

2022年6月11日

パブコメセミナー 原発汚染水の海洋放出、 審査書案はどうなっている？



みつた かな
満田 夏花

二次処理設備（新設逆浸透膜装置）

トリチウム以外の核種の告示濃度比総和「1～10」の処理途上水を二次処理する

二次処理設備（ALPS）

トリチウム以外の核種の告示濃度比総和「1以上」の処理途上水を二次処理する

測定・確認用設備（K4タンク群）

3群で構成し、それぞれ受入、測定・確認、放出工程を担い、測定・確認工程では、循環・攪拌により均質化した水を採取して分析を行う（約1万m³×3群）

ALPS処理水移送ポンプ

防潮堤

緊急遮断弁や移送配管の周辺を中心に設置

ALPS処理水等タンク

流量計・流量調整弁・緊急遮断弁（津波対策）

海水配管ヘッダ

（直径約2m×長さ約7m）

海水流量計

緊急遮断弁

海水配管

放水立坑（下流水槽）

道路

放水立坑（上流水槽）

放水トンネル（約1km）

海へ

海拔33.5m

海拔11.5m

海拔2.5m

海水移送ポンプ

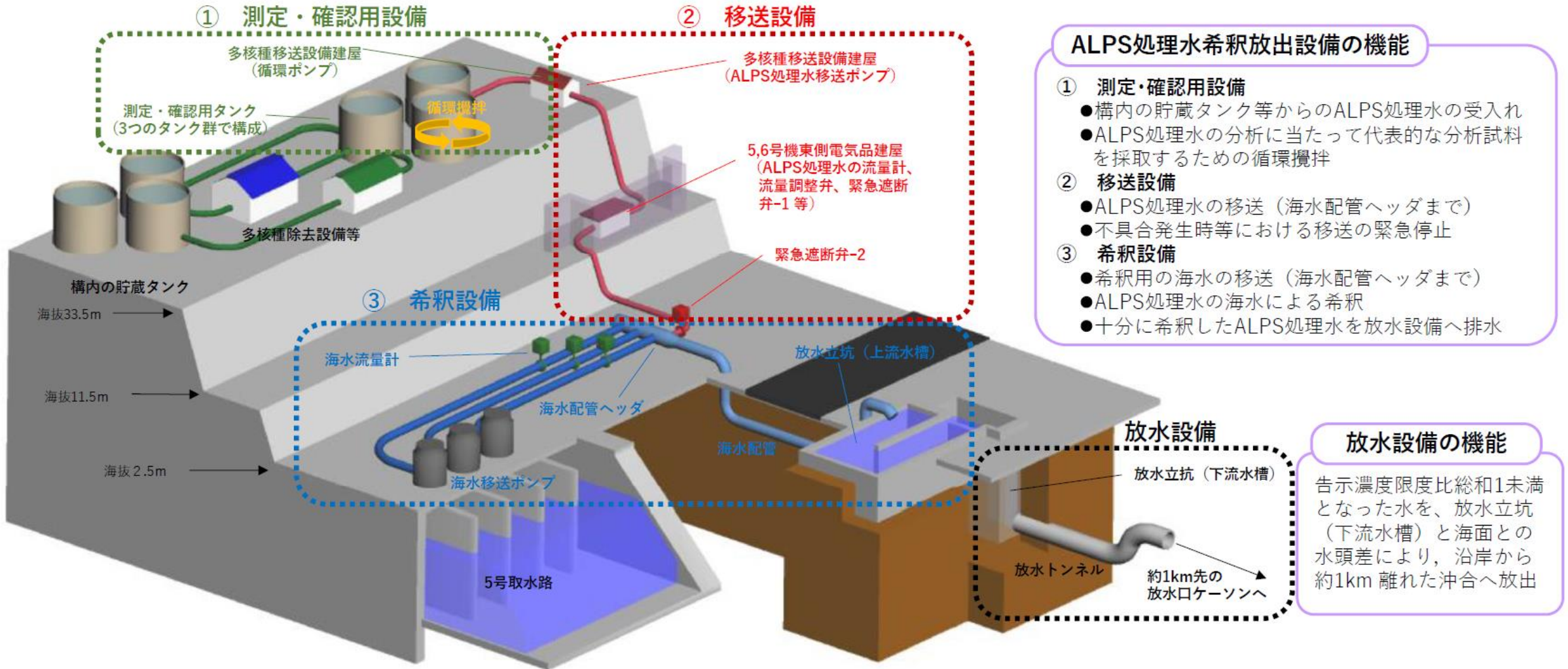
（3台）

5号機取水路

希釈用海水
（港湾外から取水）

当面の間、海水とALPS処理水が混合・希釈していることを、立坑を活用して直接確認した後、放出を開始

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）



- トリチウムが1500ベクレル／L 未満となるように、**大量の海水で100倍以上に希釈**する （一日あたり**数十万トン**）
- 年間のトリチウムの放出量は22兆ベクレルを下回るようにする
- 2023年4月から、**約30年**かけて海洋に放出する
- 岩盤をくり抜いた**海底トンネル**（約1km）を經由して放出する
- **トリチウム以外の放射性物質**が基準を上回っている水については、基準を下回るまで再処理を行う
- 第三者によるモニタリング、評価を行う

原子炉等規制法に基づく審査

(実施計画)

第六十四条の三 特定原子力事業者等は、前条第一項の指定があつたときは、同条第二項の規定により示された事項について実施計画を作成し、同項の規定により示された期限までに原子力規制委員会に提出して、その認可を受けなければならない。

