の放射性核種

東京電力は、ALPS処理水を海水にて希釈して放出するに当たり、トリチウム以外の放射性核種の告示濃度限度比総和が1未満を満足するものであるかについては測定・評価により確認している。

具体的に、東京電力は、現状の測定・評価の対象とする放射性核種は、トリ

チウム、多核種除去設備による除去対象 62 核種（以下「ALPS 除去対象核種」という。）に炭素 14 を加えた 64 核種としており、炭素 14 が主要 7 核種（※⁵）と全β測定値とのかい離から検出されて以降、ALPS 処理水に含まれる主要 7 核種に炭素 14 及びテクネチウム 99 を加えた放射能濃度分析値の和と全β測定値において、他の放射性核種の存在を疑わせるようなかい離は認められていないことや、ALPS 処理水を海洋放出する時点においては、減衰して存在量が十分少なくなっている ALPS 除去対象核種も考えられることなどから、トリチウム以外の放射性核種の告示濃度限度比総和 1 未満を満足すると想定している。

一方で、国内における廃止措置や埋設施設に関する知見を踏まえ、トリチウム以外の放射性核種が、汚染水中に有意に存在するか検証を実施した上で、測定・評価の対象とする放射性核種を選定している。

規制委員会は、過去の貯蔵タンク内水の測定において、主要 7 核種の個々のβ線による放射能濃度分析値の和と全β測定値との間にかい離が確認され、β線のエネルギースペクトルの形状の相違から、炭素 14 とテクネチウム 99（ALPS 除去対象核種）が含まれていることが特定された後、他の貯蔵タンク内水の分析において、他の放射性核種の存在を示すような結果がないことなどから、仮に ALPS 除去対象核種と炭素 14 以外に新たな放射性核種が存在するとしても、トリチウム以外の放射性核種の告示濃度限度比総和が 1 を超えないものと判断した。

なお、東京電力は、国内における廃止措置や埋設施設に関する知見を踏まえて ALPS 処理水を海洋放出する時点において存在する放射性核種を特定した上で、測定・評価の対象とする放射性核種を選定する方針としており、規制委員会は、この結果を ALPS 処理水の海洋放出が開始されるまでに別途確認する。

2. ALPS 処理水の分析体制等

ALPS 処理水に含まれる放射性核種の分析に当たっては、現状の分析環境、分析資源及び分析方法が十分であるかどうかを確認した上で、不足があれば、海洋放出を開始するまでに、分析に必要な資源の確保等を行う必要がある。

このため、ALPS 処理水の分析に必要な体制を整備し、分析方法や分析結果に対する客観性及び信頼性を確保する方針としているかを確認する。

東京電力は、測定・確認用設備で採取した ALPS 処理水に含まれる放射性

(※⁵) 告示濃度限度に対して有意に検出された Cs-134、Cs-137、Sr-90、I-129、Co-60、Sb-125 及び Ru-106

核種の分析に当たっては、実施計画Ⅲ章第1編第3条に規定する品質マネジメントシステム計画に基づき、新たに測定等の対象とする放射性核種に応じて、分析に必要とされる資源（分析装置、分析員等）を明確にした上で、当該分析業務に必要な体制を整備し、分析方法や分析結果に対する客観性及び信頼性を確保するため、主に以下の事項を実施するとしている。

- ・特定の核種の分析に係る国際標準化機構（International Organization for Standardization）等の認証を得た委託先から分析員を調達するとともに、教育訓練により分析員やその分析を監理する者の力量管理を実施する。
- ・福島第一原子力発電所全体の分析に必要とされる資源等を勘案して、委託先を含む組織内の役割を明確にした分析体制を整備する。
- ・公定法を基本とする分析方法により分析評価を行い、分析方法の妥当性・検証や、分析に専門性を有する第三者分析機関の関与を得つつ、分析結果の不確かさを含めた分析データの定量評価を行う。

規制委員会は、実施計画Ⅲ章第1編第3条に規定する品質マネジメントシステム計画に基づく活動の一環として、十分な専門性を有する委託先から分析員を調達すること、第三者分析機関による分析結果の比較検証を行うことなどにより、ALPS処理水の分析に必要な体制を整備し、分析方法や分析結果の客観性及び信頼性を確保する方針であることを確認した。なお、同体制の整備とは別に、海域モニタリングを含む福島第一原子力発電所全体の分析業務に必要な資源についても確保する方針であることを確認した。

3. ALPS処理水希釈放出設備の運転管理等

（1）ALPS処理水希釈放出設備の運転管理

東京電力は、敷地境界における実効線量を達成できる限り低減するために、ALPS処理水を海洋放出する際には、ALPS処理水希釈放出設備について以下の運転管理を行うとしている。

- ① 代表的な分析試料がサンプリングできるよう、測定・確認用設備における循環攪拌時間は、循環攪拌試験を踏まえて適切に設定する。また、循環攪拌前のタンク群内のトリチウム濃度のばらつきを少なくするため、測定・確認用設備に受け入れるALPS処理水は、トリチウム濃度が大きく異なるものを受け入れるよう計画する。
- ② 海水によるALPS処理水の希釈倍率が100倍以上となるよう、ALPS処理水流量については、測定・確認工程で測定したトリチウム濃度に応じて、ALPS処理水移送ポンプ、ALPS処理水流量調整弁、A

L P S 処理水流量計等により、A L P S 処理水の流量を最大 500 m³/日（最小流量は汚染水発生量以上とする。）の範囲で設定するとともに、A L P S 処理水の流量に応じて、海水移送ポンプ（17 万 m³/日）を常時 2 台以上運転する。なお、海洋放出初期は、放水立坑（上流水槽）において想定通り希釈できていること及び運用手順を確実に実施できることを検証することを目的に、慎重に少量での海洋放出を実施する。

- ③ 放出水中に含まれるトリチウム濃度が 1,500 Bq/L 未満となるまで十分な希釈効果を得られるよう、海洋放出する A L P S 処理水のトリチウム濃度の上限を 100 万 Bq/L とした上で、海洋放出の全体工程における不確かさや数値シミュレーションの結果を踏まえ、運用上の目標とすべき放出水中のトリチウム濃度（運用値）を設定する。
- ④ 年間のトリチウム放出量が 22 兆 Bq の範囲に収まるよう、年度ごとに A L P S 処理水の年間放出計画を定め、当該計画に沿った海洋放出を行う。

規制委員会は、十分な希釈効果を得られる A L P S 処理水希釈放出設備の運転管理が実施されることを確認した。

また、海洋放出初期においては、放水立坑（上流水槽）で採取した海水に含まれるトリチウム濃度が 1,500 Bq/L 未満であること及び運転手順を確実に実施できることを確認するため、少量からの海洋放出を実施すること、年間のトリチウム放出量については、年間放出計画の策定及び運用により、福島第一原子力発電所全体として 22 兆 Bq の範囲に収まるように管理されることを確認した。

（２）海洋放出の停止に係る異常発生時等の対応

東京電力は、A L P S 処理水希釈放出設備の通常運転及び停止の他、意図しないかたちでの A L P S 処理水の海洋放出に至るおそれのある事象等が発生した場合や海域モニタリングにより異常値が検出された場合は、緊急遮断弁の自動作動又は運転員の操作により、A L P S 処理水の海洋放出を停止するとしている。

また、東京電力は、意図しないかたちでの A L P S 処理水の海洋放出を防止又は直ちに収束させるために必要な設備については、その性能を確認・維持するための保守管理方法等を定めた上で、点検等により、その性能の確認ができず、早急な復旧が困難であると判断した場合は、A L P S 処理水の海洋放出を停止するとしている。

規制委員会は、外部電源喪失時等の緊急遮断弁の自動作動に加え、運転を停止するための判断基準に基づく運転員の手動操作により、海洋放出が確実に停止できることを確認した。

1-9 海洋放出設備の設計等の妥当性の確認

特定原子力施設全体としての将来的なリスク低減及び最適化を図る上で、海洋放出設備は、供用期間中に想定される機器の故障等を考慮する必要がある。

本審査においては、海洋放出設備について、運転中又は点検中を問わず、意図しないかたちでのALPS処理水の放出の観点で最も厳しい異常事象が適切に選定され、当該事象を収束させるための対策に妥当性があるかを確認する。

1. 変更認可申請の内容

(1) 異常事象の抽出

東京電力は、異常事象を抽出するに当たって、以下のとおり、意図しないかたちでのALPS処理水の海洋放出に至る事象の起因となる事象（以下「起因事象」という。）を抽出した上で、起因事象の発生を防止するための対策や起因事象が発生した場合の対策を踏まえて、実際に異常事象へ至るかどうかについて分析している。

① 異常事象の定義

ALPS処理水の海洋放出に当たって、意図しないかたちでの海洋放出に至る事象を異常事象とする。具体的には以下のとおり。

- a. 放射性物質が確認不備の状態での海洋放出される事象
- b. 放出水中のトリチウム濃度が運用の上限値以上の状態又は海水希釈倍率が運用上の最小の倍率未満の状態での海洋放出される事象
- c. 系外漏えいにより海水希釈を経ず海洋放出される事象

② 起因事象の抽出

海洋放出設備のうちALPS処理水を取り扱うALPS処理水希釈放出設備（電源・計測制御系を含む。）を構成する構築物、系統及び機器において、供用期間中に想定される故障等を起因事象として抽出する。起因事象の抽出は、各機器等の仕様、配管・計装図、インターロックブロック図、配置図、運用手順を参照しながら体系的に実施する。

③ 妥当性評価の対象とする異常事象の抽出

上記①a. 及び c. に該当する異常事象については、それら異常事象に繋

がる起因事象の発生を防止するための対策や起因事象が発生した場合の対策、具体的には測定・確認工程及び放出工程においてインターロックチェックを設けること、機器からの漏えい等が発生した場合には、巡視点検や漏えい検知器等で漏えい箇所を特定し、その上流にある弁を手動又は自動で閉止することなどにより、意図しないかたちでALPS処理水が海洋へ放出されることを未然に防ぐことができることから、妥当性評価の対象としない。

上記①b.に該当する異常事象については、起因事象のうち「2、3台運転中の海水移送ポンプのトリップ」及び「外部電源喪失」が設計面や運用面の対策を考慮しても意図しないかたちでのALPS処理水の海洋放出に至ることから、妥当性評価の対象とする異常事象として抽出する。

(2) 妥当性評価における機器等の条件

東京電力は、(1)で妥当性評価の対象とした、「2、3台運転中の海水移送ポンプのトリップ」及び「外部電源喪失」については、ALPS処理水の放出量を多くする観点で、主要な機器等の条件を以下のとおりとしている。

① 初期条件

ALPS処理水の海洋放出を実施中の通常運転時において、異常事象が発生する場合を仮定する。また、ALPS処理水の流量については、通常運転時における1日当たりの計画最大流量(500 m³)を上回るよう、ALPS処理水流量調整弁が全開の状態を仮定した場合におけるALPS処理水移送ポンプの定格流量(720 m³/日)とする。

② 異常事象に対処するための設備及びその作動条件

異常事象に対処するための設備として、緊急遮断弁を設ける。

また、緊急遮断弁を作動させる信号の応答時間については、海水流量計の時定数(4秒)を考慮して、それを包絡する5秒とし、緊急遮断弁-1と緊急遮断弁-2の全閉時間は、それぞれ全閉に要する最大時間である10秒及び2秒とする。

③ 単一故障の仮定

異常事象に対処するための設備については、その動的機器に対して、単一故障を仮定する。

具体的に、緊急遮断弁については、全閉した際に、移送系統内に保持されるALPS処理水の量が多く、全閉時間が短い緊急遮断弁-2の単一

故障を仮定する。

(3) 評価結果

東京電力は、「外部電源喪失」及び「2、3台運転中の海水移送ポンプのトリップ」を起因とした異常事象がそれぞれ発生した場合において、当該事象に対処するために必要な設備等による対策を講じた場合の放出量を以下のとおり評価している。

① 外部電源喪失

A L P S 処理水の海洋放出中に、送電系統の故障等により外部電源が喪失し、海水移送ポンプとA L P S 処理水移送ポンプがそれぞれ停止するものの、タンクの水頭圧、高低差等によりA L P S 処理水の移送が継続され、希釈されずに海洋へ放出される事象を想定する。

当該事象が発生した場合には、緊急遮断弁へ供給する電源も喪失することから、当該弁の持つフェイルクローズの機能により、緊急遮断弁-1が動作することで、外部電源が喪失してから少なくとも10秒後には海洋放出が停止される。

この結果、緊急遮断弁-1による対策を講じた場合の放出量は、緊急遮断弁-1よりも下流の配管内に存在するA L P S 処理水の量(約1.02 m³)に、緊急遮断弁-1が全閉までに要する時間(10秒間)に移送されるA L P S 処理水の量(約0.08 m³)を加えた約1.1 m³であり、通常運転時における1日当たりの計画最大流量(500 m³)に対して十分小さい。

② 2、3台運転中の海水移送ポンプのトリップ

A L P S 処理水の海洋放出中に、2台以上運転している海水移送ポンプが停止することより、A L P S 処理水を希釈するための海水流量が減少する事象を想定する。

当該事象が発生した場合には、「海水移送ポンプトリップ」又は「海水流量低」の信号を受け、緊急遮断弁-1が動作することで、当該事象の発生から少なくとも15秒後には海洋放出が停止される。

この結果、緊急遮断弁-1等による対策を講じた場合の放出量は、緊急遮断弁-1よりも下流の配管内に存在するA L P S 処理水の量(約1.02 m³)に、緊急遮断弁-1が作動信号を受けてから全閉までに要する時間(15秒間)に移送されるA L P S 処理水の量(約0.12 m³)を加えた約1.2 m³であり、通常運転時における1日当たりの計画最大流量(500 m³)に対して十分小さい。

2. 海洋放出設備の設計等の妥当性の確認結果

規制委員会は、異常事象に至る起因事象や原因を明らかにするためのトップダウン型の分析法を用いることなどにより、異常事象に至る起因事象が適切に抽出されていること、抽出した起因事象が発生した場合において、海洋放出設備の特徴を捉えた対策がとられていることを確認した。

また、評価においては、ALPS処理水の移送流量や緊急遮断弁-1の動作時間を保守的に設定していること、また、動的機器の単一故障の仮定が適切になされていることを確認した。

さらに、ALPS処理水の放出量の観点で最も厳しい異常事象を想定しても、緊急遮断弁-1等の対策を講じることにより、ALPS処理水の放出量は、最大で約1.2m³であると評価され、通常運転時の1日当たりの計画最大流量(500m³)と比較して十分小さいものであることを確認した。

以上のことから、規制委員会は、意図しないかたちでのALPS処理水の海洋放出を収束させる上で、海洋放出設備の設計等が妥当であることを確認した。

1-10 実施計画の実施に関する理解促進

措置を講ずべき事項「VII. 実施計画の実施に関する理解促進」では、実施計画の実施に当たっては、同計画の対策やリスク評価の内容、対策の進捗状況等について、継続的に、地元住民や地元自治体をはじめ広く一般に説明や広報・情報公開を行い、その理解促進に努めることを求めている。

東京電力は、ALPS処理水の海洋放出に当たり、実施計画VI章において、実施計画の実施に関する理解促進を担う組織として新たに廃炉情報・企画統括室(※⁶)を位置付けるとしている。

規制委員会は、東京電力が実施計画の実施に関する理解促進に努めるという目的に対し、廃炉・汚染水対策最高責任者の直下に設置した廃炉情報・企画統括室を、実施計画の理解促進の改善等の継続的実施のための指導及び提言を行う組織として新たに位置付け、わかりやすい情報の公開を継続的かつ迅速に行うための確認・連絡体制を強化するなど、適切な取組がなされることから、措置を講ずべき事項「VII. 実施計画の実施に関する理解促進」を満たしているものと認める。

(※⁶) トラブルや中規模災害及び非常事態発生時において、また、廃炉事業を計画的に進めるに当たり、地域目線を反映した情報発信や設備形成を実行させるため、福島第一廃炉推進カンパニー内の司令塔を担う組織として、2021年8月1日に廃炉・汚染水対策最高責任者の直下に設置された組織。

1-11 審査結果

変更認可申請は、措置を講ずべき事項を満たしており、核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は原子炉による災害の防止上十分なものであると認められる。

第2章 政府方針に照らした確認

規制委員会は、実施計画の本文とは別に参考資料として提出された「東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所における多核種除去設備等処理水の処分に関する基本方針」を踏まえた対応について（以下「政府方針を踏まえた対応」という。）について、令和3年12月22日の原子力規制委員会にて了承した審査・確認の進め方に基づき、その内容が、政府方針のうち海洋放出設備の設計及び運用、並びに海洋放出による放射線影響に関連する内容に則ったものであるか確認した。

東京電力は、政府方針のうち、海洋放出設備の設計及び運用、並びに海洋放出による放射線影響に関連する内容として以下の6項目への対応を示している。

（海洋放出設備の設計及び運用に関連する対応）

- ①2023年春頃を目途に海洋放出を行うための必要な手続き、設備構築等
- ②放射性物質の分析への専門性を有する第三者の関与
- ③ALPS処理水の大幅希釈
- ④海洋放出するトリチウムの年間総量
- ⑤少量からの海洋放出、海域モニタリングで異常値が確認された場合の放出停止（海洋環境への影響を評価するための措置）
- ⑥海洋放出に係る放射線影響評価

規制委員会は、当該6項目への対応の内容を確認した結果、それらが政府方針の関連する内容に則ったものであることを確認した。

具体的に、当該6項目のうち①～⑤については、原子炉等規制法に基づく審査を行う際に、併せて確認を行った。⑥について確認した内容は、以下「2-1 海洋放出に係る放射線影響評価」に示す。

2-1 海洋放出に係る放射線影響評価

政府方針は、海洋環境に及ぼす潜在的な影響についても評価するための措置を採ること（※⁷）としている。

東京電力は、政府方針を踏まえた対応の添付資料として「多核種除去設備等処理水（ALPS処理水）の海洋放出に係る放射線影響評価報告書（設計段階・改訂版）」

（※⁷）政府方針のうち「3. ALPS処理水の海洋放出の具体的な方法、（2）風評影響を最大限抑制するための放出方法、⑦」に記載されている。

(以下「放射線影響評価」という。)を規制委員会に提出した。

東京電力は、放射線影響評価において、IAEA 安全基準のガイド GSG-9 (※⁸) に示される計画的な放出による人に対する被ばく線量評価を実施し、評価の際の具体的な手順は IAEA 安全基準のガイド GSG-10 (※⁹) に従ったとしている。加えて、GSG-9 における評価の対象外となっている潜在被ばくによる人に対する線量評価及び海生動植物に対する被ばく線量評価も GSG-10 で示される手順に沿って実施したとしている。また、東京電力は、放射線影響評価は設計段階における情報に基づいて実施したものであり、今後、測定・評価の対象核種の選定を含む設計・運用に関する新たな情報・知見等を考慮し、必要に応じて評価を再度実施するとしている。

規制委員会は、令和 3 年 12 月 22 日の原子力規制委員会において了承した確認の進め方に基づき、放射線影響評価が関連する IAEA 安全基準の要件・ガイド (GSR-Part3 (※¹⁰)、GSG-9、GSG-10) 等を参照し実施されていること、またその評価結果が令和 4 年 2 月 16 日の原子力規制委員会において了承した評価の目安 (※¹¹) 等を下回っており、人と環境に対しての影響が十分に小さいことを確認した。

以下に、関連する IAEA 安全基準の要件・ガイドを参照し、1. 人に対する被ばく線量評価、2. 潜在被ばくによる人に対する線量評価、3. 海生動植物に対する被ばく線量評価及び 4. 評価に伴う不確かさへの考慮について、それぞれ確認した内容を示す。1. における評価結果に対しては、原子力規制委員会において線量拘束値に相当する値として了承した 50 μ Sv/年を評価の目安として、2. の評価結果に対しては、GSG-10 に事故時に放出が想定される放射性核種の量が少ない線源に対して典型的な判断基準として示されている 5 mSv/事象を評価の目安として、また 3. の評価結果に対しては、GSG-10 に標準動植物に対して電離放射線による有害な影響が生じる危険が存在しそうな吸収線量率の範囲として示されている誘導考慮参考レベルの下限値を評価の目安として確認を行った。

1. 人に対する被ばく線量評価

(1) ソースタームの設定

(※⁸) IAEA Safety Standards Series No. GSG-9 “Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment”, IAEA, 2018.

(※⁹) IAEA Safety Standards Series No. GSG-10 “Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities”, IAEA, 2018.

(※¹⁰) IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3 “Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standard”, IAEA, 2014.

(※¹¹) 令和 3 年度第 65 回原子力規制委員会 資料 2 「東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所の実施計画変更認可申請 (ALPS 処理水の海洋放出関連設備) の審査状況」別紙 3 「放射線影響評価の確認における考え方及び評価の目安」

本評価の入力値として用いる放射性核種ごとの放出量（以下「ソースターム」と呼ぶ。）について、GSG-10 のパラグラフ 5.9 から 5.11 におけるソースタームの設定に係る内容を参照し、規制委員会は、評価対象となる行為の特徴上代表的なものとして、関係する放射性核種の組成及び量が選択されているかを主に確認した。

具体的に確認した内容は以下のとおり。

- ソースタームについて、これまでに 64 核種の測定及び評価が実施された 3 タンク群（以下「3 タンク群」という。）内の A L P S 処理水に含まれる各放射性核種の濃度と A L P S 処理水の年間放出量により設定していること
- 3 タンク群内の A L P S 処理水の核種組成は、他の告示濃度限度比総和 1 未満のタンク群内の A L P S 処理水の核種組成と比較して、著しい違いがないこと
- 有機結合型トリチウムの影響について、A L P S 処理水中に有機化合物がほとんど含まれていないことから放出される A L P S 処理水中のトリチウムはほぼ全量がトリチウム水の形態で存在していると考えられること、また、海産物中での有機結合型トリチウムへの変換については、福島第一原子力発電所近傍海域の魚のモニタリング結果から有機結合型トリチウムは検出されていないものの、変換される割合を保守的に考慮していること
- 港湾内の海水中の放射性核種の濃度が周辺海域の海水よりも高い濃度となっていることを踏まえ、5, 6 号機放水口北側から港湾外の海水を取水する場合と港湾内の海水を取水する場合において、海水中の放射性核種が評価結果に与える影響を確認していること
- A L P S 処理水の測定・評価の対象とする放射性核種について、東京電力は今後、国内における廃止措置や埋設施設に関する知見を踏まえ、A L P S 処理水を海洋放出する時点において存在しうる放射性核種を特定した上で、測定・評価の対象とする放射性核種を選定する方針とし、この選定の結果に基づいてソースタームを見直すとしているが、A L P S 処理水を海洋放出する時点においては減衰して存在量が十分少なくなっている A L P S 除去対象核種も考えられ、また、貯蔵タンク内水の分析において主要 7 核種、炭素 14 及びテクネチウム 99 の放射能濃度分析値の和と全 β 測定値に他の核種の存在を疑わせるようなかい離は認められておらず、A L P S 除去対象核種の 62 核種と炭素 14 以外に新たな核種が存在するとしても低エネルギーの放射線のため人体への影響も小さいと考えられること

から、この見直しによる評価への影響は小さいこと

(2) 拡散・移行モデルの設定

GSG-10 のパラグラフ 5.12 から 5.25 における拡散・移行モデルの設定に係る内容を参照し、規制委員会は、

- 放射性物質の放出により生じる環境中の放射能濃度を解析モデルにより算出しているか
- 選択された拡散・移行モデルは、通常運転時に予期される放出の特徴を考慮し、必要に応じて、拡散、希釈、移行、蓄積及び減衰等を解析するために適当であるか

を主に確認した。

具体的に確認した内容は以下のとおり。

- 海水中の放射能濃度の算出に当たっては、国内外で広く使用実績があり、福島第一原子力発電所近傍の海域に放出する場合の海水中の放射能濃度の再現性について検証されている領域海洋モデル Regional Ocean Modeling System (以下「ROMS」という。) が用いられていること
- ROMS は広域における移流・拡散を評価するモデルであり、放水口付近の物理的な流れは再現していないため、上方に向けて放水する効果により放水口付近で異なる濃度分布となる可能性があるが、その影響については、評価範囲における拡散によって十分小さくなると考えられること
- 計算領域境界部のトリチウム濃度が日本周辺海域の海水中トリチウム濃度を十分下回っていることから、数値シミュレーションの計算領域として十分な範囲を設定していること
- 一年間を対象として実施した数値シミュレーションにおいて期間中の放射能濃度に増加の傾向が見られないことから、一年間の平均濃度が、放出期間全体の典型的な状態を代表できること
- 2014 年から 2020 年までの 7 年の気象・海象データを用いた数値シミュレーション結果から、年間平均の海水中放射能濃度の年ごとの変動が小さいことを確認していること、その上で、福島第一原子力発電所周辺の年間平均濃度が相対的に高い 2019 年の気象・海象データを評価に用いていること
- トリチウム以外の放射性核種については、海底土等への吸着等により環境中における動態は数値シミュレーションの評価対象核種であるトリチウムと必ずしも一致しないが、トリチウムと同様に海水に溶存した状態で移流・拡散するものとして評価を行っており、海水中の濃度低下を考慮しな

い保守的な設定としていること

- 一方、海浜砂等への移行に伴う放射性核種の蓄積については、放出開始と同時に海水中の濃度と平衡状態に至る設定で評価をしており、長期間にわたる放出によって環境中の放射性核種の濃度が最も高くなると考えられる状態で評価していること
- 規制委員会が実施した ROMS を用いた再現計算の結果と東京電力の数値シミュレーションの結果に有意な差がないこと
- 移行モデルについて、既往の国内の原子力施設における評価を参照して選定し、加えて、上記の評価の対象とされていない他の移行モデルについては GSG-10 に基づいて検討を行い設定していること
- 移行係数として、GSG-10 に基づく移行係数や、国内の原子力施設の許認可において使用実績等のある移行係数が用いられること

(3) 被ばく経路の設定

GSG-10 のパラグラフ 5.26 から 5.31 における被ばく経路の設定に係る内容を参照し、規制委員会は、

- 排出に関連する被ばく経路について、内部被ばくと外部被ばくを考慮して特定しているか
- 特定の被ばく経路を考慮から除外する場合は正当な理由が存在するかを主に確認した。

具体的に確認した内容は以下のとおり。

- 人に対する被ばく経路について、既往の国内の原子力施設における評価を参照して選定し、加えて、上記の評価の対象とされていない他の被ばく経路については GSG-10 に基づいて検討を行い設定していること

(4) 代表的個人の設定

GSG-10 のパラグラフ 5.32 から 5.35 における代表的個人（※¹²）の設定に係る内容を参照し、規制委員会は、施設が設置されている地域や国に居住する人々の生活習慣のデータを吸入率並びに食品及び飲料水の摂取率を含めて統計等から得た上で、典型的なデータを用いて代表的個人を設定しているかを主に確認した。

(※¹²) 代表的個人は、GSR Part 3 において、ICRP Publication101「公衆の防護を目的とした代表的個人の線量評価・放射線防護の最適化：プロセスの拡大」を参照して、対象集団の中で特に高めの被ばくをする人々と同等の線量を受ける仮想的個人と定義されており、公衆の防護の目的のために、線量拘束値の遵守の判断に用いられる。

具体的に確認した内容は以下のとおり。

- 代表的個人の設定に用いる生活習慣や特性に関する包括的なデータの取得が福島第一原子力発電所の周辺では不可能であることから、既往の国内の原子力施設における評価を参照した個人の特性の他、日本国民の食品摂取に関する調査結果に基づく設定を行っていること
- 帰還困難区域の解除やそれに伴う居住制限の緩和等、福島第一原子力発電所の周辺環境の改善に応じて、代表的個人の設定に用いる生活習慣や特性に関するデータの採否を検討するとしていること

(5) 代表的個人に対する被ばく線量評価

GSG-10 のパラグラフ 5.36 及び 5.37 における代表的個人に対する被ばく線量評価に係る内容を参照し、規制委員会は、年齢層についても適切に考慮した上で線量係数を用いて内部被ばくと外部被ばくを算出しているかを主に確認した。

