多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会　説明・公聴会　説明資料

１．事故を起こした東京電力福島第一原子力発電所の廃炉とは
２．汚染水により生じるリスクの低減対策について
３．汚染水の発生、浄化処理、タンク貯蔵について
４．東京電力福島第一原子力発電所のトリチウムの現状
５．トリチウムとは
６．廃炉の進捗及びリスク低減のためのエリア確保等の必要性
７．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
８．ALPS処理水の処分に伴う社会的影響の検討
９．今後の検討に向けた論点整理
（参考）これまでの検討の経緯　等

1．事故を起こした東京電力福島第一原子力発電所の廃炉とは

◇ 東京電力福島第一原発の**廃炉とは、原子炉建屋から使用済燃料や溶けて固まった燃料（燃料デブリ）を取り出すことなど**により、放射性物質によるリスク※から人と環境を守るための**継続的なリスク低減活動**である。

※例えば、使用済燃料や燃料デブリの放射線影響、高濃度汚染水の漏洩、放射性物質を含んだ粉塵の飛散など。

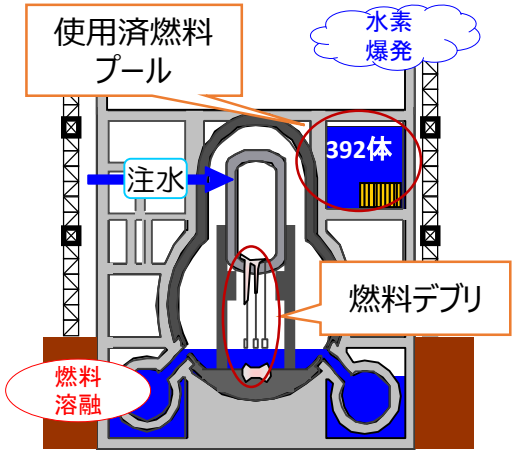
◇また、廃炉の過程で発生する汚染水及び廃棄物のリスクを下げていく必要もある。

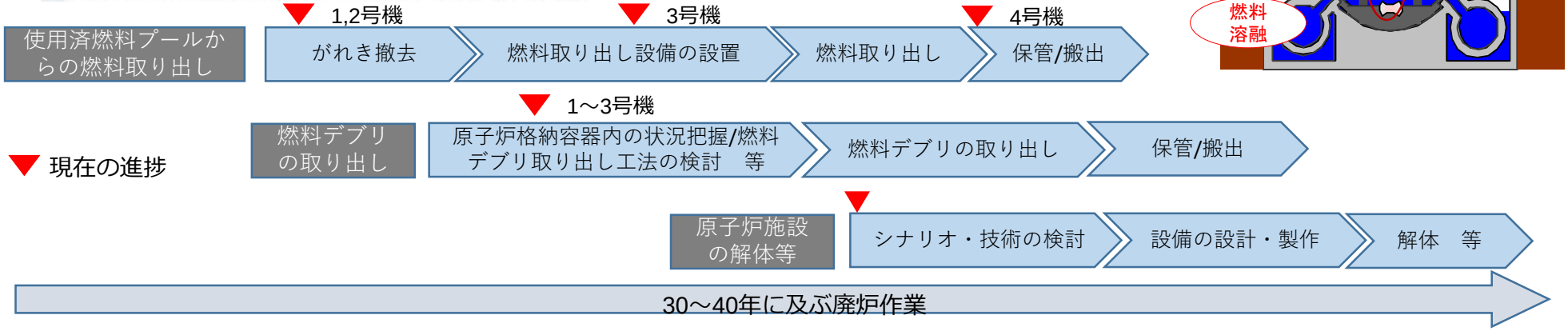
◇こうした発電所の**廃炉・汚染水対策の安全かつ着実な実施は、福島再生の大前提**である。

使用済燃料：発電に使用した後の燃料。使用済であっても崩壊熱があることから継続的な冷却が必要となる。
燃料デブリ：発電に用いられていた燃料が溶けて固まったもの。継続した冷却が必要となる。　【参考1】

＜参考＞３号機の状況(左：事故当時、右：現在)

＜参考＞２号機の内部状況





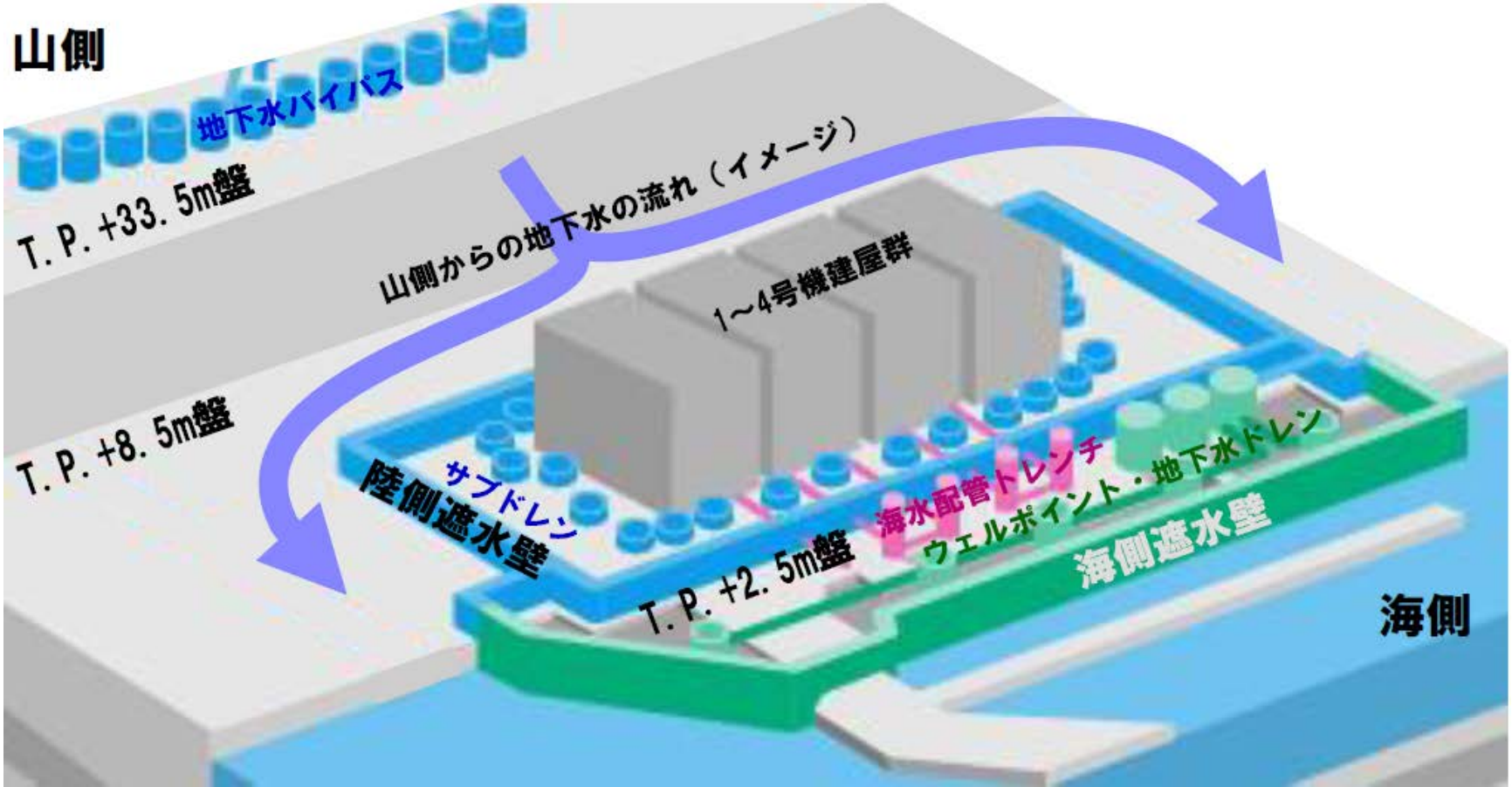
2．汚染水により生じるリスクの低減対策について

◇ 事故直後から海水配管トレンチ等に溜まっていた**高濃度汚染水の処理を完了**（2015年）。

◇ **鋼鉄製の海側遮水壁の設置**により、汚染された地下水が海洋へ流出することを防止（2015年）。

◇ 建屋内部に滞留している汚染水を処理することにより、滞留水中の放射性物質量を削減（継続中）。

◇ 凍土壁とサブドレン等による予防・重層的な対策により、**汚染水発生量は**約540m^3/日(2014年5月)から約220m^3/日(2017年度平均)まで**低減**。（2020年150m^3/日を目標）。



3．汚染水の発生、浄化処理、タンク貯蔵について

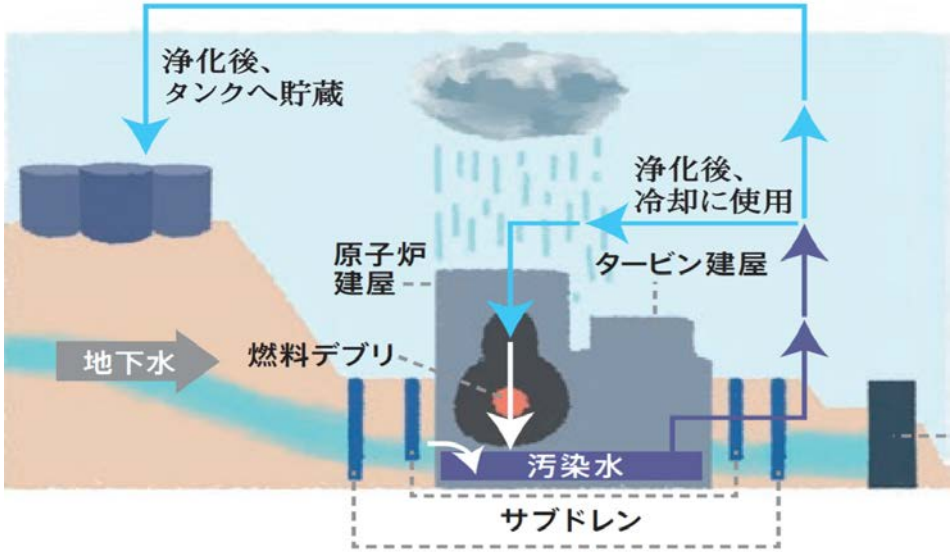
◇ 原子炉内では、**燃料デブリに水をかけて冷却を継続**しており、一定量の水が汚染水として建屋の中に滞留する。
◇ この汚染水が建屋外に流出しないように、建屋外の地下水位を建屋内の汚染水の水位より高くなるように管理し、環境中への漏えいを防止。結果として、**地下水等が建屋に流入し汚染水と混ざり合うことで建屋内の汚染水の量は増加（汚染水量の増加の抑制には燃料デブリの取り出しが必要）。**
◇ 継続的に発生する**汚染水は、ALPS等の浄化設備を用いて浄化処理**し、可能な限り放射性物質を除去。
◇ 取り除くことのできないトリチウムを含んだ多核種除去設備等処理水（ALPS処理水）の取扱いが課題。

科学的な安全性を確認するだけでなく、社会的影響も含めた処分方法等の検討が必要

⇩

当面、ALPS処理水(≠汚染水)を敷地内で保管を継続

大型休憩所からのタンクエリア俯瞰



海側遮水壁

4．東京電力福島第一原子力発電所のトリチウムの現状

◇ 汚染水を浄化処理した**ALPS処理水**(取り除くことのできないトリチウムを含む)を**タンクに継続的に貯蔵**。

◇ こうしたタンクが増え続け、**タンクの設置エリアは発電所敷地の南半分の多くを占め**ており、現時点では、137万m^{3}までのタンクの建設計画が策定されている。【参考3】

◇ 他方、北側は廃棄物貯蔵施設等の建設が予定されているなど、**タンクを建設するために適した用地は、限界を迎えつつある**。

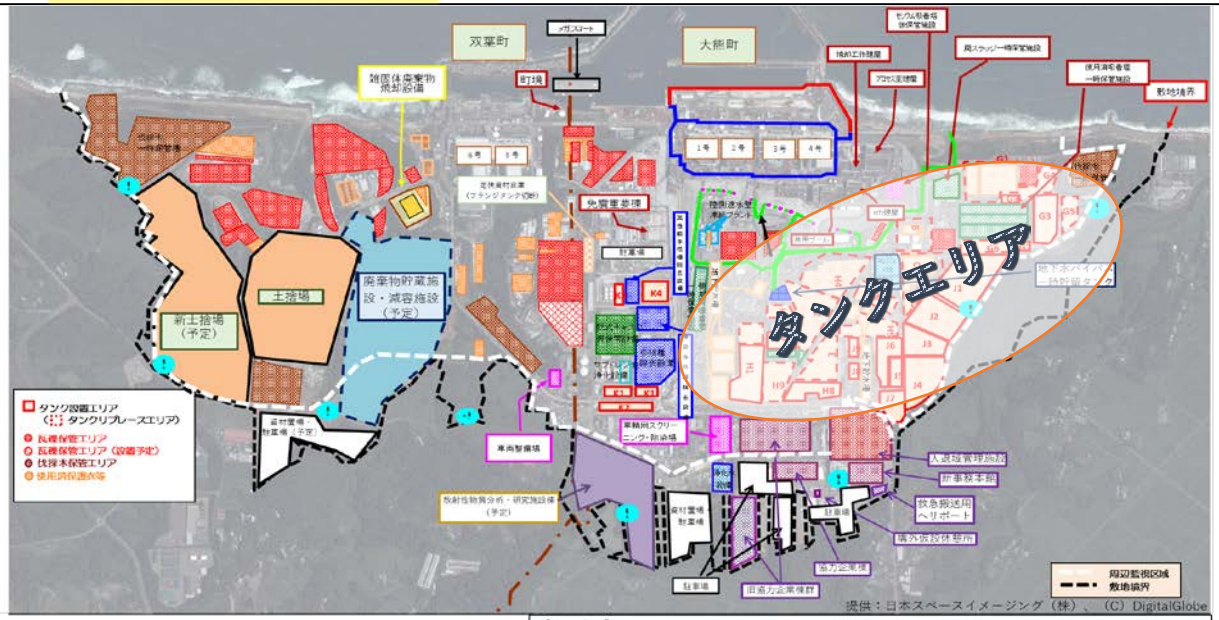


図　福島第一原発の構内図

【補足事項】
○本配置図は、現状（2017年9月）の敷地の利用状況と現段階の利用計画に基づき作成。
○また、将来の廃炉作業の進捗に応じて、施設の設置・廃止が必要となることから、適宜計画の見直しを実施。

