

処分方法に関するこれまでの議論の紹介

令和元年12月23日

多核種除去設備等処理水の取扱いに
関する小委員会 事務局

目次

1. トリチウム水タスクフォースでの検討結果について
2. 説明・公聴会における処分方法に関する主なご意見
3. 多核種除去設備等処理水の処分方法と風評抑制
4. ALPS処理水の放出による放射線の影響について

トリチウム水タスクフォースについて

令和元年8月9日

多核種除去設備等処理水の取扱いに
関する小委員会 事務局

トリチウム水タスクフォースにおける処分方法の技術的評価について

- ◇ 多核種除去設備（ALPS）等で浄化処理した水の取扱いの決定に向けて、汚染水処理対策委員会「トリチウム水タスクフォース（平成25年12月～平成28年6月）」において技術的な評価を実施。
- ◇ トリチウム水タスクフォースでは、**5つの処分方法(地層注入、海洋放出、水蒸気放出、水素放出、地下埋設)**について評価を実施。
- ◇ 評価は、①基本要件（技術成立性、規制成立性）と②制約となりうる条件（期間、コスト、規模、2次廃棄物、作業員被ばく等）について、検討された。

表 トリチウム水タスクフォースの基本要件の評価結果について

処分方法	① 地層注入の例	② 海洋放出の例	③ 水蒸気放出の例	④ 水素放出の例	⑤ 地下埋設の例
イメージ図					
技術的成立性	- 適切な地層を見つけない場合には処分開始できない。 - 適切なモニタリング手法が確立されていない。	原子力施設におけるトリチウムを含む放射性液体廃棄物の海洋放出の事例あり。	ボイラーで蒸発させる方式はTMI-2の事例あり。	実処理水を対象とした場合、前処理やスケール拡大等について、技術開発が必要な可能性あり。	コンクリートピット処分、遮断型処分場の実績あり。
規制成立性	処分濃度によっては、新たな規制・基準の策定が必要	現状で規制・基準あり	現状で規制・基準あり	現状で規制・基準あり	新たな基準の策定が必要な可能性あり。

トリチウム水タスクフォースの概要（比較のための条件）

◇ 各処分方法を比較するための統一条件として、以下の条件を設定した。（実際の処分条件を意図するものではない）

【比較評価のための条件設定】

- 処分量：80万 m^3
比較実施時におけるタンク総貯蔵量を設定。
- 処分速度：400 m^3 ／日
比較実施時における汚染水増加量 $\leq$ 処分速度となるよう設定。
- 処分時のトリチウム濃度：告示濃度以下
被ばく影響を統一するため、各選択肢に適用される告示濃度上限で処分するものとした。
 - ・トリチウムのみで告示濃度とすると規制に適合しないが、比較のための条件として設定とする。
 - ・告示濃度は水蒸気の状態（空气中）で5Bq/L、水素ガスの状態（空气中）で70,000Bq/L、水中の濃度で60,000Bq/Lである。
- 原水のトリチウム濃度：420万Bq/Lまたは50万Bq/L
貯留水中のトリチウム濃度は、2011年9月～2013年10月におけるトリチウム濃度の上限値、下限値を採用。
 - ・タンク貯留水中のトリチウム濃度は徐々に低減しているため、貯蔵時期によって異なる。

【評価ケース】

- ① 原水濃度420万Bq/L、原水量80万 m^3 の場合
- ② 原水濃度50万Bq/L、原水量80万 m^3 の場合
- ③ 原水濃度420万Bq/L、原水量40万 m^3 の場合
- ④ 原水濃度50万Bq/L、原水量40万 m^3 の場合
- ⑤ ③ + ④の場合

◇ 制約となりうる条件（期間、コスト、規模、2次廃棄物、作業員被ばく等）

イメージ

3

トリチウム水タスクフォース 報告書（補足）

- ◇ ALPS処理水の取扱いについては、**風評に大きな影響を与えうることから、今後の検討に当たっては、風評などの社会的な観点も含めて総合的に検討を進めるよう、示唆。**
- ◇ そのため、汚染水処理対策委員会の下に「**多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会**」を設置し、**技術的な観点に加えて社会的な観点も含めた総合的な検討を実施。**
- ◇ **なお、トリチウムの分離技術については、実証事業の結果、ただちに実用化できる段階にある技術は確認されなかった。**

トリチウム水タスクフォース 報告書（抜粋）

4. （6）各評価ケースの評価結果(抄)