2 前項の認可を受けた特定原子力事業者等は、その認可を受けた実施計画を変更しようとするときは、原子力規制委員会の認可を受けなければならない。

3 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。

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

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

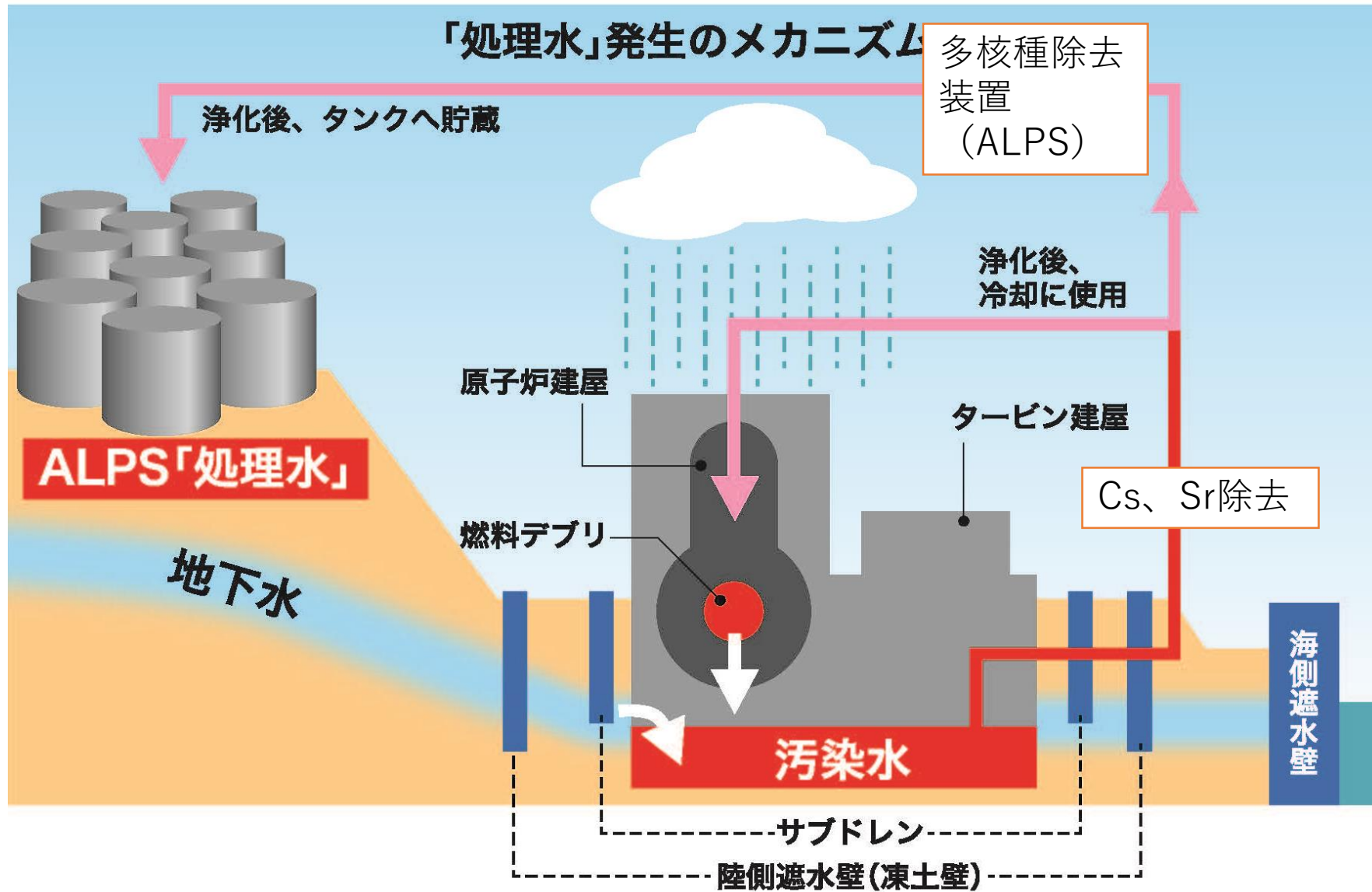
これらの項目について審査した結果、変更認可申請の内容は、措置を講ずべき事項を満たしており、核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は原子炉による災害の防止上十分なものであると認められる。

ポイント 1

「何をどれくらい放出するのか？」
が不明

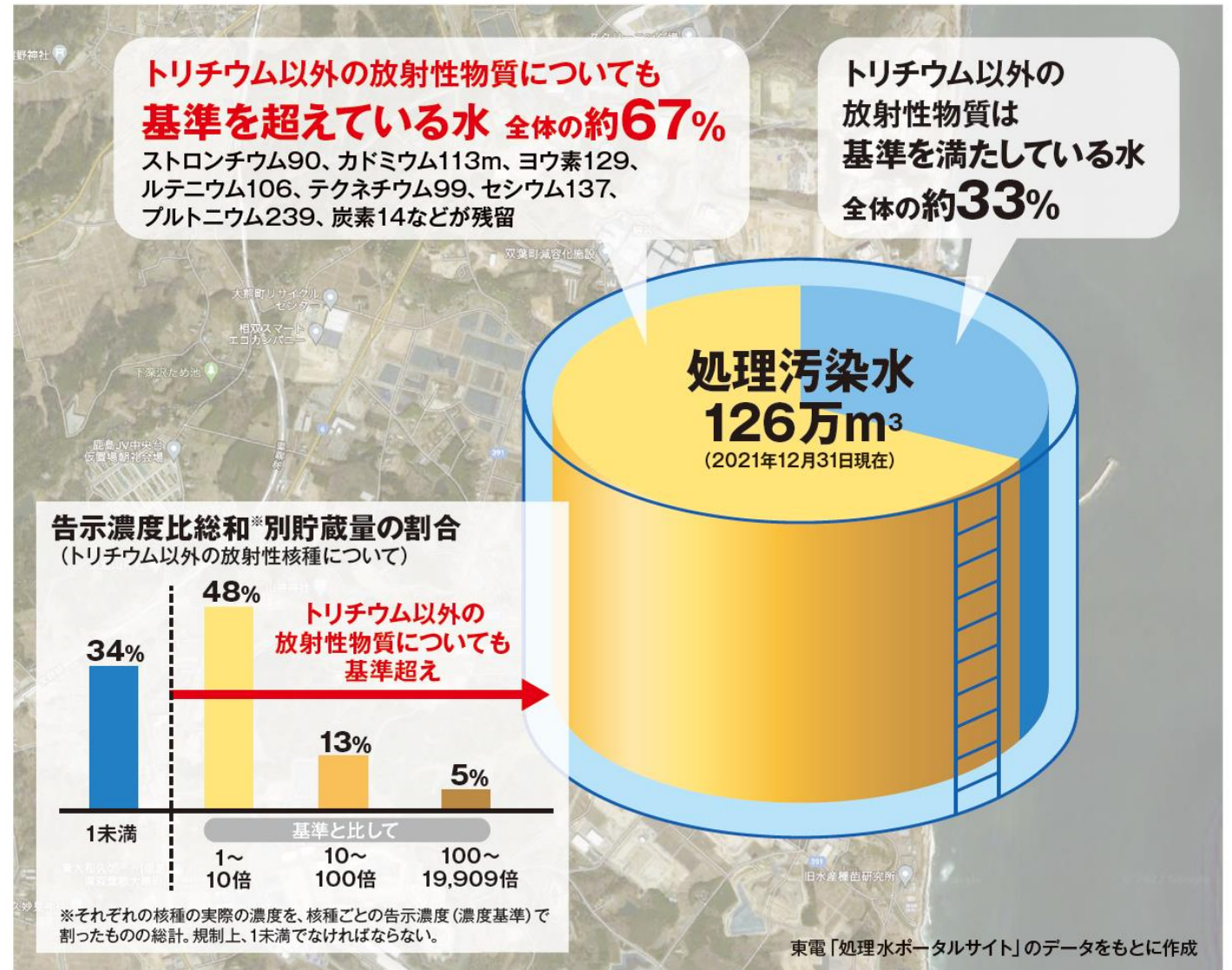
ALPS処理汚染水

「処理」されているけど、まだ放射性物質を含んだ水



現在、タンクの中には…

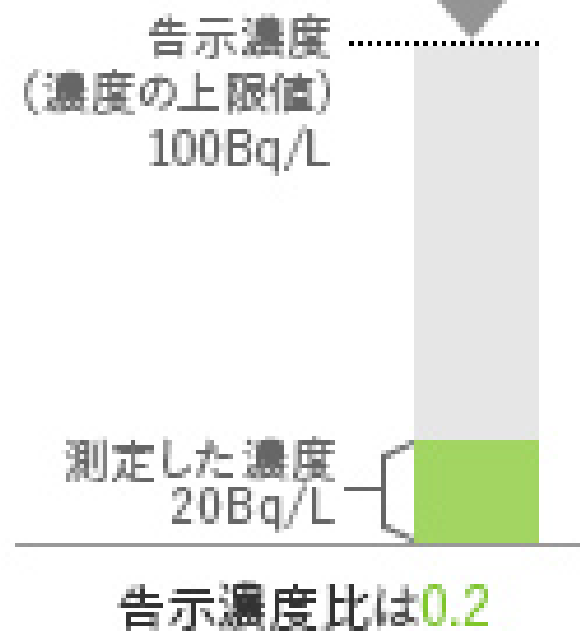
- 約780兆ベクレルのトリチウム（2021年5月時点）
- ヨウ素129、ルテニウム106、ストロンチウム90などの放射性物質が基準を超えて残留。総量は不明。
- 約7割の水で基準超え。