具体的に確認した内容は以下のとおり。

- 外部被ばく及び内部被ばくの評価をするに当たって、GSG-10 に基づく線量係数や、国内の原子力施設の許認可において使用実績等のある線量係数を用いていること
- 内部被ばくを評価するに当たっては、成人、幼児、乳児の異なる年齢層についても評価していること

(6) 線量拘束値との比較

GSG-10 のパラグラフ 5.38 から 5.42 における線量拘束値との比較に係る内容を参照して、規制委員会は評価結果と線量拘束値との比較を以下のとおり確認した。

- 上記評価の結果、代表的個人に対する被ばく線量は 10^{-2} から 10^{-1} $\mu\text{Sv}/\text{年}$ 程度となり、規制委員会が了承した評価の目安である 50 $\mu\text{Sv}/\text{年}$ と比較すると極めて小さいものであること
- 上記評価結果を踏まえた上で、政府方針の決定の過程で、廃炉全体の計画、自然減衰の効果、保管中の漏えいリスク、職業被ばくや社会的な影響といったALPS処理水の海洋放出に係る防護と安全の最適化を検討するための要素への考慮が行われていることを認識し、トリチウムの年間放出量を 22 兆 Bq を下回る水準にするとしていること
- 東京電力は、トリチウムの年間放出量について、今後、最適化の観点等に

留意しつつ、線量拘束値を満たす範囲で定期的に見直すとしていること

2. 潜在被ばくによる人に対する線量評価

GSG-10 のパラグラフ 5.43 から 5.75 における潜在被ばくによる人に対する線量評価に係る内容を参照し、規制委員会は、

- 潜在被ばくのシナリオを設備及び活動に対する安全評価を行った上で特定しているか
- 特定されたシナリオに応じたソースターム、拡散・移行モデル、被ばく経路及び代表的個人を設定し、代表的個人に対する線量評価を行っているか
- 評価結果が潜在被ばくに対する判断基準を下回っているかを主に確認した。

具体的に確認した内容は以下のとおり。

(1) 潜在被ばくシナリオの設定

- 海洋放出設備の設計等の妥当性を評価するために仮定された機器の故障等を超えた放出に至る機器の損傷として、①ALPS 処理水移送配管の破断と②測定・確認用タンク群の破損を特定した上で、保守的なシナリオを設定していること

(2) ソースタームの設定

- 潜在被ばくシナリオに応じ、ALPS 処理水に含まれる各放射性核種の濃度は「1. 人に対する被ばく線量評価」と同じものを用い、ALPS 処理水の日放出量はシナリオ①では通常運転時の計画最大流量、シナリオ②では測定・確認用タンク群が保有する全量とし、両者によりソースタームを設定していること

(3) 拡散・移行モデルの設定

- 拡散モデルについて、通常運転時の放出との違いは放水位置だけであることから、潜在被ばくシナリオに応じた放水位置を設定し、その他の条件については「1. 人に対する被ばく線量評価」と同じものを用いていること
- 移行モデルについて、放水位置による違いがないことから、「1. 人に対する被ばく線量評価」と同じものを用いていること

(4) 被ばく経路の設定

- 人に対する被ばく経路について、移行モデルと同様に「1. 人に対する被ばく線量評価」と同じものを用いていること

(5) 代表的個人の設定

- 代表的個人について、潜在被ばくシナリオに応じて被ばく時間や被ばく評価地点を設定し、その他の代表的個人の設定は「1. 人に対する被ばく線

量評価」と同じ考えを用いて設定していること

(6) 潜在被ばくによる代表的個人に対する線量評価

- 潜在被ばくによる代表的個人に対する線量評価を行うに当たって、「1. 人に対する被ばく線量評価」と同じ手法と係数を用いていること
- 評価に使用する海水中の放射能濃度は、保守的に、被ばく時間において同じ濃度が継続するという設定としていること

(7) 潜在被ばくに対する判断基準との比較

- 上記評価の結果、潜在被ばくによる代表的個人に対する線量は、①のシナリオで 10^{-4} から 10^{-3} mSv/事象程度、②のシナリオで 10^{-2} から 10^{-1} mSv/事象程度となり、いずれのシナリオにおいても、GSG-10 に事故時に放出が想定される放射性核種の量が少ない線源に対して典型的な判断基準として示されている 5 mSv/事象を下回るものであること

3. 海生動植物に対する被ばく線量評価

GSG-10 の添付資料 I パラグラフ I.19 から I.25 における海生動植物に対する被ばく線量評価に係る内容を参照し、規制委員会は、

- 「1. 人に対する被ばく線量評価」と同様のソースターム及び拡散・移行モデル、海生動植物に対する被ばく線量評価を行うに当たって考慮すべき被ばく経路、及び福島第一原子力発電所近傍海域の海生動植物の生態系に基づいた標準動植物を設定し、標準動植物に対する線量評価を行っているか
- 評価結果が誘導考慮参考レベルの下限值を下回っているかを主に確認した。

具体的に確認した内容は以下のとおり。

(1) ソースタームの設定

- ソースタームについて、「1. 人に対する被ばく線量評価」と同じものを用いていること

(2) 拡散・移行モデルの設定

- 拡散モデルについて、「1. 人に対する被ばく線量評価」と同じものを用いていること
- 移行モデルについて、「1. 人に対する被ばく線量評価」と同じものから、海生動植物の生息環境を考慮して設定していること

(3) 被ばく経路の設定

- 海生動植物に対する被ばく経路について、GSG-10 に基づいて検討を行い設定していること

(4) 標準動植物の設定

- 福島第一原子力発電所近傍海域に生息する海生動植物の生態系に基づき、標準扁平魚、標準カニ、標準褐藻を標準動植物として設定していること

(5) 標準動植物に対する線量評価

- 外部被ばく及び内部被ばくの評価に用いる線量係数として、GSG-10に基づく線量係数を用いていること

(6) 誘導考慮参考レベルとの比較

- 上記評価の結果、標準動植物への吸収線量率は、誘導考慮参考レベルの下限値を十分に下回るものであること

4. 不確かさに対する考慮

GSG-10 のパラグラフ 6.1 から 6.9 における不確かさに対する考慮に係る内容を参照し、規制委員会は、

- 評価に含まれる不確かさの性質を捉えた上でその影響を把握しているか
- 今後必要に応じて不確かさを小さくするための検討を行うことを念頭に、評価結果への寄与が大きい不確かさの要因を特定するための検討をしているか
- 放射線影響評価の結果が判断基準に近い場合には、不確かさの影響を合理的な範囲で考慮しているか

を主に確認した。

具体的に確認した内容は以下のとおり。

- 評価に含まれる不確かさについて、統計的に分布を持つ不確かさや知識の不足により生じる不確かさといった不確かさごとの性質を捉えた上で、ソースタームにおける核種組成や魚介類の濃縮係数などの移行係数を評価結果への寄与の大きい要因として特定していること
- 1.(6)における評価結果を評価の目安と比較すると極めて小さいものとなっていることから、不確かさの詳細な考慮は必要ではないものの、特定された不確かさを考慮した場合でも、寄与の最も大きい要因による不確かさは1桁であり、評価結果が評価の目安を下回ることに変わりはないこと

以 上

東京電力福島第一原子力発電所の実施計画変更認可申請 (ALPS処理水の海洋放出関連設備の設置等) に係る審査の概要

原子力規制庁

- 本資料は、東京電力福島第一原子力発電所の実施計画変更認可申請（ALPS処理水の海洋放出関連設備の設置等）に係る審査の概要を分かりやすく表現することを目的としているため、技術的な厳密性よりもできる限り平易な記載としています。正確な審査・確認内容及び審査・確認結果については、審査書案をご参照ください。

目次

はじめに P.2

ALPS処理水の海洋放出関連設備に係る審査の概要

< 詳細説明用 >

第1章 原子炉等規制法に基づく審査 P.7

第2章 政府方針に照らした確認 P.46

< 概要説明用 > P.62

はじめに

1. 実施計画の変更認可申請

東京電力から、原子炉等規制法第64条の3第2項の規定に基づき、令和3年12月21日付けでALPS処理水の海洋放出関連設備の設置等に係る実施計画の変更認可申請書の提出があった。

2. 変更認可申請の内容

雨水の浸入、地下水の浸透等によって原子炉建屋等で発生した高レベルの放射性汚染水（以下「汚染水」という。）は多核種除去設備等によりトリチウム以外の放射性核種を取り除く処理を行い、その処理後の水が貯蔵されている。このうち、東京電力福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示（平成25年原子力規制委員会告示第3号。以下「告示」という。）に規定される濃度限度との比の総和（以下「告示濃度限度比総和」という。）が1未満となるよう浄化処理された水（以下「ALPS処理水」という。）の海洋放出に必要な設備として、ALPS処理水希釈放出設備及び放水設備（以下「海洋放出設備」という。）を設置するとともに、当該設備の運用管理の方法等を定める。

3. 審査及び確認の方針

令和3年12月22日の原子力規制委員会にて了承した審査・確認の進め方（※1）に基づき、本変更認可申請の内容に対して以下の事項を確認した。（※1）資料3「東京電力福島第一原子力発電所の実施計画変更認可申請（ALPS処理水の海洋放出関連設備）への対応」

1. 「特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について」（平成24年11月7日原子力規制委員会決定。以下「措置を講ずべき事項」という。）を満たすものであること
2. 「東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所における多核種除去設備等処理水の処分に関する基本方針（※2）」（以下「政府方針」という。）に則ったものであること

（※2）令和3年4月13日に開催された廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議において決定された政府の基本方針

4. 申請・審査の経緯

令和3年 4月13日 廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議

同年 8月 27日 ALPS処理水プログラム部の設置に伴う組織変更に係る実施計画の変更を認可

同年11月 5日 K4エリアタンクの一部を海洋放出設備として使用することに伴う中低濃度タンク（G4北、G5エリア）の設置等に係る実施計画の変更を認可

同年12月 2日 更田委員長による福島第一原子力発電所の視察

同年12月21日 **東京電力より実施計画の変更認可申請（ALPS処理水の海洋放出関連設備の設置等）の提出**

同年12月22日 第54回 原子力規制委員会にて変更認可申請の対応方針を了承

同年12月24日 **多核種除去設備等処理水の処分に係る実施計画に関する審査会合（主要な論点の提示）**
(※)令和4年4月15日までに合計15回の審査会合を開催（うち13回は本変更認可申請に係る審査会合）

令和4年 2月16日 第65回 原子力規制委員会にて変更認可申請の審査状況を報告

同年4月28日及び5月13日 東京電力より実施計画の変更認可申請の補正の提出



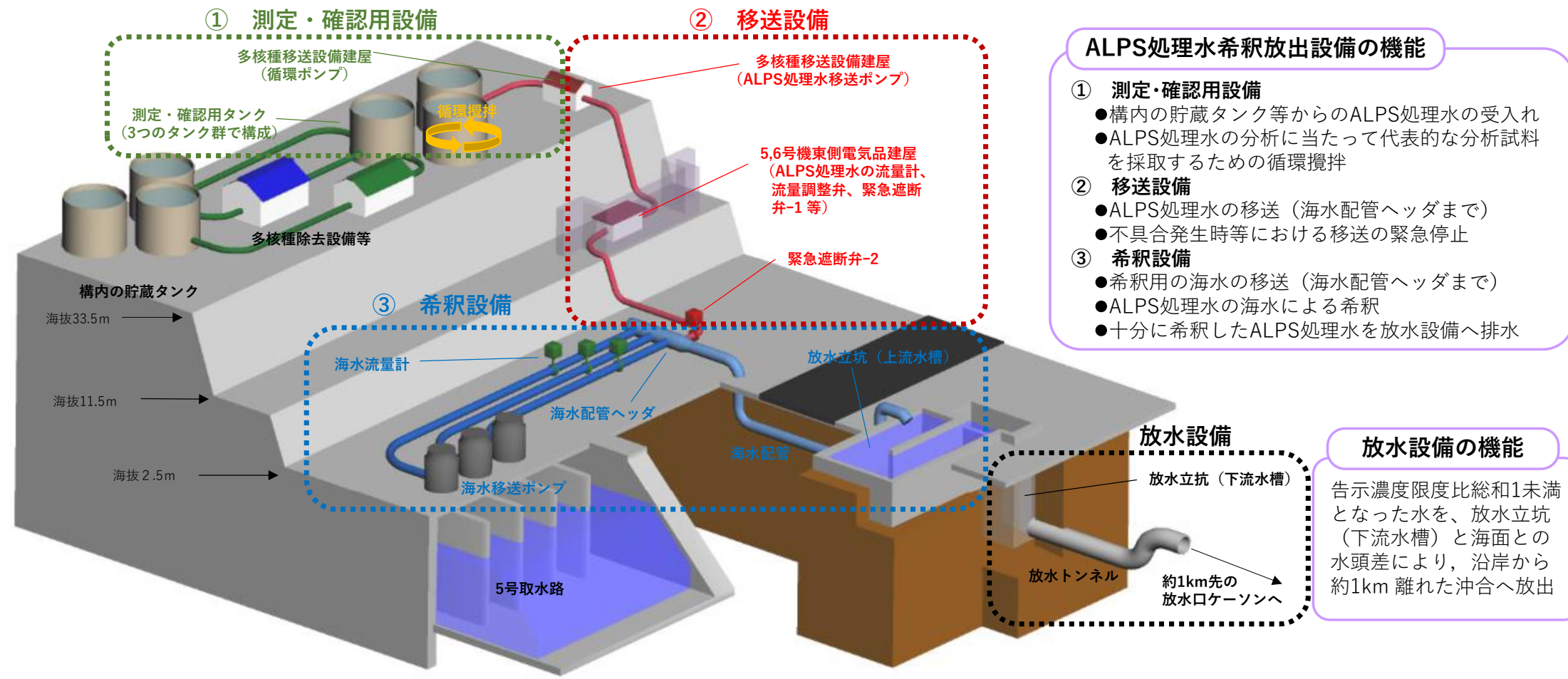
更田委員長によるK4エリアタンク群視察の様子



多核種除去設備等処理水の処分に係る実施計画に関する審査会合

5. 申請対象設備の概要 <1/3>

海洋放出設備（ALPS処理水希釈放出設備と放水設備で構成）の全体像（点線枠囲みが申請対象設備の範囲）



ALPS処理水希釈放出設備の機能

- ① 測定・確認用設備
 - 構内の貯蔵タンク等からのALPS処理水の受入れ
 - ALPS処理水の分析に当たって代表的な分析試料を採取するための循環攪拌
- ② 移送設備
 - ALPS処理水の移送（海水配管ヘッダまで）
 - 不具合発生時等における移送の緊急停止
- ③ 希釈設備
 - 希釈用の海水の移送（海水配管ヘッダまで）
 - ALPS処理水の海水による希釈
 - 十分に希釈したALPS処理水を放水設備へ排水

放水設備の機能

告示濃度限度比総和1未満となった水を、放水立坑（下流水槽）と海面との水頭差により、沿岸から約1km離れた沖合へ放出

出典：「ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設の新設について」（2022年2月15日）説明資料から一部抜粋して編集

5. 申請対象設備の概要 <2/3>

ALPS処理水の海洋放出までの流れ

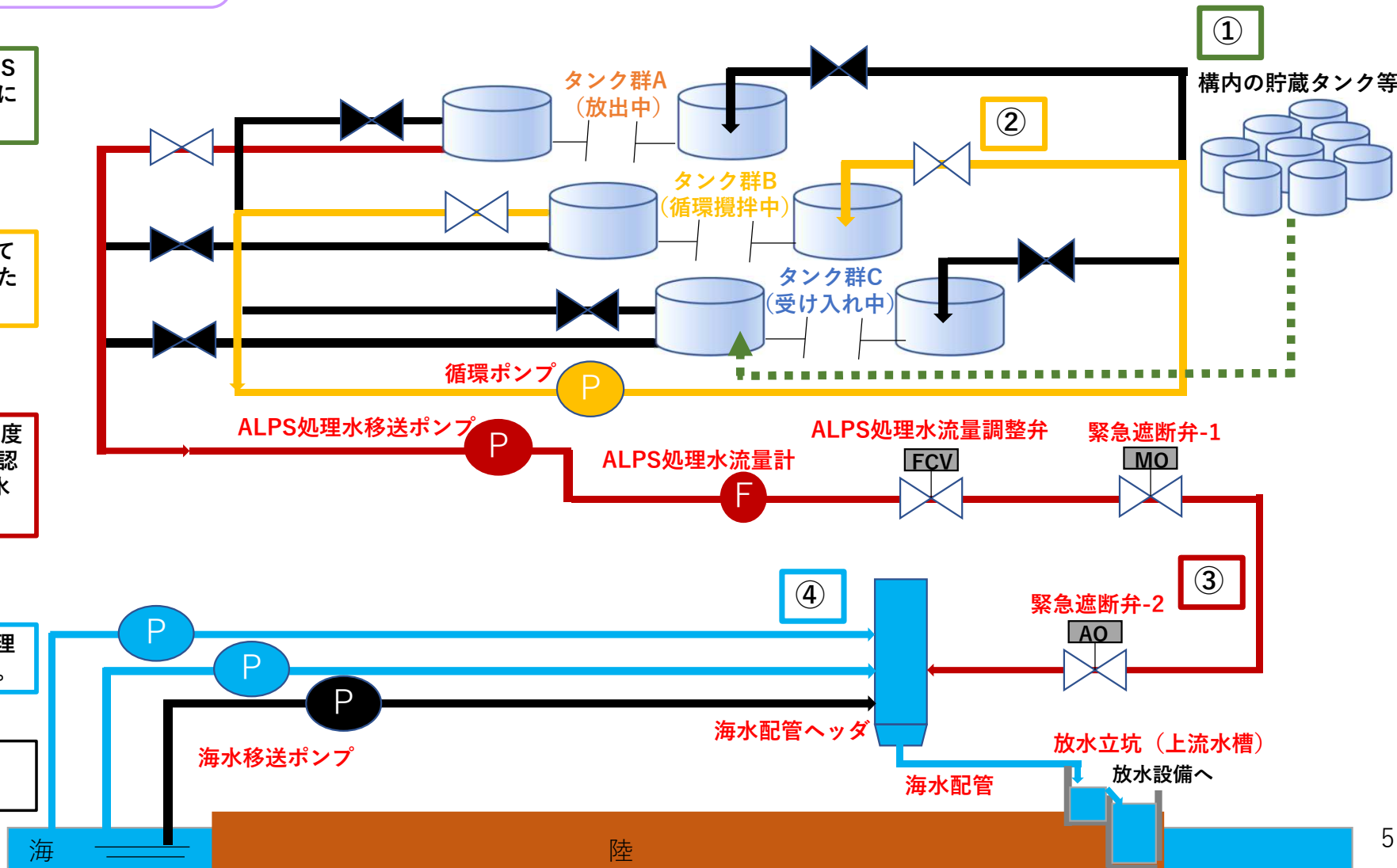
① 構内の貯蔵タンク等からALPS処理水を測定・確認用タンクに受け入れる。

② ALPS処理水の分析に当たって代表的な分析試料を採取するために循環攪拌を行う。

③ 分析により、放射性核種の濃度が基準値未満であることを確認した場合、ALPS処理水を海水配管ヘッダへ移送する。

④ 多量の海水により、ALPS処理水を希釈して海洋へ放出する。

以降、3つのタンク群 (A~C) をローテーションしながら運用

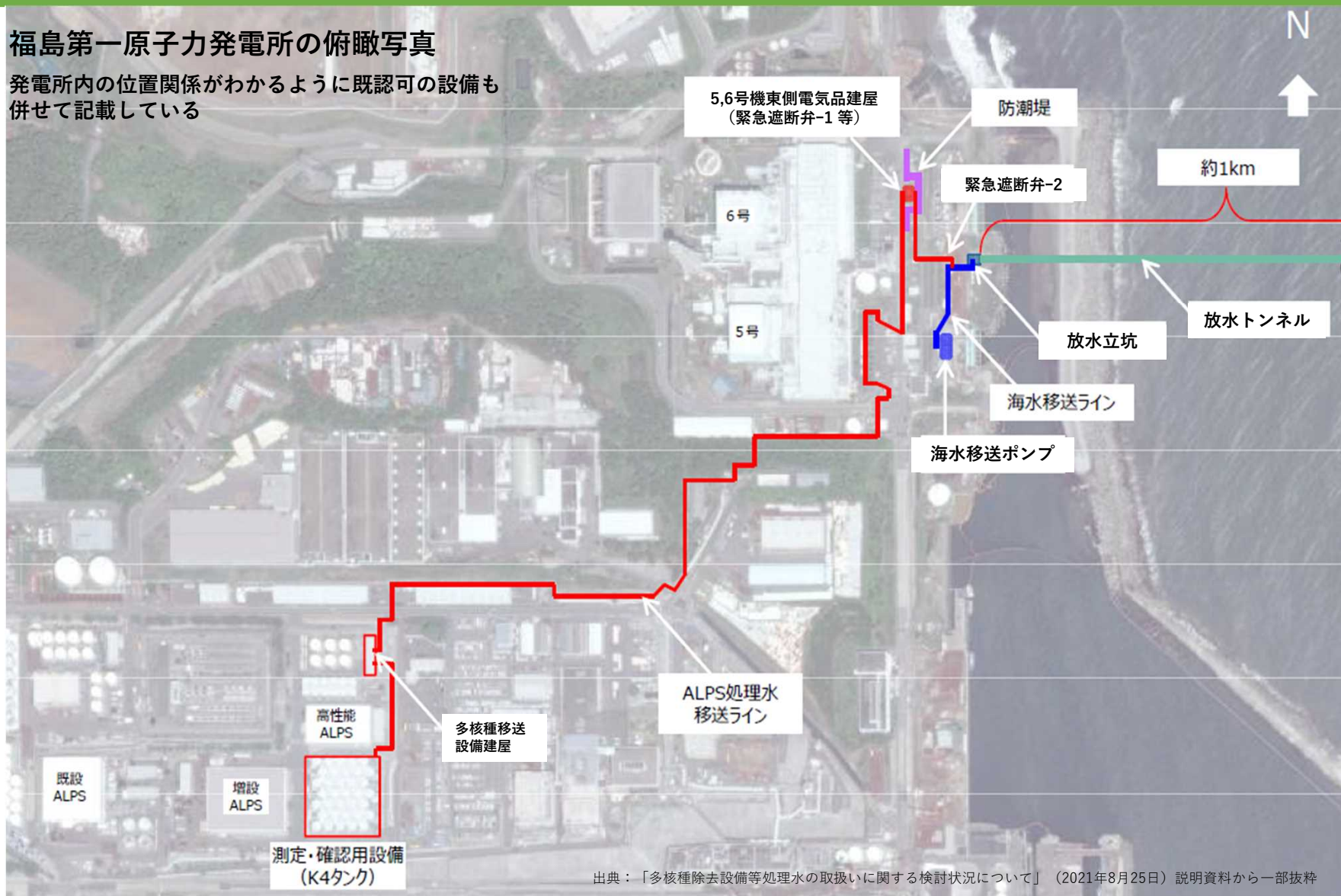


イメージ図：海洋放出の全体像

5. 申請対象設備の概要 < 3/3 >

福島第一原子力発電所の俯瞰写真

発電所内の位置関係がわかるように既認可の設備も併せて記載している



出典：「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する検討状況について」（2021年8月25日）説明資料から一部抜粋

詳細説明用

第1章 原子炉等規制法に基づく審査

原子炉等規制法第64条の3第3項（※）に関する審査の内容及びその結果を「措置を講ずべき事項」に沿って説明する。

（※）原子力規制委員会は、実施計画が核燃料物質若しくは核燃料物質によつて汚染された物若しくは原子炉による災害の防止上十分でないと認めるとき、又は特定核燃料物質の防護上十分でないと認めるときは、前二項の認可をしてはならない。

第1章 原子炉等規制法に基づく審査

原子炉等規制法に基づく審査

措置を講ずべき事項に関連する審査項目

- 1-1 全体工程及びリスク評価
- **1-2 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理**
- 1-3 放射性固体廃棄物の処理・保管・管理
- 1-4 作業者の被ばく線量の管理等
- **1-5 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等**
- 1-6 緊急時対策
- **1-7 設計上の考慮（誤操作防止及び信頼性）**
- **1-8 保安のために講ずべき事項（核種の選定方針）**
- **1-9 海洋放出設備の設計等の妥当性の確認**
- 1-10 実施計画の実施に関する理解促進

※太字箇所は、次頁以降重点的に説明する項目

これらの項目について審査した結果、変更認可申請の内容は、措置を講ずべき事項を満たしており、核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は原子炉による災害の防止上十分なものであると認められる。

【措置を講ずべき事項における要求事項】

- 1号炉から4号炉については廃炉に向けたプロセス、燃料デブリの取出し・保管を含む廃止措置の完了までの全体工程、5号炉及び6号炉については冷温停止の維持・継続の全体工程をそれぞれ明確にし、各工程・段階の評価を実施し、特定原子力施設全体のリスク低減及び最適化を図ること。
- 特定原子力施設全体及び各設備のリスク評価を行うに当たっては、敷地外への広域的な環境影響を含めた評価を行い、リスクの低減及び最適化が敷地内外の安全を図る上で十分なものであること。

【審査結果】

- 廃炉を進めるために必要な施設を設置するエリアが確保されることにより、特定原子力施設全体としての将来的なリスク低減及び最適化が図られることを確認。
- 東京電力が2023年春頃に予定している海洋放出の開始以降、供用期間中に想定される機器の故障等により異常が生じ、東京電力が意図しないかたちでALPS処理水が海洋へ放出される事象が発生した場合において、これを収束させるための対策を確認。※この審査内容については「1-9 海洋放出設備の設計等の妥当性の確認」において説明。

【措置を講ずべき事項における要求事項】

- 施設内で発生する汚染水等の放射性液体廃棄物の処理・貯蔵に当たっては、その廃棄物の性状に応じて、当該廃棄物の発生量を抑制し、放射性物質濃度低減のための適切な処理、十分な保管容量確保、遮蔽や漏えい防止・汚染拡大防止等を行うことにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること、また、処理・貯蔵施設は、十分な遮蔽能力を有し、漏えい及び汚染拡大し難い構造物により地下水や漏水等によって放射性物質が環境中に放出しないようにすること。