構内のALPS処理水の現状 (平成30年3月時点)	
タンク貯蔵量	約105万m^3
タンク建設計画	137万m^3(2020年末)
ALPS処理水増加量	約5～8万m^3/年
ALPS処理水の トリチウム濃度	約100万Bq/L（約0.02μg/L）
タンク内の トリチウム量	約1000兆Bq（約20g）

◇ **事故前は**、放出管理目標値:年間22兆ベクレル、規制濃度基準:６万ベクレル/リットル以下、で**海洋への希釈放出を実施**。

◇ **事故後は**、サブドレン※1、地下水バイパス※2のくみ上げ水にもトリチウムが含まれているが、**濃度を計測し、管理しながら希釈せずに海洋への放出**を行っている。(運用目標:1500Bq/L以下)【参考4】

※1　建屋近傍の井戸により地下水をくみ上げ、地下水位を下げることで、建屋への地下水流入や建屋海側エリアへの地下水流出を抑制。

※2　建屋山側の高台で地下水をくみ上げ、建屋近傍への地下水流入を抑制。

5．トリチウムとは？

◇**トリチウムは**、水素の仲間で、**弱い放射線を出す物質**。**自然界にも存在**し、大気中の水蒸気、雨水、海水、水道水にも含まれている。

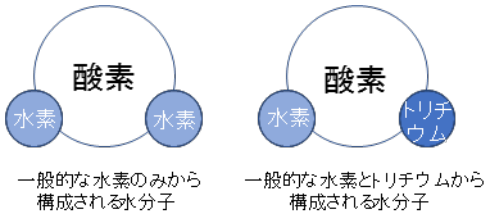
〇トリチウム水は水と同じ性質を持つため、**人や特定の生物への濃縮は確認されていない**。

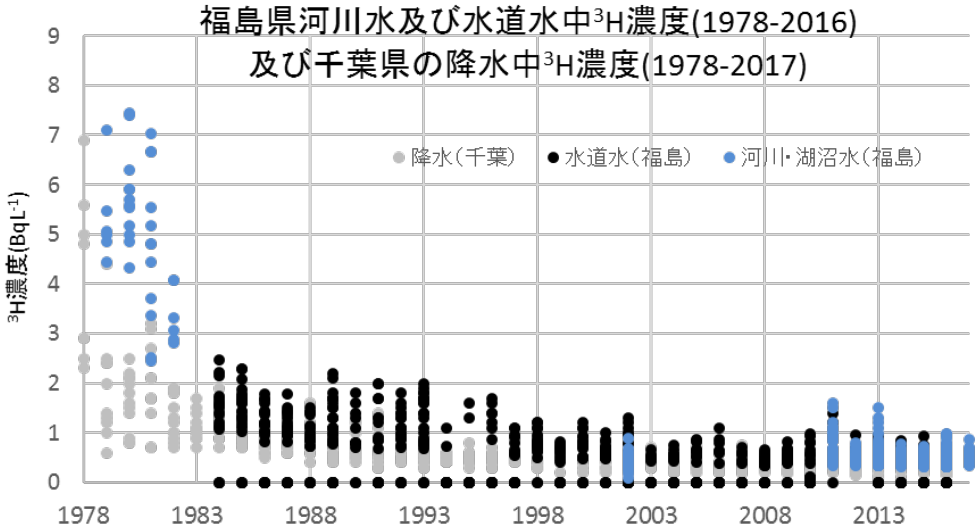
〇また、**健康への影響もセシウム137の約700分の1程度**と小さくなっている。

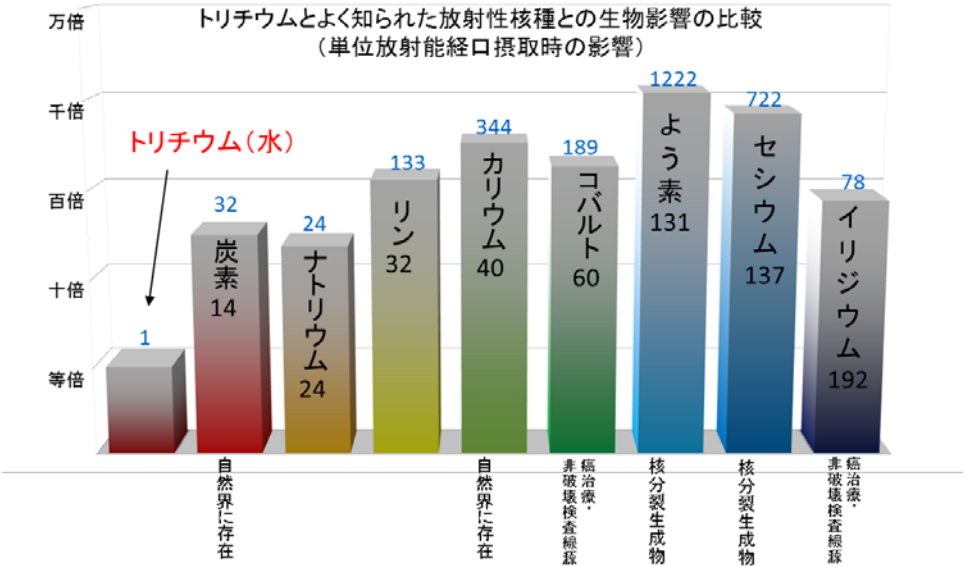
〇国内の原子力発電所で1年間に発生するトリチウムのうち、海に放出されたものの総量(事故前5年平均)は、国内の1年間の降水に含まれるトリチウムの総量の1.7倍程度。【参考5】

〇全国の**原子力発電所からは**運転基準に基づく基準内の**トリチウムを含む水が40年以上にわたって排出**されているが、近郊の海水の濃度は世界的な飲料水の基準を大幅に下回っており、また、**健康への影響は確認されていない**。【参考6】

※海外の原子力発電所からも、基準内のトリチウムを含む水が排出されている。





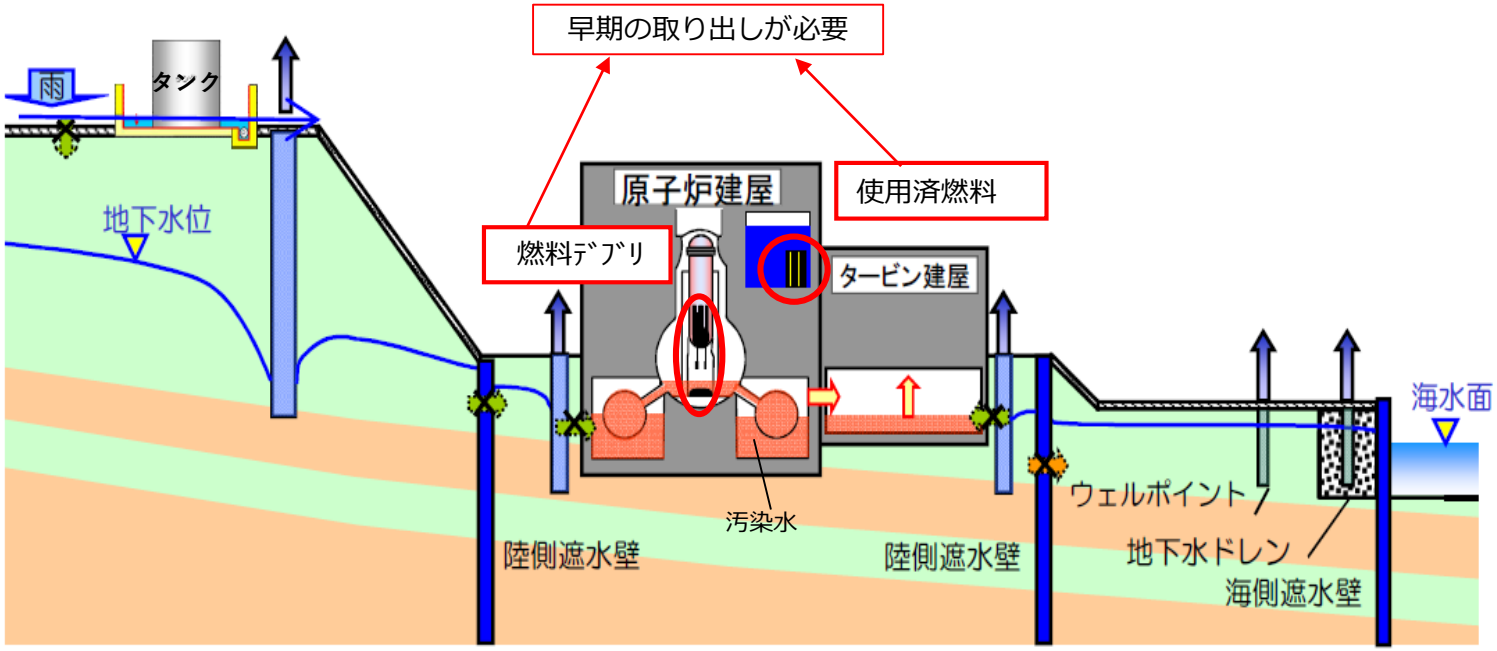


6．廃炉の進捗及びリスク低減のためのエリア確保等の必要性

◇ **燃料デブリや使用済燃料の取り出しなどを行うこと**により、発電所全体のリスクを低減させ、**将来の汚染水発生も完全に抑えられる**ようになり、廃炉が進捗する。

◇ こうした作業を進めるためには、**高台も含めた敷地内に、安定した一定規模の土地を確保する必要**があるが、タンクエリアの拡大などにより、**敷地の利用に制約**が出つつある状況。

◇ したがって、廃炉の進捗のためには、**燃料デブリや使用済燃料の取り出しなどの作業とALPS処理水の処分を同時並行的に検討していくことが必要**。



7．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

◇ トリチウム水タスクフォースで**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)**について規制成立性や、安全性を確保するためのモニタリングの実施を含め、技術的成立性、処理期間やコスト等を評価。【参考7】

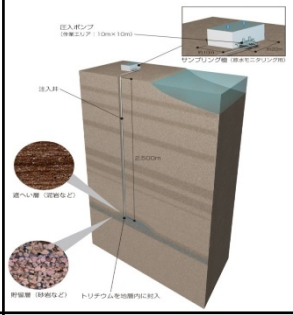
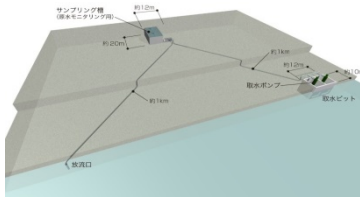
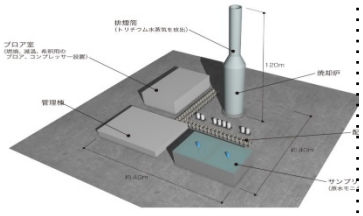
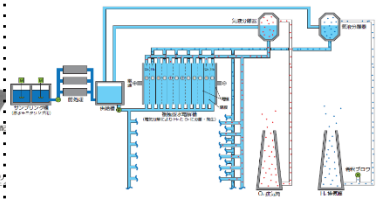
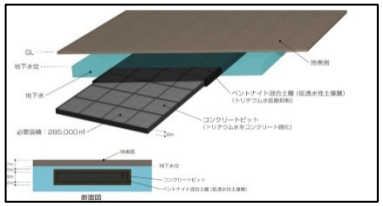
◇ **いずれも、生活圏への科学的な影響を生じない**ことを前提として検討。

◇ 海洋放出、水蒸気放出については、規制基準が存在し、国内外において放出の実績があるが、地層注入については適用される既存の基準がなく、長期モニタリングの方法も確立されていない、水素放出については、前処理やスケール拡大について研究開発が必要といった課題がある。なお、地層注入、地下埋設についてはモニタリングが将来にわたり必要な可能性あり。【参考8】

◇ **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**。

◇ ALPS処理水の処分は風評などの社会的影響を与えうることから、小委員会にて議論することに。

表　トリチウム水タスクフォース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					
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	あり（前例あり）	あり	あり	新たな基準の策定が必要な可能性あり。(類似例あり)
技術的成立性	適切な地層が必要	あり(前例あり)	あり(前例あり)	前処理やスケール拡大について研究開発が必要	あり

8．ALPS処理水の処分に伴う社会的影響の検討

◇ 風評被害が生じるメカニズムは、環境中への放出経路による大きな違いはないものの、**放出経路は、社会的影響を直接与えうる地域や対象に影響**を与える。また、処分完了までの期間は社会的影響を与える期間に影響する。【参考9】

◇ **いずれの処分方法をとっても風評被害は生じうる**が、影響を最小限度に抑える対応策を検討することが必要。

◇ ALPS処理水の処分に伴う社会的影響を抑える対策については、**①情報を的確に伝えるためのリスクコミュニケーション対策**と**②風評被害防止・抑制・補てんのための経済対策**に大きく二分される。

◇ ALPS処理水を処分する際には、**双方の対策を丁寧に実施**することが必要。

◇ 社会的影響の検討に際しては、**ALPS処理水の処分量、処分のタイミング、処分に伴う安全性の確認等**に留意が必要。

表　各処分方法の社会的影響の特徴

	環境中への放出経路		
	地層注入・地下埋設（地下水経由）	海洋放出（海水経由）	水蒸気放出・水素放出（大気経由）
社会的影響を直接与えうる地域	福島第一原発近郊	周辺海域	周辺地域全体
社会的影響を直接与えうる対象	農林水産品・観光	水産品・観光	全産品・観光
処分等が完了するまでの期間	処分終了後もモニタリングが必要な可能性あり	処分開始から終了時まで	処分開始から終了時まで

