

廃炉に向けた 取組と進捗

東京電力福島第一原子力発電所の 廃炉・汚染水・処理水対策について

廃炉工程全体の枠組み



※燃料デブリの試験的取り出しのために必要となるロボットアームの開発状況等を踏まえ、2023年度後半目途に見直し。

廃炉全体の工程

★燃料取り出し



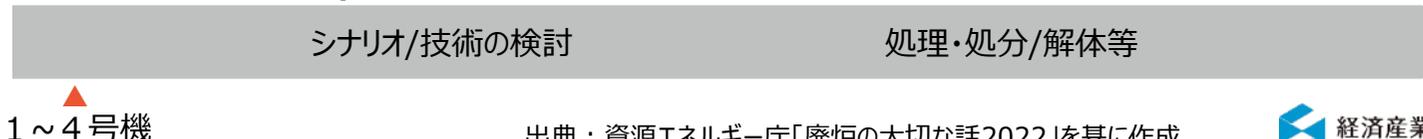
◎燃料デブリ取り出し



◆ALPS処理水の処分



○廃棄物の処理・処分/原子炉施設の解体等



出典：資源エネルギー庁「廃炉の大切な話2022」を基に作成

廃炉に向けた 取組と進捗

組織と役割について

国内外の叡智を結集するとともに、地元企業等とも協力しながら廃炉が進められています。

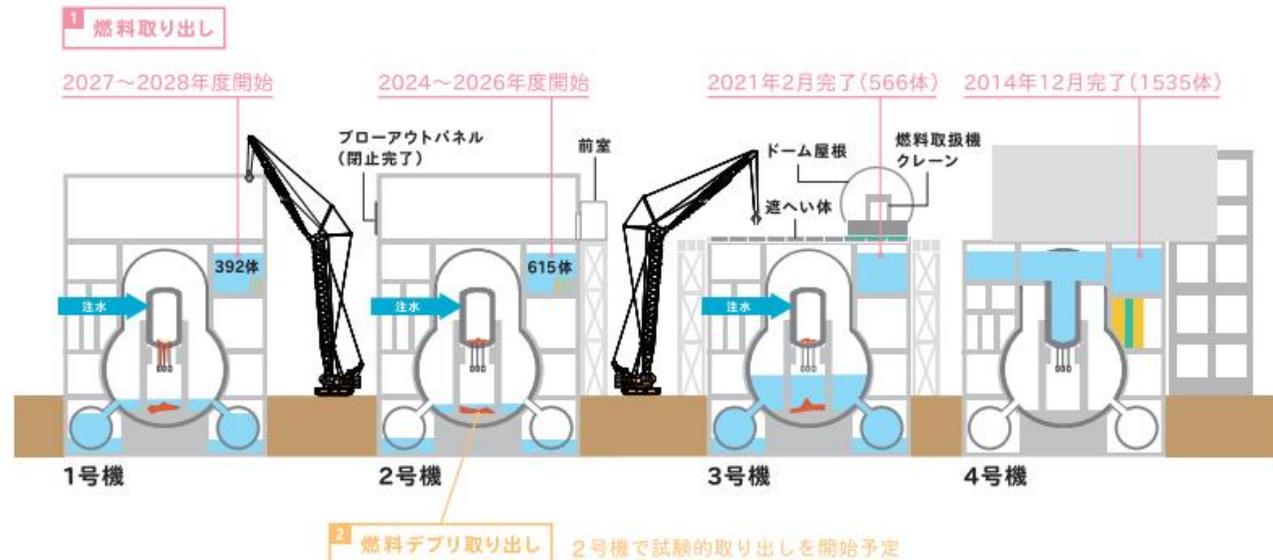


出典：資源エネルギー庁「廃炉の大切な話2022」より作成

廃炉に関する取組の進捗

各号機の状況

○各号機ごとに状況が異なるため、対策の実施方法や進捗状況は様々。

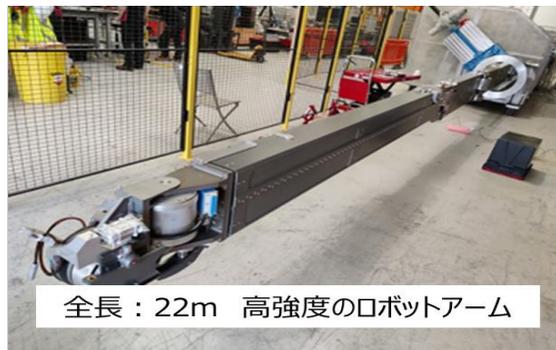
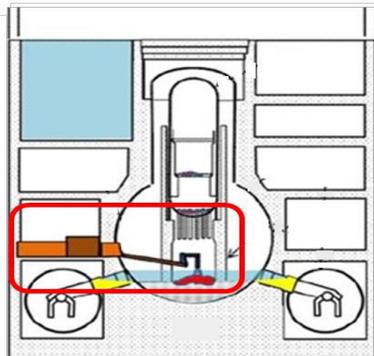