告示濃度比総和について

放射能濃度の上限値を「告示濃度」という。また、告示濃度に対し、実際に測定した放射能濃度の比率（割合）を「告示濃度比」という。

たとえば、告示濃度100Bq/Lに対し、測定した濃度が20Bq/Lであった場合



「告示濃度」は核種毎に異なるため、核種毎の「告示濃度比」を計算

合計したものを「告示濃度比総和」という

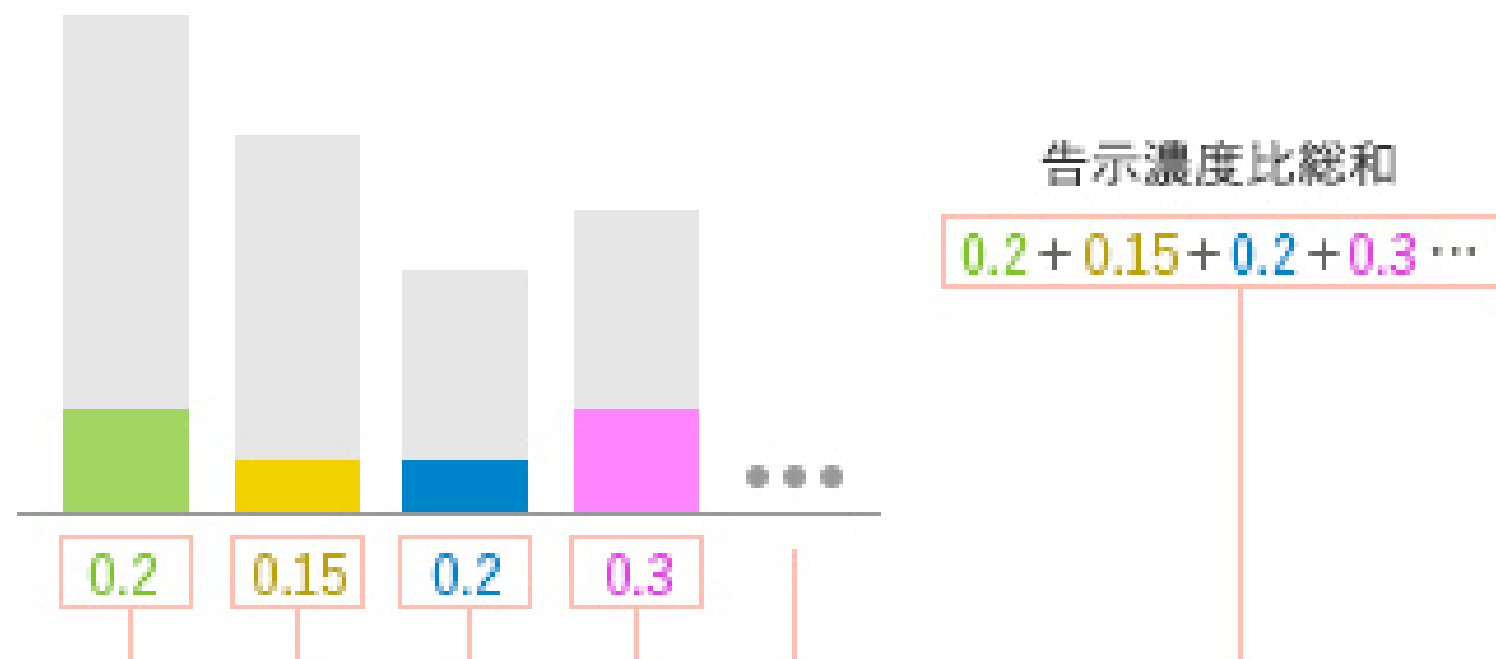


表 5－1 実測値（K4 タンク群）の核種組成によるソースターム（年間放出量）

対象核種	核種濃度 (Bq/L)	年間排水量 (L)	年間放出量 (Bq)	備考
H-3	1.9E+05	1.2E+08	2.2E+13	・トリチウムの年間放出量は、年間放出量の上限値とした。 ・放出する際には、トリチウム濃度が 1,500Bq/L 未満となるよう、海水により 100 倍以上に希釈してから放出する
C-14	1.5E+01		1.7E+09	
Mn-54	6.7E-03		7.8E+05	
Fe-59	1.7E-02		2.0E+06	
Co-58	8.0E-03		9.3E+05	
Co-60	4.4E-01		5.1E+07	
Ni-63	2.2E+00		2.5E+08	
Zn-65	1.5E-02		1.7E+06	
Rb-86	1.9E-01		2.2E+07	
Sr-89	1.0E-01		1.2E+07	
Sr-90	2.2E-01		2.5E+07	
Y-90	2.2E-01		2.5E+07	
Y-91	2.2E+00		2.5E+08	
Nb-95	1.0E-02		1.2E+06	
Tc-99	7.0E-01		8.1E+07	
Ru-103	1.0E-02		1.2E+06	
Ru-106	1.6E+00		1.9E+08	
Rh-103m	1.0E-02		1.2E+06	
Rh-106	1.6E+00		1.9E+08	
Ag-110m	5.6E-03		6.5E+05	
Cd-113m	1.8E-02		2.1E+06	

すでに測定が終わっているK4タンク群の水と同様の水を1年間放出する場合
年間放出量：1億2,000万リットル
トリチウム：22兆ベクレル
ストロンチウム90：2500万ベクレル
カドミウム113m：210万ベクレル

東京電力「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(ALPS処理水)の海洋放出に係る放射線影響評価(設計段階)について」 p.50-