※海洋放出、水蒸気放出、水素放出については海外への影響も考慮する必要がある。

＜参考＞社会的影響を検討する際の論点の整理①

◇ トリチウムの処分量

●現在のタンク内のトリチウム量：約1000兆Bq（約105万m^3、約100万Bq/L、トリチウム(水)約20g、タンク基数約860基）
※事故当時の1-3号機のトリチウム存在量：約3,400兆Bq(約60g)、事故当時の海域放出量の推定：約100-500兆Bq※(約2～10g)
※トリチウム水タスクフォース第3回柿内委員資料より

●タンク内のトリチウムは、放射能の減衰効果により濃度が減少する一方、汚染水の追加発生により量は増加する。これらのトリチウム量がほぼ同等であることから、タンク内のトリチウム量は大きく変動しない。
※放射能の減衰効果（半減期12.3年、タンク内の濃度は、年率5.5%の割合で減少）
※汚染水の追加発生（年間5～８万m^3）

●事故前の東京電力福島第一原子力発電所からのトリチウムの放出管理目標値は22兆Bq。他の原子力発電所では、3.7兆～290兆Bq。

●処分期間は、年間の処分量や汚染水の継続的な発生期間に依存。

◇ 処分のタイミングを検討するうえで、検討すべき事項

●ALPS処理水を処分する際の風評被害発生のタイミング
- ・ALPS処理水の処分方法の決定
- ・処分のための準備（１年半以上※）
- ・ALPS処理水の処分の開始
- ・ALPS処理水の処分の終了
  (燃料デブリ取り出し、汚染水の追加的発生ゼロを達成)
- ・廃炉作業の完了（３０～４０年）

※）トリチウム水TFの評価では、いずれの処分方法も1年半以上の準備期間が必要

●風評被害への影響を与える周辺状況
- ・産業の復興の状況によって、風評被害への影響が異なる
  （処分のタイミングが重要）
- ・オリンピックなどの社会的なイベントの影響

●廃炉の進展
- ・使用済み燃料、燃料デブリの取り出しには、作業エリアの確保が必要
- ・タンクの処理が進んでいないことが、廃炉が進んでいないとのイメージにつながっている側面もあり
- ・現状タンクは適切に管理されている

●タンクの状況
- ・タンク貯蔵量：約105万m^3(2018年3月)
- ・タンク建設計画：約137万m^3(2020年末)
- ・汚染水の増加量：約5万～8万m^3/年

＜参考＞社会的影響を検討する際の論点の整理②

◇ 処分に伴う安全性の確認

●原子炉等規制法で定められている確認事項について

・排気口/排水口、排気監視設備/排水監視設備において排気中/排水中の放射性物質の濃度を監視し、原子力規制委員会の定める濃度限度を超えないようにすること。

●モニタリングの実施状況

・総合モニタリング計画に基づき、東京電力福島第一原子力発電所近郊において、以下のようなモニタリングを実施

①土壌、水、大気等の環境一般、水環境、海域等について、②学校等、③港湾、空港、下水道等、④野生動植物、廃棄物、⑤農地土壌、林野、牧草等、⑥水道、⑦食品（農・林・水産物）

この中で、トリチウムについても、測定が行われており、海域モニタリングでは、以下の測定を行いデータを公表している。

①近傍海域

・東京電力が７ヶ所で週１回

・原子力規制庁が４ヶ所で月１回

・福島県が４ヶ所で月１回

②沿岸海域

・東京電力が６ヶ所で月２回

・福島県が２ヶ所で月１回

表　東京電力による近傍海域、沿岸海域の海水のモニタリングデータ

現在の放射能濃度(Bq/L) (平成30年7月)	平成24年度の数値(Bq/L)
不検出※1～1.6	不検出※2～13

※1　検出下限値は0.91Bq/L以下　　※２　検出下限値は3.2Bq/L以下
注）WHO 飲料水水質ガイドライン：10,000Bq/L

・サブドレン、地下水バイパスは運用基準を定め、排水前にトリチウム等の濃度が基準を満たしていることを確認し、データを公表の上、排水を実施している。

９．今後の検討に向けた論点整理

◇ALPS処理水を処分する際の安全の確保、安心の追求及びその対応策

- 規制基準を順守した処分
- モニタリングの実施・強化
- 放射線やトリチウムに関する理解醸成
- 過去の実績の共有　等

◇ALPS処理水を処分する際の社会的影響に対する考え方及びその対応策

- 処分方法や処分時期を踏まえた社会的影響の評価と対応策
- 風評被害に対する既存の取組と処分に際しての取組
  - ✓ 情報を的確に伝えるためのリスクコミュニケーション対策
  - ✓ 市場におけるポジション維持対策、生産者への経済面での補填対策
- 海外の輸入規制への影響

⇒ こうした検討を更に進めていくため、
特に、風評被害の問題については、関係者だけではなく、広く国民の皆様がこの問題をどう認識し、どのような懸念があると考えているのかなどを伺った上で、今後の検討を進めていくことが必要

【参考】ALPS処理水の取扱いに関するこれまでの検討状況について

◇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、地層注入、地下埋設（コンクリート固化）、海洋放出、大気放出（水蒸気）、大気放出（水素）の５つの選択肢を評価。

◇風評被害などの社会的な影響も含めた総合的な検討を行うため、平成２８年９月の汚染水処理対策委員会にて、「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、結論ありきではなく、丁寧に議論中。

＜多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会＞

【委員長】	山本　一良	名古屋学芸大学副学長（名古屋大学　名誉教授）
【委員】	大西　有三	京都大学名誉教授、関西大学 客員教授
	開沼　博	立命館大学衣笠総合研究機構准教授
	柿内　秀樹	（公財）環境科学技術研究所環境影響研究部研究員
	小山　良太	福島大学経済経営学類教授
	崎田　裕子	ジャーナリスト・環境カウンセラーNPO法人持続可能な社会をつくる元気ネット理事長
	関谷　直也	東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター准教授
	田内　広	茨城大学理学部教授
	高倉　吉久	東北放射線科学センター理事
	辰巳　菊子	（公社）日本消費生活アドバイザー・コンサルタント・相談員協会　常任顧問
	森田　貴己	（国研）水産研究・教育機構 中央水産研究所 海洋・生態系研究センター 放射能調査グループ グループ長
	山西　敏彦	（国研）量子科学技術研究開発機構
	山本　徳洋	（国研）日本原子力研究開発機構理事

＜参考＞多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会の審議状況

○第1回（平成28年11月11日）
- トリチウム水タスクフォース報告書について、原子力災害による風評被害を含む影響への対策タスクフォース　等

○第2回(平成28年12月16日)：委員からのヒアリング
- 関谷委員（風評問題のメカニズムとその対策）、開沼委員（福島の現状と風評被害）、山西委員（トリチウムの物性等について））　等

○第3回(平成29年2月24日)：委員及び関係者からのヒアリング
- 小山委員（福島県産品に対する風評の実態と農業再生に向けた取組）、福島県（福島県の風評・風化対策強化戦略の現状と方向性）、水産庁（福島県水産業の現状について）　等

○第4回(平成29年4月21日)：委員及び関係者からのヒアリング
- 北海学園大学濱田教授（多核種除去設備(ALPS)処理水の取扱と漁業への影響について）、　ＪＡ全農福島猪俣本部長（福島県産農畜産物の風評被害の実情と本会の取組みについて）

○第5回 (平成29年6月2日)：委員及び関係者からのヒアリング
- 株式会社ヨークベニマル芳賀専務（福島県産商品の取り扱い状況と風評への取組み）、辰巳委員（食品の選択において消費者はどんなことを考えているか）、崎田委員（福島復興を進めるために廃炉と地域・社会のコミュニケーションを考える）　等

○第6回 (平成29年10月23日)：委員及び関係者からのヒアリング
- リテラジャパン代表　西澤真理子（リスクコミュニケーションとは）、福島第一原子力発電所視察のまとめ　等

○第7回 (平成30年2月2日)：風評被害対策について
- 政府及び東京電力の風評被害対策について、風評被害払拭にかかる論点整理の方向性(案)について、トリチウムの性質等について　等

○第8回 (平成30年5月18日)：風評被害対策について
- トリチウムの性質等について、社会的影響の考え方について、今後の進め方について　等

○第９回 (平成30年７月13日)：説明・公聴会(資料案等)について　等
- 「原子力災害による風評被害を含む影響への対策タスクフォース（平成30年7月5日開催）」について、前回の小委員会の振り返りについて、説明・公聴会(資料案等)について　等

＜参考＞これまでの議論の整理（主な意見）①

（１）風評被害の現状及び発生のメカニズム

a. 消費者の不安から流通構造の問題に変化。新たな市場の開拓が必要。

b. 福島県産の購入をためらう人は15%程度で固定化。

c. マスコミの反応が消費者の判断に大きく影響。

d. 漁業は、水揚げを増やしても市場でさばける状態ではなく、風評被害以前の問題。

（２）多核種除去設備等処理水処分の際の対応策の検討

a. リスクコミュニケーションと経済的な風評対策を区別して考える必要あり。

b. 風評被害は発生するということを前提に対策は講じるべき。

c. 安全性について問題ないということを意識して発信すべき。県内でトリチウムについての共通理解を進めていく必要あり。

d. 地域で対話の機会が作られ始めているので、こういう既存の場を活用して、トリチウムの理解促進を図ることが重要。

e. 漁業については、海外からの不安も多く、特に近郊国向けには誤解を解くようなメッセージを出すのも一案。

＜参考＞これまでの議論の整理（主な意見）②

（３）多核種除去設備等処理水の処分

a. トリチウムに対する理解が十分になされていない。

b. 「健康への影響がない」状態でしか処分を認めるべきでなく、管理された状態での処分であれば、安全性という点では問題ないというのがトリチウム水タスクフォースの一つの結論。

c. 処理水の処分はどこかで始めないといけないが、いずれの選択肢も風評被害が拡大する可能性がある中、処分の際には風評被害を最小化することが重要。

d. タンクに貯蔵し続けること自体が新たな風評になっている面もある一方で、現状（適切に管理し、貯め続ける状況）が最もリスクの低い状況との意見も。

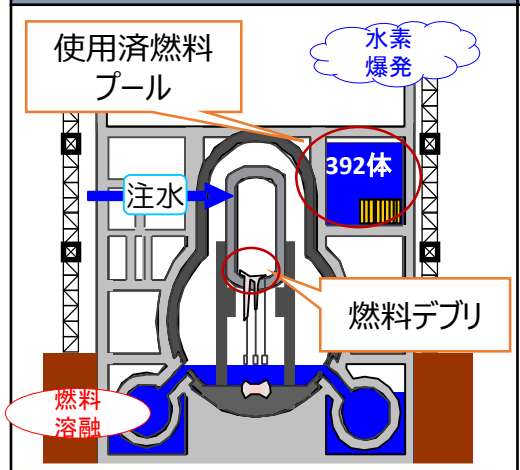
e. 処分の決定、処分の実施、漁業の復興、オリンピックなどのイベント、タンクの限界など、いろいろなタイミングを整理すべき。

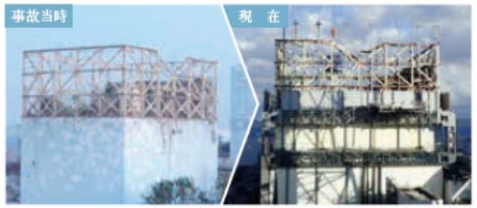
f. 処分の際の管理手法について、海外の例も参考にしながら議論していく必要あり。

【参考1-1】福島第一原子力発電所　１～４号機の現状について

- １～３号機は安定状態を維持した上で、使用済燃料プール内の燃料取り出しに向けた準備作業中（ガレキ撤去、除染、遮へい、取出用設備の設置等）。
- 事故時に溶けて固まった燃料（＝燃料デブリ）の取り出し方針を決定。今後、取り出しに向けた方法を検討。