※5号機、6号機に事故は発生していないが、燃料取り出しなどの作業を順次行っていく。

燃料デブリ取り出しの今後の計画

○2号機から試験的取り出しを開始し、段階的に規模を拡大。

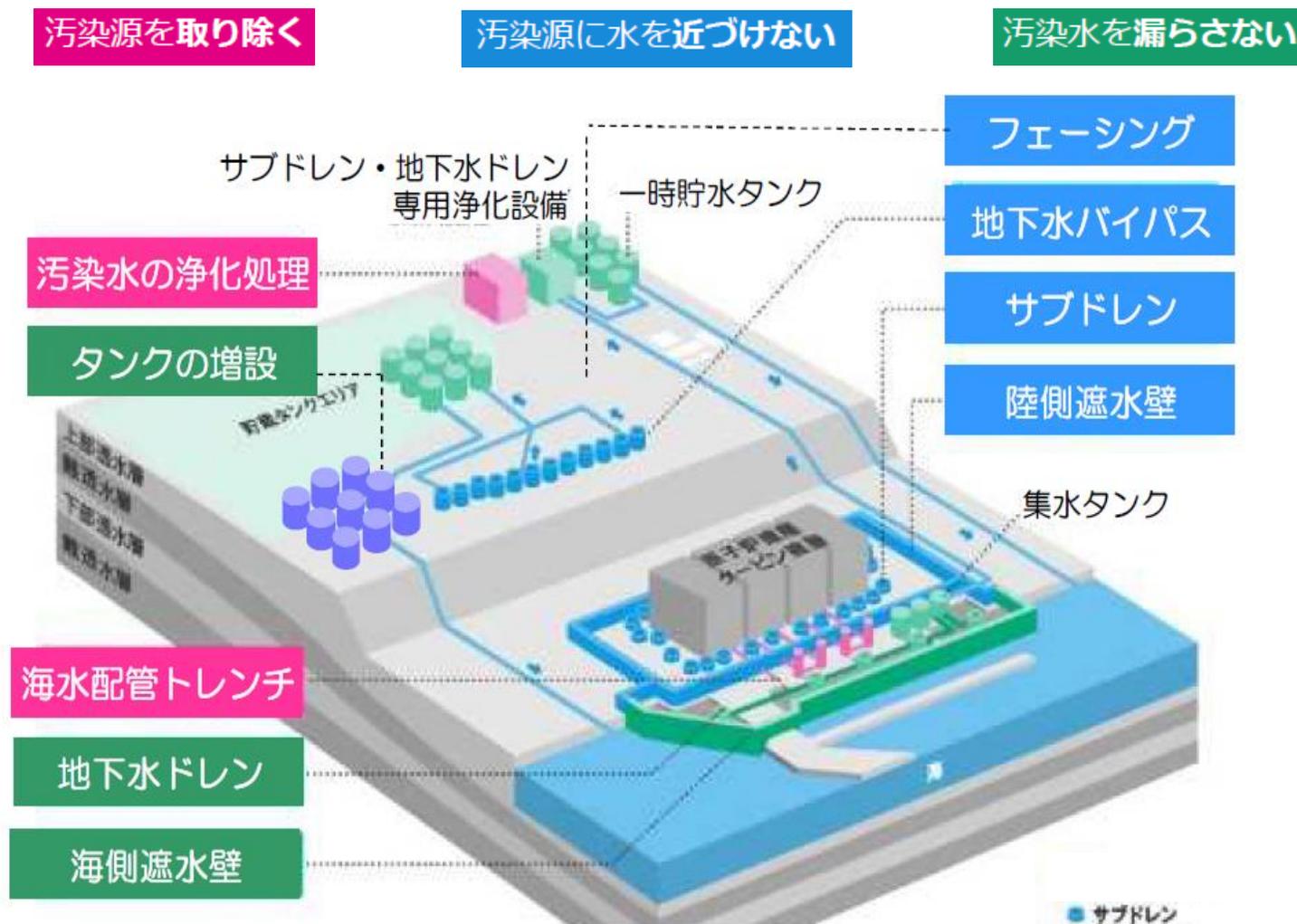
ロボットアームを格納容器への小型貫通孔から挿入する取出し方式を確立



出典：資源エネルギー庁「廃炉の大切な話2022」等より作成

汚染水対策に関する取組

「汚染源を取り除く」、「汚染源に水を近づけない」、「汚染水を漏らさない」、
という3つの基本方針に基づいて、予防的・重層的な対策を講じています。



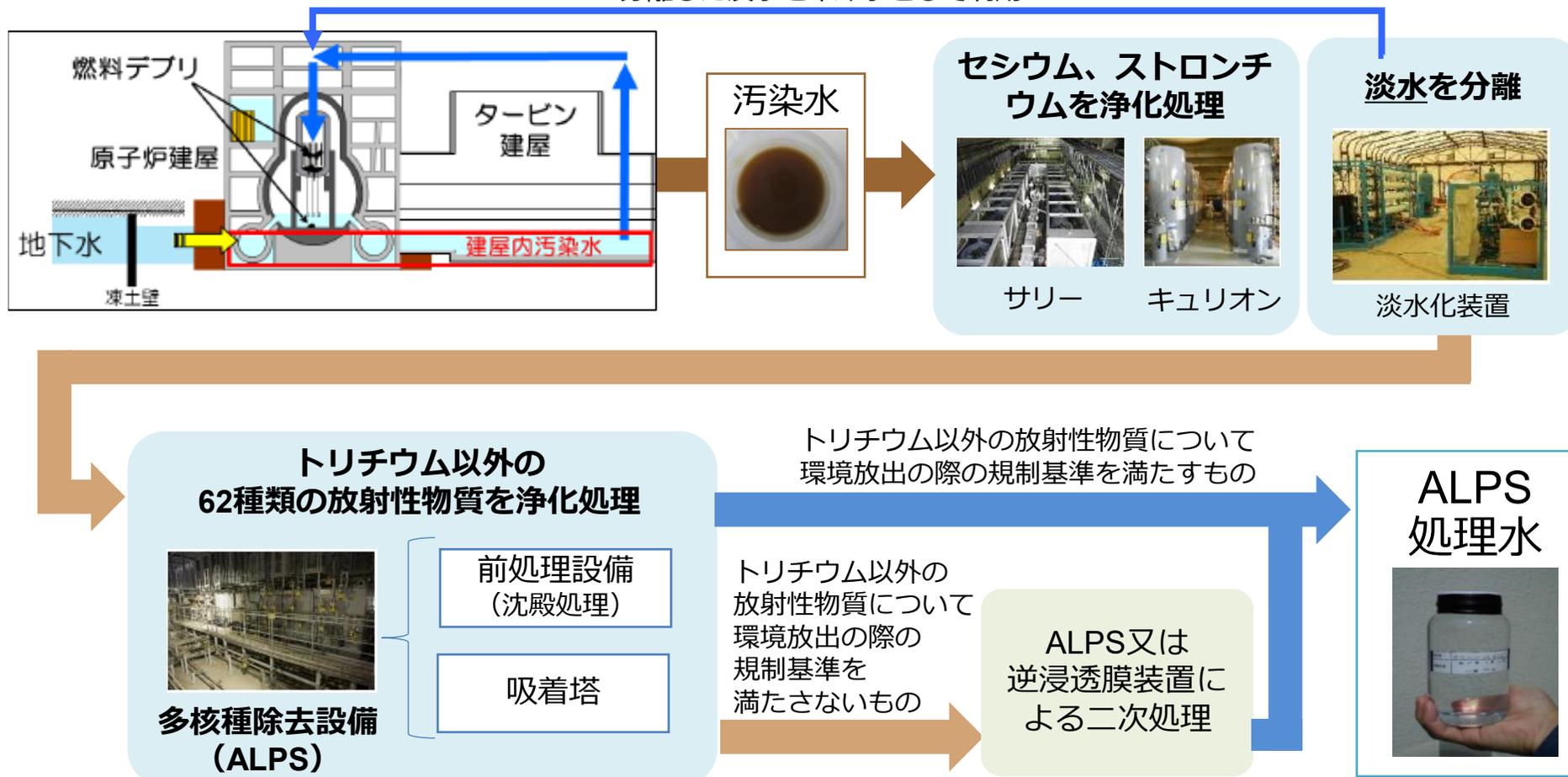
東京電力の資料を基に経済産業省が作成

廃炉に向けた 取組と進捗

「ALPS処理水」とは ～汚染水の浄化処理～