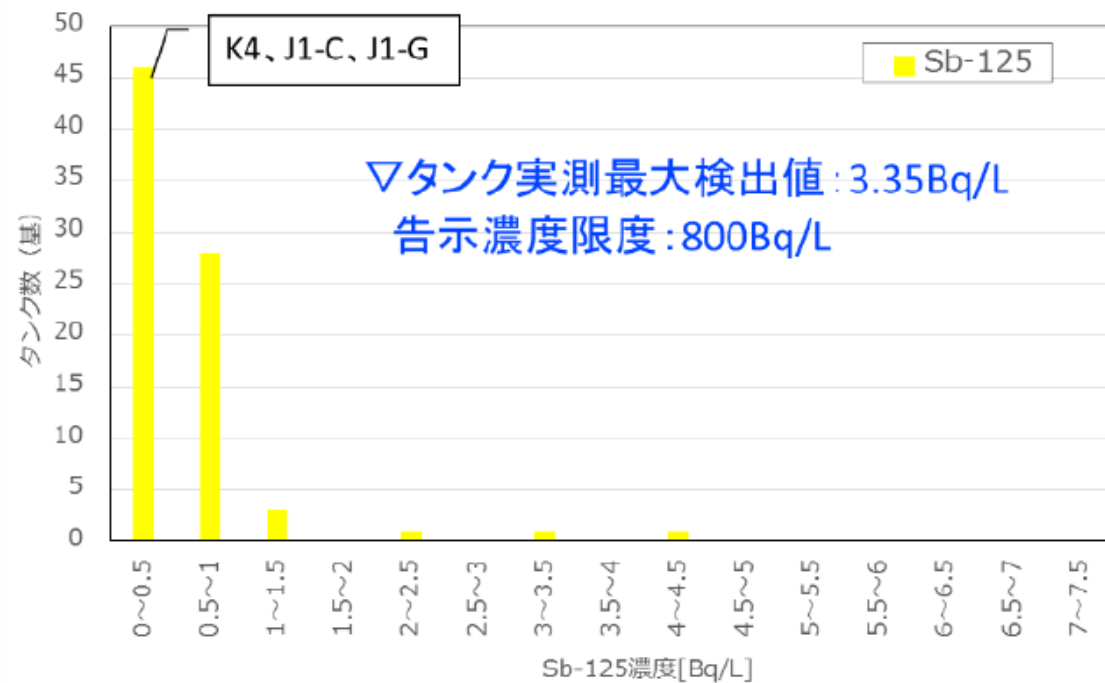
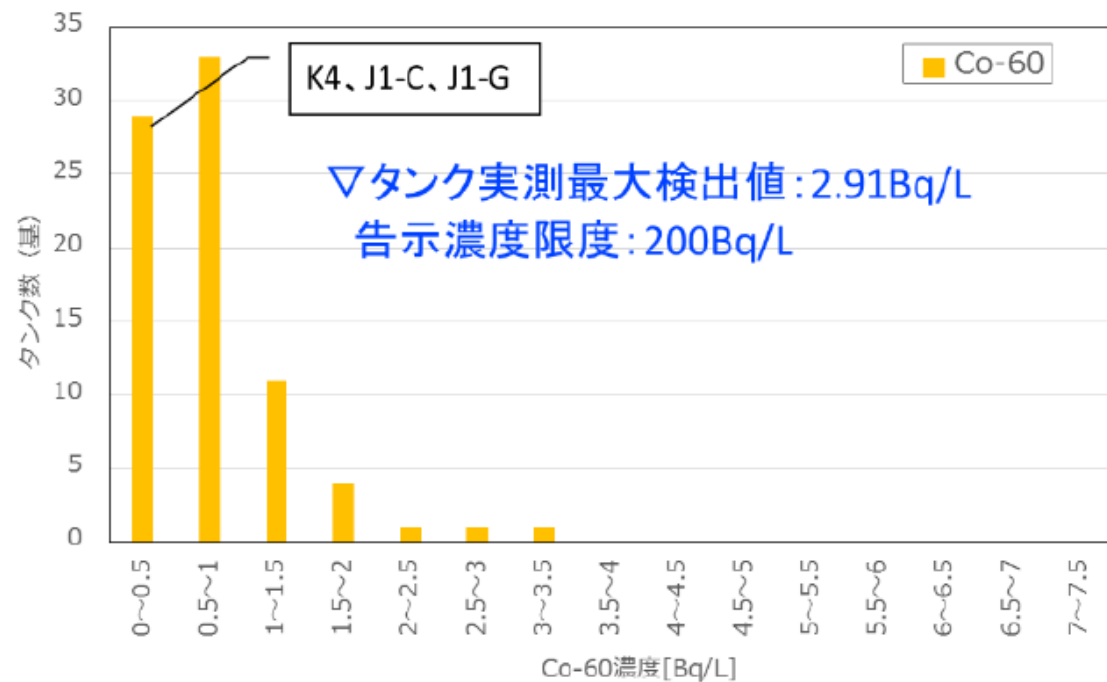
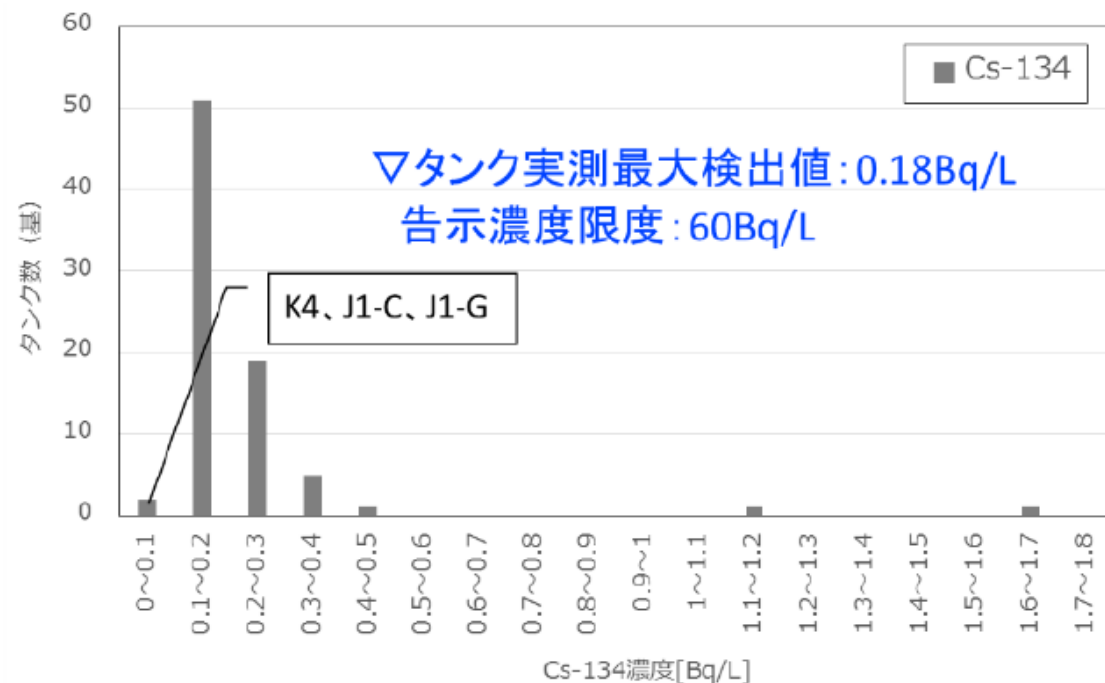
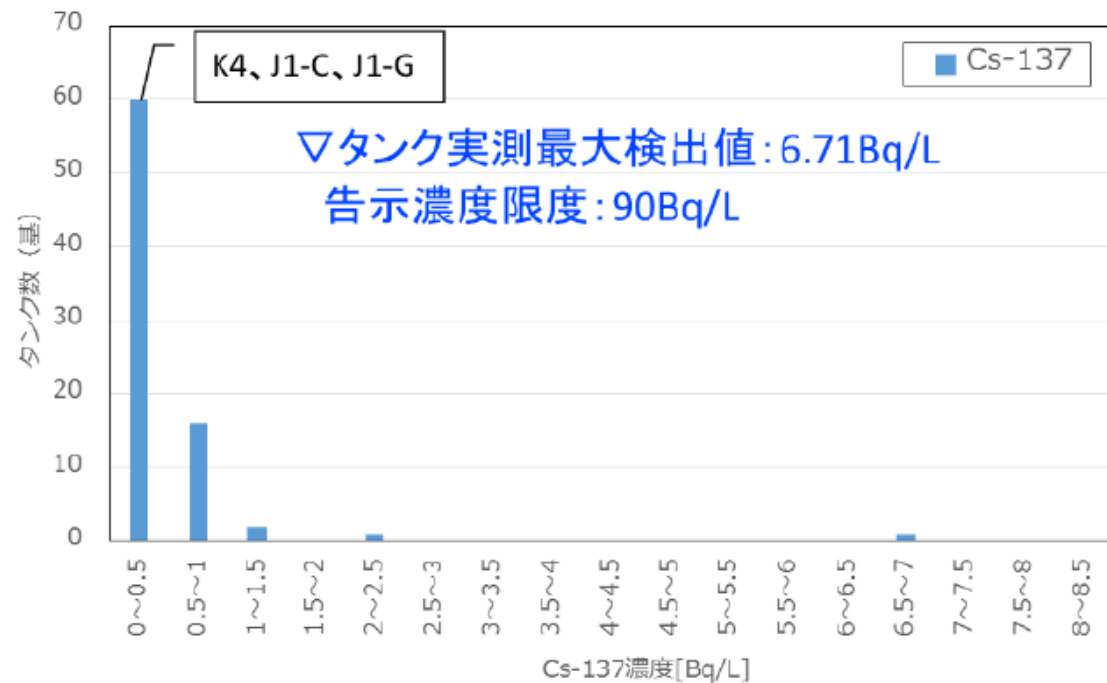
対象 核種	核種濃度 (Bq/L)	年間排水量 (L)	年間放出量 (Bq)	備考
Cd-115m	6.4E-01	ヨウ素129 セシウム137 プルトニウム239	7.4E+07	
Sn-119m	1.7E-01		2.0E+07	
Sn-123	1.2E+00		1.4E+08	
Sn-126	2.7E-02		3.1E+06	
Sb-124	9.5E-03		1.1E+06	
Sb-125	3.3E-01		3.8E+07	
Te-123m	9.2E-03		1.1E+06	
Te-125m	3.3E-01		3.8E+07	
Te-127	3.2E-01		3.7E+07	
Te-127m	3.2E-01		3.7E+07	
Te-129	8.1E-02		9.4E+06	
Te-129m	3.2E-01		3.7E+07	
I-129	2.1E+00		2.4E+08	
Cs-134	4.5E-02		5.2E+06	
Cs-135	2.5E-06		2.9E+02	
Cs-136	3.0E-02		3.5E+06	
Cs-137	4.2E-01		4.9E+07	