【審査項目】

措置を講ずべき事項に基づき、以下の項目について審査を実施。

1. ALPS処理水の海洋放出に必要なタンク群の容量
2. ALPS処理水に含まれる放射性核種の濃度の均質化及び分析
3. ALPS処理水の海水による希釈の方法及び評価
4. 遮蔽及び漏えい防止・汚染拡大防止対策

※詳細は、次頁以降で説明。

1-2 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理<2/6>

【審査結果】 1. ALPS処理水の海洋放出に必要なタンクの容量

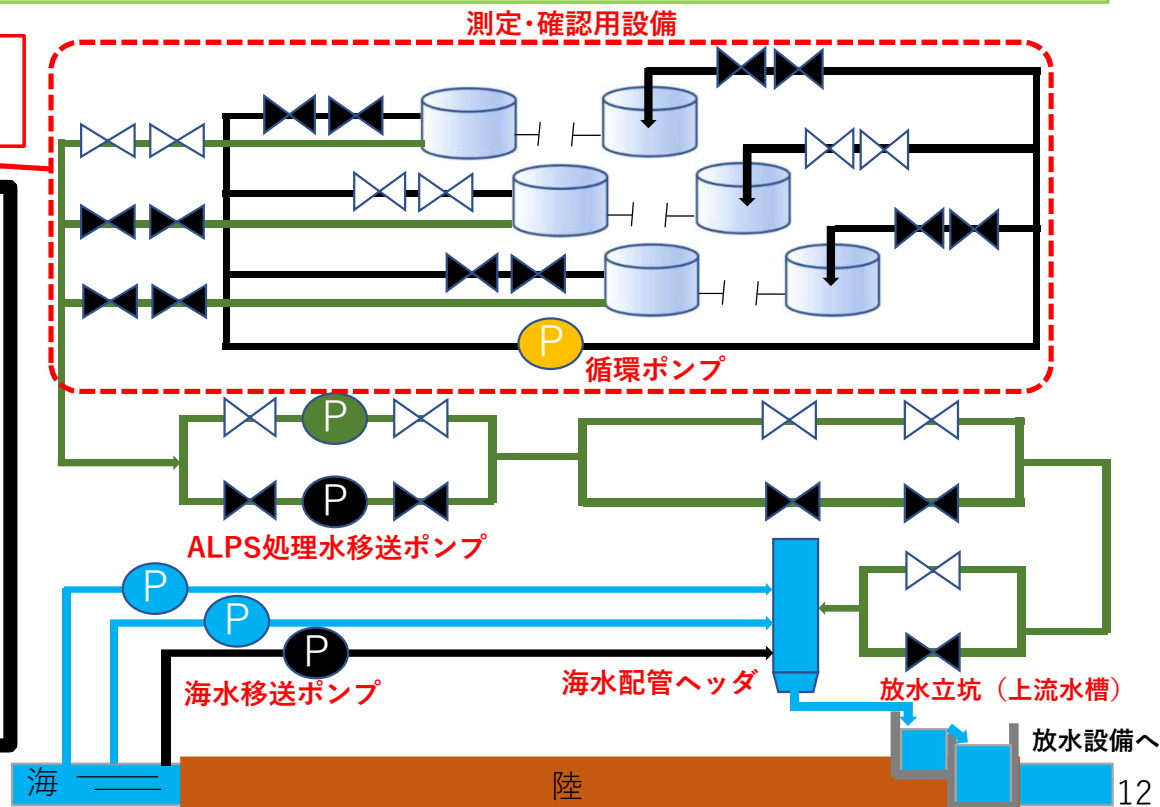
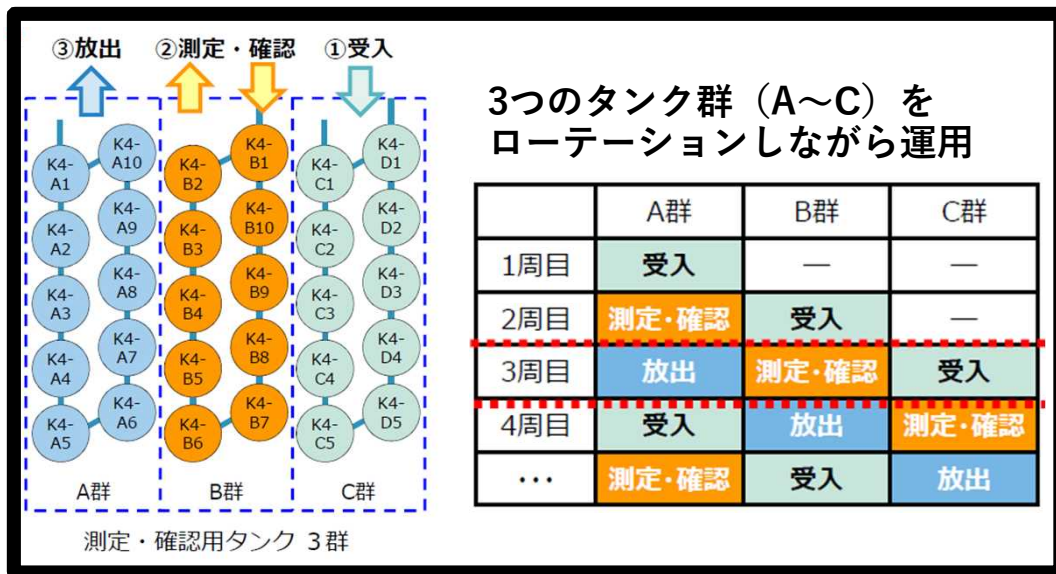
➤ 必要な貯蔵容量を確保することを確認。

(個別確認事項)

- ✓ 測定・確認工程のタンク群における放射性物質の放射濃度の測定・確認に係る期間が考慮されていること；約2ヶ月
- ✓ その間に、一日あたりの汚染水発生量（150m³）以上の放出ができるよう放出タンク群の容量が確保されていること；約10,000m³
- ✓ ①受入、②測定・確認、③放出の各工程をローテーションした運用が可能な容量が確保されていること；約30,000m³

○既設タンク35基のうち30基を海洋放出に必要な測定・確認用タンクとして使用

○1群当たり約1万m³分のタンク群（約0.1万m³のタンク×10基）を3群使用



出典：「ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設の新設について」（2022年2月25日）説明資料から一部抜粋して編集

1-2 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理<3/6>

【審査結果】2. ALPS処理水に含まれる放射性核種の濃度の均質化及び分析

▶ 十分な時間を設定してタンク群内のALPS処理水の循環及び攪拌が行われることで放射性核種の濃度の均質性が確保されること、また、ALPS処理水の測定・確認工程から放出工程への移行が、ALPS処理水流量の設定に必要なトリチウム濃度の決定と、トリチウム以外の放射性核種の告示濃度限度比総和が1未満であることの確認を経て行われることを確認。

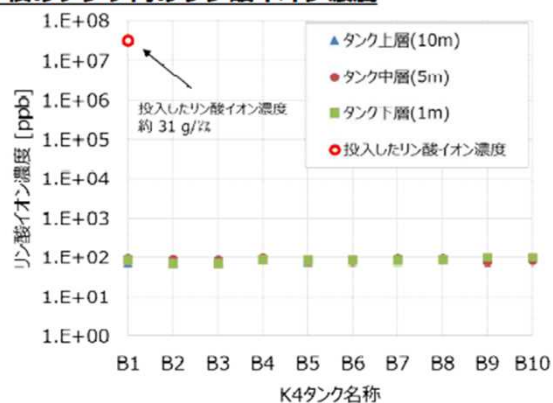
タンクから採取した水に含まれるトリチウム濃度の平均は $1.51 \times 10^5 \text{Bq/l}$ 、標準偏差 $0.029 \times 10^5 \text{Bq/l}$ 、リン酸濃度の平均は86ppb、標準偏差9ppbとなっており、リン酸濃度は若干のばらつきが確認されたものの、循環攪拌運転により均一の効果が確認された。

試験終了後のタンク内のトリチウム濃度分布

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
平均	1.61	1.51	1.51	1.54	1.53
標準偏差 σ	0.13	0.029	0.029	0.029	0.029
相対標準偏差	8.1%	1.9%	1.9%	1.9%	1.9%

※：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

試験終了後のタンク内のリン酸イオン濃度



※：単位はppb

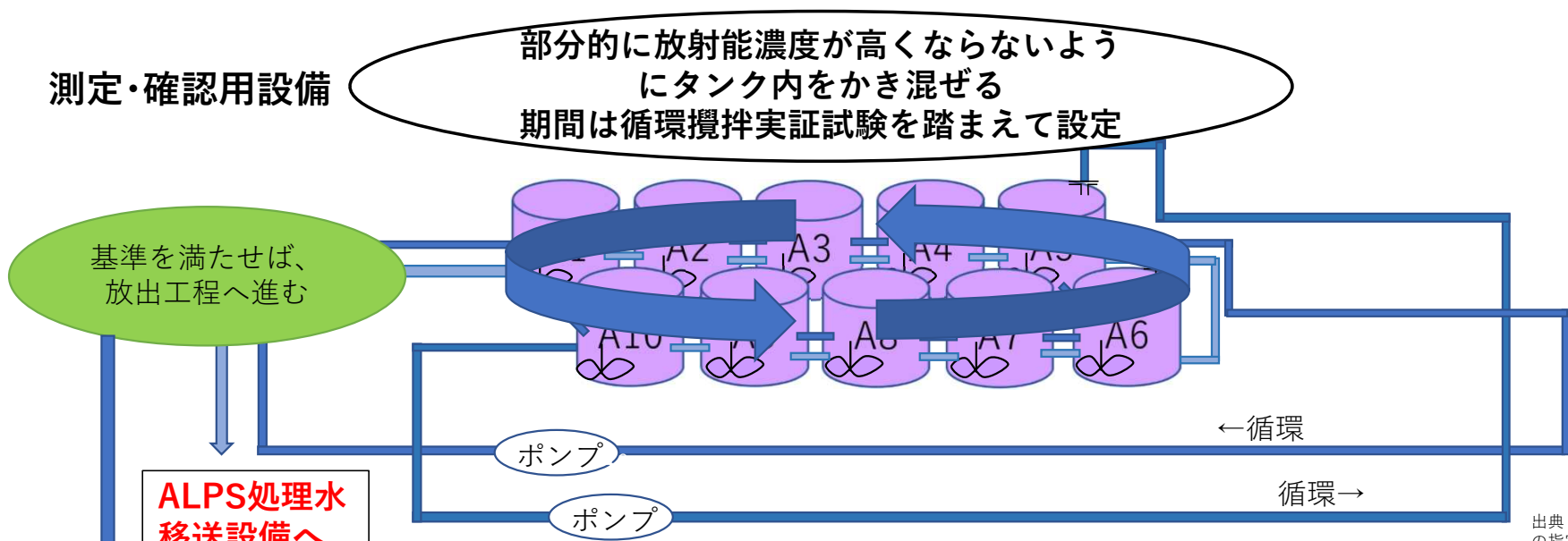
タンク名称	タンク上層 (10m)	タンク中層 (5m)	タンク下層 (1m)	平均値
K4-B1	69.0	98.0	84.0	83.7
K4-B2	82.0	88.0	69.0	79.7
K4-B3	68.0	85.0	71.0	74.7
K4-B4	85.0	101.0	87.0	91.0
K4-B5	79.0	82.0	85.0	82.0
K4-B6	84.0	82.0	85.0	83.7
K4-B7	82.0	99.0	85.0	88.7
K4-B8	89.0	98.0	88.0	91.7
K4-B9	83.0	77.0	102.0	87.3
K4-B10	95.0	85.0	101.0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

出典：「ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設の新設について」（2022年3月18日）説明資料から一部抜粋して編集

1-2 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理 <4/6>

2. ALPS処理水に含まれる放射性核種の濃度の均質化及び分析



出典：「福島第一原子力発電所特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について等への適合性について（ALPS 処理水希釈放出設備及び関連施設の設置等について）補足説明資料」（2022年4月28日）から一部抜粋して編集

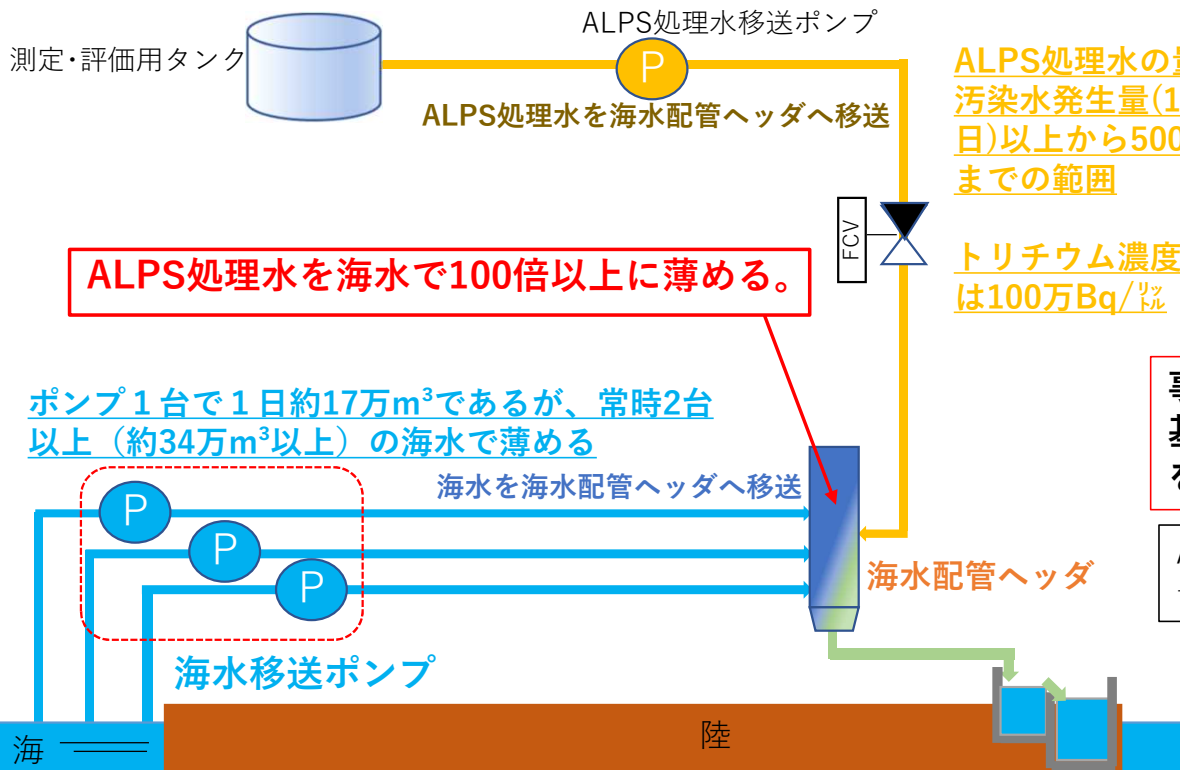
トリチウム濃度；ALPS処理水流量の設定
トリチウム以外

$$\frac{\text{セシウム-137 分析結果(Bq/l)}}{\text{告示濃度限度(Bq/l)}} + \frac{\text{ストロンチウム-90 分析結果(Bq/l)}}{\text{告示濃度限度(Bq/l)}} + \underbrace{\bigcirc + \bigcirc + \bigcirc + \bigcirc}_{63\text{核種の合計}} < 1$$

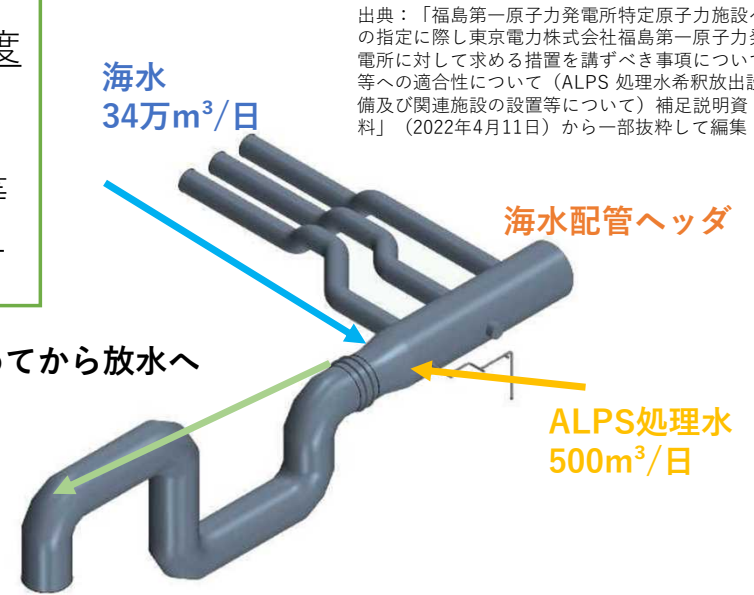
1-2 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理<5/6>

【審査結果】3. ALPS処理水の海水への希釈の方法及び評価（以下のことからALPS処理水が海水で十分に希釈されることを確認）

- 希釈に十分な量の海水を港湾外から確保すること、及び放出水中のトリチウム濃度を1,500 Bq/L未満とするためALPS処理水に含まれるトリチウム濃度の上限値を100万Bq/Lとすること。
- 希釈倍率を100倍以上とすることを満たすための判断基準を設定した上で、実験等により検証されている解析コードを用いたALPS希釈放出設備における希釈状態の評価結果が、判断基準を満足していること。



図：海水配管ヘッダ等の解析モデル

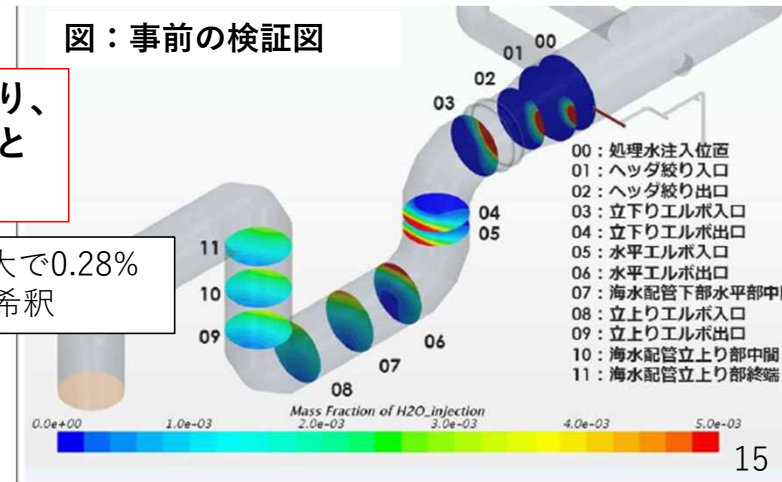


出典：「福島第一原子力発電所特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について等への適合性について（ALPS 処理水希釈放出設備及び関連施設の設置等について）補足説明資料」（2022年4月11日）から一部抜粋して編集

図：事前の検証図

事前の検証により、基準を満たすことを確認。

ALPS処理水は最大で0.28% → 100倍以上に希釈

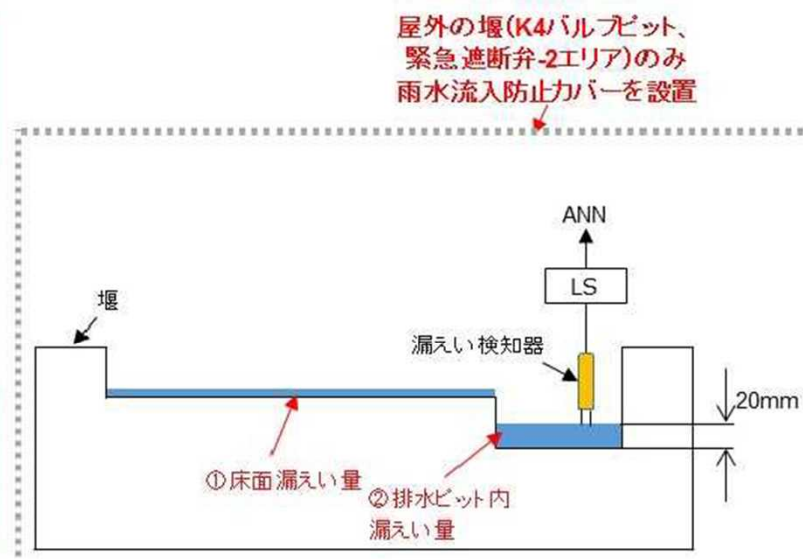
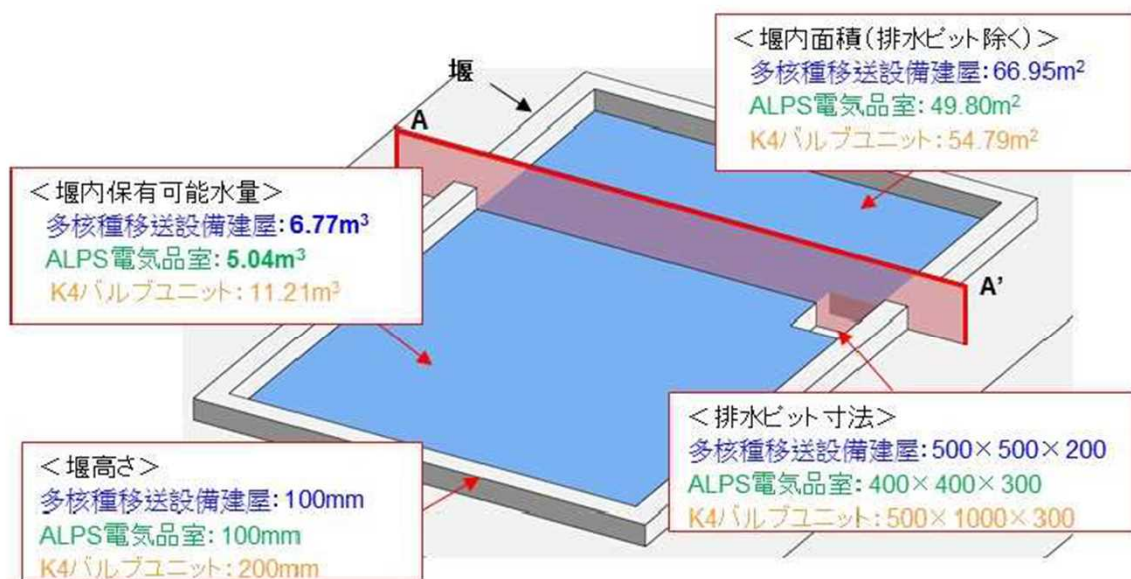


1-2 放射性液体廃棄物の処理・保管・管理<6/6>

【審査結果】4. 遮蔽及び漏えい防止・汚染拡大防止対策

- ALPS処理水希釈放出設備については、ALPS処理水のみを取り扱うことから遮蔽機能を必要としないこと、また、耐食性に優れた材料を使用すること、漏えいのおそれのある箇所については、漏えい検知器や堰を設置することなどにより、適切に漏えい及び漏えいによる汚染の拡大が防止されることを確認。

堰・排水ピットの概要図と漏えい検知器等の配置イメージ図



堰・排水ピット概要図

断面図 (A-A')

出典：「福島第一原子力発電所特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について等への適合性について (ALPS 処理水希釈放出設備及び関連施設の設置等について) 補足説明資料」(2022年4月11日) から一部抜粋

【措置を講ずべき事項における要求事項】

- 施設内で発生する瓦礫等の放射性固体廃棄物の処理・貯蔵にあたっては、その廃棄物の性状に応じて、適切に処理し、十分な保管容量を確保し、遮蔽等の適切な管理を行うことにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること。

【審査結果】

- 海洋放出設備の設置工事に伴い発生する瓦礫類及び伐採木の想定発生量（約4,550 m³、表面線量率0.1mSv/h以下）は、実施計画Ⅲ章「2.1.1 放射性固体廃棄物等の管理」に基づく現状の保管容量（約334,780 m³）に見込まれており、当該想定発生量に対して十分な保管容量が確保されていること、また、これらの瓦礫類及び伐採木については、表面線量率に応じたエリアにおいて保管し、定期的に巡視、保管量の確認等を行うことにより、適切に保管・管理する方針であることを確認。

【措置を講ずべき事項における要求事項】

- 現存被ばく状況での放射線業務従事者の作業性等を考慮して、遮蔽、機器の配置、遠隔操作、放射性物質の漏えい防止、換気、除染等、所要の放射線防護上の措置及び作業時における放射線被ばく管理措置を講じることにより、放射線業務従事者が立ち入る場所の線量及び作業に伴う被ばく線量を、達成できる限り低減すること。

【審査結果】

- 実施計画Ⅱ章「1.12 作業者の被ばく線量の管理等」及び実施計画Ⅲ章第3編「3 放射線管理に係る補足説明」の規定に従い、海洋放出設備の設置工事、運転、保守・点検等に従事する作業者を放射線業務従事者とした上で、被ばく歴を把握し、常に線量を測定評価すること及び放射線のレベルに応じた保護衣類を着用することにより、作業者の被ばく線量の管理を行うことを確認。

1-5 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等<1/3>

※審査書案 P.10

【措置を講ずべき事項における要求事項】

- ▶ 特定原子力施設から大気、海等の環境中へ放出される放射性物質の適切な抑制対策を実施することにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること、特に施設内に保管されている発災以降発生した瓦礫や汚染水等による敷地境界における実効線量（施設全体からの放射性物質の追加的放出を含む実効線量の評価値）を1mSv/年未満とすること。

【審査項目】

敷地境界における実効線量の合計値が1mSv/年未満を満たしているかを確認する。

※詳細は、次頁以降で説明。

1-5 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等 <2/3>



周辺監視区域において直接線とスカイシャイン線の最高線量が評価される地点
(2022年5月現在0.59mSv/年)

放射性液体廃棄物からの実効線量 (空气中トリチウム摂取による被ばく)
(構内散水:0.075mSv/年、5・6号機の貯留水などの散水)

施設全体からの放射性物質の追加的放出を含む実効線量の評価値; 1mSv/年未満

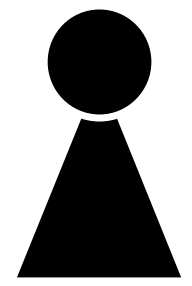
保守的に、直接線・スカイシャイン線、放射性気体廃棄物、放射性液体廃棄物から評価された最大の線量を敷地周辺公衆があびることを想定

福島第一原子力発電所の発災以降発生した瓦礫や汚染水等による敷地境界における実効線量の評価値は、約0.92 mSv/年である。

放射性液体廃棄物からの線量 (飲用による被ばく) が評価される以下の排水経路のうち、最大となる排水箇所を評価

- 地下水バイパスの排水: 0.22mSv/年 (最大評価点)
- サブドレン他浄化設備の処理済水の排水: 0.20 mSv/年
- ALPS処理水を海水で希釈した場合の排水: 0.035 mSv/年

放射性気体廃棄物からの最高線量が評価される地点
(2022年5月現在0.03mSv/y)



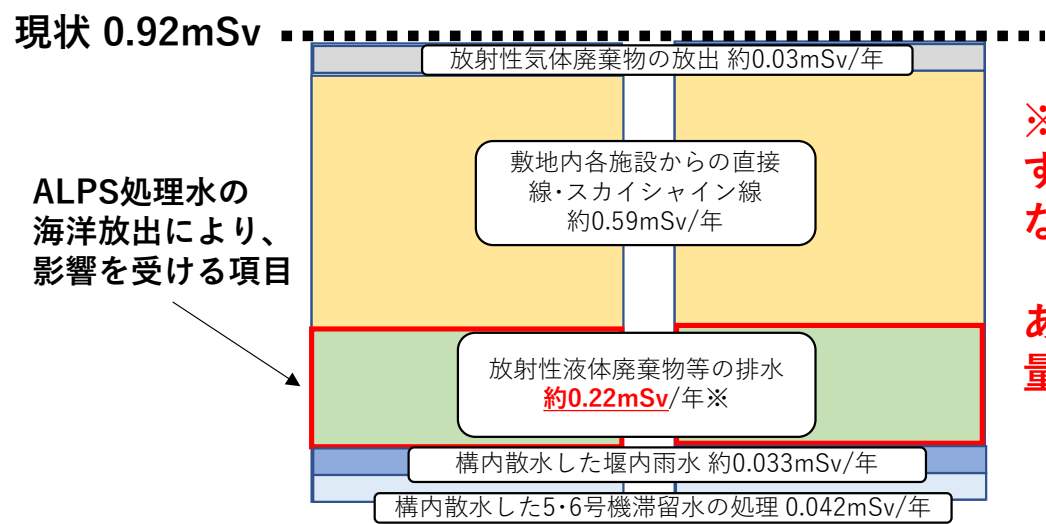
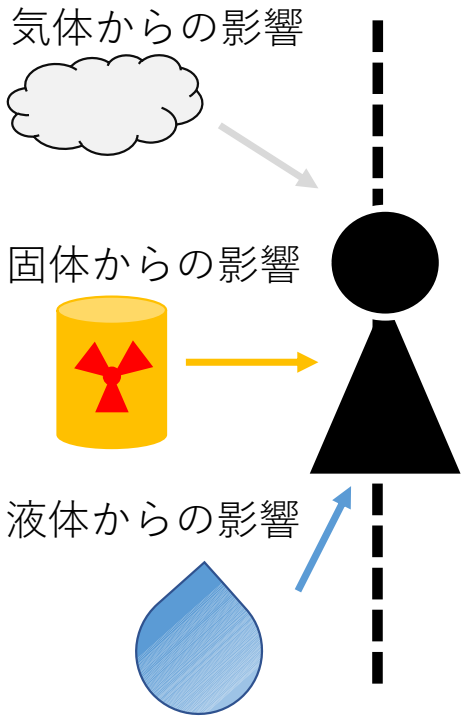
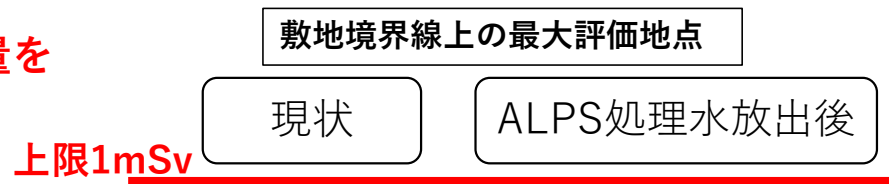
(出典) 既認可の実施計画より一部抜粋して編集