- 事故で発生した放射性物質を含む汚染水を多核種除去設備（ALPS：Advanced Liquid Processing System）等により、トリチウム以外の放射性物質を環境放出の際の規制基準を満たすまで浄化処理した水を「ALPS処理水」という。

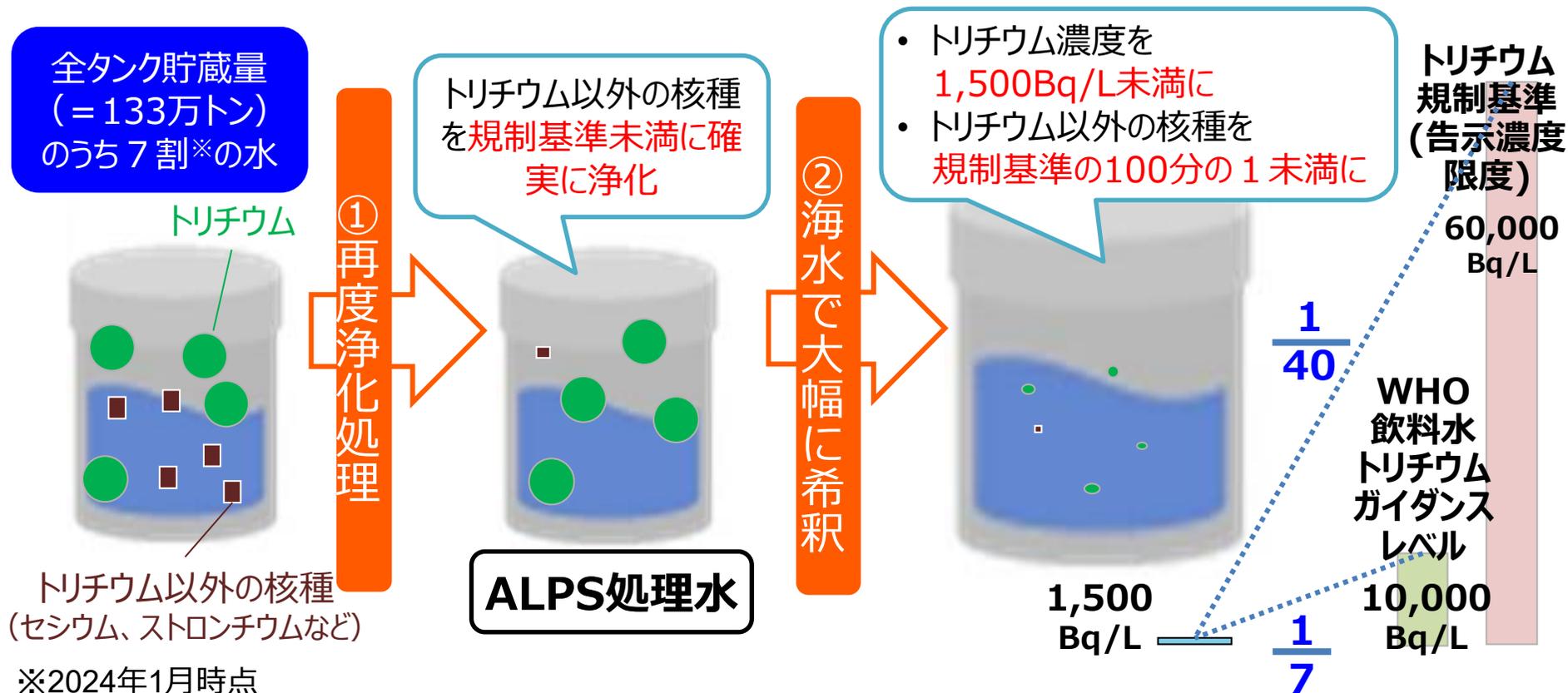
分離した淡水を冷却水として利用



(出典) 資源エネルギー庁「汚染水処理で発生する廃棄物「スラリー」とは？なぜ発生する？どのように保管されている？」
(https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/osensuitaisaku_slurry.html) 等に基づき作成

タンクに保管されている水の処理方法

- ①トリチウム以外の核種の再浄化、②海水により100倍以上に希釈することにより、処理水に含まれる放射性物質の放射能濃度を、規制基準を大幅に下回るレベルにする。
- その上で、東京電力福島第一原子力発電所から海洋に放出。放出前後の状況を監視（国際機関など第三者が評価・検証）。