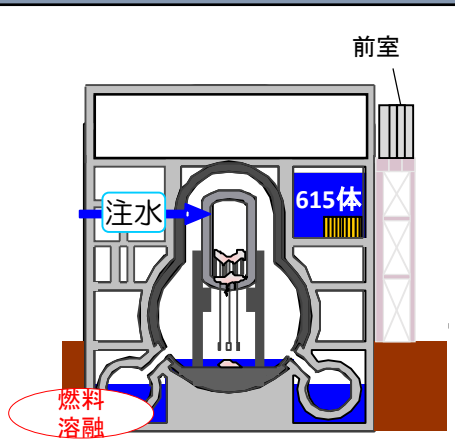
1号機

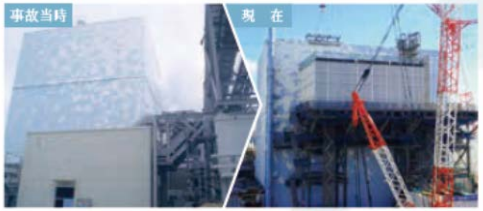




建屋上部のオペレーティングフロアのガレキ撤去開始【2018年1月】

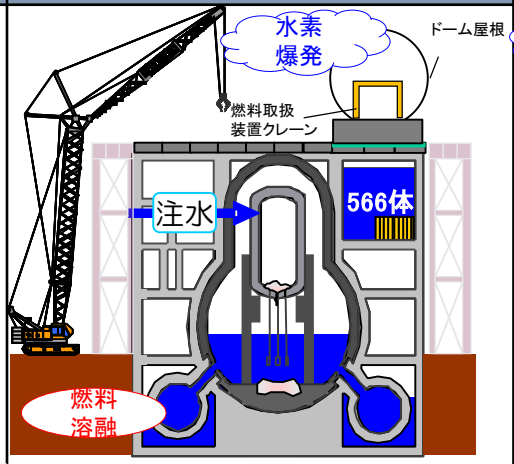
2号機





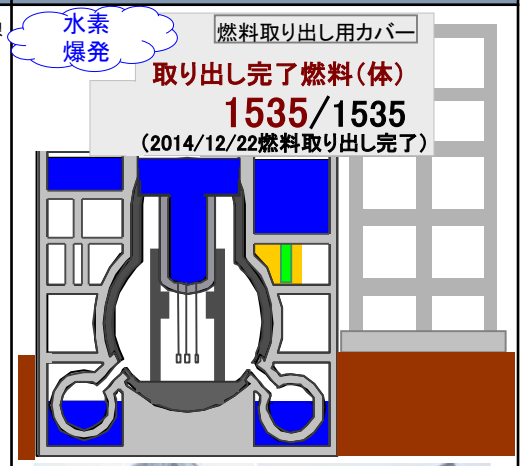
建屋西側外壁の開口部の設置作業開始【2018年5月】

3号機



燃料取扱機・クレーンの試運転開始【2018年3月】

4号機



燃料取り出しは完了

燃料デブリはなし

燃料取り出し開始：2023年度

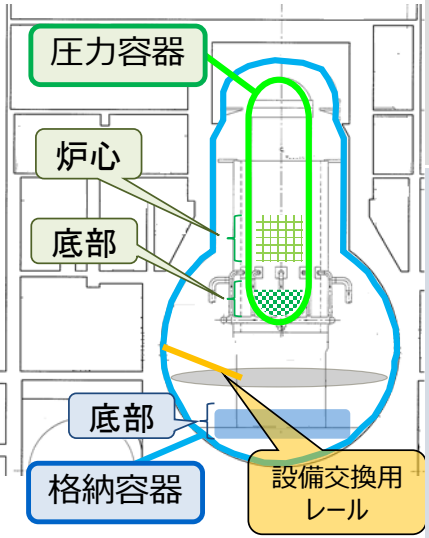
燃料取り出し開始：2018年度中頃

いずれかの号機から燃料デブリ取り出し開始：2021年内

参考1-2】燃料デブリ取り出しに向け、炉内状況の把握が進展。

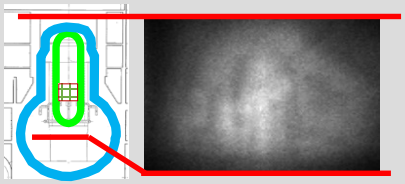
RM目標：2019年度 初号機取り出し方法確定、2021年内 取り出し開始）

➢ これまでに、１～３号機の各号機において、①透過力の強い宇宙線を利用した「透視」技術による調査、②内視鏡やロボット等による調査を実施し、線量・画像等の有用なデータを取得。



1号機

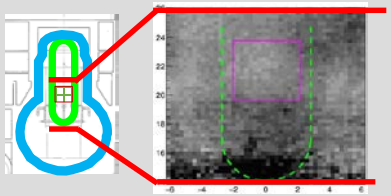
✓ 圧力容器の炉心部には燃料なし（推定）



✓ 設備機器類の大きな損傷は確認されず
✓ 線量を計測
✓ 底部で堆積物、落下物を確認

2号機

✓ 圧力容器の底部に燃料あり（推定）

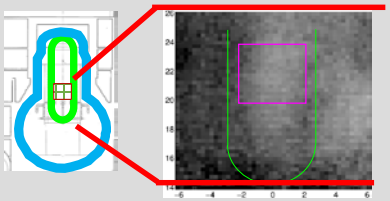


✓ 圧力容器真下の足場の約2/3の範囲を確認（手前側では一部脱落を確認）

✓ 燃料デブリと思われる堆積物を確認

3号機

✓ 圧力容器の炉心部には燃料デブリの大きな塊はない（推定）



✓ 格納容器内の損傷を確認

✓ 燃料デブリの可能性があるもの（溶融物等）を確認

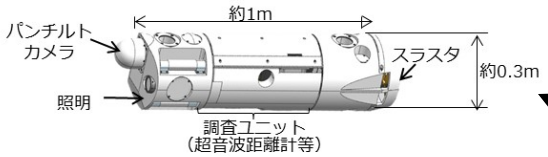
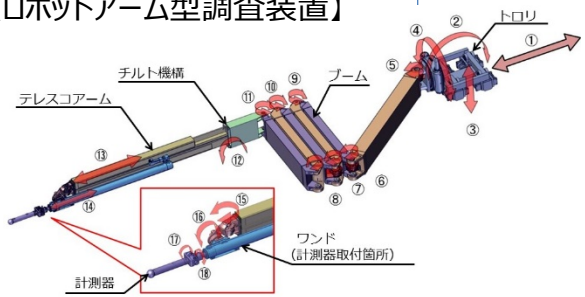
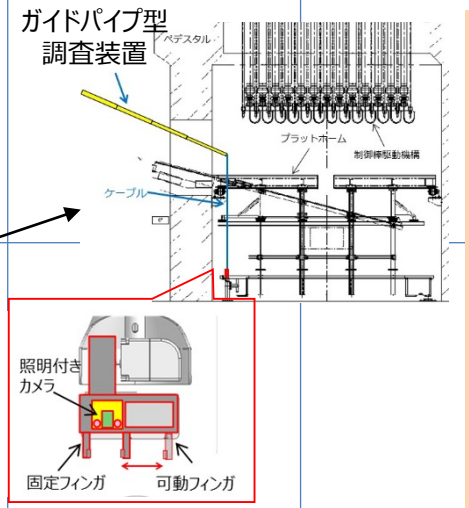
【参考1-3】燃料デブリ取り出しに向けた今後の内部調査の進め方

➢ 初号機からの燃料デブリ取り出しに向けて、今後、更に内部調査を進めていく予定。

・１号機：２０１９年度上期、堆積物分布状況等を調査。また、堆積物を少量サンプリングし分析する予定。

・２号機：堆積物の可動性調査に加え、２０１９年度下期より、燃料デブリを含む可能性が高い堆積物の少量サンプリングを開始予定。更に、２０２０年度により取得量を増やしたサンプリングを開始予定。

・３号機：格納容器内の水位低下方策や水中遊泳ロボットによる更なる調査の必要性を検討中。

	2018年度		2019年度		2020年度	2021年度
	上期	下期	上期	下期		
１号機	 【水中ボート型調査装置】 イメージ図※		▲格納容器底部堆積物の分布状況調査 【水中ボート型調査装置】			
２号機	【ロボットアーム型調査装置】 		▲格納容器底部堆積物の可動性調査 【ガイドパイプ型調査装置】 ▲ 堆積物の分布状況調査 【ロボットアーム型調査装置】 ▲ 堆積物の 少量サンプリング開始		ガイドパイプ型調査装置  ▲ 取得量を増やした サンプリング開始	
３号機	（時期未定） 格納容器底部の詳細調査【水中遊泳ロボット】					

初号機の燃料デブリ取り出し方法の確定

初号機からの燃料デブリ取り出し開始

【参考1-４】使用済燃料プール内の燃料取り出しに向けた作業が進展。

（RM目標：１・2号機は2023年度目処、3号機は2018年度中頃に取り出し開始）

＜３号機＞

■ 2018年度中頃の燃料取り出し開始に向け、作業が進展。燃料取扱機、クレーンの設置が完了し、ドーム屋根の設置を2月23日に完了。3月15日から燃料取扱機、クレーンの試運転を開始。

ドーム屋根の設置完了（2018年2月23日）

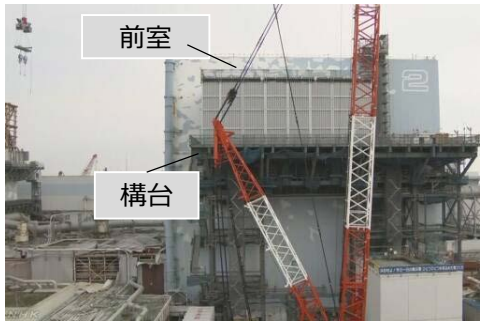
クレーンと燃料取扱機

試運転終了後、規制庁使用前検査受験、作業員の訓練等を実施。

＜２号機＞

■ 原子炉建屋西側に構台、汚染物質の拡散を防止するための前室を設置。

■ 前室内にて、オペレーティングフロア内へアクセスするための開口部（約5m×7m）の設置を６月21日に完了。７月2日から遠隔操作ロボットを使用し、オペレーティングフロア内の線量や汚染状況等の調査を開始。



原子炉建屋西側の構台と前室

開口部の様子（2018年６月２１日）

※オペフロ調査の結果を踏まえ、原子炉建屋上部解体等の作業計画、工程を立案。

＜１号機＞

■ 1月22日からオペレーティングフロアのガレキ撤去を開始。5月10日にはガレキの下敷きとなっている天井クレーン等の燃料プールへの落下を防止するための準備作業に着手。

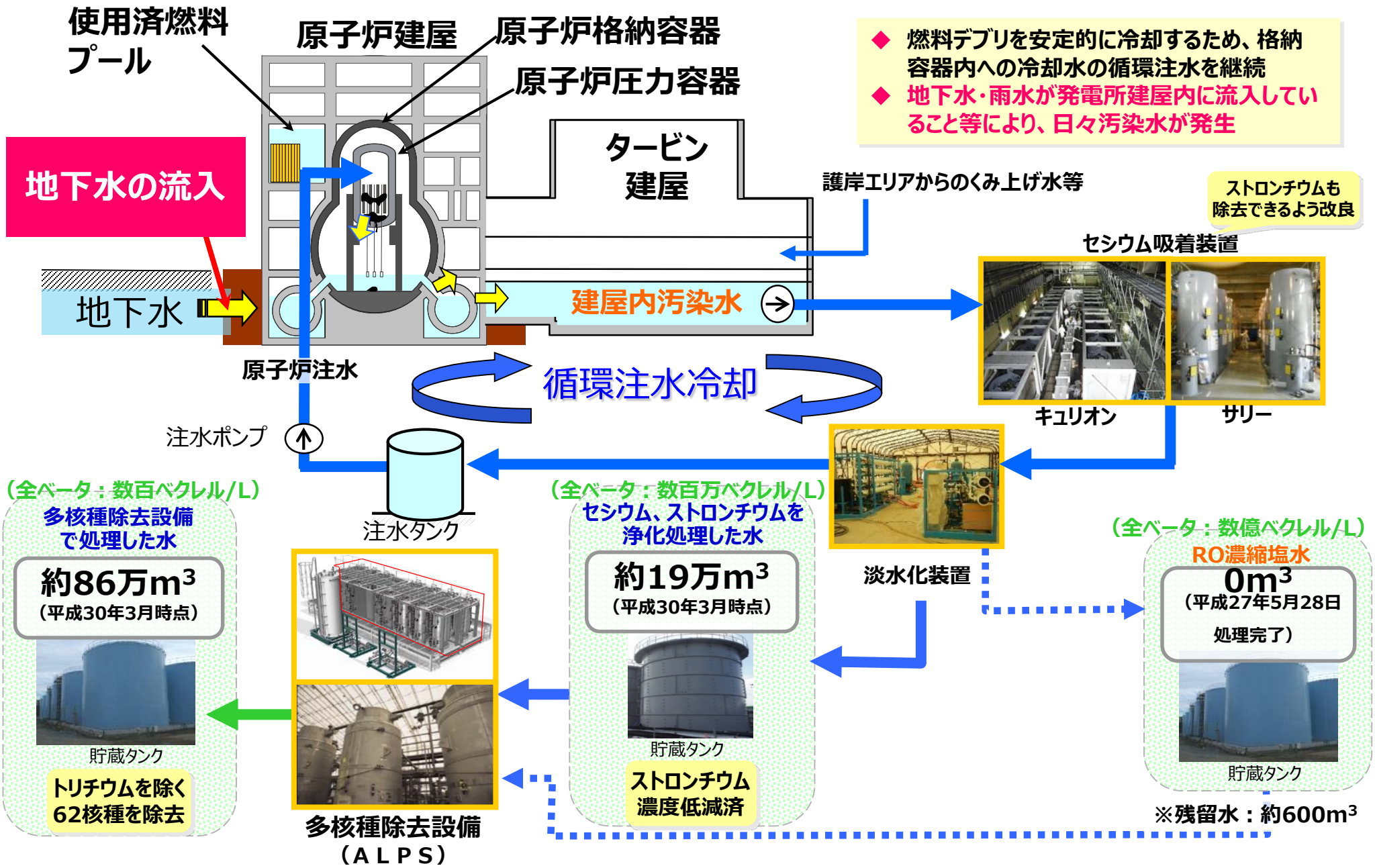
■ ダスト飛散抑制対策を行い、放射性物質濃度の監視を行いながら、安全を最優先に作業を実施中。