1-5 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等 <3/3>

【審査結果】

➤ ALPS処理水を海水で希釈して海洋放出する場合の敷地境界における実効線量については、実施計画III章「2.2.3 放射性液体廃棄物等による線量評価」に示されている地下水バイパス水の排水による評価を下回ること、また、排水する系統も異なることから、放射性液体廃棄物等による実効線量0.22 mSv/年に変更はなく、引き続き敷地境界における実効線量の合計値が1 mSv/年未満となることを確認。

敷地境界で1年当たりの実効線量を
上限1mSv/年未満とする。



※ALPS処理水を海水で希釈して放出する場合の影響は、0.035mSv/年となる。
放射性液体廃棄物の最大の評価である0.22mSv/年以下となるため、線量の評価値に変更はない。

<参考> 上限 1 mSv/年未満の考え方

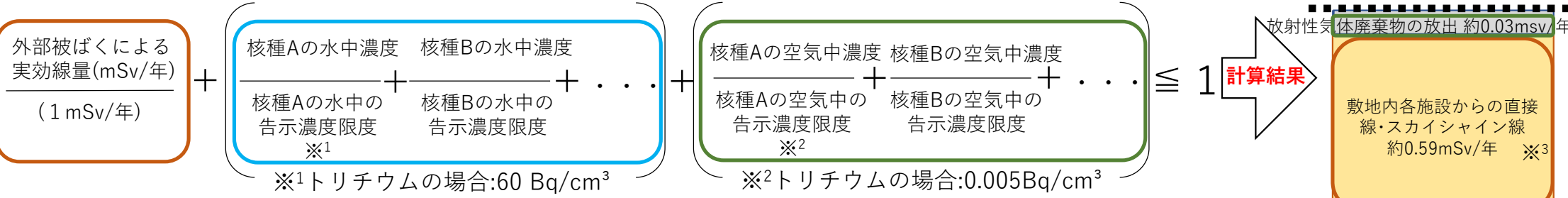
放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物の放出に関しては、法令により定めた濃度限度により規制している。

例：トリチウムの場合の濃度限度
 空気中の濃度限度：0.005 (Bq/cm³)
 水中の濃度限度：60 (Bq/cm³)

(水中の濃度限度) …トリチウム入りの水を生まれてから70歳になるまで毎日飲み続けたと仮定し、平均線量率が1年間で1mSv (法令に基づく線量限度) に達する数値を計算したもの。
 mSv (ミリシーベルト) …放射線を受けた際の人体への影響を表す単位

Bq (ベクレル) …放射性物質の放射能の強さを表す単位

上記の濃度限度を基に下記計算式を用いて計算した結果が、線量限度 1 mSv/年を超えないように発電所内で管理



水中における核種ごとの告示濃度限度の比の和により、ALPS処理水を海水で希釈して放出する場合の放射線影響を以下のとおり算出
 放出するトリチウムの運用の上限値である1.5 Bq/cm³ / トリチウムの水中の告示濃度限度60 Bq/cm³ + (トリチウム以外の核種の水中の告示濃度限度比総和 / 100 (海水による最小希釈倍率)) × 1 = 0.035mSv/年

※³直接線・スカイシャイン線 … 放射性物質から放射された放射線 (直接線) 及び放射性物質から上空に放射された放射線が、上方の空気で散乱され地上に降り注ぐ放射線 (スカイシャイン線) の両方の放射線の合計線量。

【措置を講ずべき事項における要求事項】

- 緊急時対策所、安全避難通路等事故時において必要な施設及び緊急時の資機材等を整備すること、適切な警報系及び通信連絡設備を備え、事故時に特定原子力施設内に居る全ての人に対する的確に指示ができるとともに、特定原子力施設と所外必要箇所との通信連絡設備は、多重性及び多様性を備えること。

【審査結果】

- 大規模な地震、津波等の事態に備え、実施計画Ⅱ章「1.13 緊急時対策」の規定に従い、所内の作業員等に対して必要な対応等を指示し、当該事態の発生及び応急措置の状況等を関係機関へ通報するため、ページング、電力保安通信用電話設備等を確保することにより、特定原子力施設内及び特定原子力施設外との通信連絡手段が適切に整備されていること、ALPS処理水移送ポンプ等を設置する多核種移送設備建屋及び5,6号機東側電気品建屋には、安全避難通路等が整備されることを確認。

【措置を講ずべき事項における要求事項】

➤ 施設の設計については、安全上の重要度を考慮して以下に掲げる事項を適切に考慮したものであること。

【審査項目】

措置を講ずべき事項に基づき、以下の項目について審査を実施。

- 1-7-1 準拠規格及び基準
- 1-7-2 自然現象に対する設計上の考慮
- 1-7-3 外部人為事象に対する設計上の考慮
- 1-7-4 火災に対する設計上の考慮
- 1-7-5 環境条件に対する設計上の考慮
- 1-7-6 運転員操作に対する設計上の考慮
- 1-7-7 信頼性に対する設計上の考慮
- 1-7-8 検査可能性に対する設計上の考慮

※詳細は、次頁以降で説明。

【措置を講ずべき事項における要求事項】

- 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、設計、材料の選定、製作及び検査について、それらが果たすべき安全機能の重要度を考慮して適切と認められる規格及び基準によるものであること。

【審査結果】

- ALPS処理水希釈放出設備の設計、材料の選定、製作及び検査について、国内の原子力施設等で一般的に使用され、適切と認められる規格、基準等に基づいて行われることを確認。

【措置を講ずべき事項における要求事項】

- ▶ 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その安全機能の重要度及び地震によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響を考慮して、耐震設計上の区分がなされるとともに、適切と考えられる設計用地震力に十分耐えられる設計であること及び地震以外の想定される自然現象（津波、豪雨、台風、竜巻等）によって施設の安全性が損なわれない設計であること。

【審査項目】

措置を講ずべき事項に基づき、以下の項目について審査を実施。

1. 地震に対する設計上の考慮事項
2. 津波に対する設計上の考慮事項
3. その他自然現象（豪雨、台風、竜巻等）に対する設計上の考慮事項

1-7-2 自然現象に対する設計上の考慮<2/3>

【審査結果】

1.地震に対する設計上の考慮事項

(1) 安全上の影響を考慮した耐震設計上の区分

- ALPS処理水希釈放出設備については、直接線・スカイシャイン線による外部被ばくに加え、当該設備から漏えいしたALPS処理水の一部が蒸発して大気中に移行した場合の内部被ばくを想定したとしても、その際の公衆被ばく線量の評価結果が50 μ Sv以下であること、放水設備については、放出水のみを取り扱い、安全機能を必要としない設備であることから、いずれも耐震Cクラスとすることを確認。

(2) 地震対策

- 耐震Cクラスの設備に要求される地震力に対して十分耐えられる海洋放出設備とすることを確認。
- 耐圧ホース等については材料の可とう性（※）により耐震性を確保することを確認。（※）物体が柔軟である性質
- 耐震Bクラスの設備に要求される静的地震力に対して十分耐えられる基礎外周堰を設けることを確認。
- 震度5弱以上の地震発生時には海洋放出を停止できる設計とすることを確認。
- 地震によりALPS処理水希釈放出設備から漏えいが発生した場合に備え、基礎外周堰内に滞留したALPS処理水を回収・排水するための仮設ポンプ等を配備するとともに、ALPS処理水移送配管を排水路から可能な限り隔離して敷設することなどにより漏えいの影響を低減していることから、地震を適切に考慮した設計及び対策となっていることを確認。

1-7-2 自然現象に対する設計上の考慮<3/3>

【審査結果】

2.津波に対する設計上の考慮事項

- ALPS処理水希釈放出設備のうちALPS処理水を貯蔵する測定・確認用設備及びALPS処理水移送配管の一部については、検討用津波の遡上が想定されないT.P.約33.5m以上の高台に設置することを確認。
- T.P.約33.5m以下に設置する機器等については、津波による損傷及び漏えいの影響を緩和するためT.P.約11.5mのエリアに設置する日本海溝津波防潮堤の内側に緊急遮断弁-1を設置すること、さらに、津波注意報等が発生した場合には、免震重要棟集中監視室からの手動操作により海洋放出を停止できる設計とすることから、津波を適切に考慮した設計となっていることを確認。

3. その他自然現象（豪雨、台風、竜巻等）に対する設計上の考慮事項

- ALPS処理水希釈放出設備のうち、豪雨、落雷等による影響を受けやすい機器等については屋内に設置することを確認。
- 屋外の機器等については、基礎ボルト等による固定や紫外線防止効果のあるカーボンブラックを添加した保温材の設置等により、強風による転倒、紫外線による劣化及び内部流体の凍結を防止する設計とすることを確認。
- ALPS処理水希釈放出設備の運転に影響を与えうる竜巻注意報、高潮警報等が発生した場合には、免震重要棟集中監視室からの手動操作により海洋放出を停止できる設計とすることなどから、その他自然現象が適切に考慮された設計となっていることを確認。

1-7-3 外部人為事象に対する設計上の考慮

※審査書案 P.15～17

【措置を講ずべき事項における要求事項】

- 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、想定される人為事象によって、施設の安全性を損なうことのない設計とすること、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する第三者の不法な接近等に対し、これを防御するため、適切な措置を講じた設計であること。

【審査結果】

1 船舶の衝突に対する設計上の考慮事項

- 福島第一原子力発電所周辺の海上交通は最も距離の近い航路でも発電所港湾部から約4kmの離隔距離があること、北防波堤と仕切堤により発電所近傍で漂流した小型船舶等のALPS処理水希釈放出設備への衝突を防止できることを確認。

2 電磁的障害及び不法侵入の防止等に対する設計上の考慮事項

- ALPS処理水希釈放出設備の制御盤へ入線する電源受電部や外部からの信号入力部へのラインフィルタや絶縁回路の設置、通信ラインにおける光ケーブルの適用等により、当該設備の運転に必要な監視制御装置に対して、十分な電磁波侵入防止対策が講じられることを確認。

3 不法侵入の防止等に対する設計上の考慮事項

- ALPS処理水の海洋放出の操作に係る監視制御装置が、電気通信回線を通じた不正アクセス行為を受けないように、外部からのアクセスを遮断する設計とすることを確認。
- 実施計画II章「1.14 設計上の考慮」の規定に従い、物的障壁を持つ防護された区域内に、ALPS処理水希釈放出設備を設置すること等を確認。

【措置を講ずべき事項における要求事項】

- 火災発生防止、火災検知及び消火並びに火災の影響の軽減の方策を適切に組み合わせて、火災により施設の安全性を損なうことのない設計であること。

【審査結果】

- 火災によりALPS処理水希釈放出設備の安全機能が損なわれないよう、火災発生防止、火災検知及び消火並びに火災の影響の軽減の方策を適切に組み合わせていることを確認。

【措置を講ずべき事項における要求事項】

- ▶ 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、経年事象を含む全ての環境条件に適合できる設計であること、特に、事故や地震等により被災した構造物の健全性評価を十分に考慮した対策を講じること。

【審査結果】

- ▶ ALPS処理水希釈放出設備について、ALPS処理水移送系及び海水移送系で想定される系統圧力・温度並びにALPS処理水及び海水が炭素鋼に対して腐食性を有することを踏まえ、適切な最高使用圧力・最高使用温度や耐腐食性を有する材質を使用することなどから、温度、圧力、腐食等の想定される全ての環境条件を考慮した設計であることを確認。

【措置を講ずべき事項における要求事項】

- 運転員の誤操作を防止するための適切な措置を講じた設計であること。

【審査結果】

- 監視・操作端末等については、視覚的要素での識別管理を行うことを確認。
- トリチウムの分析結果を監視制御装置に登録する際においては、人手による計算や転記によるミスを防止するため、スキャナ等の機械的読み取りを行うことを確認。
- **測定・確認工程及び放出工程においては、適切なタンク群を選択しなければ次工程に進めないインターロックを設けることなどにより、ALPS処理水希釈放出設備が運転員による誤操作を適切に防止するための措置を講じたものであることを確認。**
- **インターロックを備えた緊急遮断弁により、運転員の操作を期待せずとも、ALPS処理水の海洋放出を停止できるものであることを確認。**

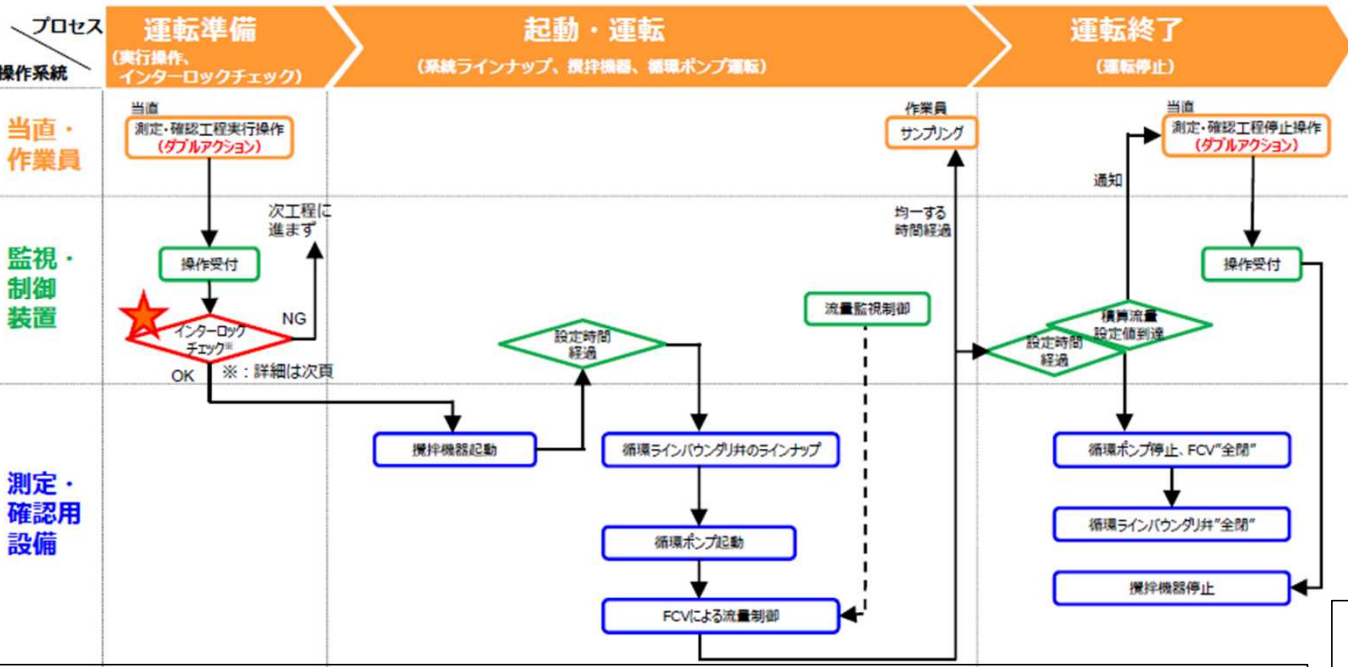
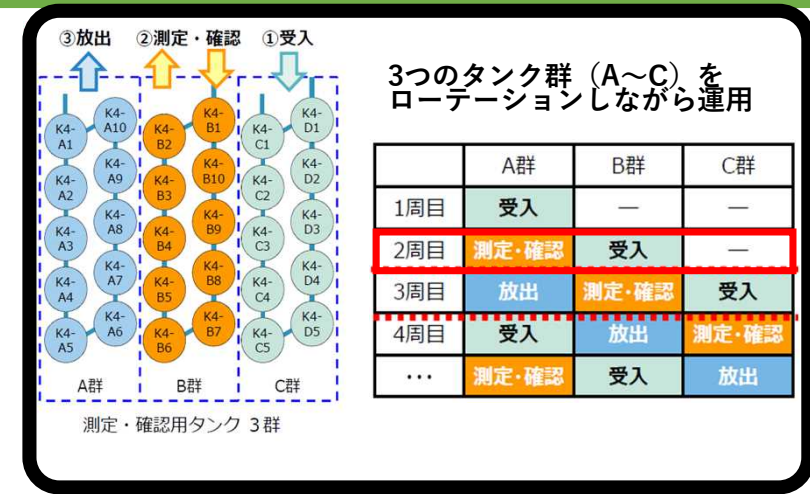
※太字箇所は、次頁以降重点的に説明する項目

1-7-6 運転員操作に対する設計上の考慮<2/3>

【審査結果】

➢ 測定・確認工程及び放出工程においては、適切なタンク群を選択しなければ次工程に進めないインターロックを設けることなどにより、ALPS処理水希釈放出設備が運転員による誤操作を適切に防止するための措置を講じたものであることを確認。

図：測定・確認用設備での運用手順



タンク群同士の混水・誤放出が無いよう、監視・制御装置は選択タンク群以外が測定・確認工程でないこと、バウンダリ弁が全閉であることをチェックするインターロックを設置。

A群が測定・確認工程に移行する場合のインターロックチェック

- A群が「測定・確認工程待機（「循環用水高」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（他タンク群との混水防止）

（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。

出典：「ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設の新設について」（2022年2月25日）説明資料から一部抜粋して編集

1-7-6 運転員操作に対する設計上の考慮<3/3>

【審査結果】

➤ インターロックを備えた緊急遮断弁により、運転員の操作を期待せずとも、ALPS処理水の海洋放出を停止できるものであることを確認。

- ① ALPS処理水流量計故障
- ② 海水流量計故障
- ③ ALPS処理水流量高
- ④ 海水流量低
- ⑤ ALPS処理水移送ポンプトリップ
- ⑥ 海水移送ポンプトリップ など



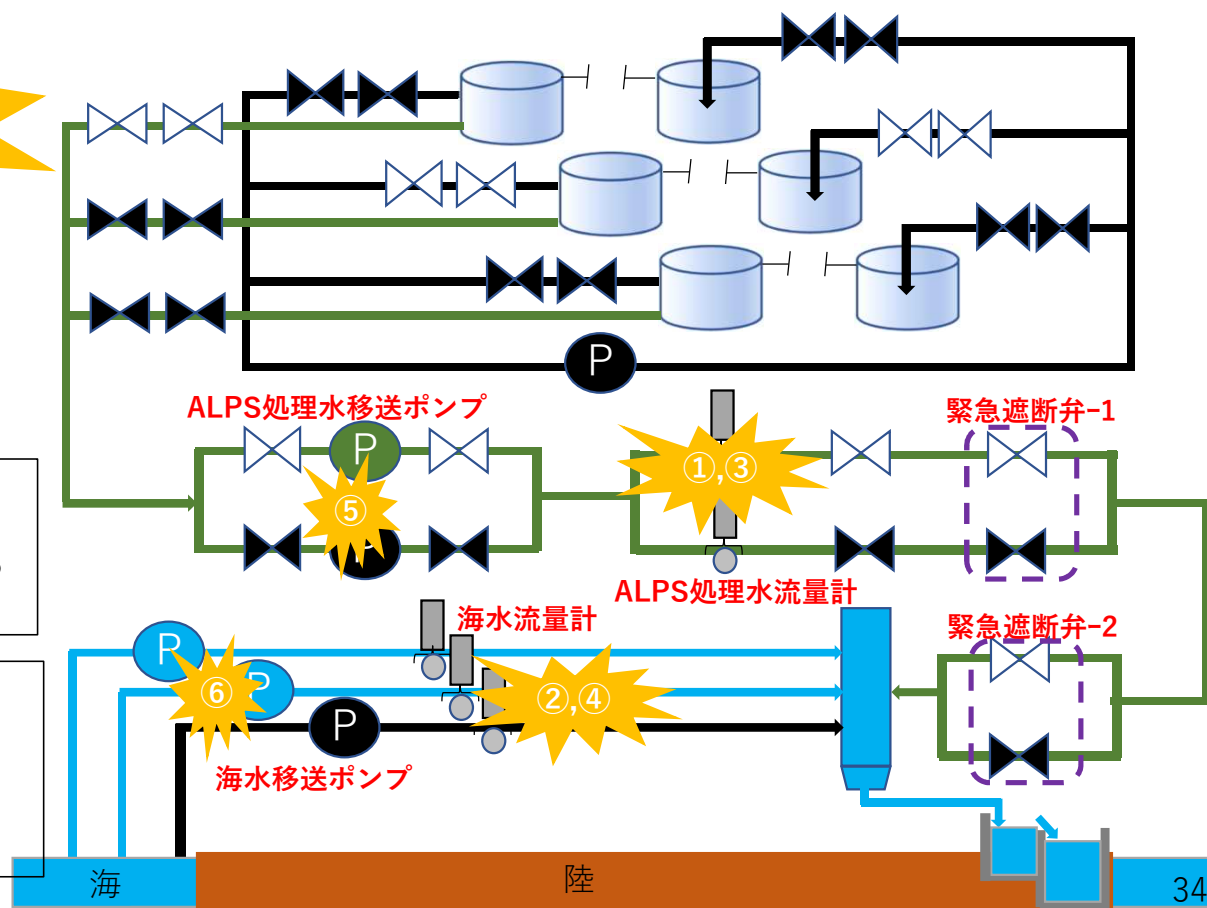
緊急遮断弁が“閉”となる

緊急遮断弁-1 (MO弁:Motor Operated Valve)

- 電源喪失時 全閉スプリングリターン式電動緊急遮断弁
- ・電源の遮断によりブレーキが開放され、バネの力により弁が閉まる
- ・開→閉：10秒以内

緊急遮断弁-2 (AO弁:Air Operated Valve)

- 電源喪失時 全閉空気作動緊急遮断弁
- ・コイルバネを内蔵し、停電時に作動空気の電磁弁が無励磁になることにより、シリンダ内のエアを開放してピストンを動かす
- ・開→閉：約2秒



【措置を講ずべき事項における要求事項】

- ▶ 安全機能や監視機能を有する構築物、系統及び機器は、十分に高い信頼性を確保し、かつ、維持し得る設計であること、重要度の特に高い安全機能を有するべき系統については、その系統の安全機能が達成できる設計であるとともに、その構造、動作原理、果たすべき安全機能の性質等を考慮して、多重性又は多様性及び独立性を備えた設計であること。

【審査項目】

措置を講ずべき事項に基づき、以下の項目について審査を実施。

- ▶ タンク群間の混水を防止するための弁、希釈の適切な監視に必要なALPS処理水流量計、海洋放出を停止させる緊急遮断弁等に対して、それぞれの果たすべき機能の動作原理等を考慮して、多重性（※1）又は多様性（※2）を備えた設計とすることなどにより、十分に高い信頼性が確保されること。

※ 詳細は次頁以降で説明。

（※1）同一の機能を有する同一の性質の機器等が2つ以上あること

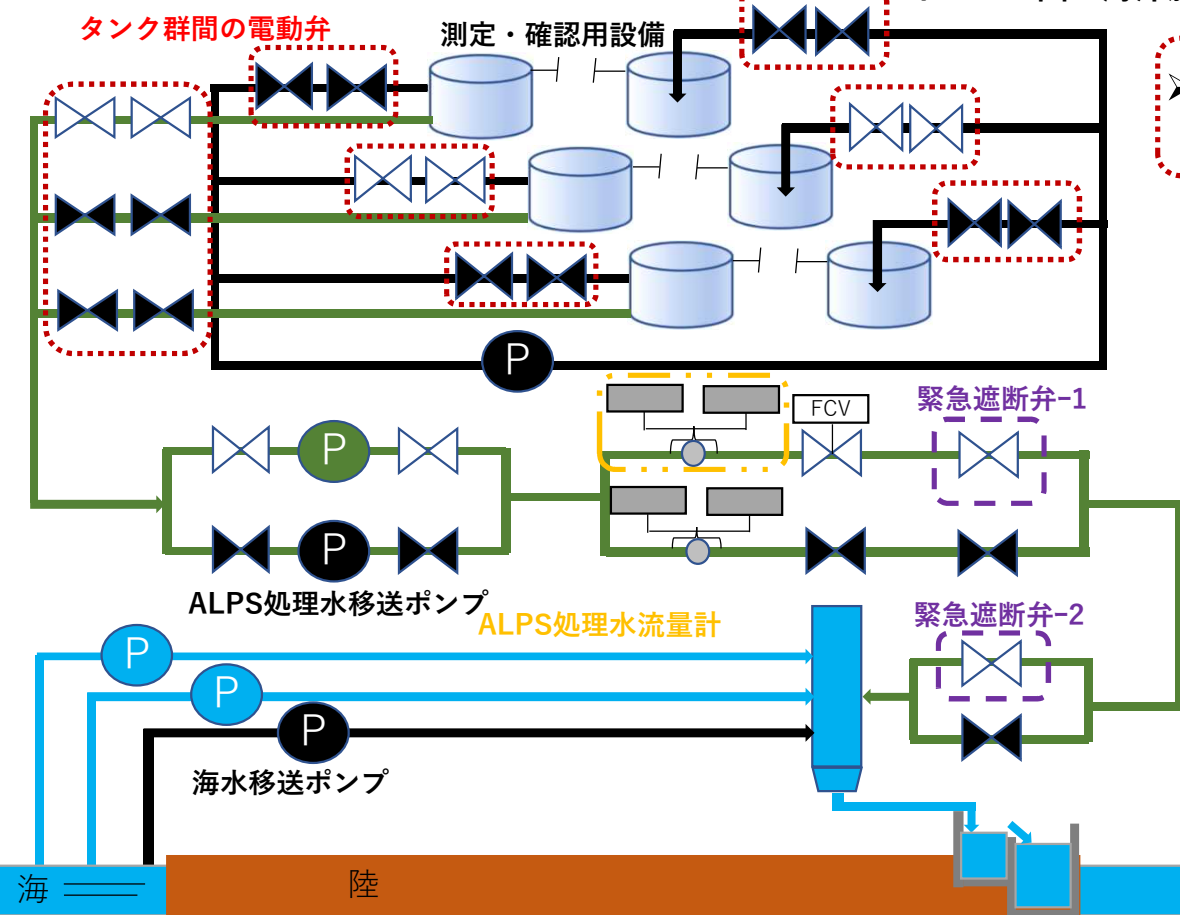
（※2）同一の機能を有する異なる性質の機器等が2つ以上あること

1-7-7 信頼性に対する設計上の考慮<2/2>

【審査結果】

➤ タンク群間の混水を防止するための弁、希釈の適切な監視に必要なALPS処理水流量計、海洋放出を停止させる緊急遮断弁等に対して、それぞれの果たすべき機能の動作原理等を考慮して、多重性又は多様性を備えた設計とすることなどにより、十分に高い信頼性が確保されることを確認。

イメージ図：海洋放出設備の全体像



➤ 測定・確認用設備については、タンク群間の混水を防止するため、**タンクのバウンダリとなる弁を直列多重化する。**

➤ ALPS処理水流量計については、ALPS処理水の海水への希釈が設定値内で行われているか否かを確認するため、**差圧式伝送器及びその伝送系を多重化する。**

➤ 緊急遮断弁については、**電動駆動の緊急遮断弁-1及び空気作動の緊急遮断弁-2を設置し、遮断機構に対して多重性、駆動源に対して多様性を備えるとともに、外部電源喪失時等においても確実に放出を停止できるようにフェイルクローズ設計(※)とする。**

(※) この場合、弁の駆動源が失われると弁が閉じる設計

【措置を講ずべき事項における要求事項】

- ▶ 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、それらの健全性及び能力を確認するために、適切な方法によりその機能を検査できる設計であること。

【審査結果】

- ▶ ALPS処理水希釈放出設備については、外観確認の他、当該設備を構成する構築物、系統及び機器に応じて、分解点検や取替、流量計の校正、模擬信号試験等を実施可能な設計としていることにより、必要な保守・点検が実施でき、その機能を検査できる設計となっていることを確認。