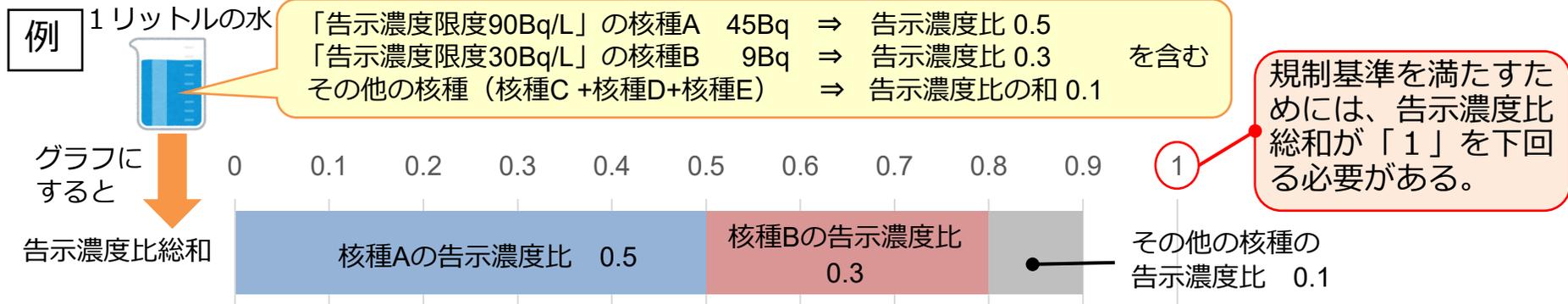
※2024年1月時点

(出典) 経済産業省HP「ALPS処理水の処分」 (https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/alps.html) に基づき作成

放射性物質を環境へ放出する場合の規制基準

- 規制基準は、事故を起こした炉か通常の原子炉かを問わず、含まれるすべての核種の放射線影響の合計で判断（核種や個数ではなく、ヒトへの影響に換算した合計値で判断）。
- 東京電力福島第一原子力発電所の汚染水には事故炉特有の放射性物質（セシウム、ストロンチウムなど）も存在するが、これらは多核種除去設備（ALPS）等により規制基準以下になるまで確実に除去される。

<放射性物質を環境へ放出する場合の基準「告示濃度比総和」の考え方>



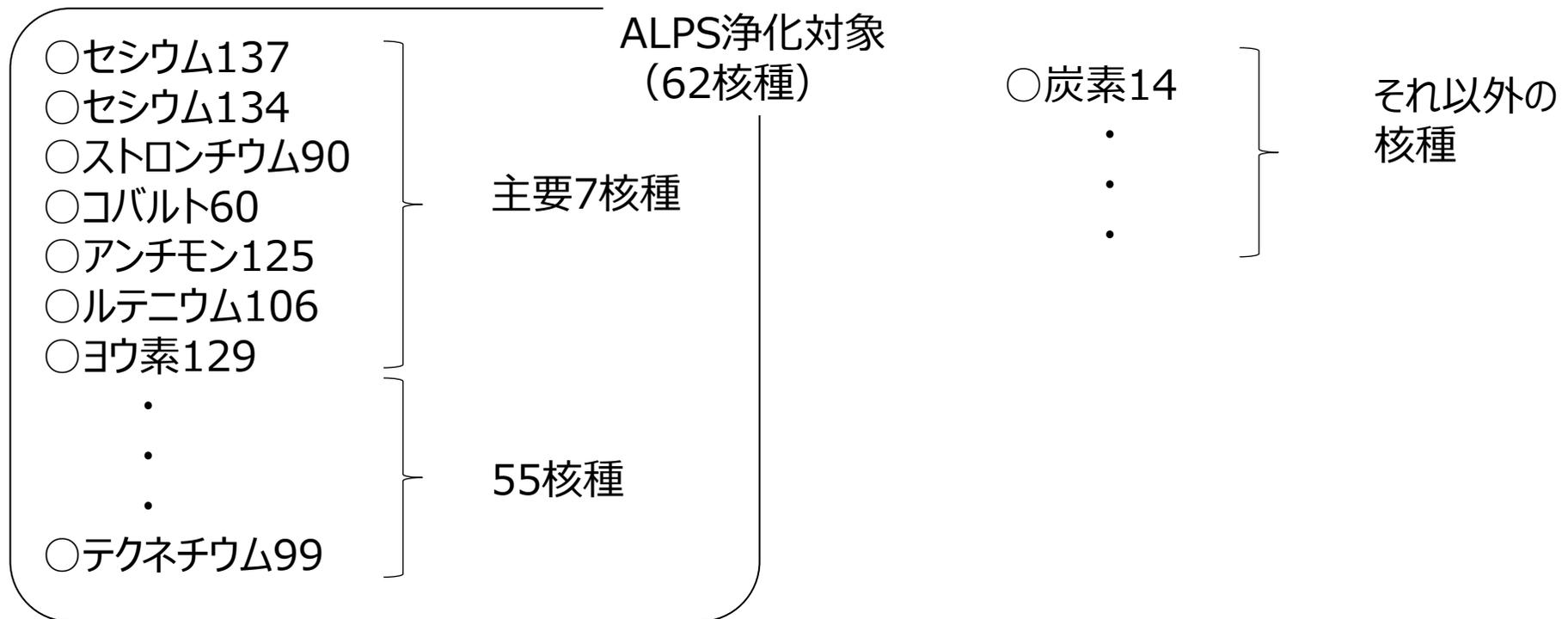
(参考) 多核種除去設備等による再浄化の性能試験の結果（告示濃度比総和と主な核種の告示濃度比）

	コバルト60	セシウム137	ストロンチウム90	ヨウ素129	その他核種	トリチウム以外の核種の合計値（告示濃度比総和）	トリチウムを含むすべての放射性物質の告示濃度比を1未満にするためさらに100倍以上に希釈
告示濃度比	0.0017	0.0021	0.0012	0.13	0.215	0.35	

(出典) 資源エネルギー庁「安全・安心を第一に取り組む、福島の“汚染水”対策④放射性物質の規制基準はどうなっているの?」(https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/osensuitaisaku04.html)、
 「復興と廃炉」に向けて進む、処理水の安全・安心な処分②～「二次処理」と処理水が含む「そのほかの核種」とは?」(https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/shorisui02.html)、
 東京電力ホールディングス「多核種除去設備等処理水の二次処理性能確認試験の状況について」に基づき作成