・前処理として分離を行う場合については、平成27年度に実施した「トリチウム分離技術検証試験事業（別紙3）」の結果を評価に用いることとしていたが、「ただちに実用化できる段階にある技術は確認されなかった。

5. おわりに（抄）

トリチウム水の取扱いについては、風評に大きな影響を与えうることから、今後の検討にあたっては、成立性、経済性、期間などの技術的な観点に加えて、風評被害などの社会的な観点等も含めて、総合的に検討を進めていただきたい。

2・説明・公聴会における処分方法に関する主なご意見

- 処理水の処分濃度、総量規制、処分場所について
- 処理水から放射性核種を取り除く新技術等について 等

- 国民理解を得ずしての海洋放出には反対。
- 人為的に流すことは倫理に反する。委員会が提案する5つの提案には全て反対である。
- 国民、県民の不安払しょくのためには安全なトリチウムの海洋放出が必要。
- 風評被害を受ける産業が分散するので、許容できるのは水蒸気放出。水素放出は同意できる。
- 地層注入、地下埋設は直接目の届かないところで管理するので、異変に気付きにくく不適切。
- たとえ法令の濃度を守っても、総量規制がなければ海の汚染は必至である。震災前の総量規制が守られるべきである。
- 原子力発電所の炉型によって総量規制値が変わっており、現在の総量規制値自体の根拠がない。
- 地元（福島）の沿岸漁業に対し風評被害の懸念を考えれば、タンカー船によるトリチウム水の輸送や配管を引くことで、沖合や深海での海水希釈・海洋放出をすればよいのではないか。
- 処理水を配管などで移送し、東京都内や無人島、福島第二原子力発電所など別の場所からの放出をするべきではないか。
- コストを優先して海洋放出することは、福島第一原発事故の被害をさらに広げ、社会的影響が甚大であることを思料すべき。
- プラントの稼働率が上がるかどうか未知数であり、何らかのプラントを建設する対策を避けるべき。
- トリチウムの分離について、タスクフォースで定められた処分技術以外にも、近畿大学や京都大学などの新しい技術があり、それらについて調査をすべきである。
- 希釈して海洋へ放出するのはロンドン条約違反になる可能性がある。

※本ページでは主なご意見を記載するが、必ずしも事実関係として正確ではない点もあることから、今後の小委員会では事実関係を含めて確認・議論を行っていく。

処分方法における技術的な検討項目

- トリチウム水タスクフォースにて評価された5つの処分方法および貯蔵継続について、技術的な検討項目を下表のとおり整理した。

処分方法	トリチウム処分実績	技術的な検討項目
地層注入	なし	- 法令が未整備 - 地層注入可能な地質が確認できていない - モニタリング困難なため漏えい検知不可
海洋放出	あり ※ 国内外の海洋・河川・湖に放出実績あり	技術的に困難な課題は無い
水蒸気放出	あり ※ TMIでの放出実績及び、国内外の原子力施設における換気による放出実績あり	- 蒸発により廃棄物（塩）発生 - 拡散予測が困難なためモニタリングに課題
水素放出	なし	- 水素爆発リスクを無くすのは困難 - 電気分解により廃棄物（塩）発生
地下埋設	なし	- 固化により体積3～6倍となり、貯蔵継続より敷地が必要 - 固化による発熱があるため、水分の蒸発（トリチウムの水蒸気放出）を伴う
貯蔵継続	実施中	- 廃炉の終わりにタンクが残る - 廃炉事業に必要な施設の設置に影響