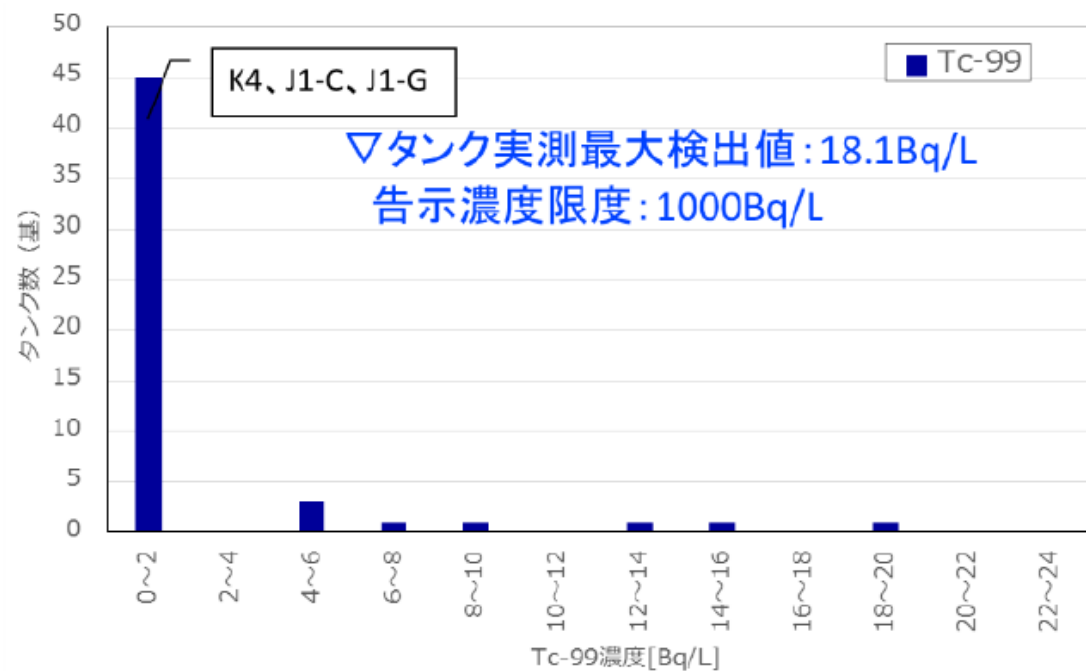
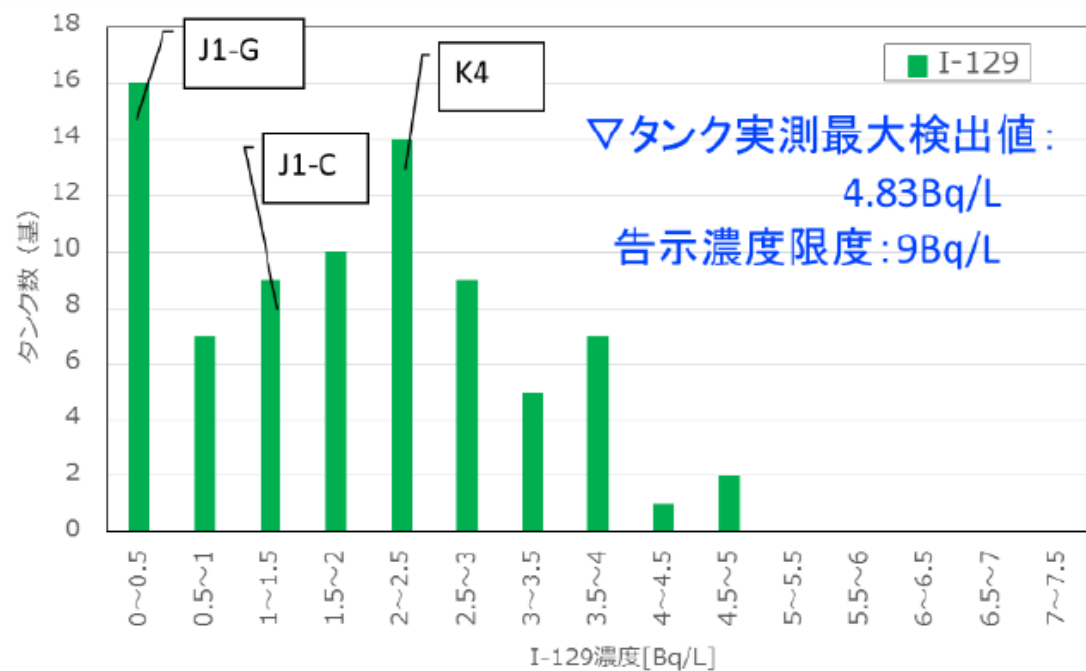
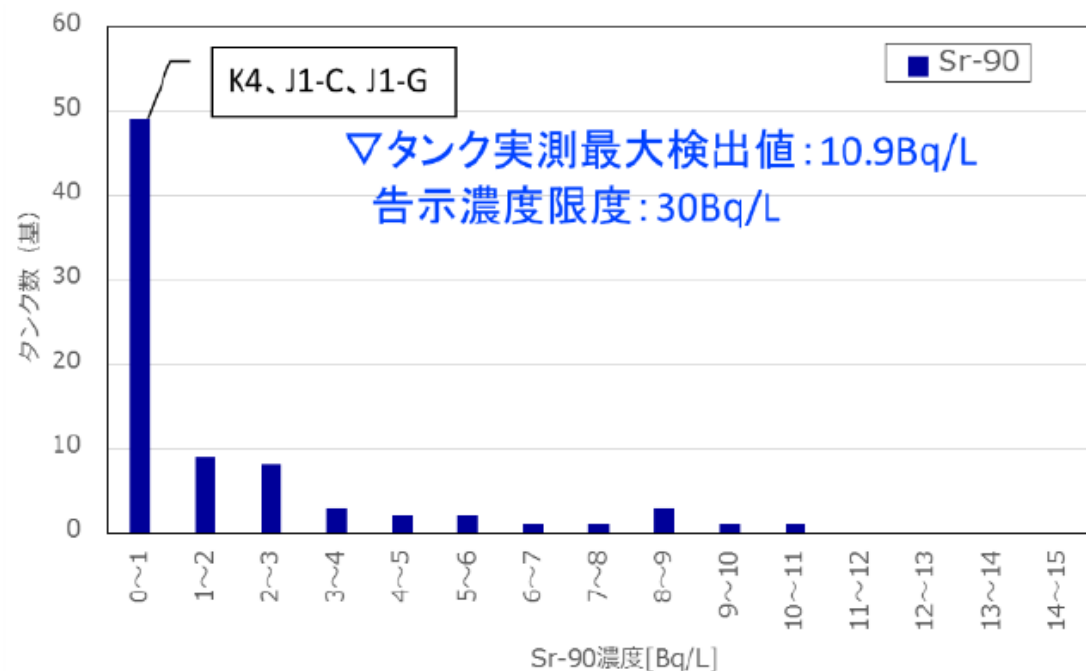
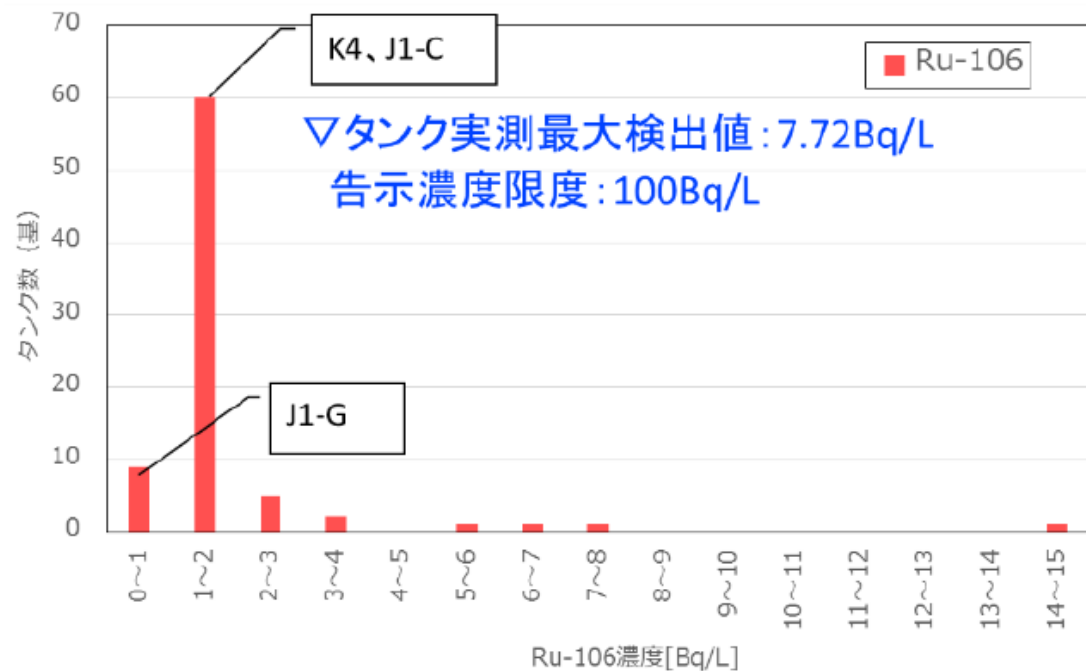
ヨウ素129
セシウム137
プルトニウム239