トリチウム以外の核種

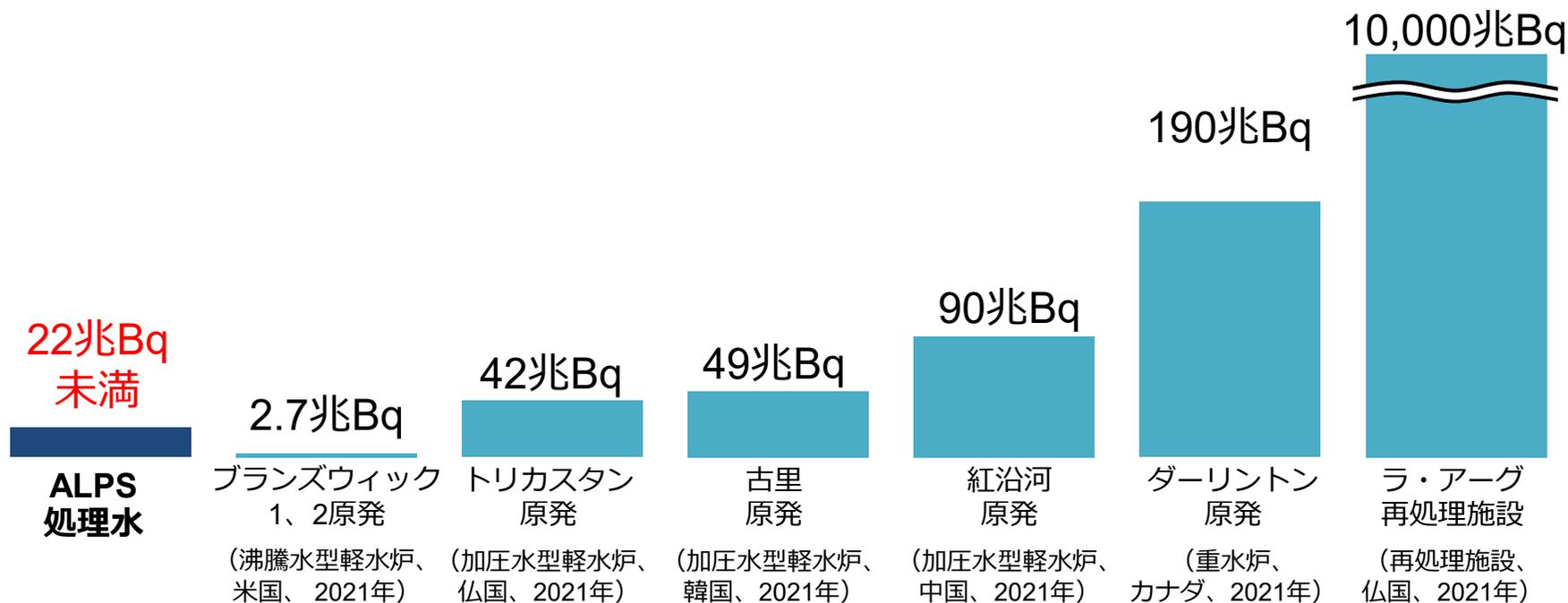
- 東京電力福島第一原子力発電所で発生する汚染水には、トリチウムの他、通常の原子力発電所の排水ではほとんど検出されない、セシウム137、ストロンチウム90等の放射性物質が含まれる。
- このうち、それぞれの核種毎に定められた規制基準に比して一定以上含まれる可能性があると考えられる62核種については、多核種除去設備（ALPS）により、規制基準未満となるまで浄化される。



(出典) 東京電力ホールディングス「多核種除去設備（ALPS）」 (https://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/f1/genkyo/fp_cc/fp_alps/)、東京電力ホールディングス「多核種除去設備等処理水の二次処理性能確認試験の状況について」等に基づき作成

トリチウムの年間処分量 ～海外との比較～

- 「ALPS処理水」の処分時のトリチウムの総量の水準は、年間22兆ベクレルを下回るレベル（事故前の管理目標）。
- トリチウムは、国内外の原子力発電所・再処理施設においても、各国の法令を遵守した上で、液体廃棄物として海洋や河川等へ、また、換気等にともない大気中へ排出されている。



ALPS処理水と世界の原子力施設におけるトリチウム（液体）の年間処分量

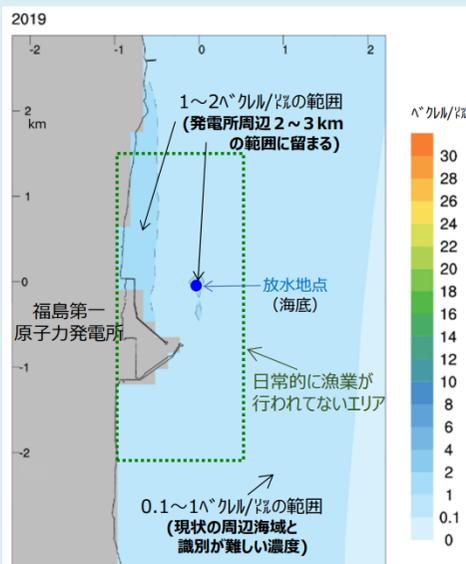
(出典) 経済産業省HP 「ALPS処理水資料集」 (https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/pdf/alps_02.pdf) に基づき作成

「ALPS処理水」の海洋放出に関する 放射線の影響評価

- 「ALPS処理水」の海洋放出に当たっては、希釈の実施に加えて、放射性物質の拡散や人及び環境への放射線影響についての科学的な評価を実施。
- IAEAや原子力規制委員会の意見を踏まえて内容を適宜見直し。