【措置を講ずべき事項における要求事項】

- ▶ 運転管理、保守管理、放射線管理、放射性廃棄物管理、緊急時の措置、敷地内外の環境放射線モニタリング等適切な措置を講じることにより、「II. 設計・設備について措置を講ずべき事項」の適切かつ確実な実施を確保し、かつ、作業員及び敷地内外の安全を確保すること、特に、事故や災害時等における緊急時の措置については、緊急事態への対処に加え、関係機関への連絡通報体制や緊急時における医療体制の整備等を行うこと、また、協力企業を含む社員や作業従事者に対する教育・訓練を的確に行い、その技量や能力の維持向上を図ること。

【審査項目】

措置を講ずべき事項に基づき、以下の項目について審査を実施。

1. ALPS処理水中の放射性核種
2. ALPS処理水の分析体制等
3. ALPS処理水希釈放出設備の運転管理等

※詳細は、次頁以降で説明。

1-8 保安のために講ずべき事項<2/3>

【審査結果】

1 .ALPS処理水中の放射性核種

- 過去の貯蔵タンク内水の測定において、主要7核種（※）の個々のβ線による放射能濃度分析値の和と全β測定値との間にかい離が確認され、β線のエネルギースペクトルの形状の相違から、炭素14とテクネチウム99（ALPS除去対象核種）が含まれていることが特定された後、他の貯蔵タンク内水の分析において、他の放射性核種の存在を示すような結果がないことなどから、仮にALPS除去対象核種と炭素14以外に新たな放射性核種が存在するとしても、トリチウム以外の放射性核種の告示濃度限度比総和が1を超えないものと判断した。

（※）告示濃度限度に対して有意に検出されたCs-134、Cs-137、Sr-90、I-129、Co-60、Sb-125及びRu-106

- なお、東京電力は、国内における廃止措置や埋設施設に関する知見を踏まえてALPS処理水を海洋放出する時点において存在しうる放射性核種を特定した上で、測定・評価の対象とする放射性核種を選定する方針としており、規制委員会は、この結果をALPS処理水の海洋放出を開始するまでに別途確認する。

2 .ALPS処理水の分析体制等

- 実施計画Ⅲ章第1編第3条に規定する品質マネジメントシステム計画に基づく活動の一環として、十分な専門性を有する委託先から分析員を調達すること、分析結果の第三者分析機関による比較検証を行うことなどにより、ALPS処理水の分析に必要な体制を整備し、分析方法や分析結果の客観性及び信頼性を確保する方針であることを確認。なお、同体制の整備とは別に、海域モニタリングをはじめとしたその他の分析業務に必要な資源についても別途確保する方針であることを確認。

1-8 保安のために講ずべき事項<3/3>

【審査結果】

3.ALPS処理水希釈放出設備の運転管理等

(1) ALPS処理水希釈放出設備の運転管理

- 十分な希釈効果が得られるALPS処理水希釈放出設備の運転管理が実施されることを確認。
- 海洋放出初期においては、放水立坑（上流水槽）で採取した海水に含まれるトリチウム濃度が1,500 Bq/L未満であること及び運転手順を確実に実施できることを確認するため、少量からの放出を実施すること、年間のトリチウム放出量については、年間放出計画の策定及び運用により、福島第一原子力発電所全体として22兆Bqの範囲に収まるように管理されることを確認。

(2) 海洋放出の停止に係る異常発生時等の対応

- 外部電源喪失時等の緊急遮断弁の自動作動に加え、運転を停止するための判断基準に基づく運転員の手動操作により、海洋放出が確実に停止できることを確認。

1-9 海洋放出設備の設計等の妥当性の確認<1/4>

※審査書案 P.26～29

海洋放出設備について、運転中又は点検中を問わず、意図しないかたちでのALPS処理水の放出量の観点で最も厳しい異常事象が適切に選定され、当該事象を直ちに収束させるための対策に妥当性があるかを確認する。

【審査項目】

措置を講ずべき事項に基づき、以下の項目について審査を実施。

1. 異常事象の抽出
2. 機器等の条件
3. 評価結果

(1) 複数台運転中の海水移送ポンプのうち1台故障

(2) 外部電源喪失

※太字箇所は、次頁以降重点的に説明する項目。

【審査結果】

東京電力が意図しないかたちでのALPS処理水の海洋放出を収束させる上で、海洋放出設備の設計等が妥当であることを確認した。

1-9 海洋放出設備の設計等の妥当性の確認<2/4>

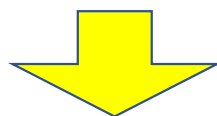
1. 異常事象（※）の抽出

- ▶ 異常事象（具体的には以下a.~c.のとおり）の抽出に当たって、当該事象に至る起因事象や原因を明らかにするための分析法を用いていることを確認。

（※）ALPS処理水の海洋放出に当たって、意図しないかたちでの海洋放出に至る事象

- a. 放射性物質が確認不備の状態でも海洋放出される事象
- b. 放出水中のトリチウム濃度が運用の上限値以上の状態又は海水希釈倍率が運用上の最小の倍率未満の状態でも海洋放出される事象
- c. 系外漏えいにより海水希釈を経ず海洋放出される事象

ALPS処理水希釈放出設備の設備構成等を踏まえて、上記の異常事象に至る起因事象の抽出を体系的に実施する。



設計等の妥当性評価の対象とする異常事象を抽出

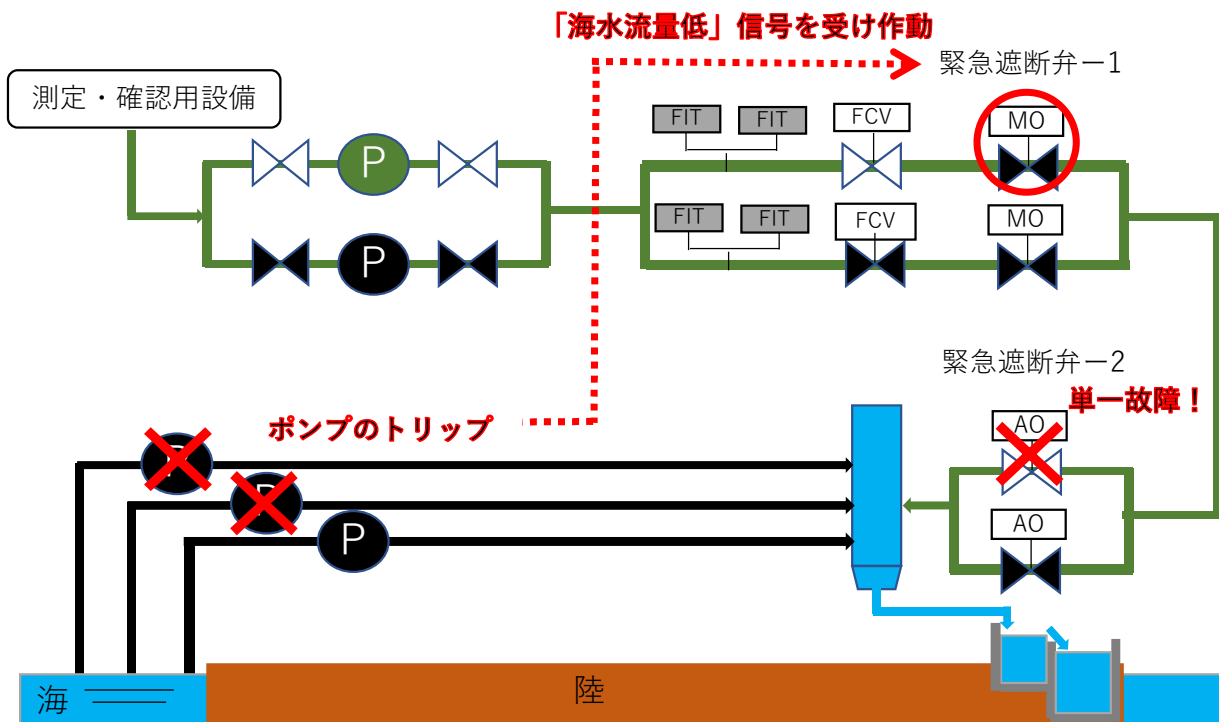
- 上記①a.及びc.に該当する異常事象については、それらの異常事象に繋がる起因事象の発生を防止するための対策や起因事象が発生した場合の対策により、意図しないかたちでALPS処理水が海洋へ放出されることを未然に防ぐことができることから、妥当性評価の対象としない。
- 上記①b.に該当する異常事象については、起因事象のうち「**2,3台運転中の海水移送ポンプのトリップ**」及び「**外部電源喪失**」が設計面や運用面の対策を考慮しても意図しないかたちでのALPS処理水の海洋放出に至ることから、妥当性評価の対象とする異常事象として抽出する。

1-9 海洋放出設備の設計等の妥当性の確認<3/4>

3. 評価結果 (1) 複数台運転中の海水移送ポンプのうち1台故障

ALPS処理水の海洋放出中に、2台以上運転している海水移送ポンプのうち1台に故障等が発生することより、ALPS処理水を希釈するための海水流量が減少する事象を想定する。

本事象が発生した場合には、所定の混合希釈率の範囲内で設定した「海水流量低」又は「海水移送ポンプトリップ」の信号を受け、緊急遮断弁-1が動作することで、当該事象の発生から少なくとも15秒後には海洋放出が停止される。



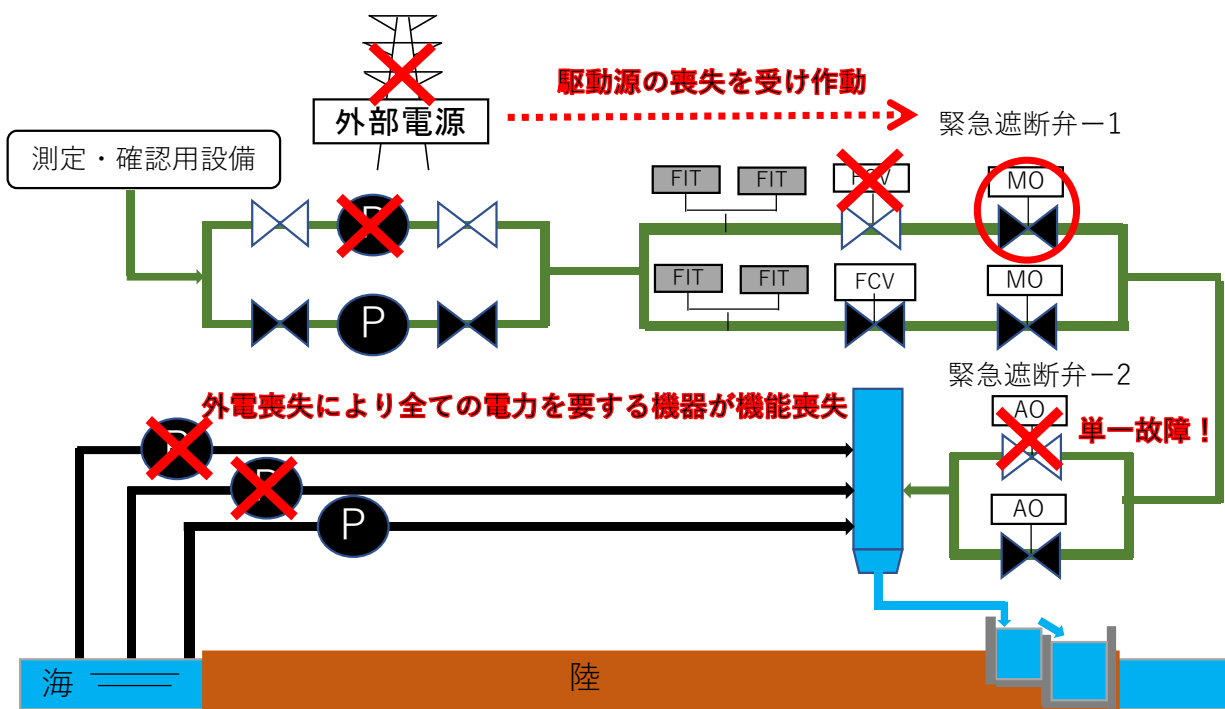
評価の結果、緊急遮断弁-1等による対策を講じた場合の放出量は、緊急遮断弁-1よりも下流の配管内に存在するALPS処理水の量（約1.02 m³）に、緊急遮断弁-1が作動信号を受けてから全閉までに要する時間（15秒間）に流れたALPS処理水の量（約0.12 m³）を加えた約1.2 m³であり、本事象による放出量は、通常運転時における1日当たりの計画最大流量約500 m³に対して十分小さいものであると評価する。

1-9 海洋放出設備の設計等の妥当性の確認 <4/4>

3. 評価結果 (2) 外部電源喪失

ALPS処理水の海洋放出中に、送電システムの故障等により、外部電源が喪失し、海水移送ポンプとALPS処理水移送ポンプがそれぞれ停止するものの、ALPS処理水については、敷地の高低差等により下流側への移送が継続され、希釈されずに海洋へ放出される事象を想定する。

本事象が発生した場合には、緊急遮断弁へ供給する電源も喪失するため、駆動源の喪失を受け、緊急遮断弁-1が動作することで、外部電源が喪失してから少なくとも10秒後には海洋放出が停止される。



評価の結果、緊急遮断弁-1等による対策を講じた場合の放出量は、緊急遮断弁-1よりも下流の配管内に存在するALPS処理水の量（約1.02 m³）に、緊急遮断弁-1が作動信号を受けてから全閉までに要する時間（10秒間）に流れたALPS処理水の量（約0.08 m³）を加えた約1.1 m³であり、本事象による放出量は、通常運転時における1日当たりの計画最大流量約500 m³に対して十分小さいものであると評価する。

【措置を講ずべき事項における要求事項】

- 実施計画の実施に当たっては、同計画の対策やリスク評価の内容、対策の進捗状況等について、継続的に、地元住民や地元自治体をはじめ広く一般に説明や広報・情報公開を行い、その理解促進に努めること。

【審査結果】

- 東京電力が実施計画の実施に関する理解促進に努めるという目的に対し、廃炉・汚染水対策最高責任者の直下に設置した廃炉情報・企画統括室を、実施計画の理解促進の改善等の継続的実施のための指導及び提言を行う組織として新たに位置付け、わかりやすい情報の公開を継続的かつ迅速に行うための確認・連絡体制を強化するなど、適切な取組がなされることから、措置を講ずべき事項「VII. 実施計画の実施に関する理解促進」を満たしているものと認める。

第2章 政府方針に照らした確認

令和3年4月13日に開催された廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議において決定された政府方針のうち、海洋放出設備の設計及び運用、並びに海洋放出による放射線影響に関連する項目に対する確認の内容及びその結果について説明する。

第2章 政府方針に照らした確認

以下について、関連する政府方針に則ったものであることを確認

(海洋放出設備の設計及び運用に関連する対応)

- ①2023年春頃を目途に海洋放出の開始
- ②放射性物質の分析への専門性を有する第三者の関与
- ③ALPS処理水の大幅希釈
- ④海洋放出するトリチウムの年間総量
- ⑤少量からの海洋放出、海域モニタリングで異常値が確認された場合の放出停止

2-1 海洋放出に係る放射線影響評価

(海洋環境への影響を評価するための措置)

- ⑥海洋放出に係る放射線影響評価

①～⑤については、原子炉等規制法に基づく審査において確認した。⑥については、次項以降で説明する。

2-1 海洋放出に係る放射線影響評価 <1/14>

※審査書案 P.31～39

【政府方針の内容】

➤ 海洋放出の実施が海洋環境に及ぼす潜在的な影響についても評価するための措置を採ること。

- 東京電力は、政府方針を踏まえた対応の添付資料として、「多核種除去設備等処理水（ALPS処理水）の海洋放出に係る放射線影響評価報告書（設計段階）」を提出。
- 東京電力は、本評価報告書において、①人への放射線影響、②潜在被ばくによる放射線影響、③海生動植物への放射線影響について評価を実施。

【確認結果】

- ✓ 規制委員会は、上記の評価が関連するIAEA安全基準の要件・ガイド（GSR-Part3、GSG-9、GSG-10）等を参照し実施されていること、また、その評価結果が評価の目安を下回っており、人と環境に対する影響が十分に小さいことを確認した。
- ✓ 具体的な確認内容については以下の通り。

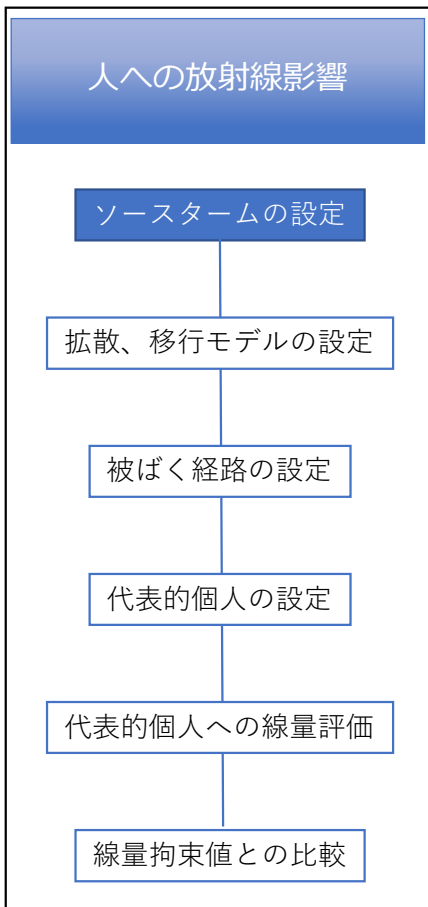
①～③について、GSG-10に示される評価フローにおける項目に沿って具体的に確認

① 人への放射線影響	:	2-1 海洋放出に係る放射線影響評価	< 2～9 >
② 潜在被ばくによる放射線影響	:	2-1 海洋放出に係る放射線影響評価	< 10～12 >
③ 海生動植物への放射線影響	:	2-1 海洋放出に係る放射線影響評価	< 13、14 >

2-1 海洋放出に係る放射線影響評価 <2/14>

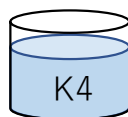
【確認の視点】 (GSG-10 パラグラフ5.9~5.11)

➤ 放射線影響評価のためのソースタームは、評価対象となる行為の特徴上代表的なものとして、関係する放射性核種の組成及び量を選択しているか。

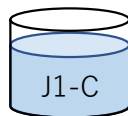


【確認した事項】 : <ソースタームの設定①>

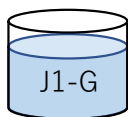
- ✓ 対象核種はトリチウム、炭素14、ALPS除去対象核種62核種の計64核種としていること※
- ✓ 64核種の測定・評価が完了している以下の3タンク群の値を用いていること ※ なお、ALPS処理水の測定・評価の対象とする放射性核種について、ALPS処理水を海洋放出する時点において存在する放射性核種を特定し、測定・評価の対象とする放射性核種を選定する方針とし、この選定結果に基づきソースタームを見直すとしているが、見直しによる影響は小さい



1. K4タンク群
トリチウム濃度：約19万Bq/L
トリチウム以外の放射性物質の告示濃度限度比総和：0.29



2. J1-Cタンク群
トリチウム濃度：約82万Bq/L
トリチウム以外の放射性物質の告示濃度限度比総和：0.35



3. J1-Gタンク群
トリチウム濃度：約27万Bq/L
トリチウム以外の放射性物質の告示濃度限度比総和：0.22

3タンク群の核種組成は他のタンク群内のALPS処理水と比べて著しい違いがない

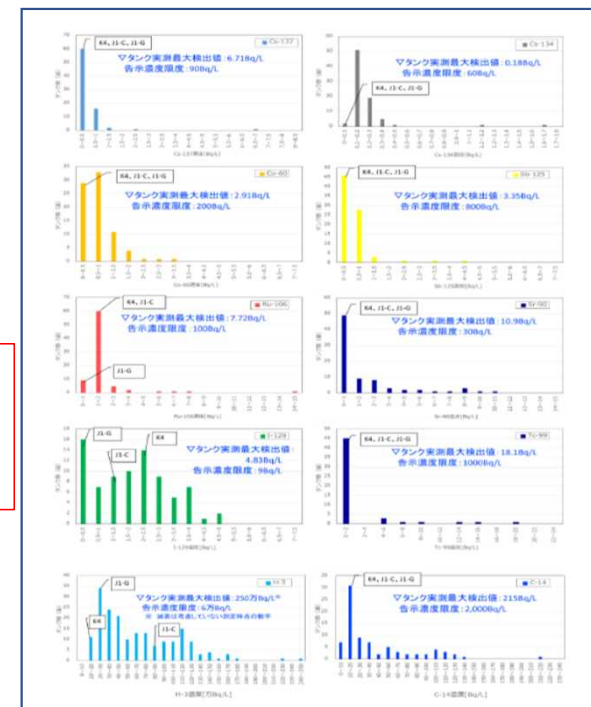
年間放出量の算出方法

・トリチウム : 2.2×10^{13} [Bq]

・トリチウム以外の核種 : $\frac{2.2 \times 10^{13}}{A_{H-3}} \times A_i$ [Bq]

A_{H-3} : トリチウム濃度の実測値
 A_i : 核種 i の濃度の実測値 (or 評価値)

ALPS処理水の分析結果における主要7核種およびトリチウム、炭素14、テクネチウム99の濃度分布(2021年3月末現在)と3タンク群の比較



出典：「多核種除去設備等処理水(ALPS処理水)の海洋放出に係る放射線影響評価報告書(設計段階・改訂版)から一部抜粋

2-1 海洋放出に係る放射線影響評価 < 3/14 >

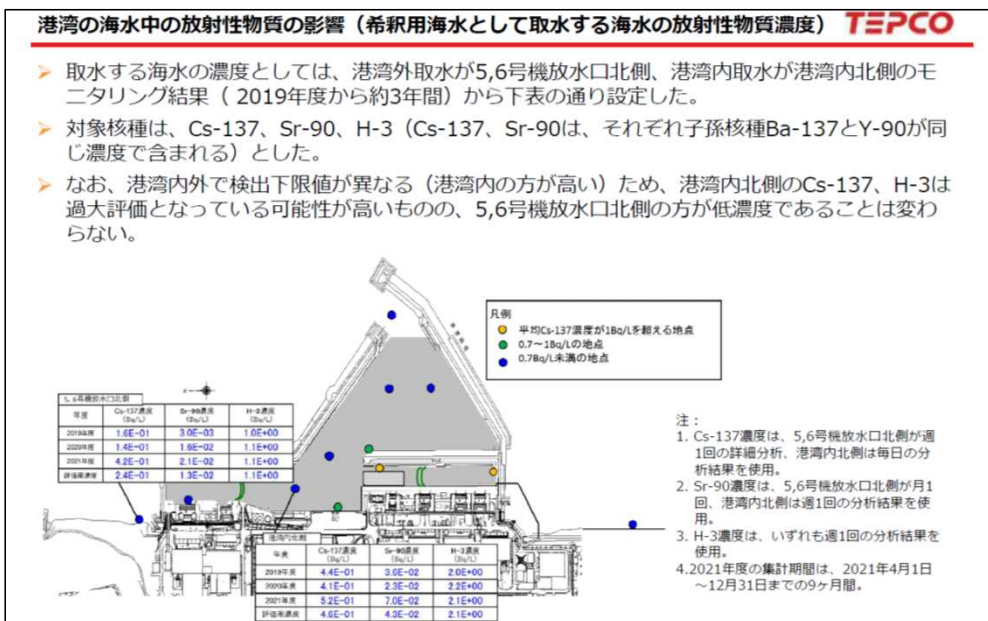
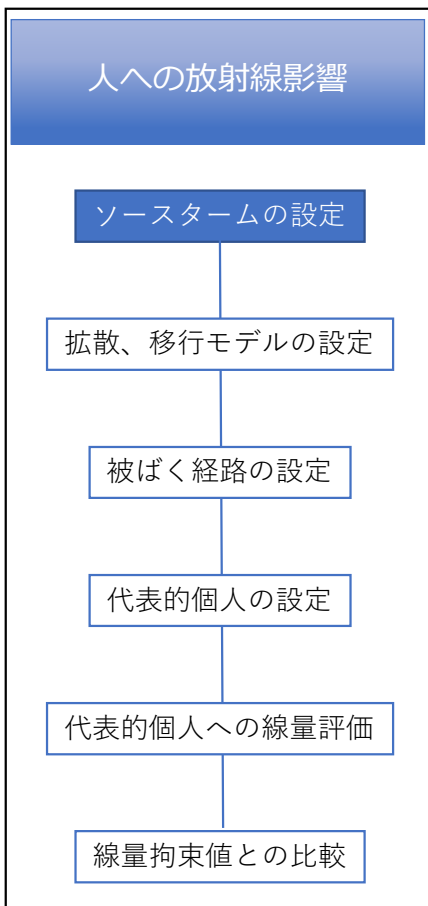
【確認した事項】 : < ソースタームの設定② >

有機結合型トリチウム (OBT) による影響

- ✓ 放出されるALPS処理水中のトリチウムは有機物をほとんど含まないことからほぼ全量がトリチウム水の形態で存在していると考えられること
- ✓ 海産物中での有機結合型トリチウムへの変換については、福島第一原子力発電所近傍海域の魚のモニタリング結果から有機結合型トリチウムは検出されていないものの、変換される割合を保守的に考慮していること

希釈用海水に含まれる放射性物質による影響

- ✓ ALPS処理水の希釈に用いる海水について、5・6号機放水口北側から港湾外の海水を取水する場合と港湾内の海水を取水する場合において、海水中の放射性核種が評価結果に与える影響を確認していること

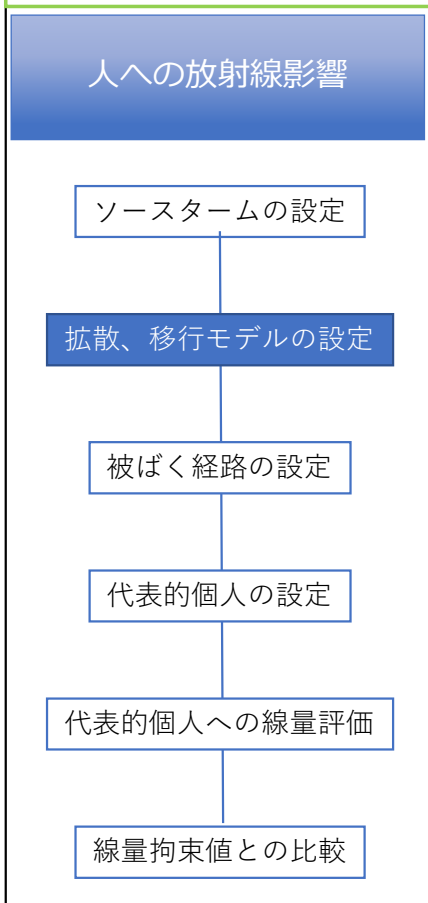


出典: 「ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設の新設について」
(2022年3月18日) 説明資料から一部抜粋

2-1 海洋放出に係る放射線影響評価 < 4/14 >

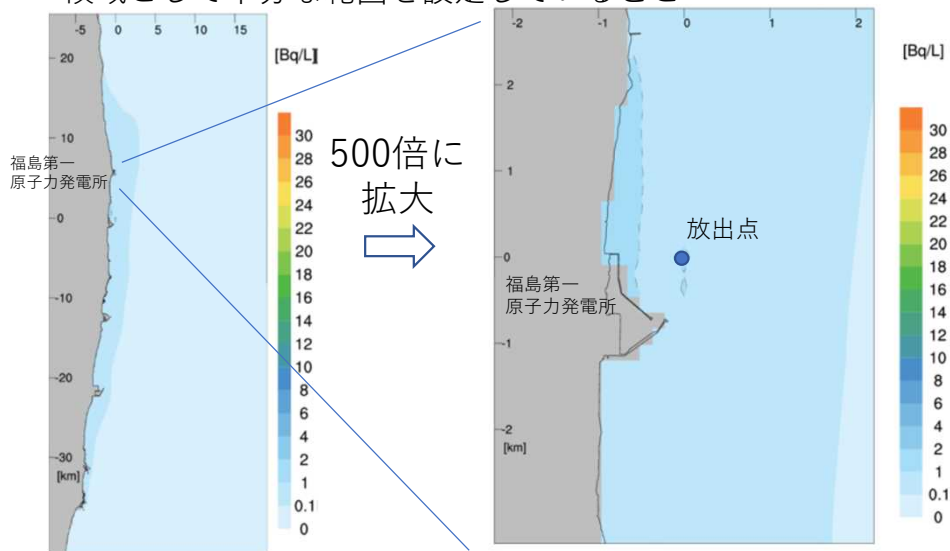
【確認の視点】（GSG-10 パラグラフ5.12～5.25）

- ▶ 放射性物質の放出により生じる環境中の放射能濃度を解析モデルにより算出しているか
- ▶ 選択された拡散・移行モデルは、通常運転時に予期される放出の特徴を考慮し、必要に応じて、拡散、希釈、移行、蓄積及び減衰等を解析するために適当であるか