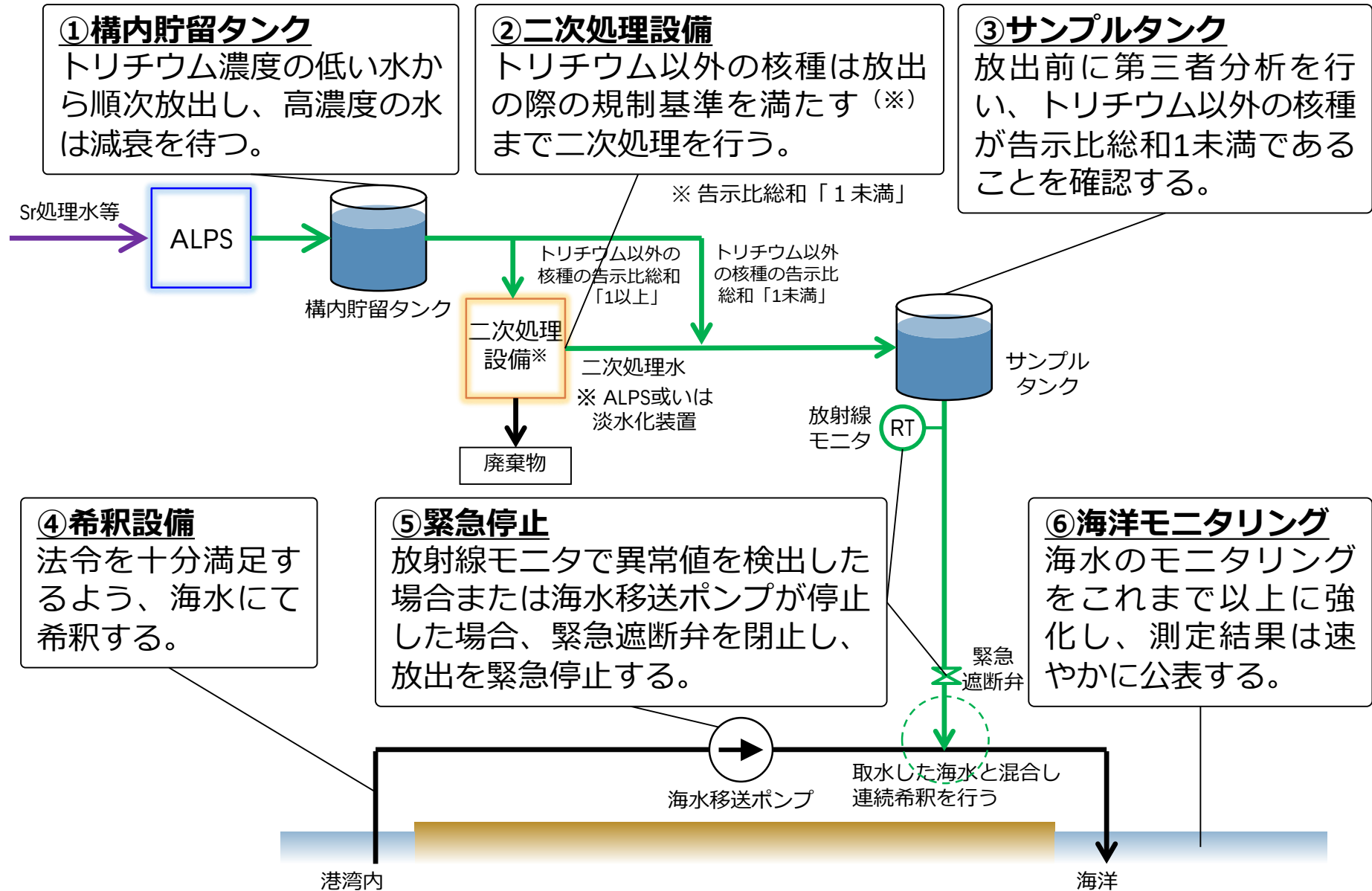
処分方法に対する風評抑制のための基本的な考え方

- 処分にあたっては、いずれの処分方法であっても、以下の基本的な考え方のもとで風評抑制に取り組む。

- ✓ 安全である
- ✓ 処分方法に応じて、風評を誘起する地域や対象を考慮する
- ✓ 環境へ放出する場合には、放射性物質の量を可能な限り低減する
- ✓ 異常を検知した場合には、速やかに処分を停止する
- ✓ 適切なモニタリングを行い、迅速に公表する