建屋上部のガレキの状況

ガレキ撤去の作業状況（2018年1月22日）

【参考2-1】汚染水処理の流れ

- 燃料デブリを安定的に冷却するため、格納容器内への冷却水の循環注水を継続
- 地下水・雨水が発電所建屋内に流入していること等により、日々汚染水が発生

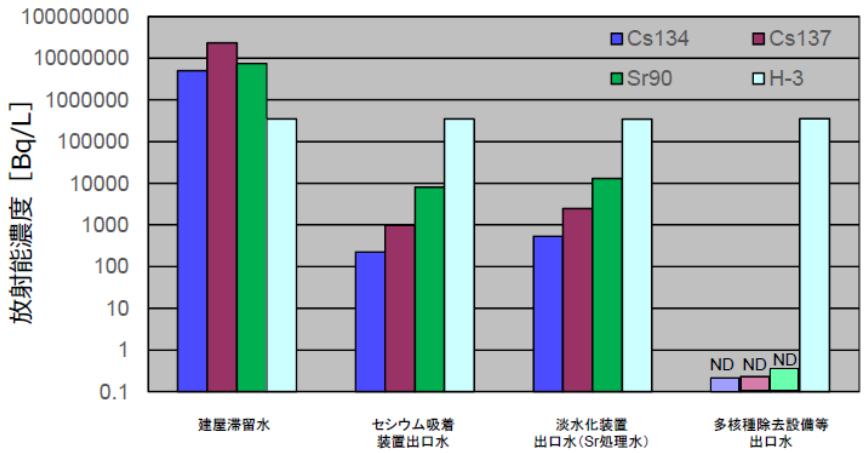


【参考2-２】タンクで貯蔵している処理水の性状

◇ 現在、タンクに貯蔵しているALPS処理水(≠汚染水)は、トリチウムを除く放射性物質の大部分を取り除いた状態。

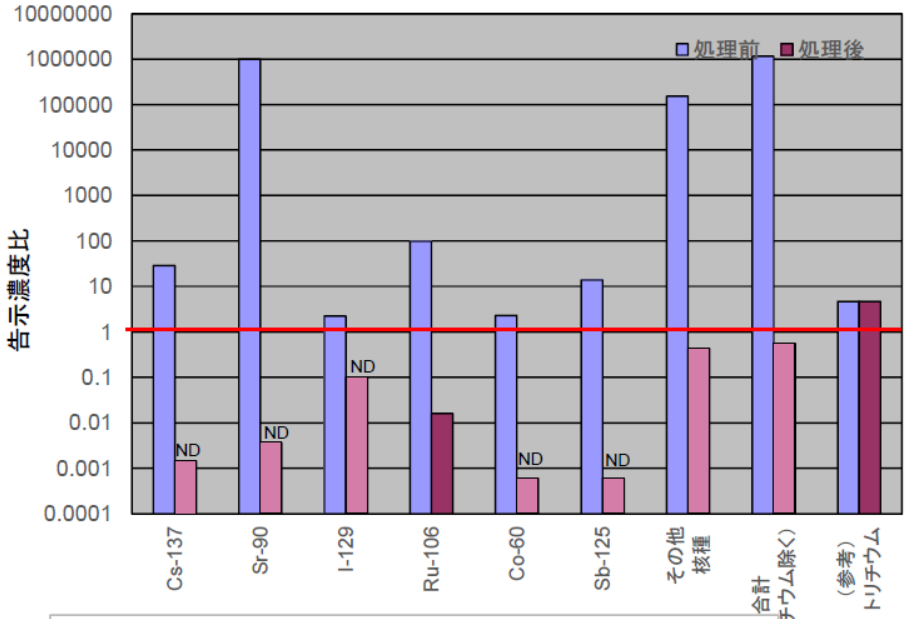
※多核種除去設備等は、汚染水に含まれる放射性核種（トリチウムを除く）を『実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示』に定める周辺監視区域外の水中の濃度限度（以下、「告示濃度」という。）より低いレベルまで低減できる能力を有している。また、タンクの処理水に含まれるトリチウムは規制基準より高濃度であり、希釈しなければ一定のリスクを有している。

■ 汚染水処理の効果



汚染水処理過程における主な核種の放射能濃度

【補足事項】
・建屋滞留水：HTI建屋滞留水濃度。
　但し、H-3はセシウム吸着装置出口水濃度。
・セシウム吸着装置出口水：淡水化装置入口水濃度。
・採取日：2016.3.8
　（セシウム吸着装置出口水のSr90：2016.3.5）
　（多核種除去設備等出口水：2016.3.21）
・多核種除去設備等出口水：増設多核種除去設備A系濃度。
・検出限界値以下（ND）の場合は、検出限界値を示す。



【補足事項】・採取日：2014.9.20～28
　（トリチウムは淡水化装置出口水（2014.10.7）の分析結果を使用。）
・検出限界値以下（ND）の場合は、検出限界値を使用。

多核種除去設備等で処理した水の性状※2
（増設多核種除去設備A系）

※２：装置運用開始時の性能。運用に伴い処理水の濃度は一定程度の範囲で変動する。

第1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

【参考2-３】重層的な汚染水対策の効果

- 凍土壁とサブドレン等により、地下水位を安定的に制御し、**建屋へ地下水を近づけない水位管理システムが構築された**。
- こうした予防・重層的な汚染水対策により、**地下水位を低位に安定させ、汚染水の発生を大幅に抑制することが可能**となり、汚染水発生量は、**過去最少の水準に低減**した。（2018年2月時点）

①建屋流入量		②護岸エリアからの建屋移送量		③雨水や地下水に起因する汚染水発生量（＝①＋②）		⑤汚染水発生量※3（＝③＋④）	
凍土壁閉合前（2015年12月～2016年2月平均）	約190m³/日	凍土壁閉合前（2015年12月～2016年2月平均）	約300m³/日	凍土壁閉合前（2015年12月～2016年2月平均）	**約490m³/日**	凍土壁閉合前（2015年12月～2016年2月平均）	**約520m³/日**
凍土壁閉合後（2017年12月～2018年2月※1平均）	約90m³/日	凍土壁閉合後（2017年12月～2018年2月※1平均）	約20m³/日	凍土壁閉合後（2017年12月～2018年2月※1平均）	**約110m³/日**	凍土壁閉合後（2017年12月～2018年2月※1平均）	**約140m³/日**

＋　＝

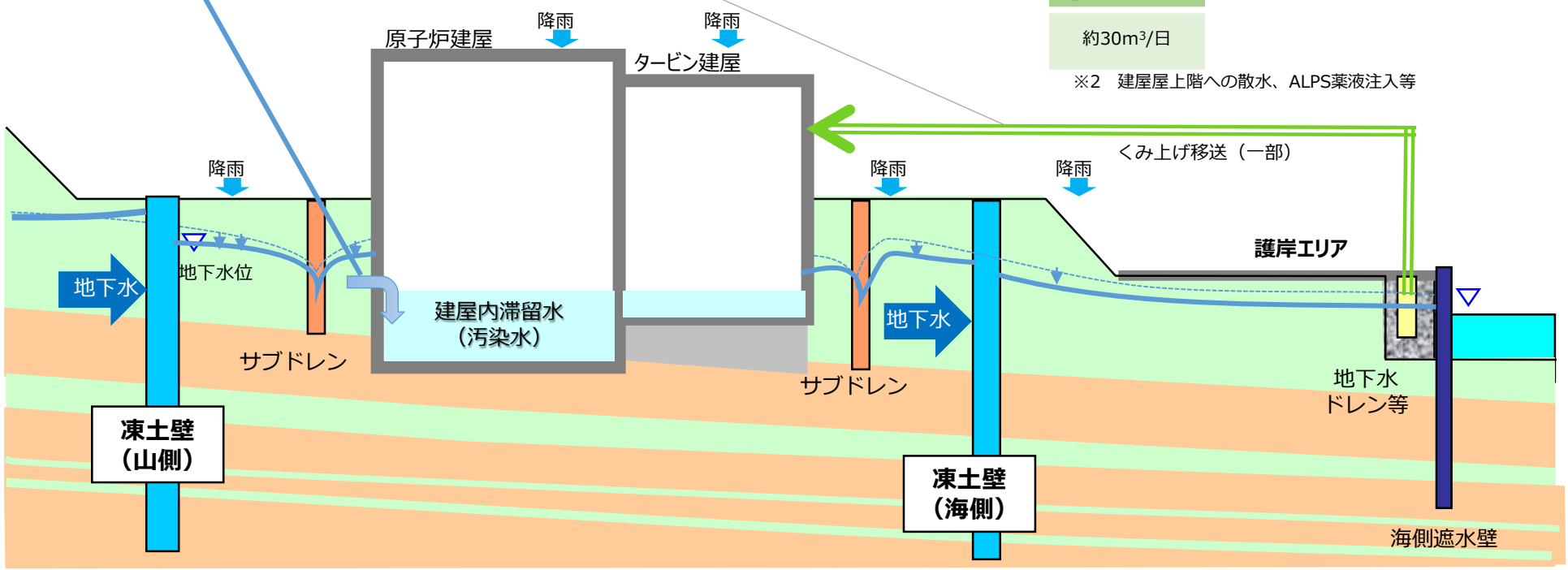
※1　～2/22

※３ 中長期ロードマップにおける目標：平均降雨に対して150㎥/日未満

④その他※2

約30m³/日

※2　建屋屋上階への散水、ALPS薬液注入等



（注）2/22までのデータには、地下水に起因しない、工事に伴う建屋流入量の増影響が含まれており、この影響が確認される前（2/8まで）のデータを用いると、①約80㎥/日、②約20㎥/日、③約90㎥/日、④約40㎥/日、⑤約130㎥/日となる。

（注）　端数処理（四捨五入）により、合計値が一致しない場合がある

【参考2-４】タンクの管理状況について

◇ 現在、タンクは、漏洩リスクの高いフランジ型（ボルト締め）タンクの、より信頼性の高い溶接型タンクへのリプレースや、堰の二重化など漏えい防止策、パトロール等による保全に向けた取組を実施し、外部への影響が出ないよう重層的に管理されている。

◇ 一方で、タンク等に関連したトラブルを、完全にゼロにすることは難しい。

◇ また、タンクの処理水に含まれるトリチウムは規制基準より高濃度であり、希釈しなければ一定のリスクを有している。

【溶接型タンクへの切替え】

【タンクの漏えい防止策】

堰（せき）のかさ上げ・二重化を実施

せき

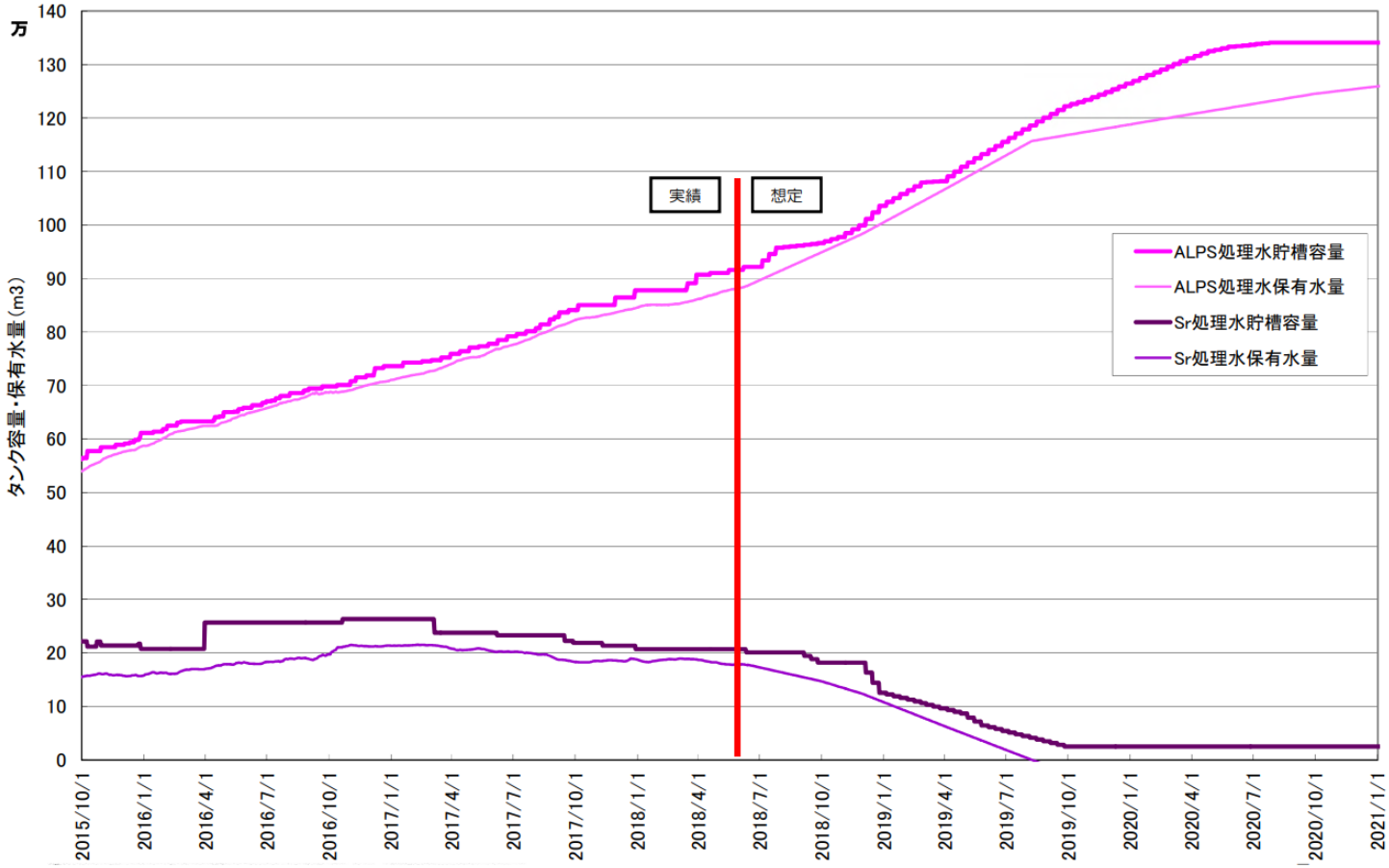
雨どい、堰カバーで堰内への雨水の流入を抑制

【参考3-1】タンクの建設の見通し

◇ 汚染水の増加量は、1日あたり約540m³(2014年5月) だったものが、サブドレンによる汲み上げや凍土壁の効果などによって、2017年度の平均で約220m³まで低減してきた。しかしながら、これまでに保管してきた処理済み水等(※)は100万m³を超え、今後もペースは低下しつつあるものの増え続けていく見込み。

※処理済み水等とは、ALPS処理水とSr処理水を指す

◇ タンクの設置エリアは発電所敷地の南半分に位置している。タンクを建設するために適した用地は限界を迎えつつあり、現在の計画では137万m³が保管の限界である。



2020年末に10万m³程度の余裕があるものの、それ以降のタンク建設は不透明。

【参考3-2】タンクの見通し（単純計算）

	2018年３月末の貯蔵量	2020年末のタンク容量	
タンク容量	約１０５万m³	約１３７万m³	→残り容量は約３２万m³

※ 2018年３月末のタンク容量は約１０９万m³

２０２０年までの１年あたり汚染水発生量(①)	現状（2017年度）	２２０m³／日	×３６５日＝	約８万m³/年
		～		～
	2020年目標	１５０m³／日		約５万m³/年

