

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

令和2年9月

廃炉・汚染水対策チーム 事務局

目次

1. 汚染水はどのように発生し、どのように処理しているの？
2. ALPS処理水はどうなっているの？
3. ALPS処理水の取扱いについて、政府はどのように検討してきたの？
4. 説明・公聴会をどのように開催し、どのような意見が出たの？
5. 論点① ALPS処理水にはトリチウム以外の放射性物質も残っているの？
論点①（参考） ALPS処理水の約 7 割の濃度が規制基準を超えているのはなぜ？
論点② トリチウムとはどのような物質なの？身の回りに存在しているの？
論点②（参考） トリチウムの生物影響に関するQ&A
論点③ ALPS処理水を処分した場合の人体への影響はどのくらい？
論点③ トリチウムは国内外の原子力施設から排出されているの？
論点④ 敷地内に貯め続ければよいのでは？
論点④ 敷地の外に貯め続ければよいのでは？
論点④ 中間貯蔵施設に貯め続ければよいのでは？
その他の論点 トリチウムは本当に取り除けないの？
6. ALPS小委員会 報告書のポイント①（基本的考え方）
ALPS小委員会 報告書 のポイント②（処分方法について）
ALPS小委員会 報告書 のポイント③（風評対策について）
ALPS小委員会 報告書 のポイント（参考）モニタリング
7. ALPS小委員会の提言を踏まえて、今後どのように取扱いを決めるの？
（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」の委員名簿
（参考）各会議体の位置づけ

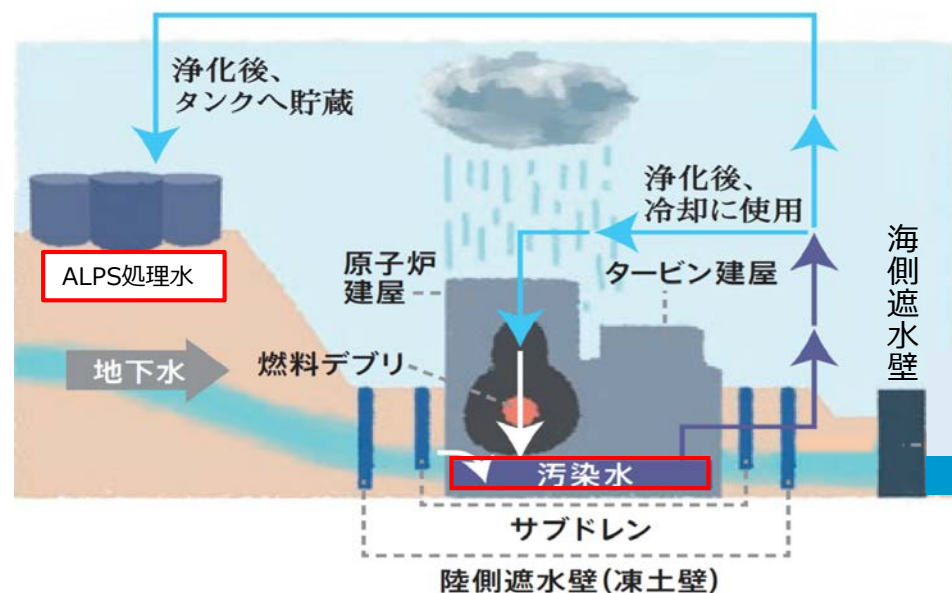
1. 汚染水はどのように発生し、どのように処理しているの？

- ◇ 福島第一原子力発電所では、燃料デブリに水をかけて冷却。この水が汚染水として建屋内に滞留。
- ◇ 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※。
- ◇ 継続的に発生する汚染水は、ALPS等の浄化設備により浄化処理し、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。

※汚染水の増加量は、1日あたり約540m³(2014年5月)であったが、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、約180m³ (2019年度平均) まで低減。



大型休憩所からのタンクエリア俯瞰



2. ALPS処理水はどうなっているの？

◇ ALPS処理水は、科学的な安全性の確認だけでなく、社会的影響も含めた処分方法等の検討が必要。

当面、ALPS処理水の敷地内での保管を継続

◇ しかしながら、これまでに保管してきたALPS処理水等※は120万m³を超え、ペースは低下しつつあるものの、今後も増え続けていく見込み。 ⇒ **2022年夏頃にタンクが満杯**