- 処分方法を決定していないが、実績がある処分方法である「海洋放出」と「水蒸気放出」について、風評抑制のための取組を検討した。

海洋放出設備と風評抑制に向けた取組



水蒸気放出設備と風評抑制に向けた取組

第14回多核種除去設備等処理水の
取扱いに関する小委員会資料より

①構内貯留タンク

トリチウム濃度の低い水から順次放出し、高濃度の水は減衰を待つ。

②二次処理設備

トリチウム以外の核種は放出の際の規制基準を満たす(*)まで二次処理を行う。

③サンプルタンク

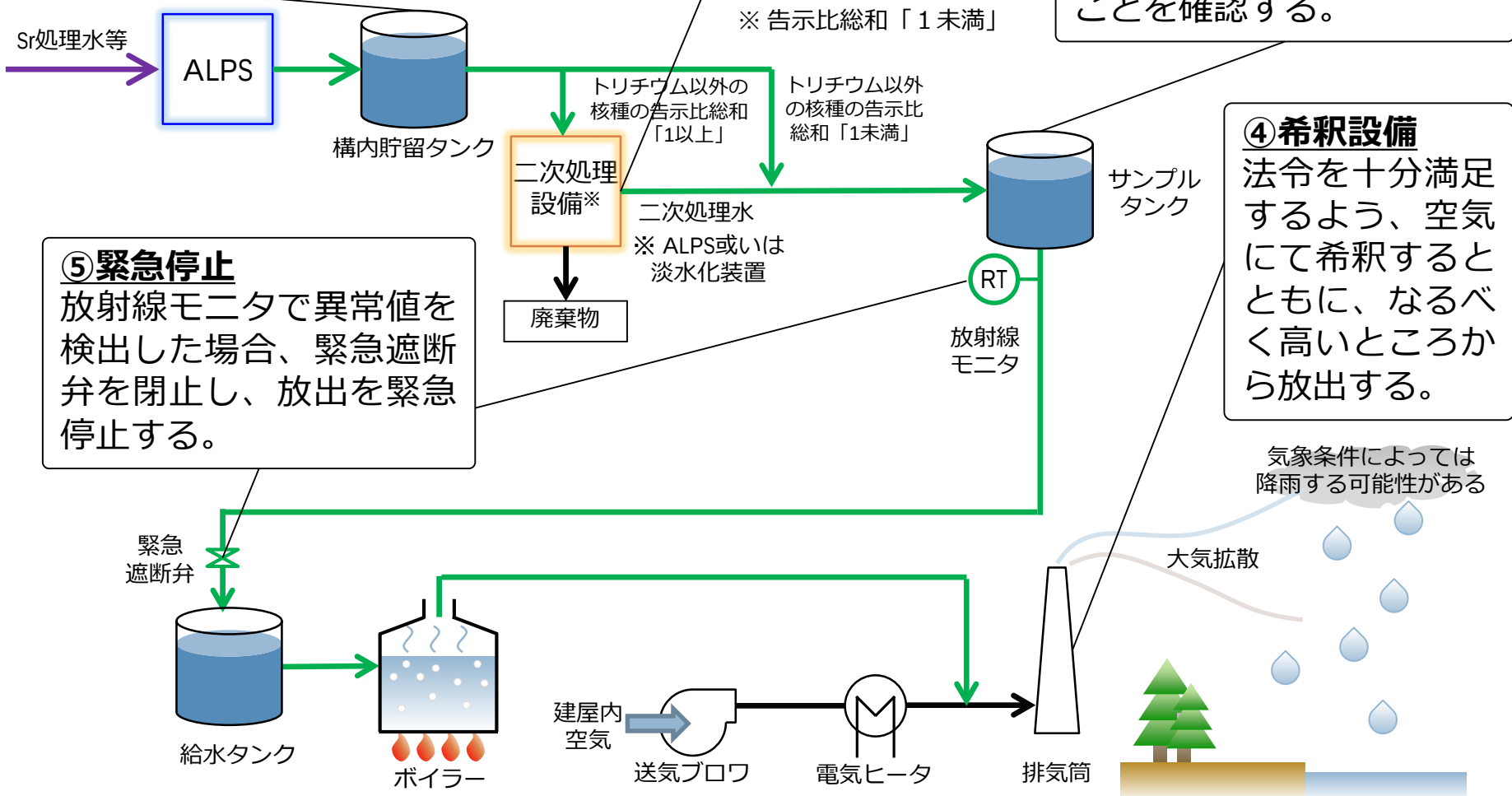
放出前に第三者分析を行い、トリチウム以外の核種が告示比総和1未満であることを確認する。

④希釈設備

法令を十分満足するよう、空気にて希釈するとともに、なるべく高いところから放出する。

⑤緊急停止

放射線モニタで異常値を検出した場合、緊急遮断弁を閉止し、放出を緊急停止する。



放射線の影響による評価について（はじめに）

第15回多核種除去設備等処理水の
取扱いに関する小委員会資料より

- ALPS小委員会の検討事項として、トリチウム水タスクフォースで示された選択肢について、被ばく評価に基づく影響の検討があげられている。
- トリチウム水タスクフォースにおいて、規制基準を遵守し、生活圏への科学的な影響が出ないことを前提に選択肢を検討してきたことも踏まえると、いずれの選択肢についても、放射線の影響は、1mSv/年よりも十分に小さくなることが予測される。
- また、放射線の影響評価については、様々な仮定を置いて実施するが、保守的な観点に立った評価を行い、一定以下の影響であることを保証する方法を取ることが一般的である。
- このため、5つの選択肢の内、これまで放出実績のある海洋・水蒸気放出以外の選択肢については、それぞれに大胆な仮定を置く必要があり、被ばく影響の大小を横並びで公平に比較できる方法は存在しない。
- しかしながら、原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）が海洋・水蒸気放出について、比較可能なモデルを公開していることから、今回は、UNSCEARのモデル（※）に基づき、海洋・水蒸気放出について放射線の影響評価を実施した。