2億4,000万ベクレル／年
4,900万ベクレル／年
7万3000ベクレル／年

対象 核種	核種濃度 (Bq/L)	年間排水量 (L)	年間放出量 (Bq)	備考
Ba-137m	4.2E-01		4.9E+07	
Ba-140	9.5E-02		1.1E+07	
Ce-141	2.5E-02		2.9E+06	
Ce-144	6.3E-02		7.3E+06	
Pr-144	6.3E-02		7.3E+06	
Pr-144m	6.3E-02		7.3E+06	
Pm-146	9.8E-02		1.1E+07	
Pm-147	1.9E-01		2.2E+07	
Pm-148	5.0E-01		5.8E+07	
Pm-148m	8.4E-03		9.7E+05	
Sm-151	9.0E-04		1.0E+05	
Eu-152	2.8E-02		3.2E+06	
Eu-154	1.2E-02		1.4E+06	
Eu-155	3.3E-02		3.8E+06	
Gd-153	3.2E-02		3.7E+06	
Tb-160	2.8E-02		3.2E+06	
Pu-238	6.3E-04		7.3E+04	
Pu-239	6.3E-04		7.3E+04	
Pu-240	6.3E-04		7.3E+04	
Pu-241	2.8E-02		3.2E+06	
Am-241	6.3E-04		7.3E+04	
Am-242m	3.9E-05		4.5E+03	
Am-243	6.3E-04		7.3E+04	
Cm-242	6.3E-04		7.3E+04	
Cm-243	6.3E-04		7.3E+04	
Cm-244	6.3E-04		7.3E+04	

- 東電は 3 つのタンク群においてのみ、 64核種について測定。
- 他のタンク群については、放出する前に順次測定する予定。
- 「主要 7 核種」については全タンクについて測定。





東京電力はトリチウム以外の放射性物質（63核種もしくはそれ以外の核種）について各タンクの測定を行っておらず、タンクごとの濃度および総量について示していない。

東電は放出前に順次測定するとしているが、それでは放出が終了するまで、各放射性核種の放出総量がわからないということになる。

放出水に含まれる放射性核種や総量について明示しないまま、放出ありきの議論を先行させ、審査書案を取りまとめることは問題ではないのか。

関連する審査書案の箇所

- 1－10：実施計画の実施に関する理解促進（p.29）
- 2－1：海洋放出に係る放射線影響評価（p.31）

ポイント 2

64核種以外の放射性物質は本当に含まれていない？

2. 放出水に 64 核種（ALPS 処理対象の 62 核種＋トリチウム＋C-14）以外の核種が含まれていないことを、どのように担保するのか。

（回答）

9 月 13 日の特定原子力施設監視・評価検討会の、ALPS 処理水の処分に係る検討状況の議論の中で、原子力規制庁より、「ALPS 処理水放出時における、64 核種以外の核種の影響や扱いについて方針や根拠の説明及び、その中で方針が正しいことを放出前に分析して確認すること」とコメントを受けており、本件については引き続き検討しているところです。

内容がまとまり次第、ご報告させていただくことを考えています。

東京電力は、A L P S 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「A L P S 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、A L P S 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、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。

（審査書案p.22-23）

(残留核種について)

タンクに貯められている水について、トリチウム、炭素 14 及び A L P S による除去対象 62 核種以外の核種が含まれていないことに関して、東電は今後、検証を行うとしている。また、これを踏まえて、放出前の測定対象となる放射性物質についても示すと説明している。しかし、東電が今後行う「検証」の内容は詳細が不明である上、審査の段階で明らかにすべき事項であったと考えられる。

放出水に含まれているかもしれない放射性核種および測定対象の放射性核種が具体的に示されないのに審査を通してしまうことは問題ではないか。

審査書案 1 - 8

1. A L P S 処理水中の放射性核種 (p.22)

ポイント 3 :
かき混ぜてから測定したわけではない

現在、東電の放射線影響評価でソースタームとして示されている3タンク群の放射性核種および濃度は、攪拌してから測定したもののか。

東電がタンクごとの濃度を公開している主要7核種の測定は、攪拌してから測定したもののか。

規制庁回答：

御指摘の放射性核種及び濃度の測定は、各タンク内をあらかじめ攪拌し測定したものではありません。

東電回答：

攪拌して測定したものではない。

ただし、過去にJ7、K4タンクの一部で、高さ方向（上、中、下）の3か所を測定した結果、放射能濃度に大きな差は無かったことから、攪拌有無によって、大きな差異はないと考えている。