拡散シミュレーション結果

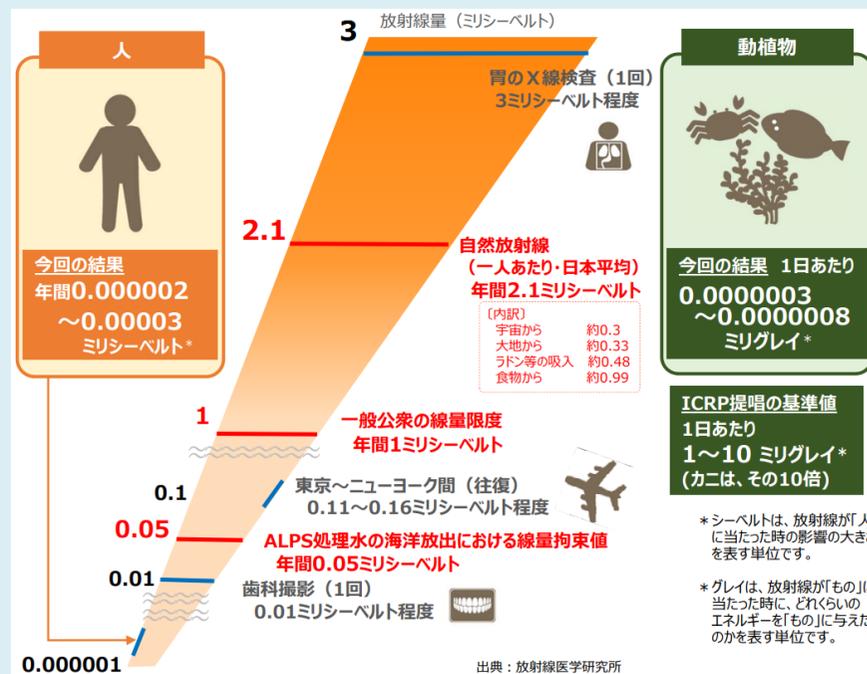
- 現状の周辺海域の海水に含まれるトリチウム濃度（0.1～1 Bq/L）よりも濃度が高くなると評価された範囲は、発電所周辺の2～3 kmの範囲に留まる。
- この海域であっても、日本におけるトリチウムの規制基準値やWHOの飲料水ガイドラインを十分に満たしている。



発電所周辺〔拡大図〕
(最大目盛30Bq/Lで作図)

公衆の被ばく評価

- 人への影響は、日本人が自然放射線から受ける影響（年間2.1mSv）の約100万分の1～約7万分の1となる。



出典：放射線医学研究所

(出典) 東京電力ホールディングス株式会社「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環境影響評価報告書（建設段階）について」（2023年5月）
(https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watertreatment/images/ria_202112j.pdf) に基づき作成

「ALPS処理水」に係る海域モニタリング

- 放出開始前の2022年度から、関係省庁や地方公共団体、原子力事業者等によりALPS処理水に係る海域モニタリングを開始。2023年8月の放出開始直後は、測定頻度や地点を増加するなど体制を強化・拡充して実施。
- IAEAの支援により分析の信頼性を確保。
- 2023年12月時点では、海域モニタリングにおいて、トリチウム濃度は十分低い水準と確認されており、人や環境に影響は無い。

<ALPS処理水に係る海水・水生生物・水産物のモニタリング>

2023年度モニタリング計画抜粋（放出直後）

【海水（環境省・原子力規制委員会実施分）】

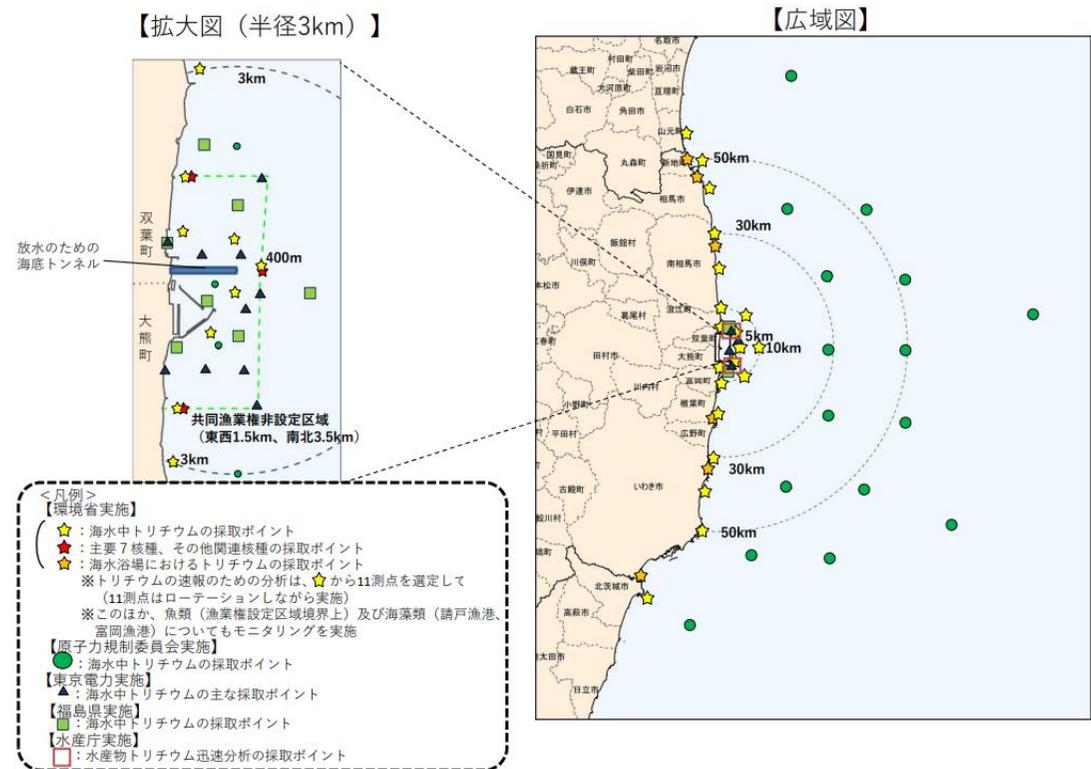
- ① トリチウムの精密分析
 - ・ 年4回を基本として測定
 - ・ 放出開始後当分の間は、3測点で追加的に月1回測定
 - ・ 放水口近傍の海水浴場6箇所でも測定
- ② トリチウムの迅速分析
 - ・ 放出開始後当分の間、11測点で週1回測定
- ③ トリチウム以外の分析
 - ・ トリチウム以外の関連核種も年4回を基本として測定
 - ・ 放出開始後当分の間は、3測点で追加的に週1回測定

【水生生物（環境省実施分）】

- ① 魚類
 - ・ 通常漁業が行われる海域のうち最も放水口に近い3測点で採取した魚類を測定
 - ・ トリチウム及び炭素14を年4回測定
- ② 海藻類
 - ・ 放水口近傍の漁港2箇所採取した海藻類を測定
 - ・ ヨウ素129を年4回測定