2020年までの建屋内滞留水処理量（②）　約５万m³

2020年末まで　約２２万m³ ～ 約１５万m³

→２０２０年までのタンク貯蔵量の増加（①×2.75年＋②）　約２０～２７万m³

トリチウムの試算

- 今後も少なくとも約150m³/日、年換算約5.5万m³の汚染水が追加的に発生。濃度は約100万Bq/L。ただし、今後、発生量、濃度ともに、ぶれる可能性あり。
- 減衰効果による１年間の減少量は、約5.5%。貯蔵されているトリチウム量は減少するが、濃度の薄い処理水となる。
- 全体として、処理水の量は増加しており、タンクに貯蔵している処理水を減らしていくためには、年間5.5万m³以上の処分が必要となる計算。

【参考4】福島第一原子力発電所のトリチウムの状況

◇ 事故前の放出管理目標値は年間22兆ベクレル。規制濃度基準は６万ベクレル/リットル以下。

◇ 実際の平均放出量は年間約2兆ベクレル。濃度はND～１ベクレル/リットル程度（2007年度）。
※なお、使用済燃料プールから自然に蒸発した水蒸気等に含まれるトリチウムが、換気に伴い、大気に排出。

◇ 事故後は炉心溶融により、被覆管内に存在していたトリチウムが外部に流出。

◇ 現在、タンクに貯蔵されているALPS処理水は、貯蔵量約105万m^3、濃度約100万ベクレル/リットル。約1000兆ベクレル。※多核種除去設備等により、トリチウムを除く核種について告示濃度限度以下までの浄化が可能。他方、原子力発電所や再処理施設等から排出される水についても同様にトリチウム以外の核種を除去したうえで排出している。

◇ サブドレン等で海洋に排水している地下水には、一定程度トリチウムが含まれている。
（運用目標：1500ベクレル/リットル以下、実際の排出濃度(平均値)：約660ベクレル/リットル、 実際の排出濃度(最大値)：1100ベクレル/リットル）

◇ なお、WHOの飲料水水質ガイドラインの濃度は1万ベクレル/リットル。

東京電力福島第一原子力発電所におけるトリチウム排出量（ベクレル/年）

2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
約2.6兆	約1.4兆	約1.6兆	約2.0兆	約2.2兆

出典：JNES「原子力施設運転管理年報」より作成

サブドレンからのトリチウム排出量（ベクレル/年）

	2015年※1	2016年	2017年	計
サブドレン	約360億	約1300億	約1100億	約2760億

※1 サブドレンは、2015年9月14日から排水開始

出典：東京電力の資料より作成

（参考）事故時の生成量及び排出量等について

事故時の1-3号機のH3量：3,400兆ベクレル
事故時の海域放出量の推定：100-500兆ベクレル※
※トリチウム水タスクフォース第3回柿内委員資料より

【参考5】自然環境におけるトリチウムの生成量等

◇自然界でのトリチウムの生成

- ✓ 宇宙放射線等により、自然界で生成：約7京(約7×10^{16})ベクレル/年
  - ➢ 自然界での存在量は約100～130京(約$1\sim1.3\times10^{18}$)ベクレル

◇日本における降水中のトリチウムは年間約223兆ベクレル。

◇日本全国の原発による海洋へのトリチウム排出量(約380兆ベクレル/年)は、降水中に含まれるトリチウム量(約223兆ベクレル/年)の約1.7倍。

◇自然由来のトリチウム生成量は既に自然界に存在している自然由来のトリチウムの量と比較すると約20分の1程度。

日本における、1年間の降水中に含まれるトリチウム量について

日本における年間の総降水量(①)	6310億立方メートル
日本における降水中のトリチウム濃度(②)	0.353ベクレル/リットル
日本における年間の降水中のトリチウム量(①×②)	約223兆ベクレル/年

出典
①：国土交通省　水管理・国土保全局水資源部『平成29年版　日本の水資源の現況』（1981年～2015年の平均値）
②：環境放射能データベース(2007年～2015年の千葉県、青森県、福島県におけるトリチウム濃度)

【参考6】日本の原子力発電所等の近海の海産生物トリチウム濃度

- H28年度の東日本海域における海産生物のトリチウム濃度は0.1ベクレル/リットル程度。
- また、近隣海域の海水濃度はND～2.6ベクレル/リットル程度。
- トリチウム水は水と同じ性質を持つため、水から特定の生物への濃縮は確認されていない。
- なお、WHOの飲料水水質ガイドラインの濃度は1万ベクレル/リットル。

東日本海域における海産生物のトリチウム濃度(平成28年度)

魚種	細断 個体数	海産生物の トリチウム濃度	＜参考＞H27年度の原子力 施設周辺海域海水濃度
カナガシラ、アイナメ、ヒラメ、マダラ、マアナゴ、ババガレイ、マガレイ、ヤナギダコ、マルアオメエソ、ミズダコ	約1,400	0.07～0.13ベクレル/リットル	N.D.～2.6ベクレル/リットル

出典：平成28年度海洋環境における放射能調査及び総合評価(海洋生物環境研究所)

【参考7-1】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）
◇ 以下の5つのケースについて評価を実施し、比較結果は２０１６年６月「トリチウム水タスクフォース報告書」にて公表。

【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：４００m^3／日
  比較実施時における汚染水増加量≦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（空気中）で5Bq/Ｌ、水素ガスの状態（空気中）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

【参考7-2】トリチウム水タスクフォースの概要（地層注入）

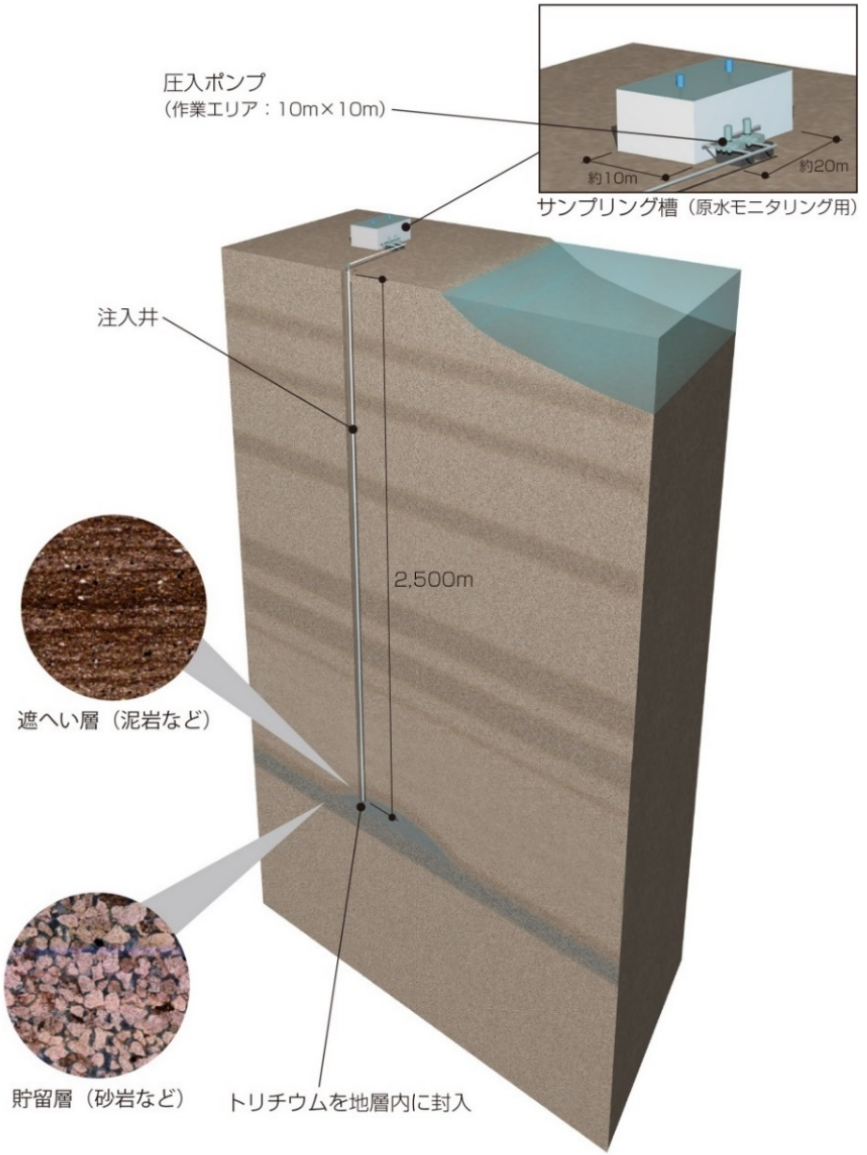
◇ トリチウム水を前処理なし、または希釈し、安全性を確保した上でパイプラインを通じて深い地層中（深度2,500m）に注入する。

前処理	**なし**
技術的課題	適切な地層が必要
規制的課題	新たな規制・基準の策定が必要
処分期間 [月]	69～102（※1）
解体期間 [月]	2
監視期間 [月]	456～912
処分費用 [億円]	177～180(※2, 3)
規模（陸部面積）[m^2]	380
規模（海洋部面積）[m^2]	なし

※1 地層調査1回により20[月]増加。
※2 地層調査1回により6.5[億円]増加。
※3 深地層の長期モニタリング方法は現時点で存在しないと考えられ、モニタリングコストは含んでいない。

前処理	**希釈**
技術的課題	適切な地層が必要
規制的課題	なし
処分期間 [月]	86~156（※4）
解体期間 [月]	6~12
監視期間 [月]	処分期間中
処分費用 [億円]	501~3,976（※5）
規模（陸部面積）[m^2]	730~2,080
規模（海洋部面積）[m^2]	12~120

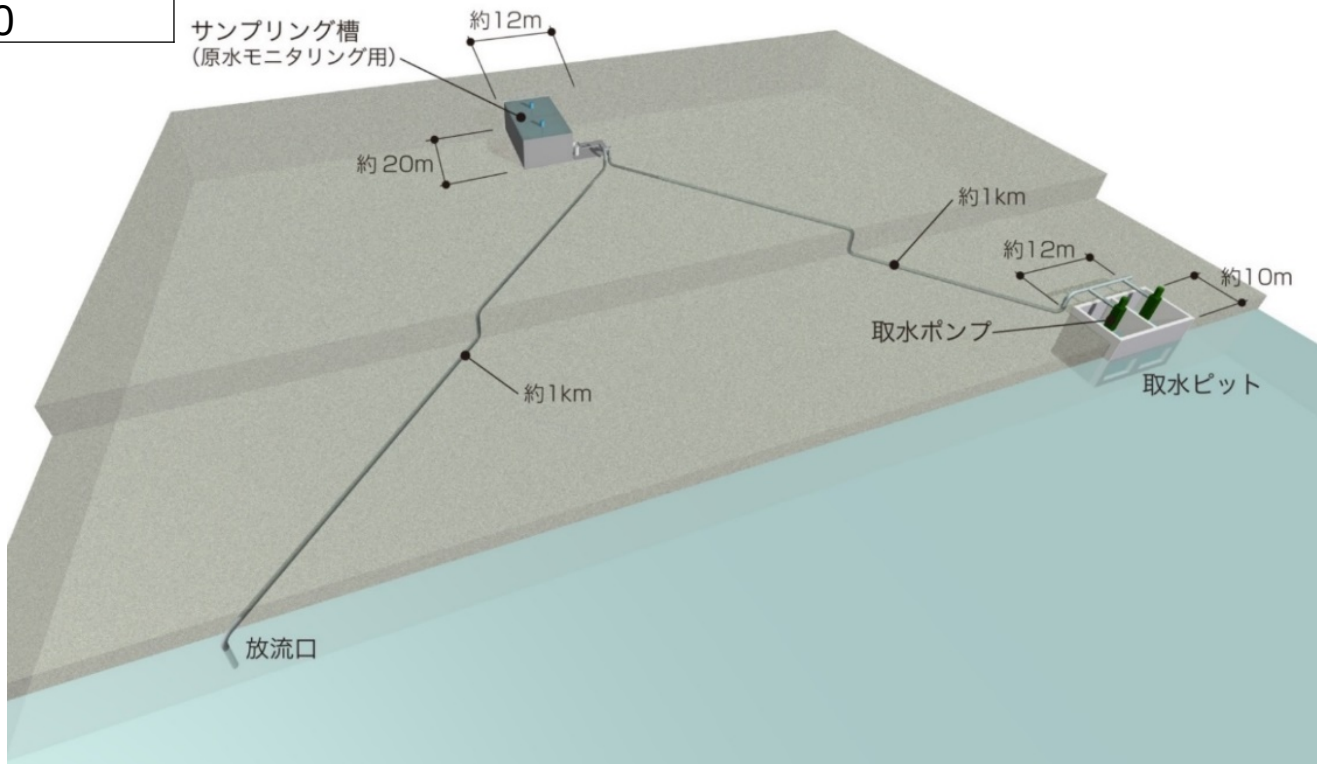
※4 地層調査1回により25～40[月]増加。
※5 地層調査1回により13~110[億円]増加。