（6月2日の規制庁、東電、経済産業省との会合にて）

現在、東電が放射線影響評価でソースタームとして示している3タンク群の放射性核種および濃度東電がタンクごとの濃度を公開している主要7核種の測定は、攪拌してから測定したものではない。すなわち、タンク底部に沈殿している物質を捕捉し損ねている可能性があり、データの信頼性に問題がでてくる。これらのデータは、ALPS処理水中の放射性核種に関する検討や、放射線影響評価の前提として使われている。東電はタンクを攪拌した上での測定を踏まえた上で、あらためて放射線影響評価を行い、規制委員会は審査をやりなおすべきではないか。

審査書案

- 1－8 ALPS処理水中の放射性核種 (p.22)
- 2－1 海洋放出に係る放射線影響評価 (p.31以降)

ポイント 4

海洋放出が「リスク低減および最適化をはかるものである」ということが示されていない

1-1 全体工程及びリスク評価

※審査書案 P.3～4

【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。

大型タンク保管案

ドーム型屋根、水封ベント付きの10万m³の大型タンクを建設する案。

モルタル固化案

汚染水をセメントと砂でモルタル化し、半地下の状態で永久処分する案

用地は、福島第一原発の敷地内の7・8号機建設予定地、土捨て場、敷地後背地等からの選択を提案

採用しない理由？	反論
雨水混入の可能性がある 破損した場合の漏えい量大	大型タンクは、石油備蓄などに多数の実績があり、堅牢性、雨水混入対策、万一の破損に備えた防液堤の設置など、十分な対処策がすでに技術的に確立。

採用しない理由？	反論
水和熱で水が蒸発する	モルタル投入を複数回に分けて実施する、水和熱抑制剤の添加、可搬型凝縮器を設置などの対策がある。

公の場できちんと議論ができていない

東電の敷地利用計画はデブリ取り出しが前提となっている。
しかし、デブリ取り出し自体多くの問題をはらみ、見直しが必要

廃炉事業に必要と考えられる施設

TEPCO

① 多核種除去設備等処理水を貯留するためのタンク

(処理水の発生に応じ)

②-1 使用済燃料や燃料デブリの一時保管施設

- 乾式キャスク一時保管施設：約21,000m²（2020年代前半）
 - ・ 1～6号機使用済燃料プール用：約5,000m²
 - ・ 共用プール用：約16,000m²
- 燃料デブリ一時保管施設：最大約60,000m²（2020年代後半）

計 約81,000m²

「海洋放出が全体のリスク低減および最適化をはかるものである」ということを示すためには、他の代替案が検討されていなければならない。原子力市民委員会などが提案している、大型タンク保管案、モルタル固化処分について東電は十分検討を行ったとはいえない。

東電は、大型タンク案については漏洩リスクをあげているが、大型タンクには、石油備蓄で長年の実績があり、防液堤の設置など、十分な対処策がすでに技術的に確立している。また、モルタル固化処分については、水和熱で水が蒸発することを指摘しているが、これについても、対策が可能である。

こうした代替案について提案者の意見をきかずに、東電の見解のみを踏まえて審査を行うことは、不適切ではないか。

審査書案

1－1 全体工程及びリスク評価（p.3）

ポイント 5

モニタリングと緊急時対応

放出前の測定

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。（p.24）

→具体的な測定対象核種については、未定であるが、これは重要な審査対象項目であるはずである。

海域モニタリング

東京電力は、ALPS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ALPS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運転員の操作により、ALPS処理水の海洋放出を停止するとしている。（p.25）

→具体的な海域モニタリングについての記述はない。
放出後に実施する海域モニタリングについては、今後検討することとなっている。
本年3月に改定した総合モニタリング計画における東電による海域モニタリング（放出前のモニタリング）においては、トリチウムについては週1回の測定ということになっており、放出後も同様のモニタリングをするとすれば、異常値が検出されたとしても、一週間遅れという事態にもなりかねない。

ポイント 6
「理解促進」？

1-10 実施計画の実施に関する理解促進

※審査書案 P.29

【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。

東電は「関係者の理解なしには、いかなる処分も行わない」という約束にもかかわらず、すでに海洋放出のための準備工事を進めている。

海洋放出ありきで「理解促進」を行うというのは一方的な「理解」の押し付けではないか。

福島県漁連、全漁連が繰り返し反対の意思を示し、また、福島県の自治体の議会の3分の2が、海洋放出に反対もしくは慎重な意見を採択している。

「理解促進」が進んでいないことは明確であり、認可の条件を満たしていない。

審査書案

1－10 実施計画の実施に関する理解促進（p.29）

<参考>

敷地境界線上 1 mSvについて
審査書案ではどうなっているか

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】

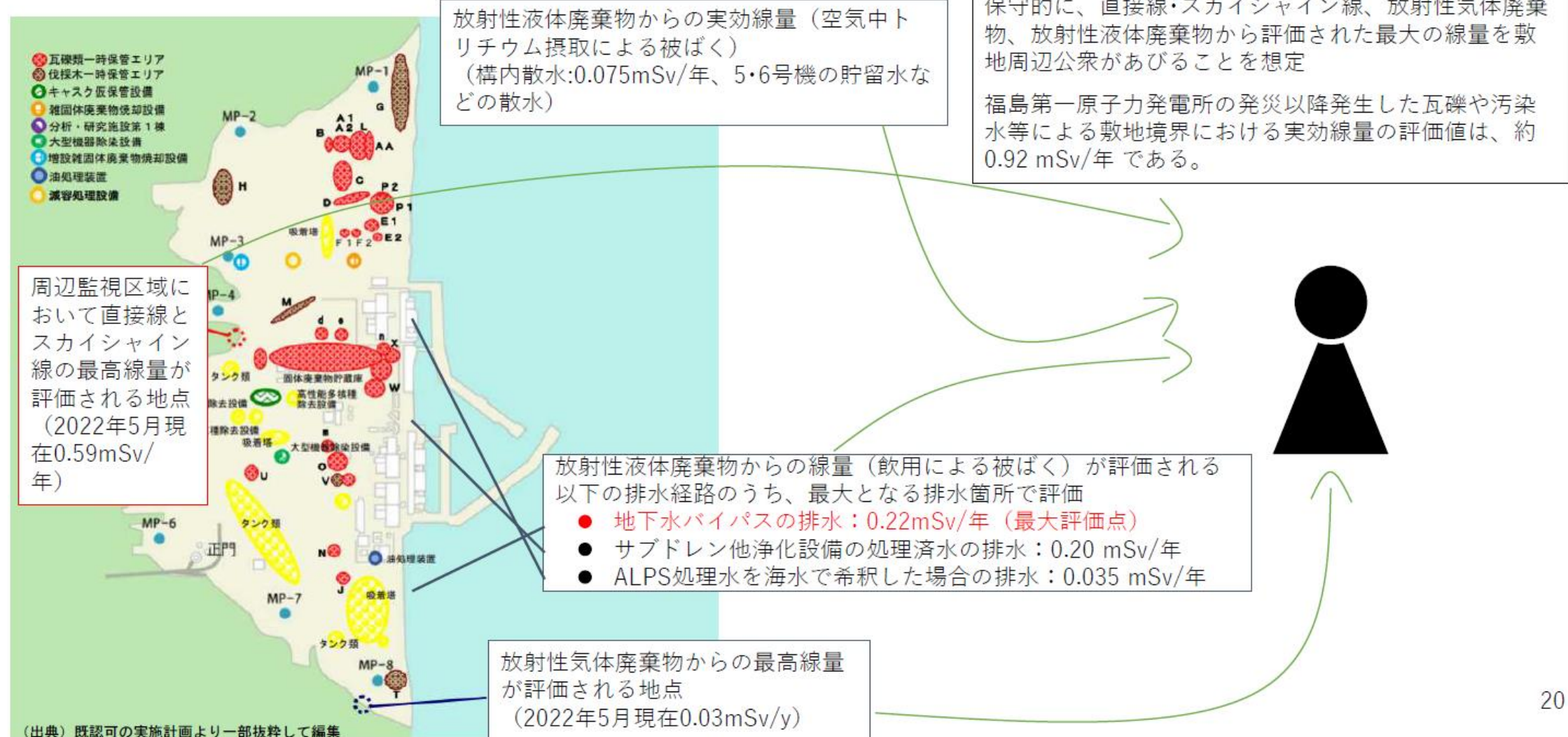
- 特定原子力施設から大気、海等の環境中へ放出される放射性物質の適切な抑制対策を実施することにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること、特に施設内に保管されている発災以降発生した瓦礫や汚染水等による敷地境界における実効線量（施設全体からの放射性物質の追加的放出を含む実効線量の評価値）を1mSv/年未満とすること。