【確認した事項】：< 拡散・移行モデルの設定① >

- ✓ 1F近傍海域の再現性を有し、海域の流動評価において国内外で広く実績のある領域海洋モデル（ROMS）を使用していること
- ✓ 計算領域境界部のトリチウム濃度が日本周辺海域の海水中トリチウム濃度を十分下回っていることから、数値シミュレーションの計算領域として十分な範囲を設定していること



ALPS処理水（トリチウム年間22兆Bq）の海洋拡散シミュレーション結果

出典：「多核種除去設備等処理水(ALPS処理水)の海洋放出に係る放射線影響評価報告書（設計段階・改訂版）から一部抜粋して編集

東京電力による計算結果

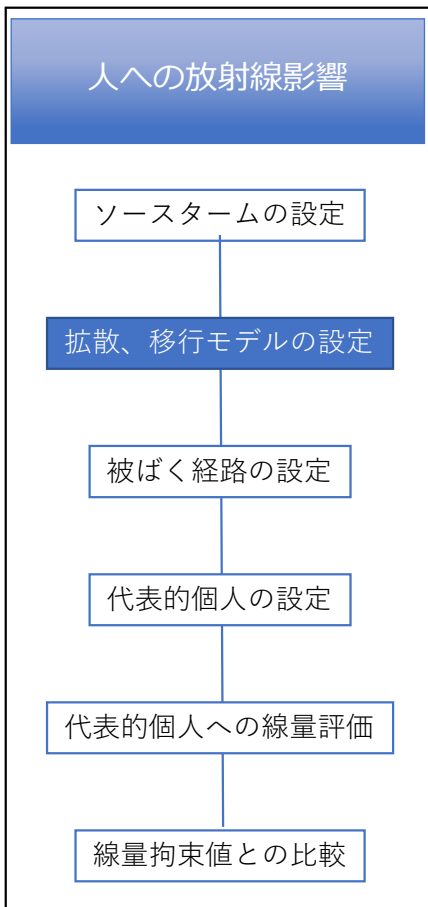
	計算結果
発電所周辺 10km×10km 海水中のトリチウムの 年間平均濃度（全層）	5.6×10^{-2} (Bq/L)

有意な差がない

規制委員会によるROMSの再現計算結果

	計算結果
発電所周辺 10km×10km 海水中のトリチウムの 年間平均濃度（全層）	4.4×10^{-2} (Bq/L)

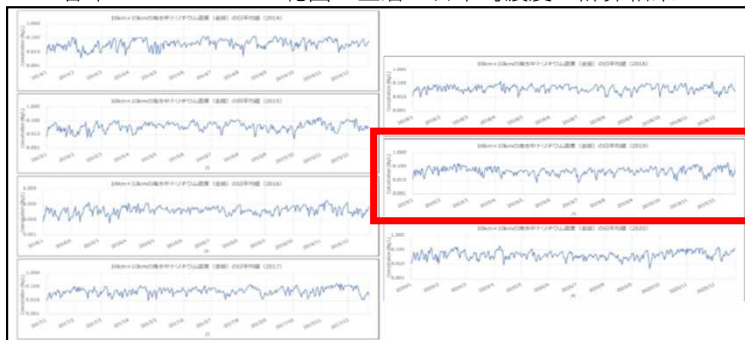
2-1 海洋放出に係る放射線影響評価<5/14>



【確認した事項】：<拡散・移行モデルの設定②>

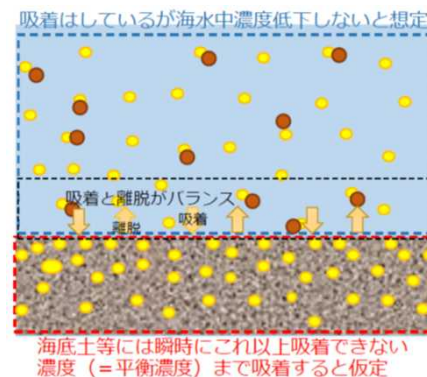
- ✓ 海浜砂等への移行に伴う放射性核種の蓄積については、放出開始と同時に海水中の濃度と平衡状態に至る設定で評価をしており、長期間にわたる放出によって環境中の放射性核種の濃度が最も高くなると考えられる状態で評価していること

各年の10km×10km範囲の全層の日平均濃度の計算結果



出典：「多核種除去設備等処理水(ALPS処理水)の海洋放出に係る放射線影響評価報告書（設計段階・改訂版）から一部抜粋して編集

- ✓ 移行モデルは、国内の原子力施設における評価を参照して設定するとともに、GSG-10に基づいて検討を行い、追加設定していること
 - I. 海流等による移流、拡散
 - II. 海流等による移流、拡散→船体への付着
 - III. 海流等による移流、拡散→海底堆積物※、海浜砂への付着
 - IV. 海流等による移流、拡散→漁網への付着
 - V. 海流等による移流、拡散→水しぶきによる大気への再浮遊
 - VI. 海流等による移流、拡散→魚介類等海洋生物による取り込み、濃縮



出典：「多核種除去設備等処理水(ALPS処理水)の海洋放出に係る放射線影響評価報告書（設計段階・改訂版）から一部抜粋

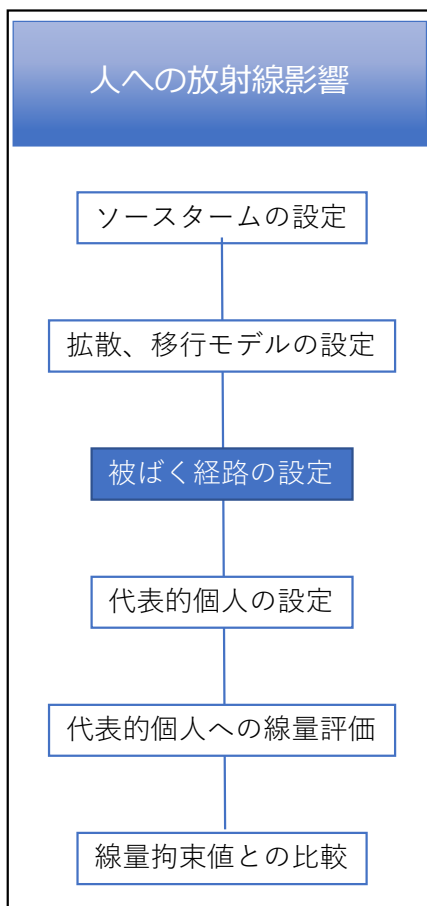
- ✓ 2014年～2020年までの気象・海象データを用いた海洋拡散シミュレーション結果から、年間平均の海水中放射能濃度の年ごとの変動が小さいことを確認していること
- ✓ 放射能濃度が相対的に高い値となった2019年の気象・海象データを評価に使用していること

※海底堆積物に直接人が近づく頻度は少ないことから人への影響の際には選定せず、海生動植物の外部被ばくによる影響の際に選定。 52

2-1 海洋放出に係る放射線影響評価<6/14>

【確認の視点】（GSG-10 パラグラフ5.26～5.31）

- ▶ 排出に関連する被ばく経路について、内部被ばくと外部被ばくを考慮して特定しているか
- ▶ 特定の被ばく経路を考慮から除外する場合は正当な理由が存在するか



【確認した事項】：<被ばく経路の設定>

- ✓ 国内の原子力施設における評価※に基づいて設定していること（赤字）
※「発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」及び「六ヶ所事業所再処理事業指定申請書」
- ✓ 上記以外の経路についても、GSG-10に基づいて検討して、追加設定していること。（青字）
 - ① 海水面からの外部被ばく
 - ② 船体からの外部被ばく
 - ③ 遊泳等における水中での外部被ばく
 - ④ 漁網からの外部被ばく
 - ⑤ 砂浜からの外部被ばく
 - ⑥ 海水の誤飲による内部被ばく
 - ⑦ 海水の水しぶきの吸入による内部被ばく
 - ⑧ 海産物の摂取による内部被ばく

2-1 海洋放出に係る放射線影響評価<7/14>

【確認の視点】（GSG-10 パラグラフ5.32～5.35）

- 施設が設置されている地域や国に居住する人々の生活習慣のデータを吸入率並びに食品及び飲料水の摂取率を含めて統計等から得た上で、典型的なデータを用いて代表的個人※を設定しているか

（※ 集団の中でより被ばくを受ける人々を代表する個人）

【確認した事項】：<代表的個人の設定>

- ✓ 代表的個人の設定に用いる現在の生活習慣や特性に関する包括的なデータの取得は1F周辺では不可能なため、国内の原子力施設における評価を参照した個人の特性の他、日本国民の食品摂取に関する調査結果に基づいて設定していること。

『発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について』を参照した個人の特性

- 年間120日漁業に従事し、そのうち80日は漁網の近くで作業を行う。
- 海岸に年間500時間滞在し、96時間遊泳を行う。
- 呼吸率を 成人：0.925 m³/h、幼児0.363 m³/h、乳児0.119 m³/hとする。

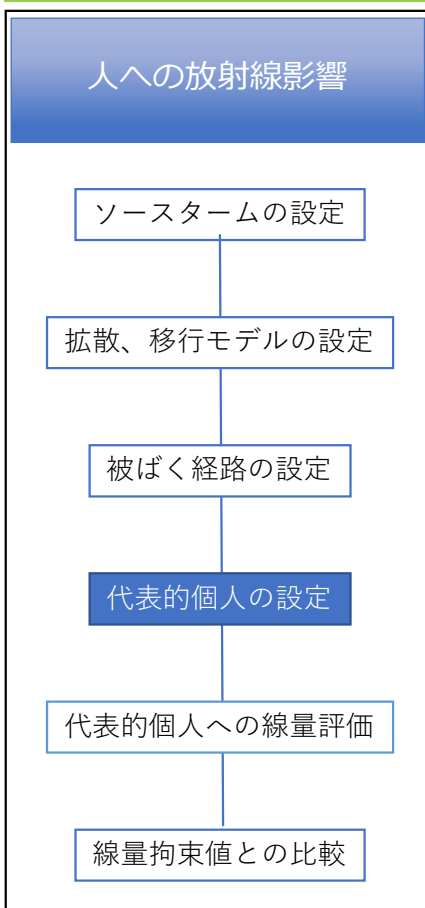
『令和元年国民健康・栄養調査報告』に基づいた海産物の摂取量

海産物を平均的に摂取する個人の摂取量（g/日）

	魚類	無脊椎動物	海藻類
成人	58	10	11
幼児	29	5.1	5.3
乳児	12	2.0	2.1

海産物を多く摂取する個人の摂取量（g/日）

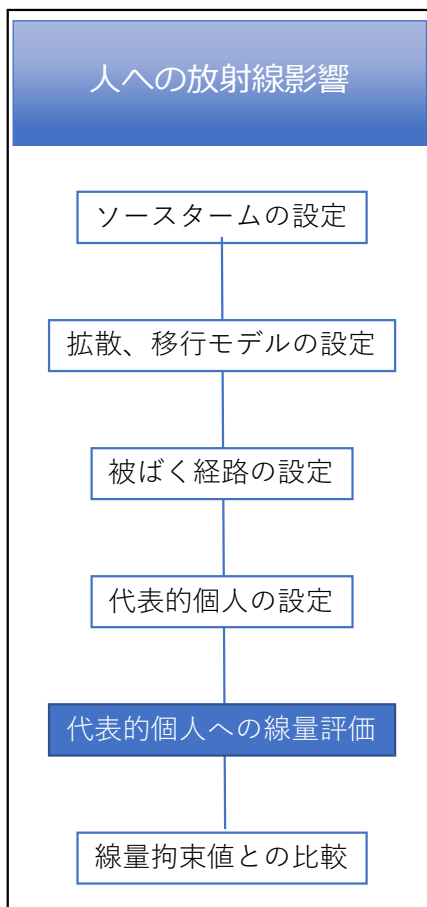
	魚類	無脊椎動物	海藻類
成人	190	62	52
幼児	97	31	26
乳児	39	12	10



2-1 海洋放出に係る放射線影響評価<8/14>

【確認の視点】（GSG-10 パラグラフ5.36及び5.37）

➤ 年齢層についても適切に考慮した上で線量係数を用いて内部被ばくと外部被ばくを算出しているか



【確認した事項】：<代表的個人への線量評価>

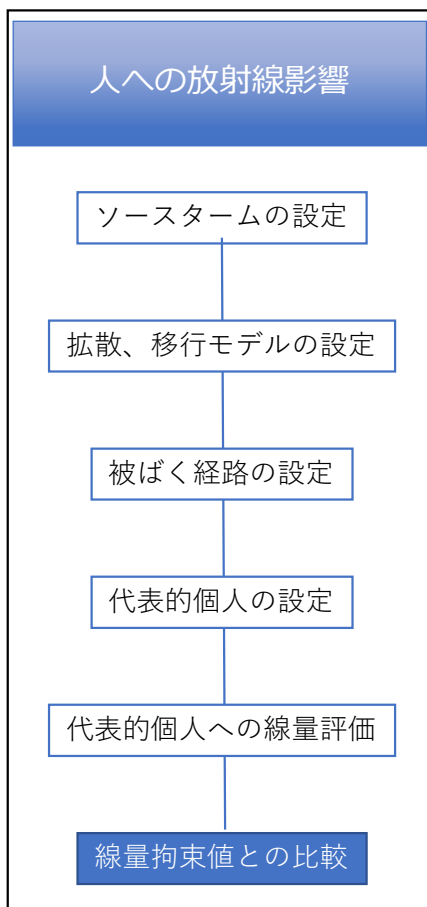
- ✓ 外部被ばく及び内部被ばくの評価をするに当たって、GSG-10に基づく線量係数や、国内の原子力施設において許認可された実績等のある線量係数を使用していること。
- ✓ 内部被ばくを評価するに当たっては、成人、幼児、乳児の異なる年齢層についても評価していること。

海水面からの外部被ばく	廃止措置工事環境影響評価ハンドブック
船体からの外部被ばく	廃止措置工事環境影響評価ハンドブック
遊泳等における水中での外部被ばく	廃止措置工事環境影響評価ハンドブック
漁網からの外部被ばく	廃止措置工事環境影響評価ハンドブック
砂浜からの外部被ばく	廃止措置工事環境影響評価ハンドブック
海水の誤飲による内部被ばく	IAEA GSR-Part3（成人・幼児）※ ※乳児はほとんど遊泳しないものとして、評価対象外
海水の水しぶきの吸入による内部被ばく	IAEA GSR-Part3（成人・幼児・乳児）
海産物摂取による内部被ばく	IAEA GSR-Part3（成人・幼児・乳児）

2-1 海洋放出に係る放射線影響評価<9/14>

【確認の視点】（GSG-10 パラグラフ5.38～5.42）

➤ 評価結果が線量拘束値を下回っているか



【確認した事項】：<線量拘束値との比較>

✓ 評価結果は、規制委員会が示した評価の目安である $50 \mu\text{Sv}/\text{年}$ を十分に下回るものであること。

人に対する被ばく評価結果

評価ケース	ソースターム	K4タンク群		J1-Cタンク群		J1-Gタンク群		
	海産物摂取量	平均的	多い	平均的	多い	平均的	多い	
外部被ばく (mSv/年)	海水面	6.5×10^{-9}		1.7×10^{-8}		4.7×10^{-8}		
	船体	4.8×10^{-9}		1.2×10^{-8}		3.3×10^{-8}		
	遊泳中	4.5×10^{-9}		1.2×10^{-8}		3.2×10^{-8}		
	海浜砂	7.8×10^{-6}		2.1×10^{-5}		5.6×10^{-5}		
	漁網	1.6×10^{-6}		4.3×10^{-6}		1.2×10^{-5}		
内部被ばく (mSv/年)	飲水	3.3×10^{-7}		3.1×10^{-7}		3.2×10^{-7}		
	しぶき吸入	9.3×10^{-8}		2.0×10^{-7}		4.0×10^{-7}		
	海産物摂取	1.5×10^{-5}	6.1×10^{-5}	2.8×10^{-5}	1.1×10^{-4}	7.9×10^{-5}	3.0×10^{-4}	
合計 (mSv/年)	3×10^{-5}		7×10^{-5}		5×10^{-5}		1×10^{-4}	

< $50 \mu\text{Sv}/\text{年}$ 令和3年度第54回規制委員会において示した評価の目安

2-1 海洋放出による周辺環境への放射線影響評価<10/14>

【確認の視点】（GSG-10 パラグラフ5.45～5.47）

▶ 潜在被ばくのシナリオを設備及び活動に対する安全評価を行った上で特定しているか

【確認した事項】：<潜在被ばくシナリオの設定>

- ✓ 設計等の妥当性を評価するために仮定された機器の故障等を超えた放出に至る機器の損傷として、以下の保守的なシナリオを設定していること。

潜在被ばくによる放射線影響

潜在被ばくシナリオの設定

ソースタームの設定

拡散、移行モデルの設定

被ばく経路の設定

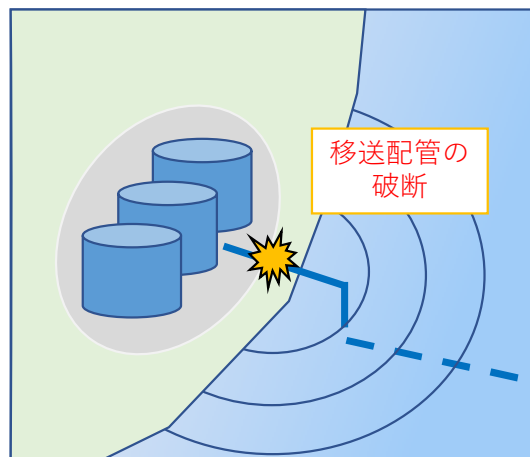
代表的個人の設定

代表的個人への線量評価

事故時の判断基準との比較

ケース1（配管破断）

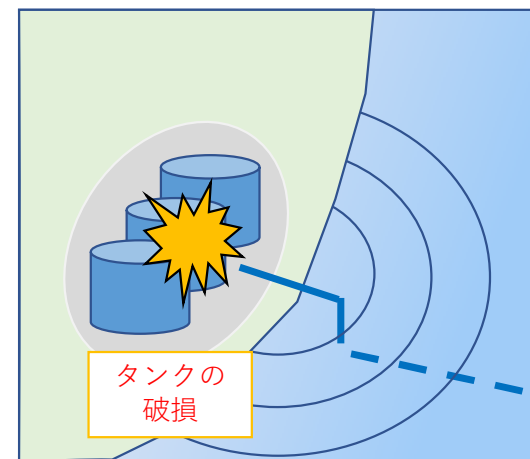
- 海洋に近い場所で配管破断が発生し、通常運転時の計画最大流量（500m³/日）にて、測定・確認用タンク群1系列1万m³が空になるまで20日間漏えいが継続して流出する事象



イメージ図：潜在被ばくシナリオ（ケース1）

ケース2（タンクの破損）

- 巨大地震等で測定・確認用タンク3系列全てが破損し、1日で3万m³のALPS処理水が海洋に流出する事象。



イメージ図：潜在被ばくシナリオ（ケース2）

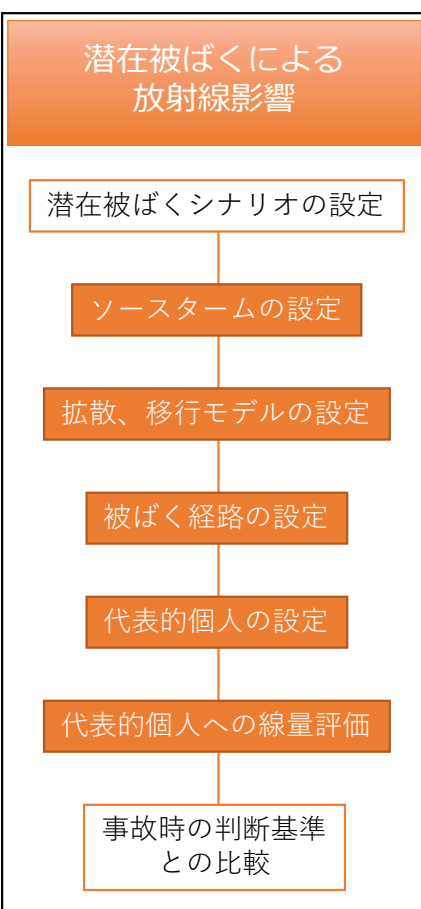
2-1 海洋放出に係る放射線影響評価<11/14>

【確認の視点】（GSG-10 パラグラフ5.48～5.67）

- ▶ 特定されたシナリオに応じたソースターム、拡散・移行モデル、被ばく経路及び代表的個人を設定し、代表的個人に対する線量評価を行っているか

【確認した事項】：<ソースタームの設定～代表的個人への線量評価>

- ✓ 前頁で選定されたシナリオに応じたソースタームの放出量、代表的個人の評価地点及び被ばく時間等が設定されている等、GSG-10の要件に従い、以下の条件・評価手法等を用いて評価を行っていること。



	潜在被ばくに関する評価に関する設定条件・評価手法等
ソースタームの設定	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 放出量は、潜在被ばくシナリオに応じた放出量。 ✓ 核種組成は、人への放射線影響評価で用いたものと同じ。
拡散・移行のモデリング	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 拡散・移行モデルは、放水位置を潜在被ばくシナリオに応じて設定し、その他の条件は人への放射線影響評価で用いたものと同じ。
被ばく経路の設定	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 人への放射線影響評価で用いたものと同じ。
代表的個人の設定	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 潜在被ばくシナリオに応じて、被ばく評価地点を保守的に発電所北側の発電所北側（居住可能エリア）の砂浜評価地点付近と設定。 ✓ 被ばく時間をケース1は1か月（27日）、ケース2は1週間（8日）と設定。 ✓ その他の設定は人への放射線影響評価で用いたものから時間比例計算で設定。（対象年齢層は海産物摂取量の多い成人）
代表的個人への被ばく線量評価	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 評価に用いる実効線量換算係数は、人への放射線影響評価で用いたものと同じ。 ✓ 評価に用いる海水中の放射能濃度は、保守的に、被ばく時間中、同じ濃度が継続

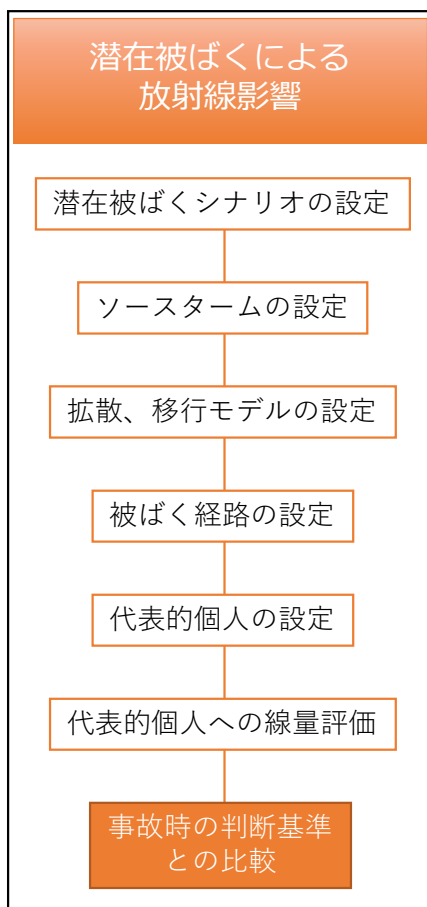
2-1 海洋放出に係る放射線影響評価<12/14>

【確認の視点】（GSG-10 パラグラフ5.68～5.75）

➤ 評価結果が潜在被ばくに対する判断基準を下回っているか

【確認した事項】：<事故時の判断基準との比較>

- ✓ 評価結果は、いずれのシナリオにおいても、GSG-10に事故時に放出が想定される放射性核種の量が少ない線源に対して典型的な判断基準として示されている5mSv/事象を十分に下回るものであること。



潜在被ばくによるに対する被ばく線量評価結果

評価 ケース	ソースターム	ケース1（配管破断）			ケース2（タンク破損）		
		K4タンク群	J1-Cタンク群	J1-Gタンク群	K4タンク群	J1-Cタンク群	J1-Gタンク群
	海産物摂取量	多い	多い	多い	多い	多い	多い
外部被ばく (mSv/事象)	海水面	3.5×10^{-8}	4.0×10^{-7}	3.6×10^{-7}	1.7×10^{-6}	1.9×10^{-5}	1.7×10^{-5}
	船体	2.5×10^{-8}	2.8×10^{-7}	2.5×10^{-7}	1.2×10^{-6}	1.4×10^{-5}	1.2×10^{-5}
	遊泳中	3.3×10^{-9}	3.8×10^{-8}	3.4×10^{-8}	1.6×10^{-7}	1.8×10^{-6}	1.6×10^{-6}
	海浜砂	5.8×10^{-6}	6.7×10^{-5}	5.9×10^{-5}	2.8×10^{-4}	3.2×10^{-3}	2.8×10^{-3}
	漁網	1.8×10^{-5}	2.1×10^{-4}	1.9×10^{-4}	8.9×10^{-4}	1.0×10^{-2}	9.1×10^{-3}
内部被ばく (mSv/事象)	飲水	2.4×10^{-7}	9.9×10^{-7}	3.3×10^{-7}	1.2×10^{-5}	4.7×10^{-5}	1.6×10^{-5}
	しぶき吸入	6.9×10^{-8}	6.4×10^{-7}	4.2×10^{-7}	3.3×10^{-6}	3.1×10^{-5}	2.0×10^{-5}
	海産物摂取	7.1×10^{-4}	5.4×10^{-3}	4.9×10^{-3}	3.4×10^{-2}	2.6×10^{-1}	2.4×10^{-1}
合計 (mSv/事象)		7×10^{-4}	6×10^{-3}	5×10^{-3}	4×10^{-2}	3×10^{-1}	2×10^{-1}

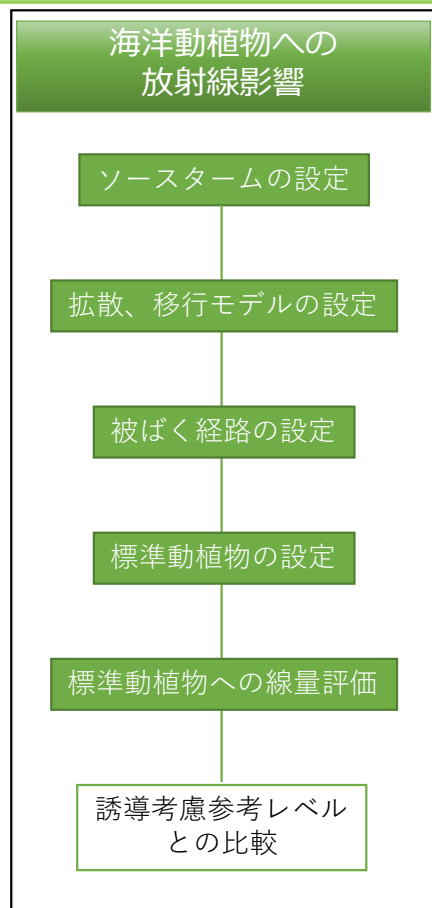
< **5mSv/事象**

事故時に放出が想定される放射性核種の量が少ない活動に対して、IAEA安全基準のガイド GSG-10において示されている典型的な判断基準

2-1 海洋放出に係る放射線影響評価<13/14>

【確認の視点】（GSG-10 パラグラフI-19～I-24）

- 「人への放射線影響評価」と同様のソースターム及び拡散・移行モデル、海生動植物に対する被ばく線量評価を行うに当たって考慮すべき被ばく経路、及び福島第一原子力発電所近傍海域の海生動植物の生態系に基づいた標準動植物を設定し、標準動植物に対する線量評価を行っているか