【水産物（水産庁実施分）】

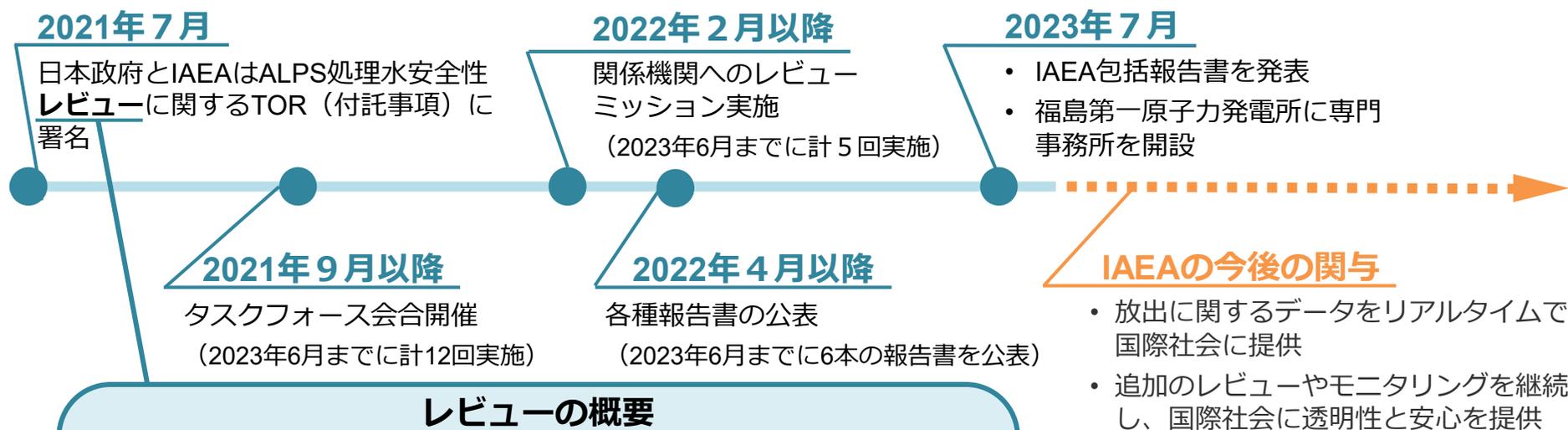
- ・ 約380検体/年でトリチウムを測定



関係機関の海洋環境モニタリング採取ポイント

（出典）モニタリング調整会議「総合モニタリング計画（令和5年3月16日改定）」（https://radioactivity.nra.go.jp/ja/contents/18000/17175/25/204_01_20230317.pdf）、環境省HP「環境省のモニタリング実施状況」（<https://www.env.go.jp/content/000183685.pdf>）、原子力規制委員会「ALPS処理水海洋放出に係る海域モニタリング」（<https://www.nra.go.jp/data/000457798.pdf>）に基づき作成

- IAEAは原子力分野について専門的な知識を持った国連の関連機関という専門的な立場から第三者としてレビュー（検証）を実施
- ALPS処理水の海洋放出は「国際安全基準に合致」し、「人及び環境に対する放射線影響は無視できる程度」とする包括報告書を2023年7月4日に公表
- 放出前のレビューだけではなく、放出中・放出後についても長年にわたってALPS処理水の海洋放出の安全性確保に関与



レビューの概要

- ① **ALPS処理水の安全性**（東京電力、経済産業省対応）
⇒ 2回のレビューミッション、2本の報告書
- ② **規制プロセスの妥当性**（原子力規制委員会対応）
⇒ 2回のレビューミッション、2本の報告書
- ③ **独立したサンプリング・裏付け分析**（東京電力、関係省庁対応）
⇒ 3回の分析、2本の報告書

（出典）IAEA「ALPS処理水の放出に関するIAEA安全性レビューのタイムライン」
（<https://www.iaea.org/interactive/timeline/105298>）、
経済産業省「IAEA包括報告書 国際機関によるALPS処理水海洋放出の安全性確認」
（https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/s_hirou_alps/reports/02/）に基づき作成

- ALPS処理水の海洋放出が国際安全基準に適合しているかを評価するため、IAEAが放出開始前に技術的レビュー（計5回）を実施
- レビューでは東京電力による放射線環境影響評価の検証や、IAEA以外の第三者分析機関※も交えた分析機関間比較（ILC）によるデータの正確性確認を実施
- 2023年7月に公表された包括報告書では「ALPS処理水の海洋放出に伴う人及び環境への放射線影響は無視できるほど」と評価

※韓国、フランス、米国、スイスの分析機関が参加

レビュー項目	主なレビュー結果
人と環境への放射線影響	<ul style="list-style-type: none">放射線環境影響評価は国際基準に適合して実施されている国際水域は海洋放出の影響を受けないため、越境影響は無視できるほど
放出制御の設備・プロセスの健全性	<ul style="list-style-type: none">海洋放出を制御するシステムとプロセスは堅固である緊急遮断弁や放射線検出器などが重層的にシステムに組み込まれている
規制による管理と認可	<ul style="list-style-type: none">原子力規制委員会は独立した規制機関として、安全に関する適切な法的・規制の枠組みを制定・実施している
分析/ソース・環境モニタリング	<ul style="list-style-type: none">日本政府と東京電力のモニタリング活動は国際安全基準に適合している東京電力は適切で精密な分析を実施する能力と持続可能で堅固な分析体制を有する