【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>

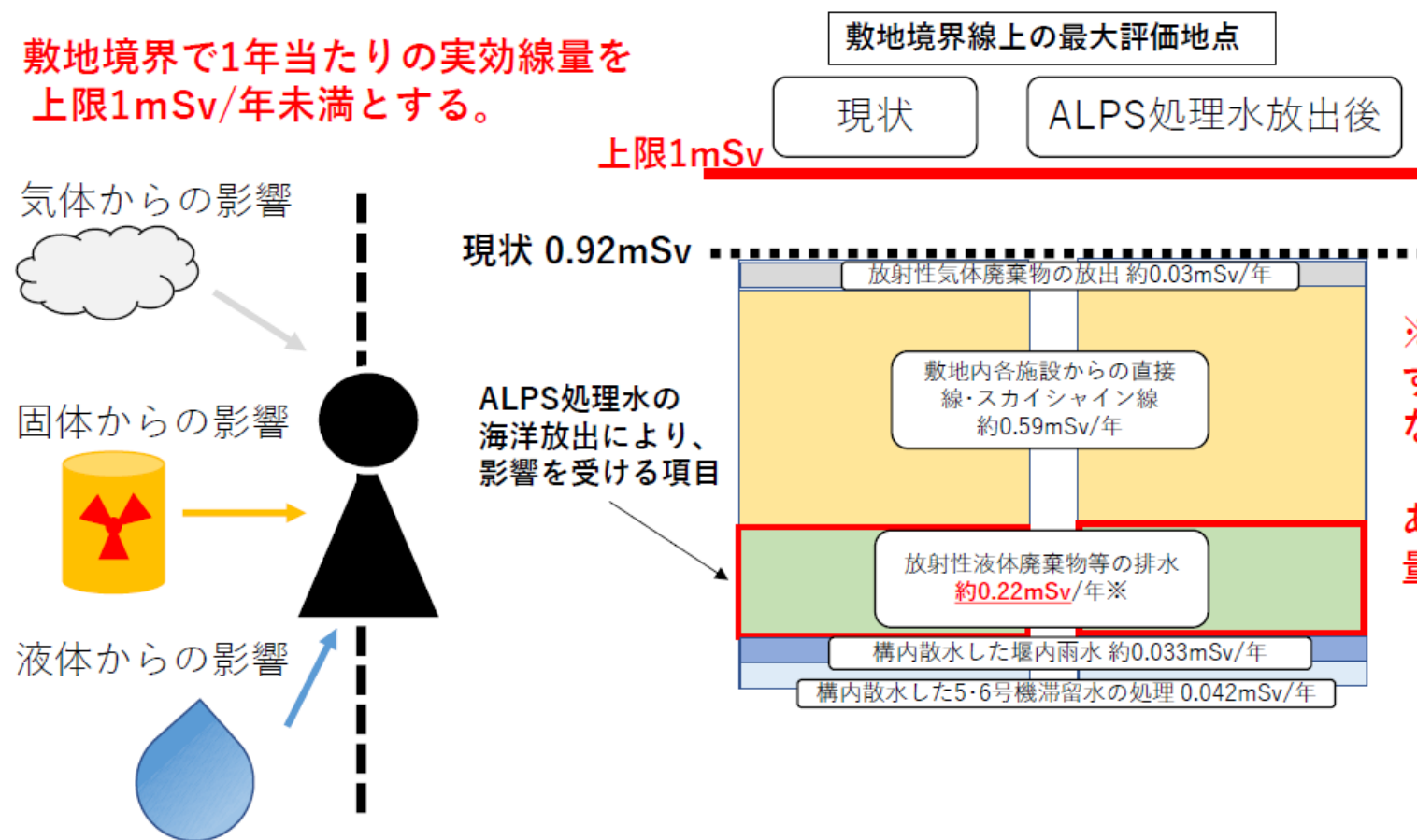


1-5 放射性物質の放出抑制等による敷地周辺の放射線防護等<3/3>

【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)

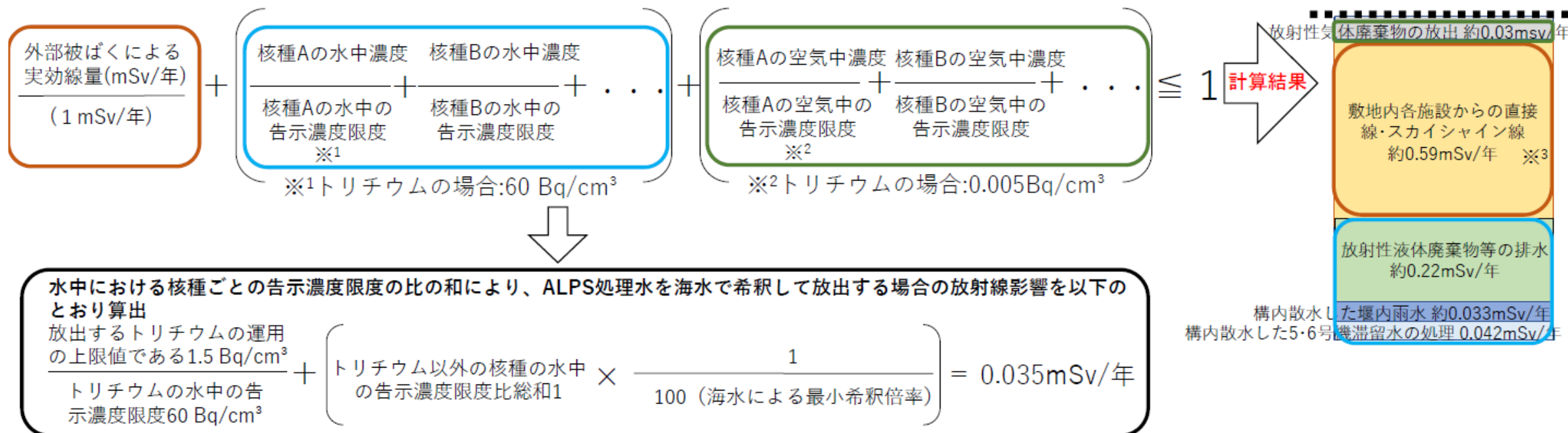
水中の濃度限度：60 (Bq/cm³)

Bq (ベクレル) …放射性物質の放射能の強さを表す単位

(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

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



※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、上方の空気中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。