【確認した事項】：<ソースタームの設定～標準動植物への線量評価>

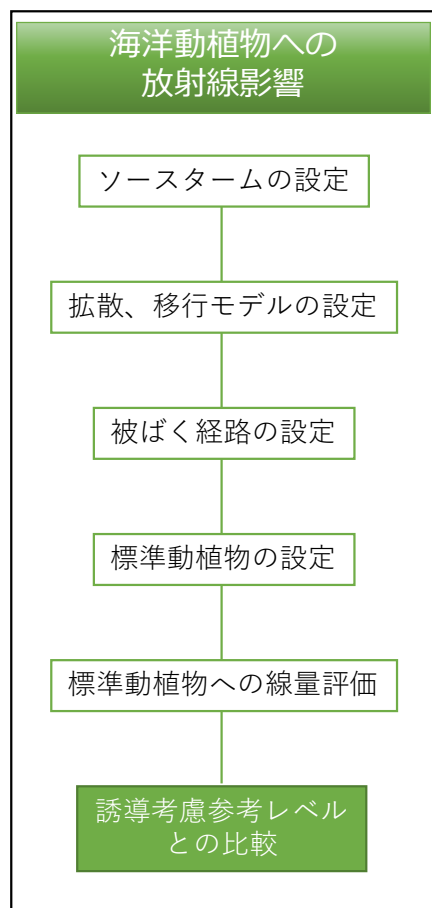
- ✓ 福島第一原子力発電所近傍海域の海生動植物の生態系に基づき、標準扁平魚・標準カニ・標準褐藻が選定されている等、GSG-10の要件に従い、以下の条件・評価手法等を用いて評価を行っていること。

	環境防護に関する設定条件・評価手法等
ソースタームの設定	✓ 人への放射線影響評価で用いたものと同じ。
拡散・移行モデルの設定	✓ 拡散モデルは人への放射線影響評価で用いたものと同じ。 ✓ 移行モデルは人への放射線影響評価で用いたものから以下を設定。 <ul style="list-style-type: none"> I. 海流等による移流、拡散 II. 海流等による移流、拡散→海底堆積物への付着 III. 海流等による移流、拡散→魚介類等海洋生物による取り込み、濃縮
被ばく経路の設定	✓ 被ばく経路として、以下を設定。 <ul style="list-style-type: none"> ① 動植物が摂取又は吸入した放射性物質による内部被ばく ② 周囲の海水からの外部被ばく ③ 周囲の海底堆積物からの外部被ばく
標準動植物の設定	✓ 標準動植物として、以下を設定。 <ul style="list-style-type: none"> ● 標準扁平魚（発電所周辺海域には、ヒラメ、カレイ類が広く生息） ● 標準カニ（発電所周辺海域には、ヒラツメガニ、ガザミが広く生息） ● 標準褐藻（発電所周辺海域には、ホンダワラ類、アラメが広く分布）
標準動植物への線量評価	✓ 動植物の被ばく評価に用いる線量係数は、GSG-10に基づく線量係数を使用

2-1 海洋放出に係る放射線影響評価<14/14>

【確認の視点】（GSG-10 パラグラフ I-25）

➤ 評価結果が誘導考慮参考レベルの下限値を下回っているか



【確認した事項】：<誘導考慮参考レベルとの比較>

✓ 評価結果は、規制委員会は評価の目安として示した、GSG-10において示されている誘導考慮参考レベルの下限値を十分に下回るものであること。

海生動植物に対する被ばく線量評価結果

評価ケース		K4タンク群	J1-Cタンク群	J1-Gタンク群
被ばく線量 (mGy/日)	標準扁平魚	2×10^{-5}	2×10^{-5}	6×10^{-5}
	標準カニ	2×10^{-5}	2×10^{-5}	6×10^{-5}
	標準褐藻	2×10^{-5}	2×10^{-5}	6×10^{-5}

< 令和3年度第54回規制委員会において示した評価の目安

誘導考慮参考レベル

- 扁平魚：1～10 mGy/日
- カニ：10～100 mGy/日
- 褐藻：1～10 mGy/日

標準動植物に電離放射線による有害な影響が生じる危険が存在しそうな吸収線量率の範囲として、IAEA安全基準のガイド GSG-10に示されている値

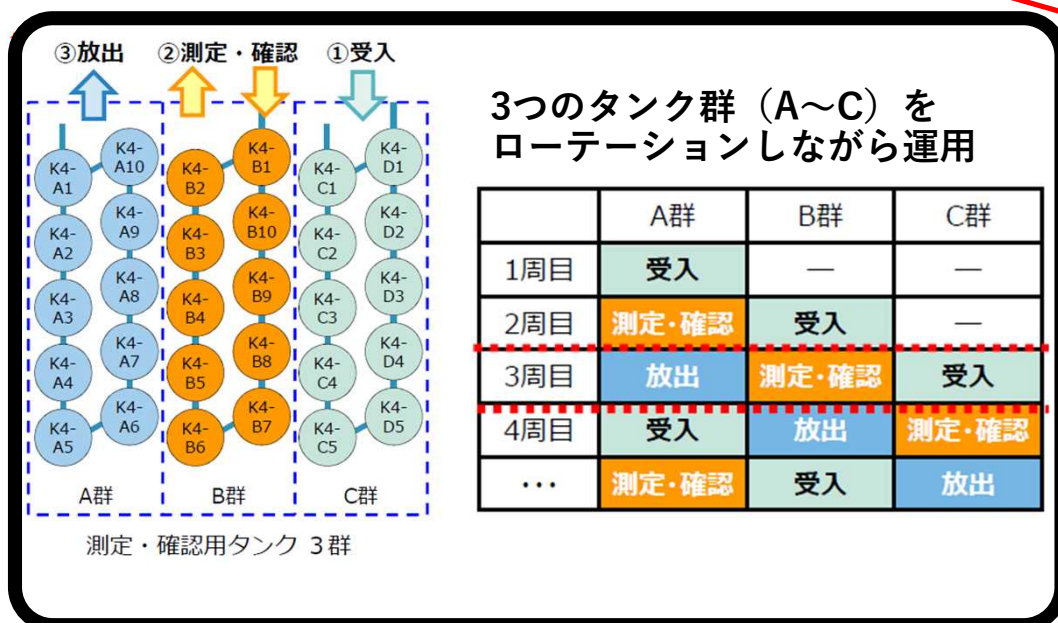
概略説明用

【審査結果】 1. ALPS処理水の海洋放出に必要なタンクの容量（以下の項目を確認）

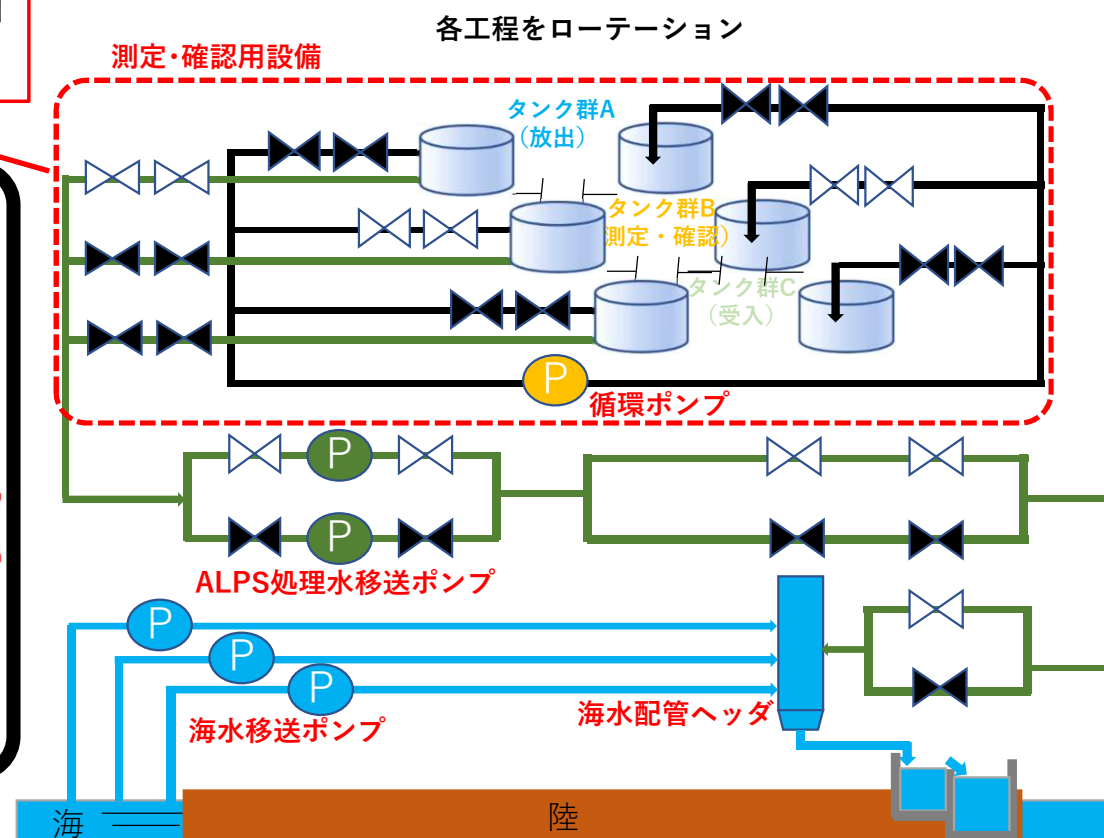
➤ 既設のK4エリアタンク群の一部をALPS処理水の受入、測定・確認及び放出の各工程に使用することにより、ALPS処理水の分析に要する期間中に発生する汚染水の量を考慮しても余裕のあるタンク容量が確保されること

○既設タンク35基のうち30基を海洋放出に必要な測定・確認用タンクとして使用

○1群当たり約1万m³分のタンク群（約0.1万m³のタンク×10基）を3群使用



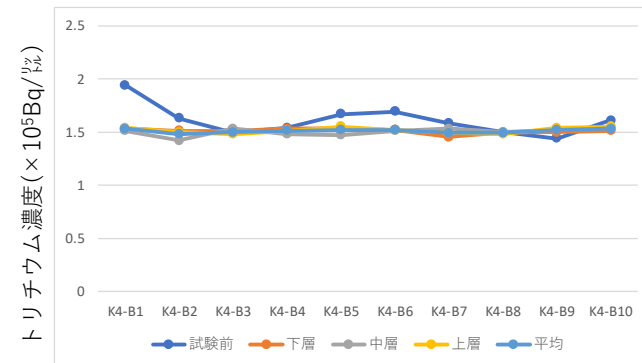
出典：「ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設の新設について」（2022年2月25日）説明資料から一部抜粋して編集



放射性液体廃棄物の処理・保管・管理 <2/3>

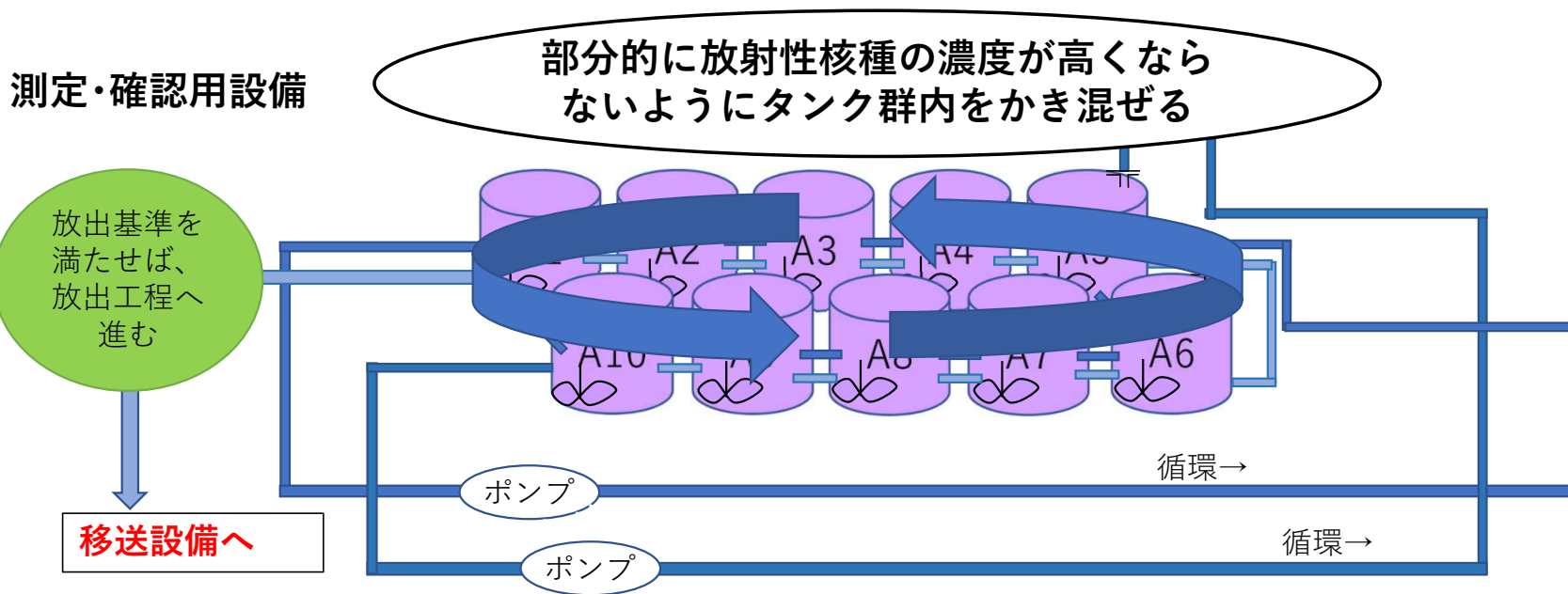
【審査結果】 2. ALPS処理水に含まれる放射性核種の濃度の均質化及び分析 (以下の項目を確認)

- ▶ 十分な時間を設定してタンク群内のALPS処理水をかき混ぜることで放射性核種の濃度が部分的に高くないこと
- ▶ ALPS処理水中の放射性核種の濃度が放出基準を満たす場合に、放出工程へ進むこと



事前の試験で得られたタンク毎のトリチウム濃度の上下分布

測定・確認用設備

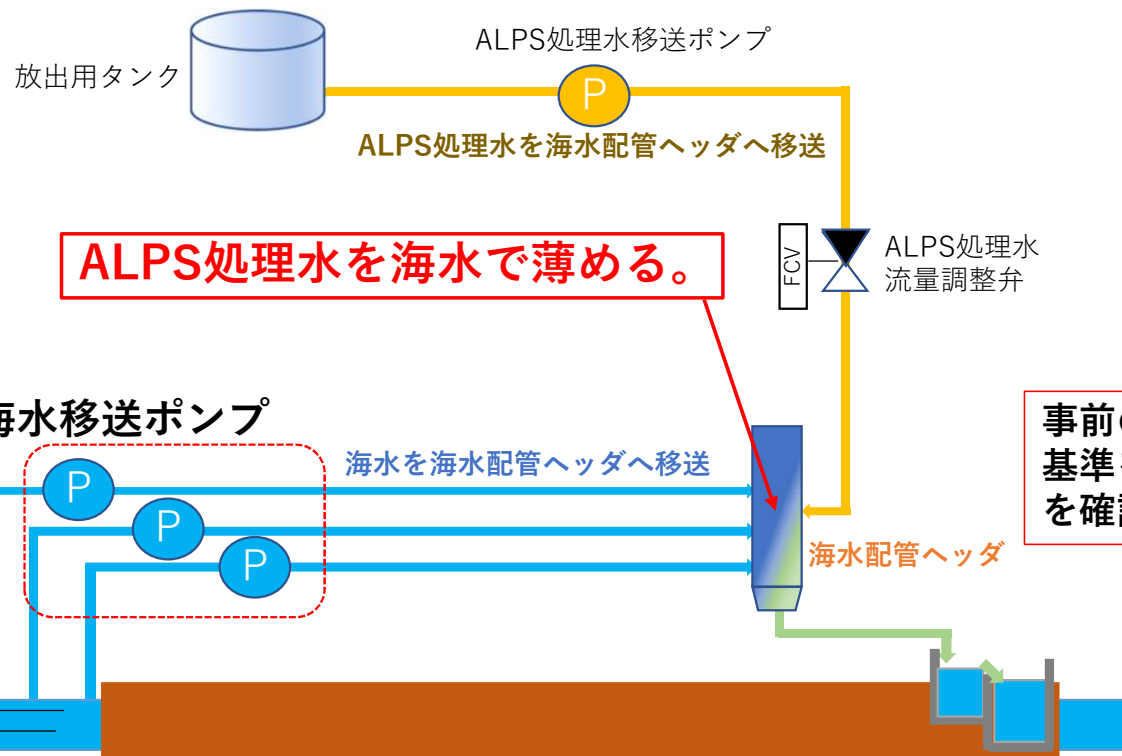


出典：「福島第一原子力発電所特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について等への適合性について (ALPS 処理水希釈放出設備及び関連施設の設置等について) 補足説明資料」(2022年4月28日) から一部抜粋して編集

放射性液体廃棄物の処理・保管・管理 <3/3>

【審査結果】 3. ALPS処理水を海水で薄める方法及び事前の検証（以下の項目を確認）

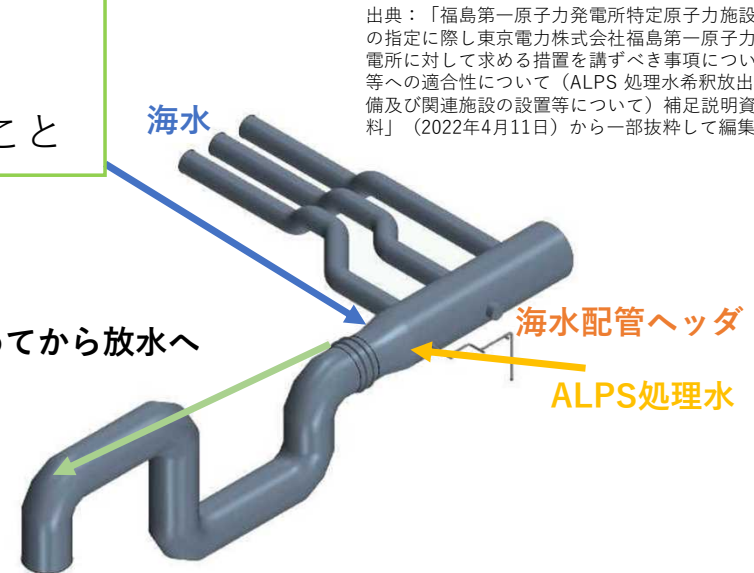
- ALPS処理水を薄めるために十分な量の海水が確保されること
- コンピュータを用いた事前の検証により、薄める度合いの基準を満たすこと



ALPS処理水を海水で薄める。

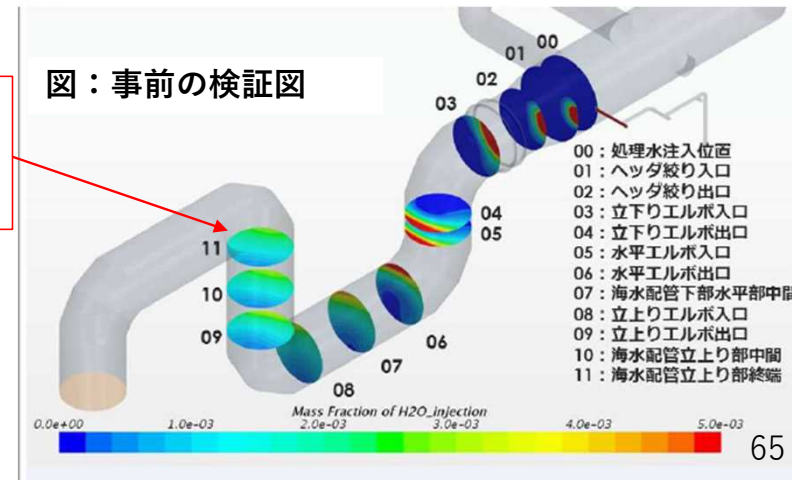
事前の検証により、基準を満たすことを確認。

図：海水配管ヘッダ等の解析モデル



出典：「福島第一原子力発電所特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について等への適合性について（ALPS 処理水希釈放出設備及び関連施設の設置等について）補足説明資料」（2022年4月11日）から一部抜粋して編集

図：事前の検証図



放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等

※審査書案 P.10

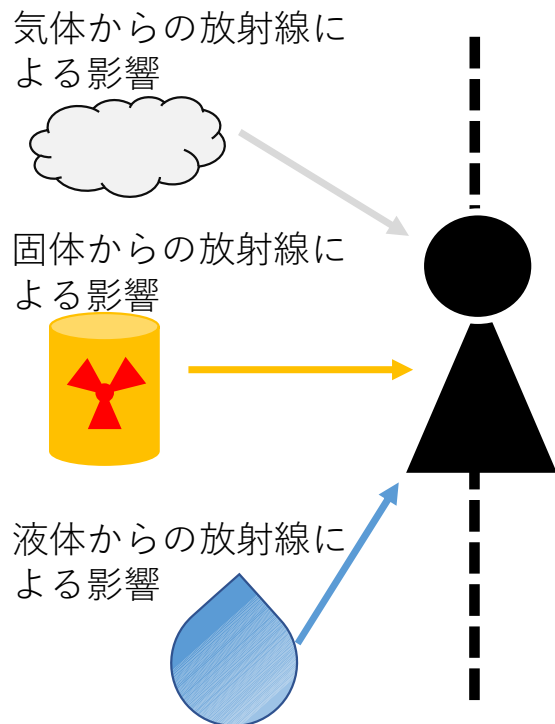
【審査結果】（以下の項目を確認）

- ▶ 放射性液体廃棄物等の排水による敷地境界の放射線影響（実効線量）は、海水で希釈したALPS処理水の排水を含めても、これまでと変わらないこと

敷地境界の線量は、**上限1mSv※/年未満とする。**

敷地境界線上の最大評価地点

※mSv…放射線を受けた際の人体への影響を表す単位



上限1mSv

現状

ALPS処理水放出後

現状 0.92mSv

放射性気体廃棄物の放出 約0.03mSv/年

敷地内核施設からの直接線
スカイシャイン線
約0.59mSv/年

放射性液体廃棄物等の排水
約0.22mSv/年※

構内散水した堰内雨水 約0.033mSv/年
構内散水した5・6号機滞留水の処理 0.042mSv/年

放射性気体廃棄物の放出 約0.03mSv/年

敷地内核施設からの直接線
スカイシャイン線
約0.59mSv/年

放射性液体廃棄物等の排水
約0.22mSv/年※

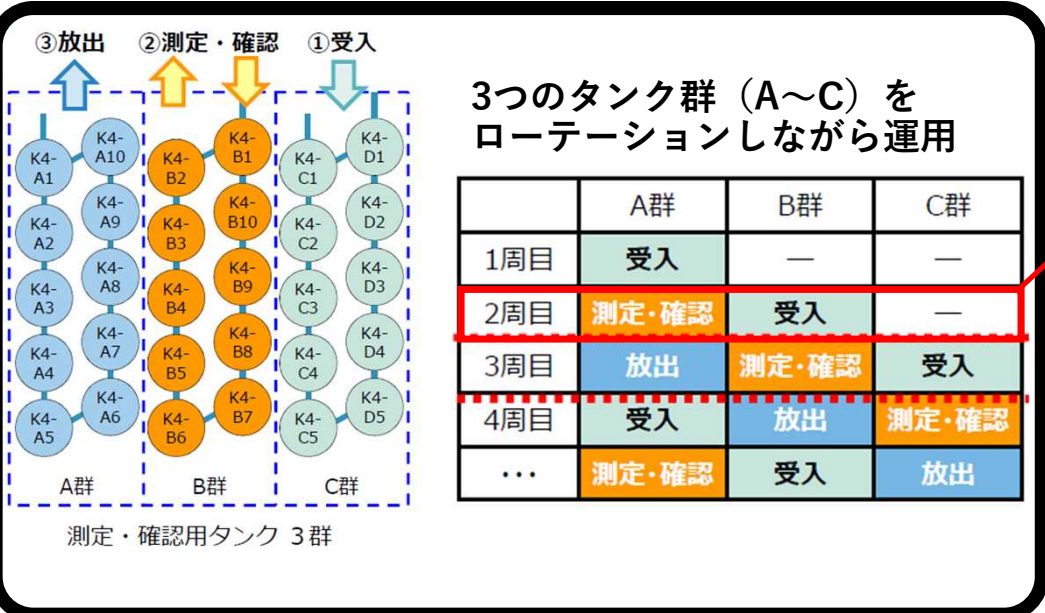
構内散水した堰内雨水 約0.033mSv/年
構内散水した5・6号機滞留水の処理 0.042mSv/年

※ALPS処理水の排水により影響を受ける項目

※ALPS処理水の排水による影響は0.035mSv/年であり、最大値の0.22 mSv/年を超えないため、数値（実効線量）は変わらない。

【審査結果】（以下の項目を確認）

➤ 適切なタンク群を選択しなければ次工程に進めないインターロックを設けることにより、誤操作を適切に防止するための措置が講じられていること



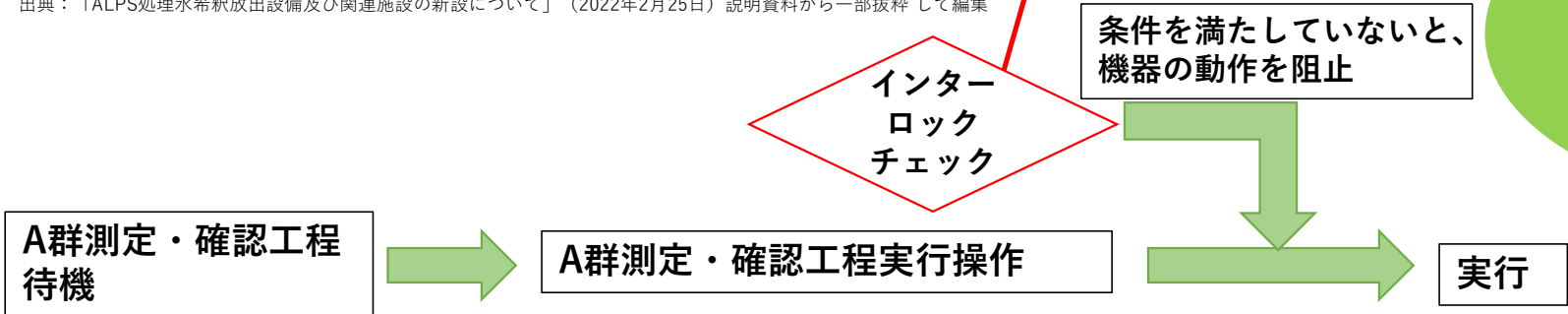
インターロックチェックの例

A群が測定・確認工程に移行する場合

- A群が「測定・確認工程待機（“循環用水高”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（他タンク群との混水防止）

出典：「ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設の新設について」（2022年2月25日）説明資料から一部抜粋して編集