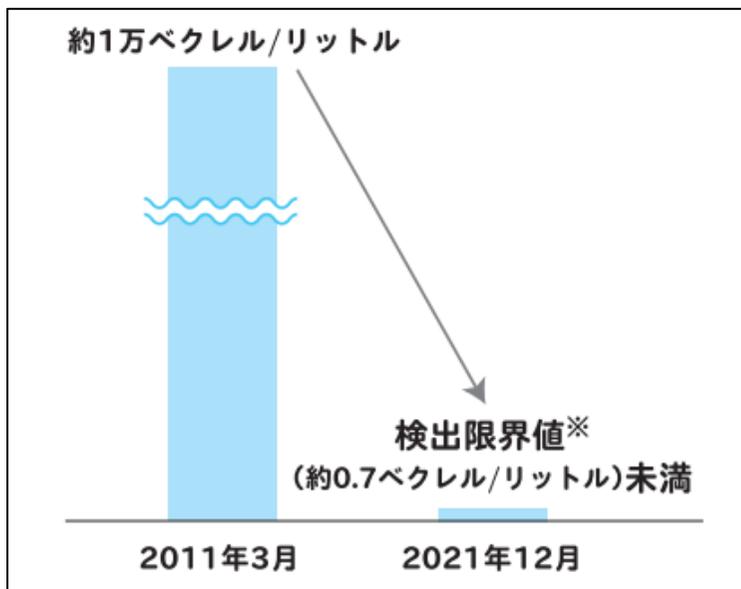
(出典) 経済産業省「みんなで知ろう。考えよう。ALPS処理水のこと」

(https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/shirou_alps/reports/02/) に基づき作成

廃炉に向けた 取組と進捗

周辺環境の影響低減状況と 地震・津波対策について

■ 周辺海域（南放水口付近）の 海水の放射能濃度（セシウム137）



■ 耐震、耐津波への対策

緊急時の電源確保

電源喪失時に備え、電源を多様化し、「電源車」・「ガスタービン車」なども用意しています。緊急時には、この車から注水設備に電気を送ります。



注水訓練の様子

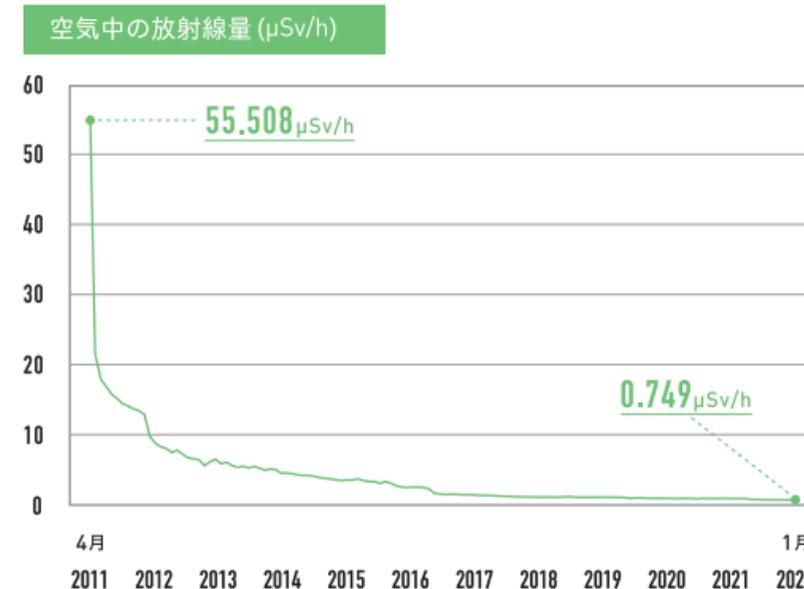


電源車



消防車

■ 福島第一原子力発電所敷地境界での モニタリングポスト測定結果（西門）



※福島第一原子力発電所の敷地境界にあるモニタリングポスト（MP.5）の測定結果の月平均値の推移

出典：資源エネルギー庁「廃炉の大切な話2022」より作成

津波が到達しない海拔高台エリアに電源車等のバックアップ電源や、消防車等の注水手段を用意しています。

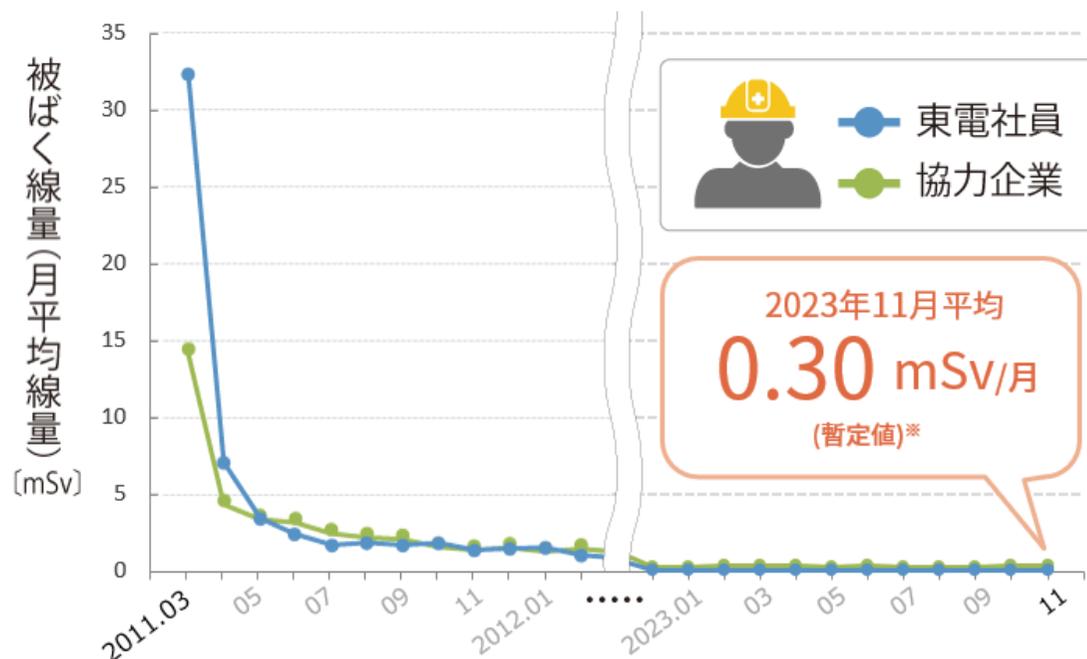


防潮堤(出典：東京電力HPより)

廃炉に向けた 取組と進捗

東京電力福島第一原子力発電所構内の 労働環境改善について

■ 作業員の月別個人被ばく線量の推移



図出典：東京電力HP
(<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/environment/>) より作成
図出典：資源エネルギー庁「廃炉の大切な話2022」より作成

■ 作業員の労働環境



大型休憩所では、食堂やコンビニを整備



救急医が24時間常駐



防護服

軽装備化
が実現

構内のおよそ
96%



一般作業着