【参考7-3】トリチウム水タスクフォースの概要（海洋放出）

◇ トリチウム水を希釈し、安全性を確保した上で海洋に放出する。
（希釈倍率により希釈する水の確保の方法が変わる可能性がある）

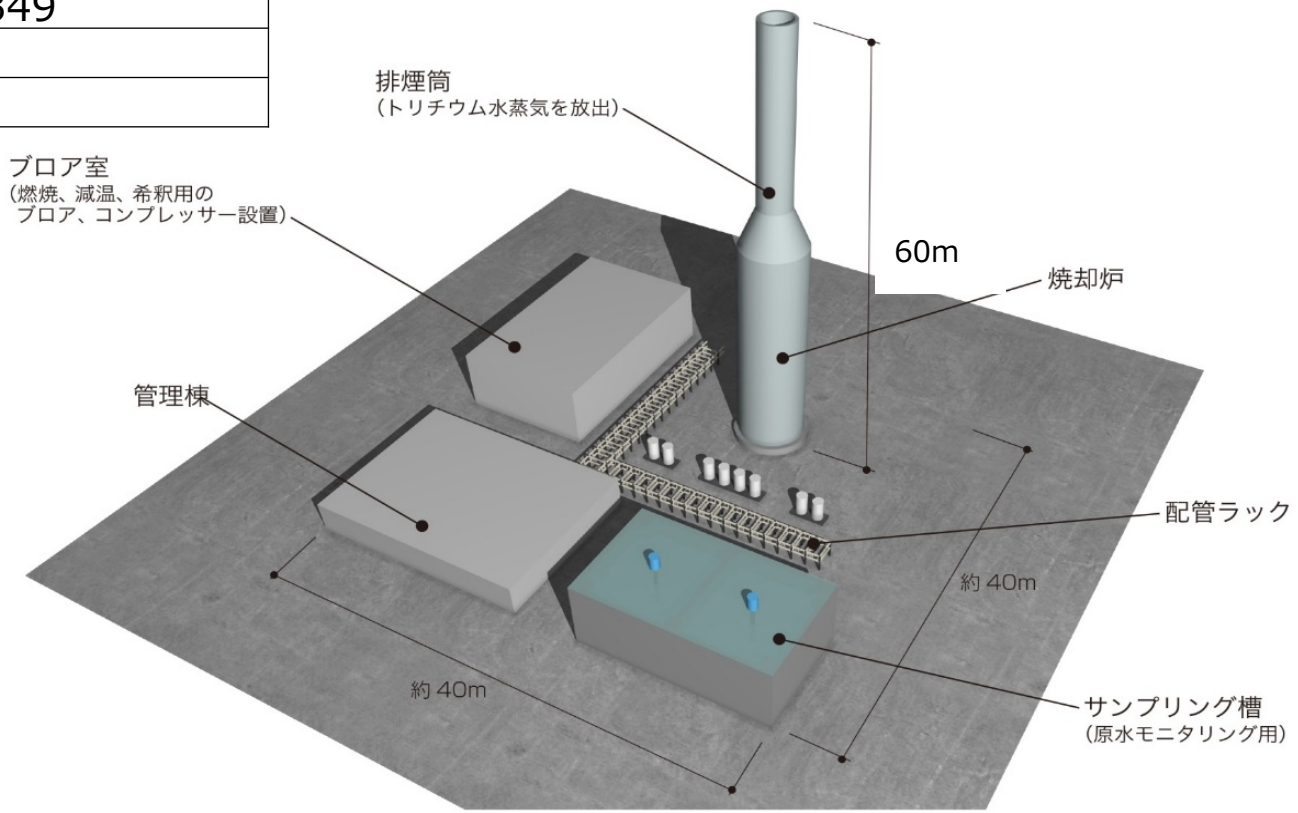
前処理	希釈
技術的課題	なし（事例あり）
規制的課題	なし
処分期間 [月]	52~88
解体期間 [月]	3
監視期間 [月]	処分期間中
処分費用 [億円]	17~34
規模（陸部面積）[m^2]	280
規模（海洋部面積）[m^2]	12~120



【参考7-4】トリチウム水タスクフォースの概要（水蒸気放出）

◇ トリチウム水を前処理無しで蒸発処理し、トリチウムを含む水蒸気を蒸発装置に送り込み、安全性を確保した上で排気筒から高温水蒸気として大気に放出する。

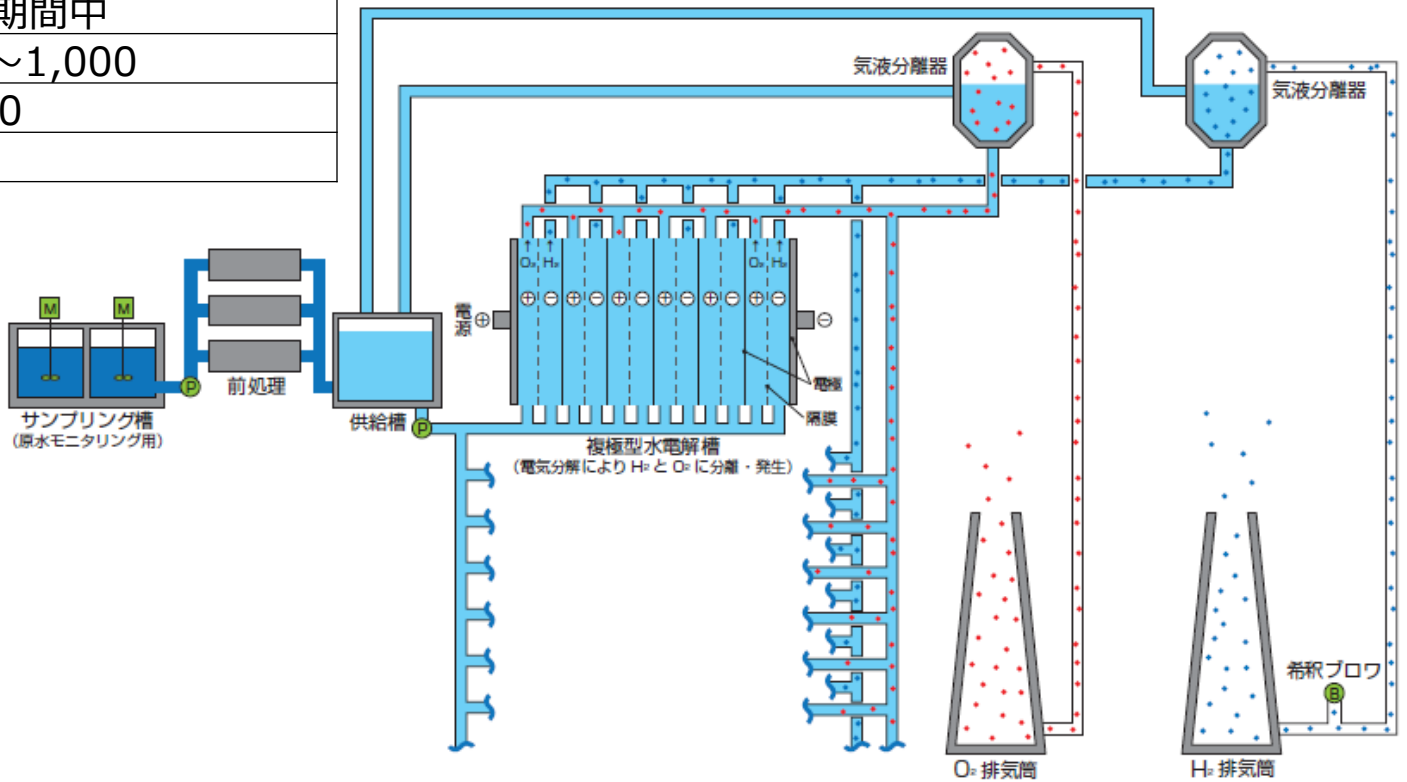
前処理	なし
技術的課題	なし（事例あり）
規制的課題	なし
処分期間 [月]	75～115
解体期間 [月]	5
監視期間 [月]	処分期間中
処分費用 [億円]	227～349
規模（陸部面積）[m^2]	2,000
規模（海洋部面積）[m^2]	なし



【参考7-5】トリチウム水タスクフォースの概要（水素放出）

◇ トリチウム水を前処理無しで電気分解によって水素に還元し、安全性を確保した上で大気に放出する。

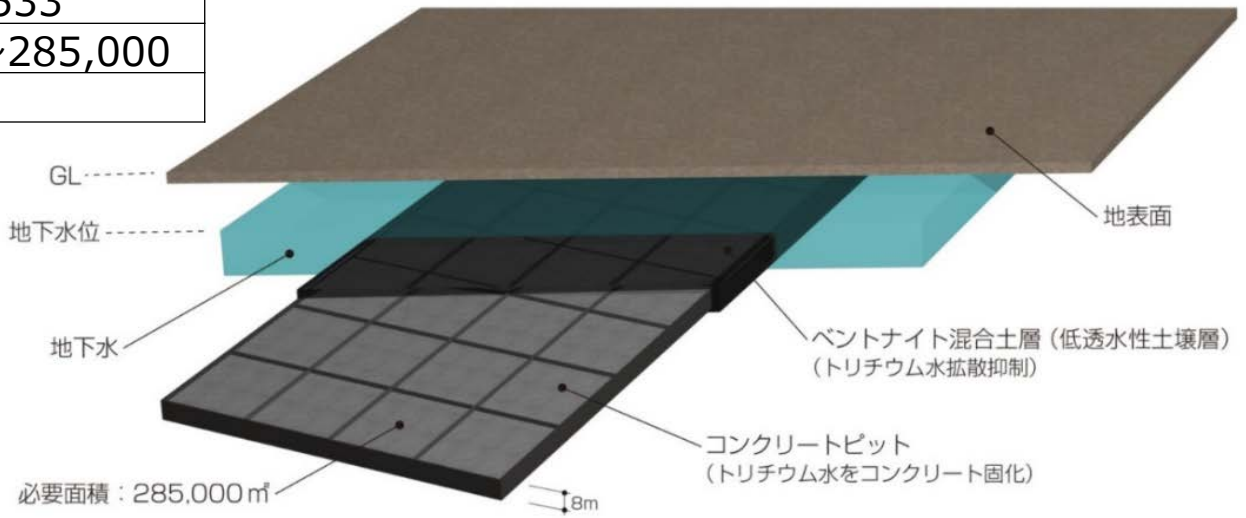
前処理	なし
技術的課題	実トリチウム水を対象とした場合、前処理やスケール拡大等についてR&Dが必要な可能性あり。
規制的課題	なし
処分期間 [月]	68～101
解体期間 [月]	5
監視期間 [月]	処分期間中
処分費用 [億円]	600～1,000
規模（陸部面積）[m^2]	2,000
規模（海洋部面積）[m^2]	なし

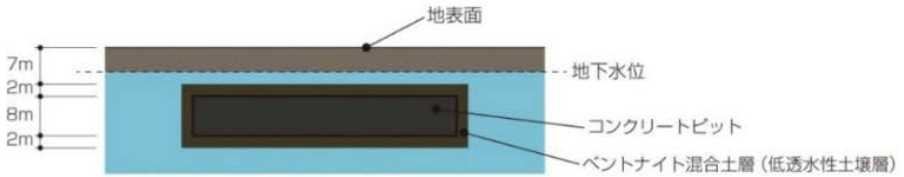


【参考7-6】トリチウム水タスクフォースの概要（地下埋設）

◇ トリチウム水を前処理なしでセメント系等の固形化材と混練し、コンクリートピット等の区画内に安全性を確保した上で埋設する。

前処理	なし
技術的課題	なし（事例あり）
規制的課題	新たな基準の策定が必要な可能性
処分期間 [月]	62～98
解体期間 [月]	0
監視期間 [月]	456～912
処分費用 [億円]	1,219~2,533
規模（陸部面積）[m^2]	144,000～285,000
規模（海洋部面積）[m^2]	なし

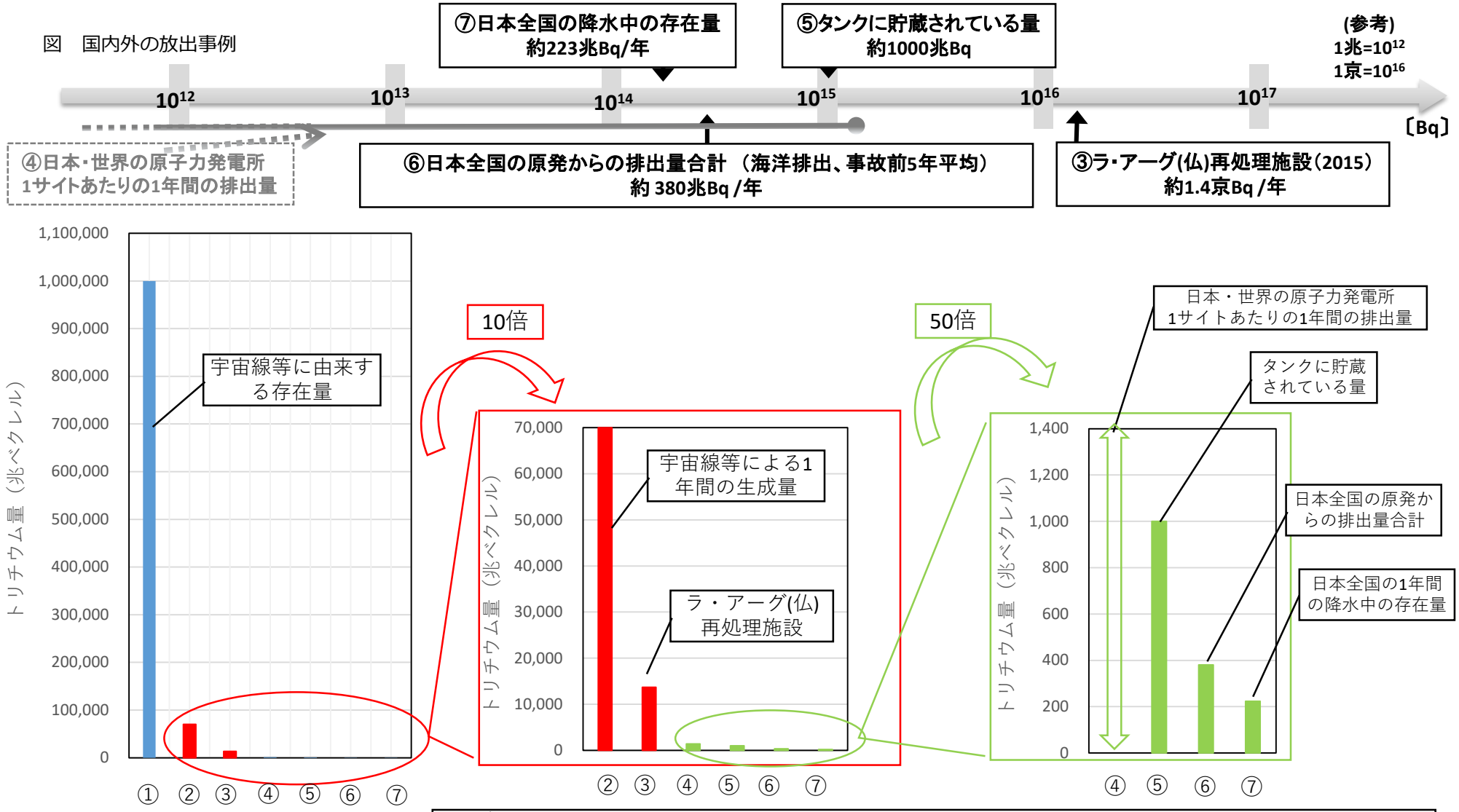




断面図

【参考8-1】国内外のトリチウム放出に係る現状

図　国内外の放出事例



＜凡例＞
①宇宙線等に由来する存在量
②宇宙線等による年間の生成量
③ラ・アーグ(仏)再処理施設
④日本・世界の原子力発電所1サイトあたりの年間排出量
⑤タンクに貯蔵されている量
⑥日本全国の原発からの年間排出量
⑦日本全国の年間の降水中の存在量