人的ミスにより、測定・確認を行うタンク群を間違えて操作を実施しても次工程に進むことができないように設計。



運転員操作に対する設計上の考慮<2/2>

【審査結果】（以下の項目を確認）

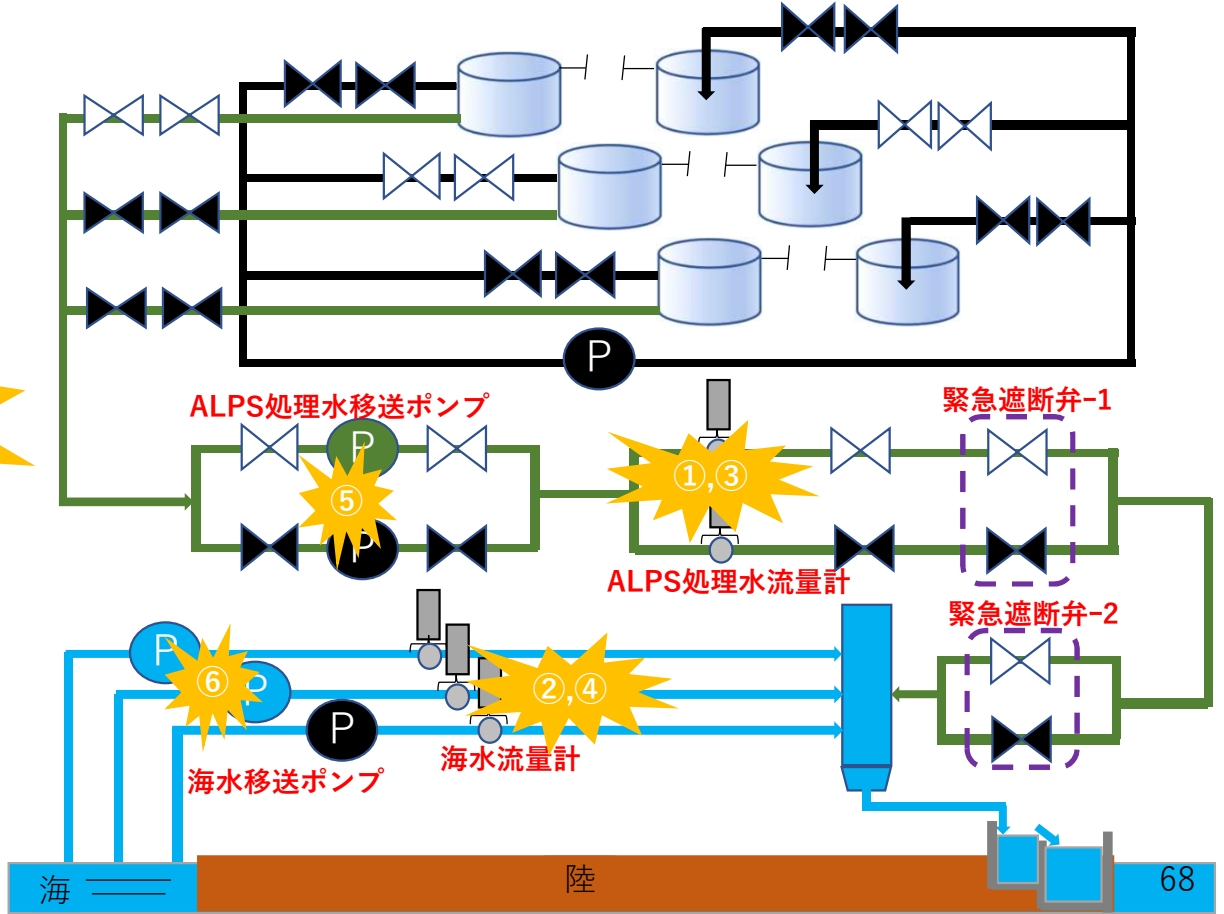
➤ インターロックを備えた緊急遮断弁により、運転員の操作を期待せずとも、ALPS処理水の海洋放出を停止できるものであること

<緊急遮断弁を閉じるインターロックの例>

- ① ALPS処理水流量計故障
- ② 海水流量計故障
- ③ ALPS処理水流量高
- ④ 海水流量低
- ⑤ ALPS処理水移送ポンプトリップ
- ⑥ 海水移送ポンプトリップ など



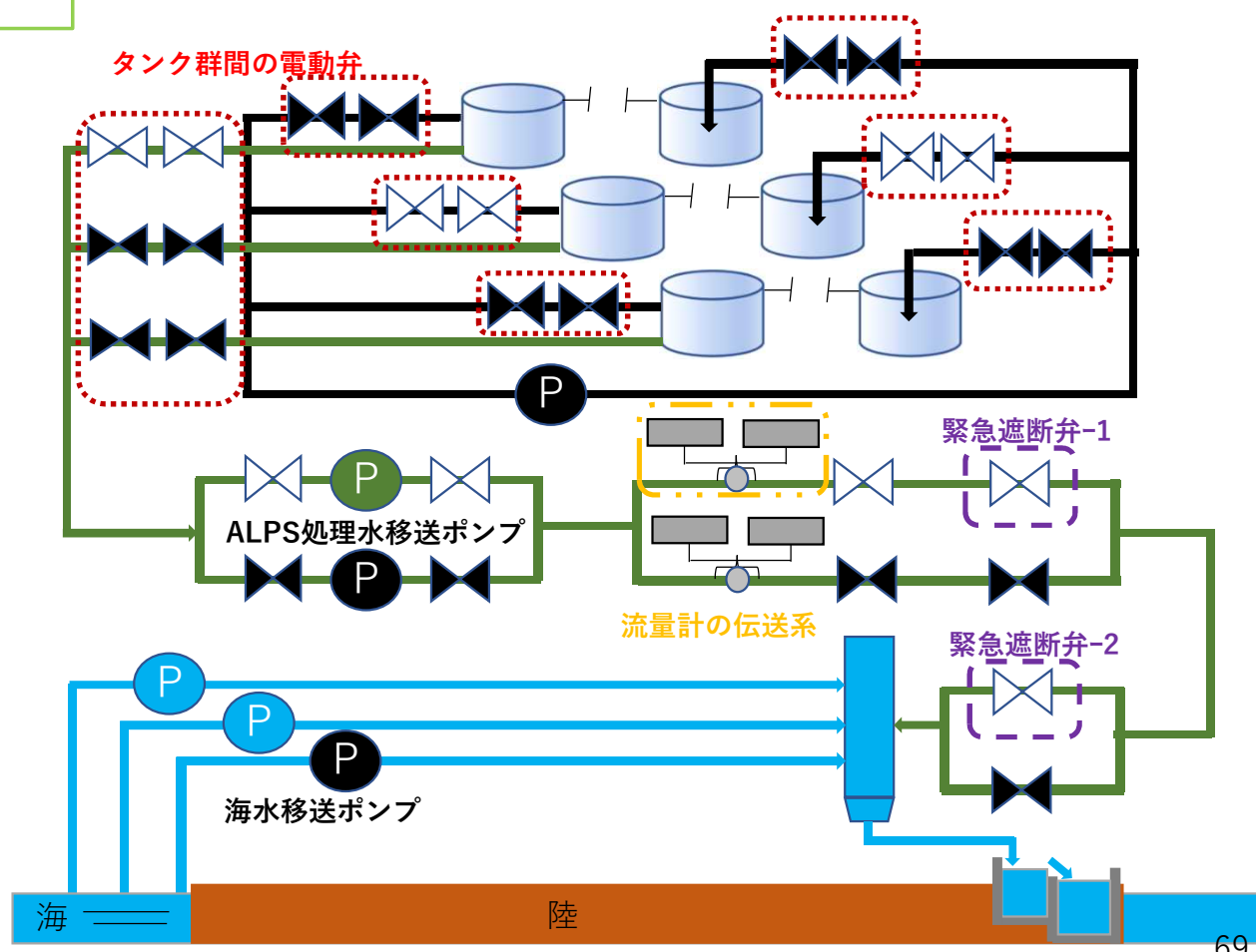
イメージ図：海洋放出設備の全体像



【審査結果】（以下の項目を確認）
 同じ種類の設備を2つ設けることなどにより、十分に高い信頼性が確保されること

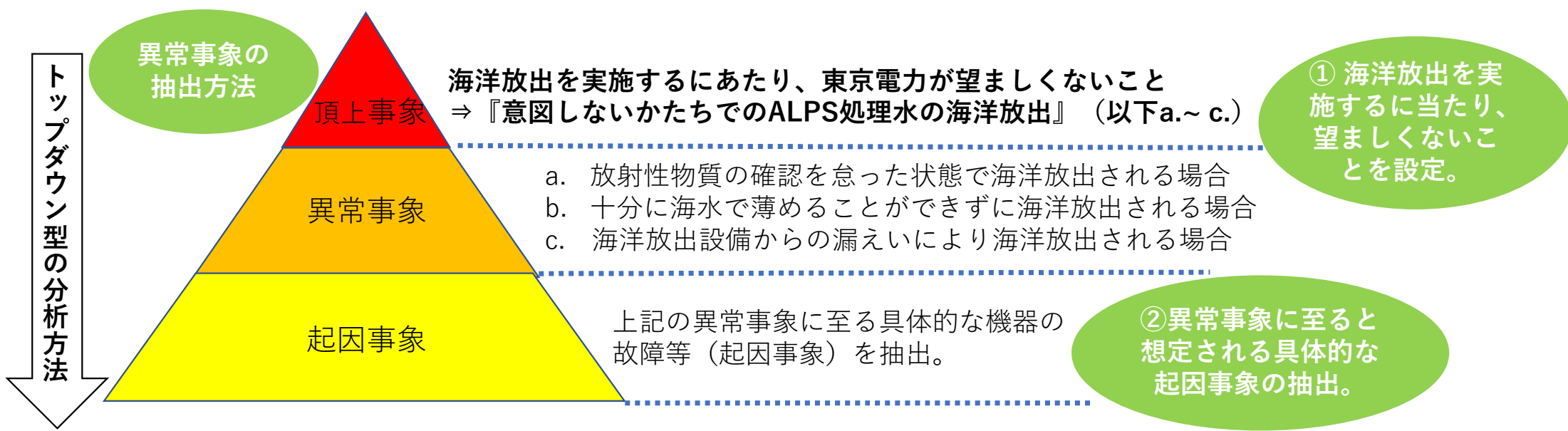
- ▶ タンク群からの漏えいや混水を防止するため、タンク群間の弁を直列多重化。
- ▶ ALPS処理水の量を適切に管理するため、流量計の伝送系を多重化。
- ▶ 電動駆動の緊急遮断弁-1及び空気作動の緊急遮断弁-2を設置。

イメージ図：海洋放出設備の全体像



【審査の視点】

海洋放出を実施するにあたり、東京電力が望ましくないこととして『意図しないかたちでのALPS処理水の海洋放出』につながる事象（異常事象）が適切に抽出され、それを収束させるための対策が妥当であるかを確認する。



分析の結果、以下の起因事象については、十分に海水で薄めることができずに海洋放出される場合となることを確認

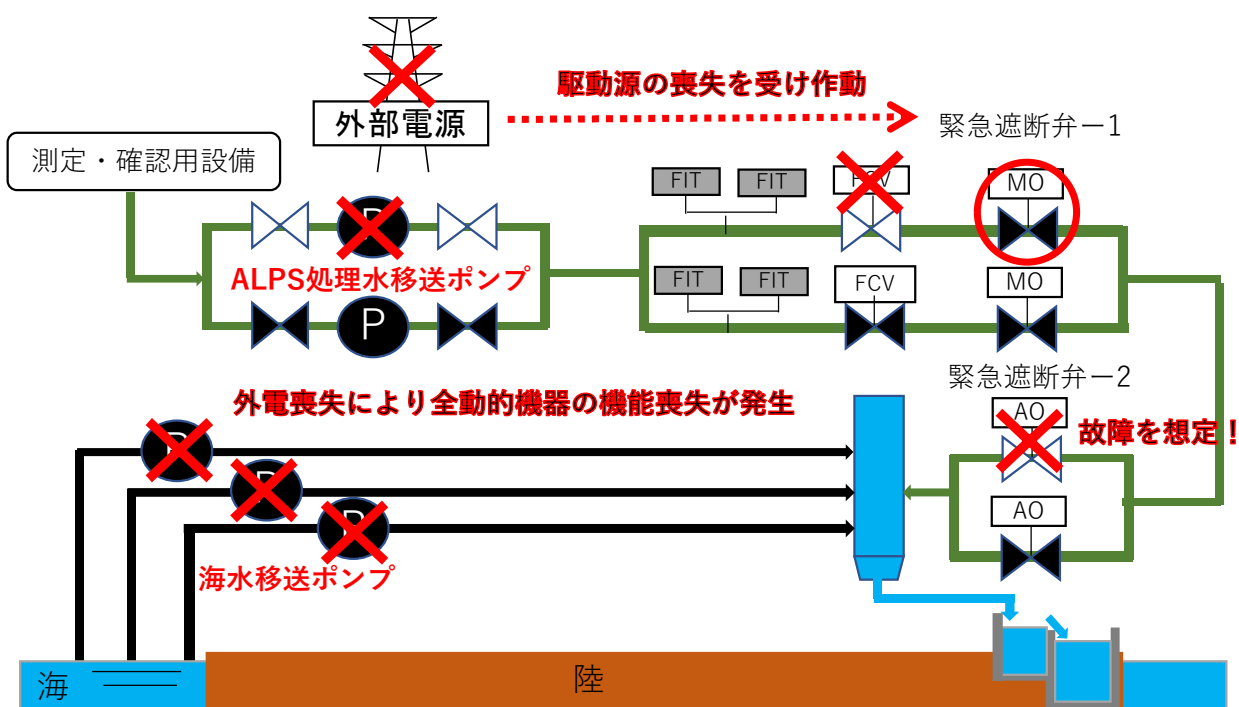
- 「(1) 外部電源喪失」
- 「(2) 2,3台運転中の海水移送ポンプの故障」

海洋放出設備の設計等の妥当性の確認 < 2/4 >

(1) 外部電源喪失の評価結果

外部電源が喪失した場合、海水移送ポンプとALPS処理水移送ポンプが停止するものの、ALPS処理水については、敷地の高低差等により下流側への移送が継続され、海水で薄められずに海洋へ放出される事象を想定する。

本事象が発生した場合、緊急遮断弁へ供給する電源も喪失するため、駆動源の喪失を受け、緊急遮断弁-1が動作することで、外部電源が喪失してから少なくとも10秒後には海洋放出が停止される。



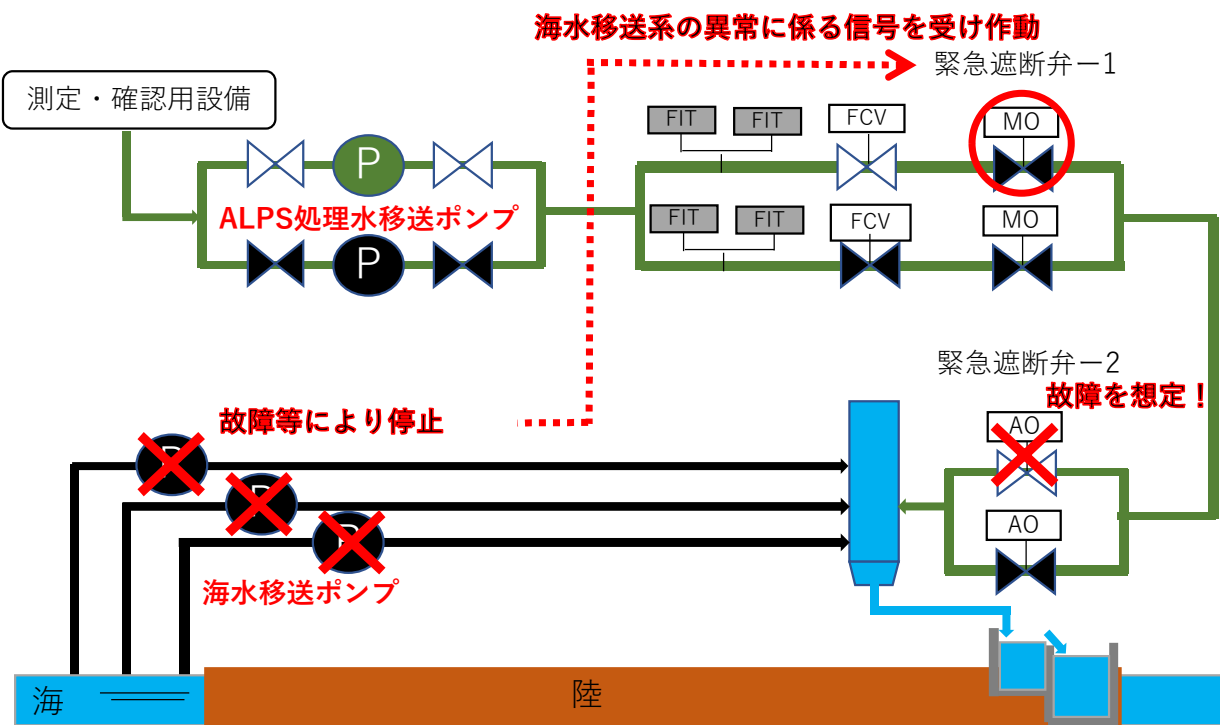
緊急遮断弁-1等による対策を講じた場合の処理水の放出量は、約1.1 m³であることから、本事象による放出量は、通常時における1日当たりの計画最大流量約500 m³より十分小さいものである。

海洋放出設備の設計等の妥当性の確認 < 3/4 >

(2) 2,3台運転中の海水移送ポンプが故障の評価結果

2台以上運転している海水移送ポンプの故障等が発生することより、ALPS処理水を薄めるための海水量が減少する事象を想定する。

本事象が発生した場合には、コンピュータにより、「海水量の不足の信号」あるいは「海水移送ポンプの故障の信号」を受け、緊急遮断弁-1が動作する。信号を受けてから少なくとも15秒後には海洋放出が停止される。



緊急遮断弁-1等による対策を講じた場合の処理水の放出量は、約1.2 m³であることから、本事象による放出量は、通常時における1日当たりの計画最大流量約500 m³より十分小さいものである。

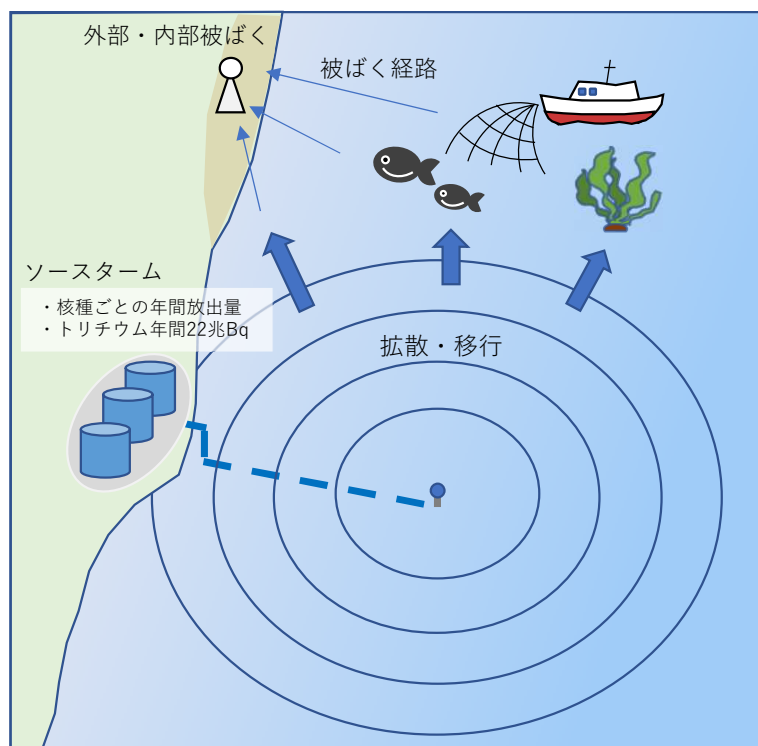
海洋放出設備の設計等の妥当性の確認<4/4>

【審査結果】（以下の項目を確認）

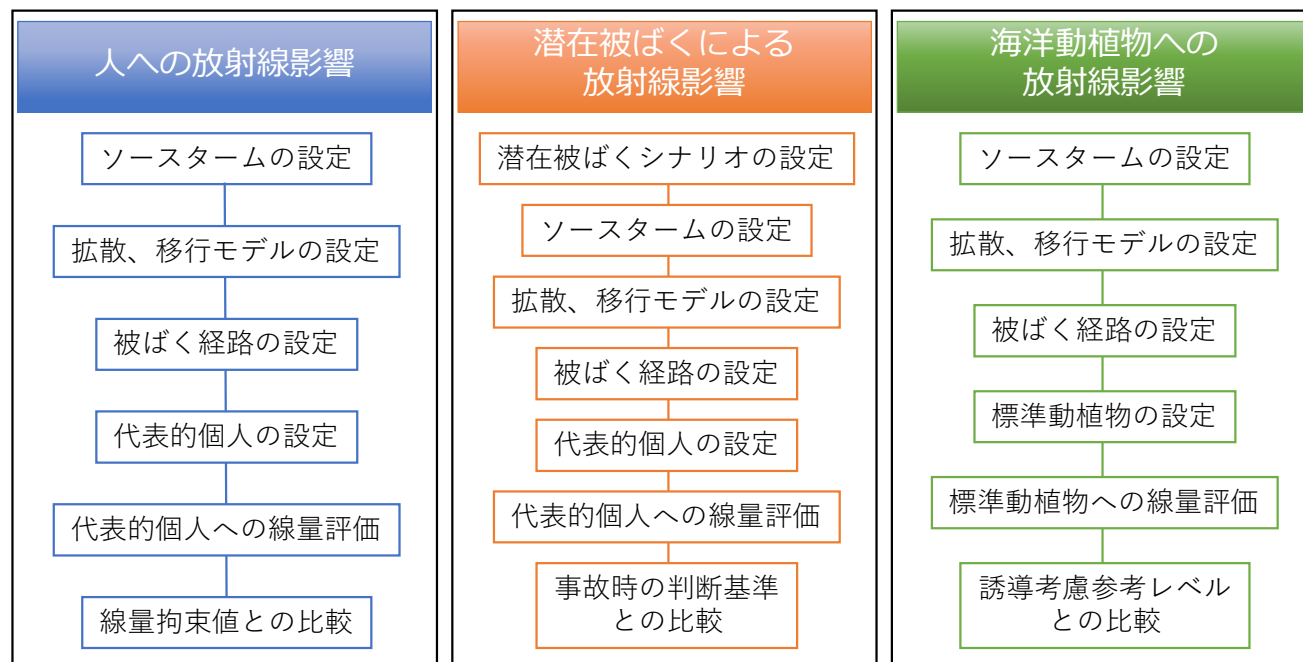
- ▶ 適切な分析方法を用いて異常事象が選定されていること。
- ▶ 異常事象が発生した場合において、海洋放出を収束させるための対策がなされていること。
- ▶ 異常事象の評価にあたっては、考えられうる故障等の中で一番厳しい想定をしていること。
- ▶ ALPS処理水の放出量については、一番厳しい異常事象を想定しても適切な対策を講じることで、最大約1.2m³であると想定され、通常運転時の1日当たりの最大計画放出量（500 m³）と比較して十分小さいものであること。

【確認結果】（以下の項目を確認）

- 通常時のALPS処理水の排水による人への放射線影響の評価結果が十分小さいものであること。
- 通常時には発生が予想されていない、事故や故障などに基づくALPS処理水の排水による放射線影響の評価結果が十分小さいものであること。
- 通常時のALPS処理水の排水による魚などの海洋動植物への放射線影響の評価結果が十分小さいものであること。



IAEA安全基準のガイドGSG-10に示される評価フロー



東京電力福島第一原子力発電所の実施計画変更認可申請 (ALPS処理水の海洋放出関連設備)への対応

令和3年12月22日
原子力規制庁

令和3年12月21日、東京電力ホールディングス株式会社（以下「東京電力」という。）から、多核種除去設備等処理水（以下「ALPS処理水」という。）の海洋放出に関連する実施計画の変更認可申請（以下「変更申請」という。）があった。また、本変更申請に併せて、参考資料として「ALPS処理水の海洋放出に係る放射線影響評価報告書」（以下「放射線影響評価報告書」という。）が提出された。

今後、これらへの対応は、以下のとおり進めることとしたい。

1. 変更申請等の内容

- ・ ALPS処理水を海洋放出するために必要な設備の設置及び保安のための措置（設備の概要は別紙¹参照）
 - ・ 敷地周辺環境に対する放射線影響評価結果（変更申請の参考資料）
- ※変更申請及び放射線影響評価報告書（以下「変更申請等」という。）は原子力規制委員会 HP に掲載済²

2. 審査・確認の進め方

本年4月14日の第3回原子力規制委員会で示された以下の方針に従い、公開の審査会合において、変更申請等に係る審査・確認を行う。

- (1) 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下「原子炉等規制法」という。）に基づく規制基準を満たすものであること
- (2) 「東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所における多核種除去設備等処理水の処分に関する基本方針」（以下「政府方針」という。）に則ったものであること

審査会合は原子力規制庁が開催し、必要に応じて原子力規制委員会委員が参加する。

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
 - ① ALPS処理水の海水への混合希釈率の調整及び監視
 - 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 海水の取水方法・希釈後のALPS処理水の放水方法（港湾内放射性物

¹ 2021年12月21日東京電力ホールディングス（株）「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する実施計画変更認可申請【概要】」の一部抜粋

² https://www.nsr.go.jp/disclosure/law_new/FAM/140000237.html

質の取水への移行防止策を含む)

- ④異常の検出とALPS処理水の海洋放出の停止方法
- ⑤機器の構造・強度、地震・津波など自然現象に対する防護、誤操作防止、信頼性等
- ⑥不具合の発生時における設備の設計の妥当性評価

(2) 海洋放出時の保安上の措置

- ①ALPS処理水中の核種の放射能濃度の分析方法・体制
- ②ALPS処理水の海洋放出による敷地境界における実効線量評価

2-2 政府方針への取り組みに関する主な確認事項

(1) トリチウムの年間放出量

ALPS処理水中のトリチウムの放出量が、1年間当たりの放出管理値の22兆ベクレルを超えないこと

(2) 海域モニタリング結果を踏まえた対応

海域モニタリングにおいて異常値が確認された場合に、放出を停止すること

(3) 海洋放出による周辺環境への放射線影響評価

放射線影響評価報告書に記載された評価がIAEAの定める安全基準・ガイド等を参照し行われ、その評価結果が地域や生活環境等による人の年間被ばく量の変動範囲等に比べ十分に小さいものであること

3. 今後の対応

審査・確認の状況については、適宜、原子力規制委員会に報告する。

審査結果の案及び確認結果の案を取りまとめ、原子力規制委員会に諮った上で、これらについて科学的・技術的意見募集を行う。

(参考) IAEA (国際原子力機関) レビュー

IAEAによるレビューは、本年7月にIAEAと日本政府との間で署名されたALPS処理水の取扱いに係る包括的な協力の枠組みに関する付託事項³に基づき実施されるものであり、ALPS処理水の処分の安全性、規制及び海洋モニタリングの3つのミッションから構成されている。

このうち規制ミッションにおいては、変更申請等に係る審査・確認のプロセスと内容について、IAEA安全基準・ガイド等に照らしてIAEAからレビューを受けることとし、審査資料等の書面による情報共有を行いつつ、令和3年度中を目途とする来日ミッションに向けて準備を進める。IAEAによる規制レビューの結果は報告書として示される予定であり、その内容については原子力規制委員会に報告する。

³ IAEA ASSISTANCE TO JAPAN ON REVIEWS OF SAFETY ASPECTS OF HANDLING ALPS-TREATED WATER AT TEPCO'S FUKUSHIMA DAIICHI NUCLEAR POWER STATION (TERMS OF REFERENCE 8 July 2021)

2-1. ALPS処理水希釈放出設備の全体概要

■ 目的

多核種除去設備で放射性核種を十分低い濃度になるまで除去した水が、ALPS処理水（トリチウムを除く放射性核種の告示濃度比総和 1 未満を満足した水）であることを確認し、海水にて希釈して、海洋に放出する。

■ 設備概要

測定・確認用設備は、測定・確認用タンク内およびタンク群の放射性核種の濃度を均一にした後、試料採取・分析を行い、ALPS処理水であることを確認する。その後、移送設備でALPS処理水を海水配管ヘッドに移送し、希釈設備により、5号取水路より海水移送ポンプで取水した海水と混合し、トリチウム濃度を1,500ベクレル/ℓ未満に希釈したうえで、放水設備に排水する。