※原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）のレポート“SOURCES, EFFECTS AND RISKS OF IONIZING RADIATION (UNSCEAR 2016)”の付属書類A“METHODOLOGY FOR ESTIMATING PUBLIC EXPOSURES DUE TO RADIOACTIVE DISCHARGES”
https://www.unscear.org/docs/publications/2016/UNSCEAR_2016_Annex-A.pdf

（参考）原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）

○1950年代に大気圏内核実験が頻繁に行われた結果、環境中に放射性物質が大量に放出され、こうした放射性降下物による環境や健康への影響について懸念が増大する中、1955年の国連総会決議により設立。

○科学的・中立的な立場から、放射線の人・環境等への影響等を調査・評価等を行い、毎年国連総会へ結果の概要を報告。

○加盟国は、日本を含め、英国、米国、フランス、ロシア、ドイツ、中国、韓国などの27か国。

被ばく線量評価の方法について

- UNSCEAR2016reportに掲載された評価モデルを用いて推計。
 - 放射性核種が環境に放出された際、一般公衆がどれくらい放射線の影響を受けるのかを評価するために作られたモデル。大気放出と海洋放出について、放出地点の近くの地域に暮らす人々の個人の放射線の影響を評価できる。
 - 100年間放出し続けた状態（≒定常状態）を仮定し、その時点での年間の放射線の影響を評価できる。
- 考慮する被ばく経路は、以下のとおり。
 - 海洋放出：砂浜からの外部被ばく、海洋生物の摂取による内部被ばく
 - 大気放出※：大気からの外部被ばく、堆積後の土壌からの外部被ばく、吸入摂取による内部被ばく、陸生生物の摂取による内部被ばく

※放出地点より5km離れた地点での評価

□ 評価に関する主な条件

- 処分対象廃棄物の性状（被ばく線量は、「放出濃度 (Bq/L)」ではなく、「年間放出量(Bq/y)」が影響）
 - トリチウム：100万Bq/Lと仮定し、必要な希釈を行い処分することを前提
 - その他の核種：告示濃度比 1 未満まで処理ができていないK4エリアタンクの実測値を適用。（資料1、資料2参照）
検出下限値未満の核種については保守的に考え、検出下限値で評価。
- 処分速度：トリチウム放出量が年間約860兆Bq、約86兆Bq、約8.6兆Bqのケースで評価

資料1：第10回ALPS小委員会 参考資料3「A L P S 処理水データ集（タンク群毎）」4. K 4 エリアタンクの62核種測定結果（P.29-34）
資料2：第13回ALPS小委員会 参考資料「処理水ポータルサイトのデータ更新等について」タンク群分析結果（P.4）

放射線の影響評価結果について

第15回多核種除去設備等処理水の
取扱いに関する小委員会資料より

- 仮にタンクに貯蔵されている処理水全てを1年間で処理した場合の放射線による影響は、
 - 海洋放出については、年間約0.052 μ Sv～0.62 μ Sv
 - 大気放出については、年間約1.3 μ Sv
- 放射線による影響は年間の放出量に比例し、放出量が1/10、1/100になると影響も1/10、1/100になる。
- いずれの処分方法であっても、自然被ばく年間2.1mSv（年間2,100 μ Sv）と比較すると十分に小さい。
- なお、大気放出と比較し、海洋放出は、半分以下の影響となる結果が得られた。

年間放出量【兆Bq】	約860兆Bq		約86兆Bq		約8.6兆Bq	
被ばく線量[μ Sv/y]	海洋放出	大気放出	海洋放出	大気放出	海洋放出	大気放出
全核種※	0.052～0.62	1.3	0.0052～0.062	0.13	0.00052～0.0062	0.013
-トリチウムのみ	0.0043	1.2	0.00043	0.12	0.000043	0.012

※検出下限未満の濃度の核種が検出下限値かゼロの場合で幅をもって示した。大気放出については幅がほぼ見られなかったため一定の値で示している。