【参考8-2】原子力発電所からの海洋への放出に関する参考事例

➢ **参考事例**

国内外の原子力発電所

→原子力発電所のメンテナンスで発生するドレン水等の液体廃棄物について、放射性核種を除くため浄化処理を行った後、循環水に混ぜ海洋に排出。

※なお、使用済燃料プールから自然に蒸発した水蒸気等に含まれるトリチウムが、換気に伴い、大気に排出。

【海洋放出量】(国内)

・ＰＷＲ※

年間約1.8×10^{13}～8.7×10^{13}Bq放出（平成22年度）

※　炉心の冷却水にホウ素を入れるため、BWRとトリチウムの発生量が異なる。

・ＢＷＲ

年間約2.2×10^{10}～2.2×10^{12}Bq放出（平成22年度）

※ 1兆（10^{12}）Bq≒約0.02g（トリチウム(水)）

【環境影響】

・規制濃度基準は、液体：6万Bq/L、気体(水蒸気)：5Bq/L

・各施設共に、海洋モニタリングなどを実施している。

【近隣海域のトリチウム濃度】

H22年度：ND～21ベクレル/リットル

H27年度：ND～2.6ベクレル/リットル

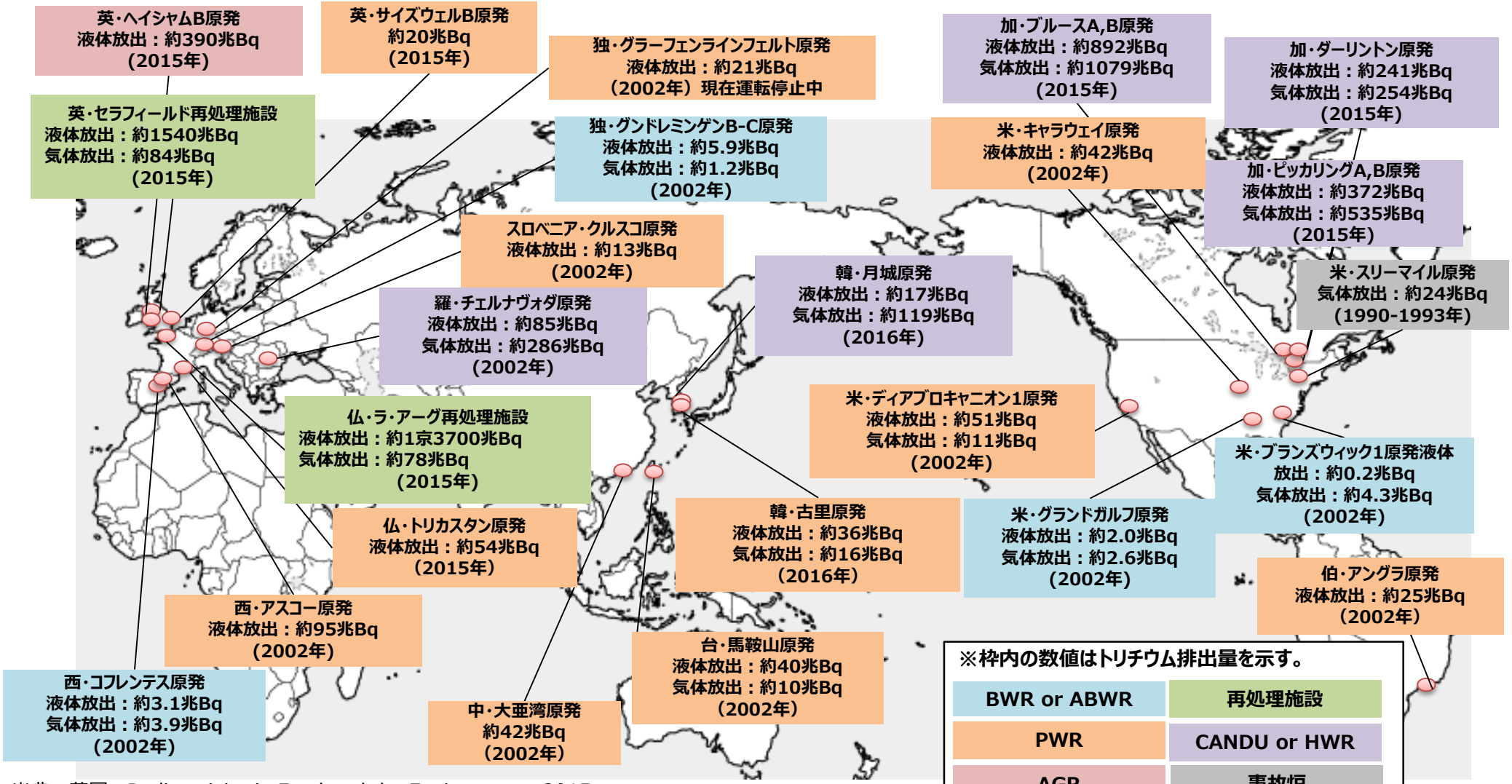
※NDとは検出下限以下を指す

出典：JNES「原子力施設運転管理年報」

出典：平成28年度海洋環境における放射能調査及び総合評価(海洋生物環境研究所)

【参考8-3】世界の原子力発電所等からのトリチウム年間排出量

◇ 海外の原発・再処理施設においても、トリチウムは海洋・気中等に排出される。



出典：英国：Radioactivity in Food and the Environment, 2015
カナダ：Canadian National Report for the Convention on Nuclear Safety, Seventh Report
フランス：トリチウム白書2016
韓国： 2016年度 原発周辺の環境放射能調査と評価報告書, 韓国水力・原子力発電会社（KHNP）
その他の国々：UNSCEAR「2008年報告書」

＜参考＞1兆Bq≒約0.019g（トリチウム水）

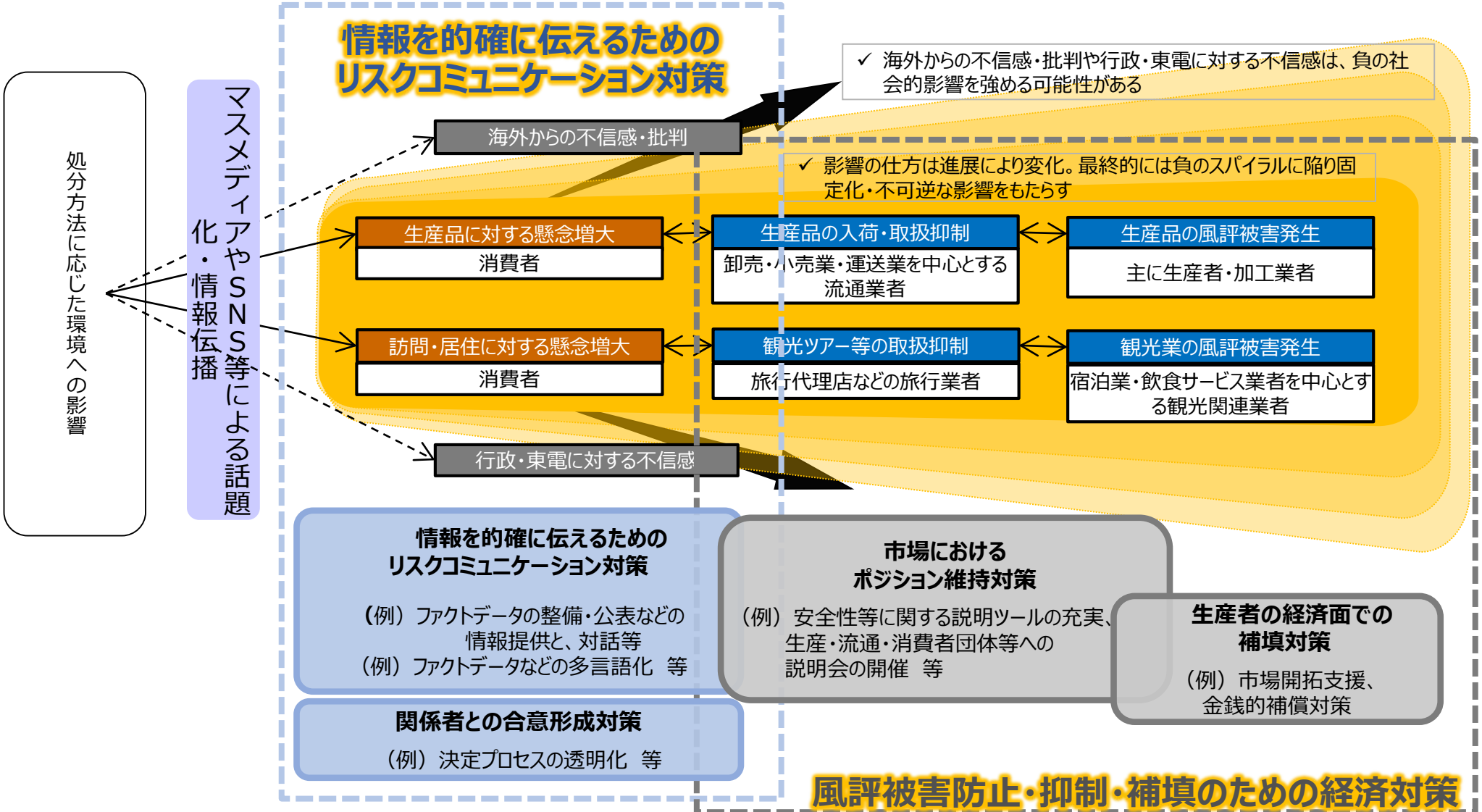
【参考9-1】各処分方法による社会的影響

◇ 処分方法の特性も踏まえた社会的影響を整理すると以下の通り。

表 各処分方法による社会的影響

	地層注入・地下埋設	海洋放出	水蒸気放出・水素放出
概要	● 「地下」に注入・埋設する方式。 ● 永久的な隔離には至らず、長期的には地下内に放出されていくこととなる。 ● 一般的に地下からの拡散イメージはなく、「少しずつ漏れ出る」程度のイメージがある。	● 「海」を通じての放出。 ● 原子力発電所の運転時における放出実績が存在する。 ● サブドレン・地下水バイパスのくみ上げ水にも、トリチウムが含まれているが、濃度を計測し、管理しながら希釈せずに海洋への放出を行っている。 ● 海流が広く流れるイメージがあるため、海を通じた広い拡散をイメージさせる。	● 「大気」を通じての放出。 ● 原子力発電所の運転時に自然蒸発等による放出実績が存在する。 ● 事故時における福島第一原発からの放射性物質の拡散時のイメージや、過去の核実験によるフォールアウトなどの事例もイメージさせる。
地理的範囲 社会的影響を直接与えうる	● 地下からの漏洩による汚染が懸念されるものの、広範囲に亘るイメージがないため、福島第一原発近海および福島第一原発近隣に影響は留まる。	● 県外とは海で繋がっているため、県外まで広く影響を与えうる。 ● ただし、陸域への影響は限定される。 ● 海外からの輸入規制にまで発展すると県外にも大きく影響を与えうる。	● 大気を通じて県外とも繋がるため、県外まで広く影響を与えうる。 ● また、大気は広く陸域にも拡散することから、海域に限らず陸域も含めた広い範囲での社会的影響を与えうる。 ● 海外からの輸入規制にまで発展すると県外にも大きく影響を与えうる。
社会的影響を直接与えうる対象	● 地下からの漏洩に起因する風評被害であるため、農林水産品へ影響を与えうる。 ● また、地元での食材摂取などへの懸念から、観光が忌避され、宿泊業や飲食業、公共交通機関などでの消費が落ち込む可能性がある。	● 産品影響はほぼ水産物を扱う業者に留まる。 ● また、放出経路が海洋のため、海水浴客やサーファーなど観光産業の一部に影響を与えうる。 ● 一方、地元での食材摂取などへの懸念から、観光が忌避され、宿泊業や飲食業、公共交通機関などでの消費が落ち込む可能性がある。	● 放出経路が大気であるため、空気や雨を通して生産品の全てに対して影響を与えうる。 ● また、直接の外部被ばくを受けるとの懸念に加え、地元食品・製品への汚染懸念から、観光が忌避され、宿泊業や飲食業、公共交通などでの消費が落ち込む可能性がある。
処分等が完了するまでの期間	● 処分終了後もモニタリングが必要な可能性あり	● 処分開始から終了時まで	● 処分開始から終了時まで

【参考9-2】ALPS処理水の処分に伴う社会的影響の抑制対策の検討

◇ ALPS処理水の処分に伴う社会的影響を抑える対策については、情報を的確に伝えるためのリスクコミュニケーション対策と風評被害防止・抑制・補てんのための経済対策に大きく二分される。

◇ ALPS処理水を処分する際には、双方の対策を丁寧に実施することが必要。