※ALPS処理水等とは、ALPS処理水とSr処理水を指す

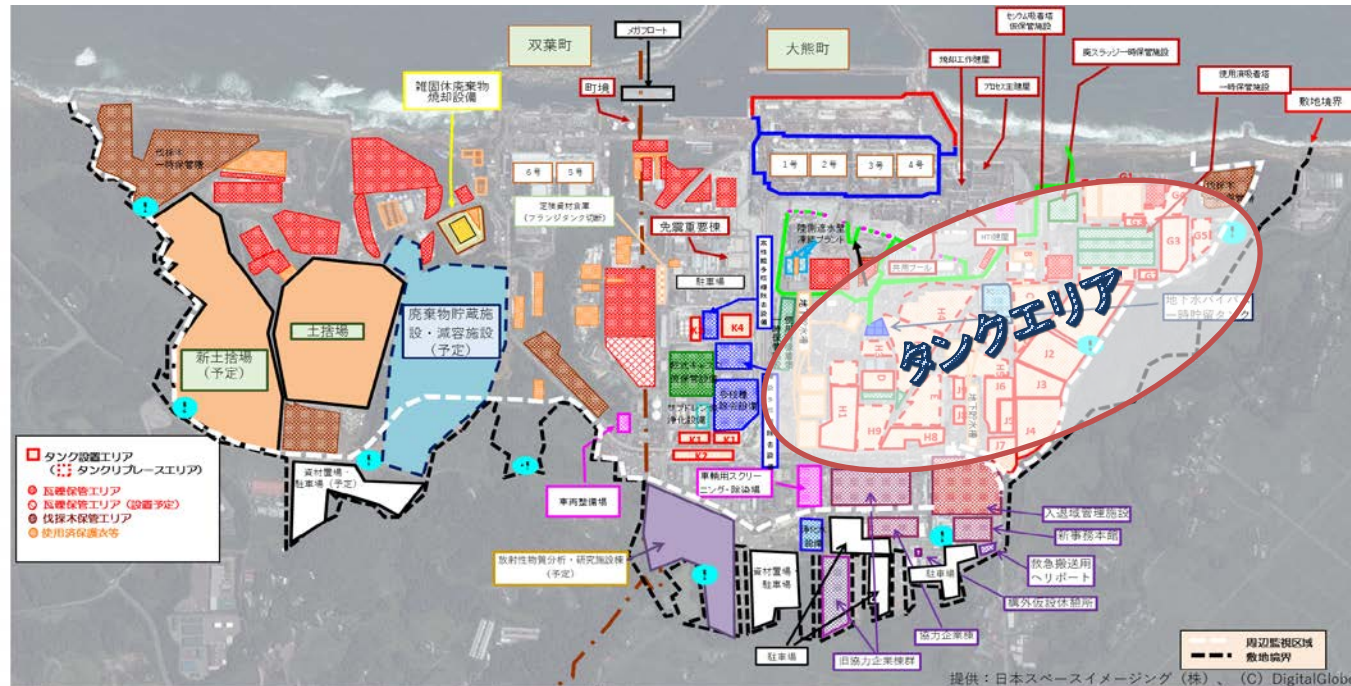


図 福島第一原発の構内図

構内のALPS処理水の現状 (令和2年8月20日時点)

タンク貯蔵量	約123万m ³
タンク建設計画	約137万m ³ (2020年末)
ALPS処理水増加量	約5～6万m ³ /年
ALPS処理水のトリチウム濃度	平均約73万Bq/L
タンク内のトリチウム量	約860兆Bq (約16g)

【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。

※処分の準備・許認可に約2年必要であり、処分開始は決定から2年後以降
※現行計画以上の増設余地は限定的

3. ALPS処理水の取扱いについて、政府はどのように検討してきたの？

◇ ALPS処理水の取扱いの決定に向けて、2つの専門家による委員会で、6年余りにわたり検討を実施。

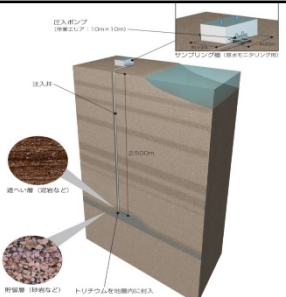
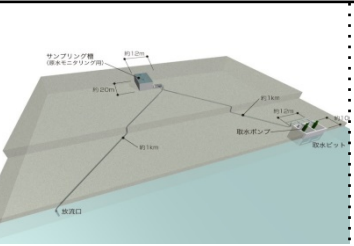
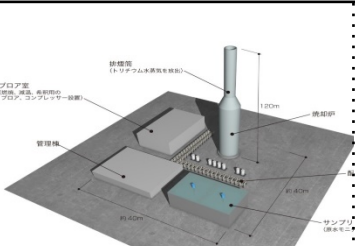
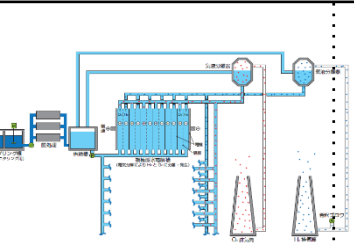
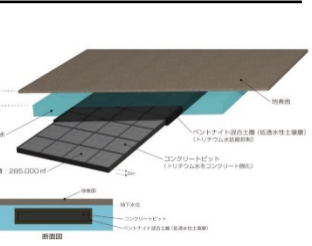
- 「トリチウム水タスクフォース」における、技術的な評価（詳細は下表）。
- 「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会」における、風評被害などの社会的な影響も含めた総合的な検討。

◇ 検討の過程で、処分方法や処分した際の懸念等を広く国民からお伺いする、説明・公聴会を開催。

トリチウム水タスクフォース（2013年12月～2016年6月）

多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会（ALPS小委員会）（2016年11月～2020年2月）

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					
技術的 成立性	- 適切な地層を見つけ出すことができ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。 ※処分水量：8,700m³ - 処分期間：2年8か月	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。	コンクリットピット処分、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。

4. 説明・公聴会では、どのような意見が出たの？

- ◇ ALPS処理水について、処分方法を限定せず、処分方法や処分した際の懸念について、県民・国民のご意見をお伺いする場として開催。（インターネット中継あり、プレスフルオープン）
- ◇ 意見表明で44名、書面で135名の方からご意見をいただいた。
- ◇ 具体的には、処理水の安全性についての懸念、風評被害が懸念されるため海洋放出に反対、など、処理水の処分に関して、以下のような観点で、様々なご意見をいただいた。
 - ①トリチウム以外の核種の取扱いについて、②トリチウムの生物影響について、
 - ③処分方法について、④貯蔵継続について、⑤モニタリング等の在り方について、
 - ⑥風評被害対策について、⑦合意形成の在り方について
- ◇ ①～⑦それぞれについて、ALPS小委員会にて議論を実施。

<参考> 各会場の概要について

富岡会場

日時：2018年8月30日午前
場所：富岡町文化交流センター
 学びの森
意見表明者数：14名
傍聴者数：101名

郡山会場

日時：2018年8月31日午前
場所：郡山商工会議所
意見表明者数：14名
傍聴者数：88名

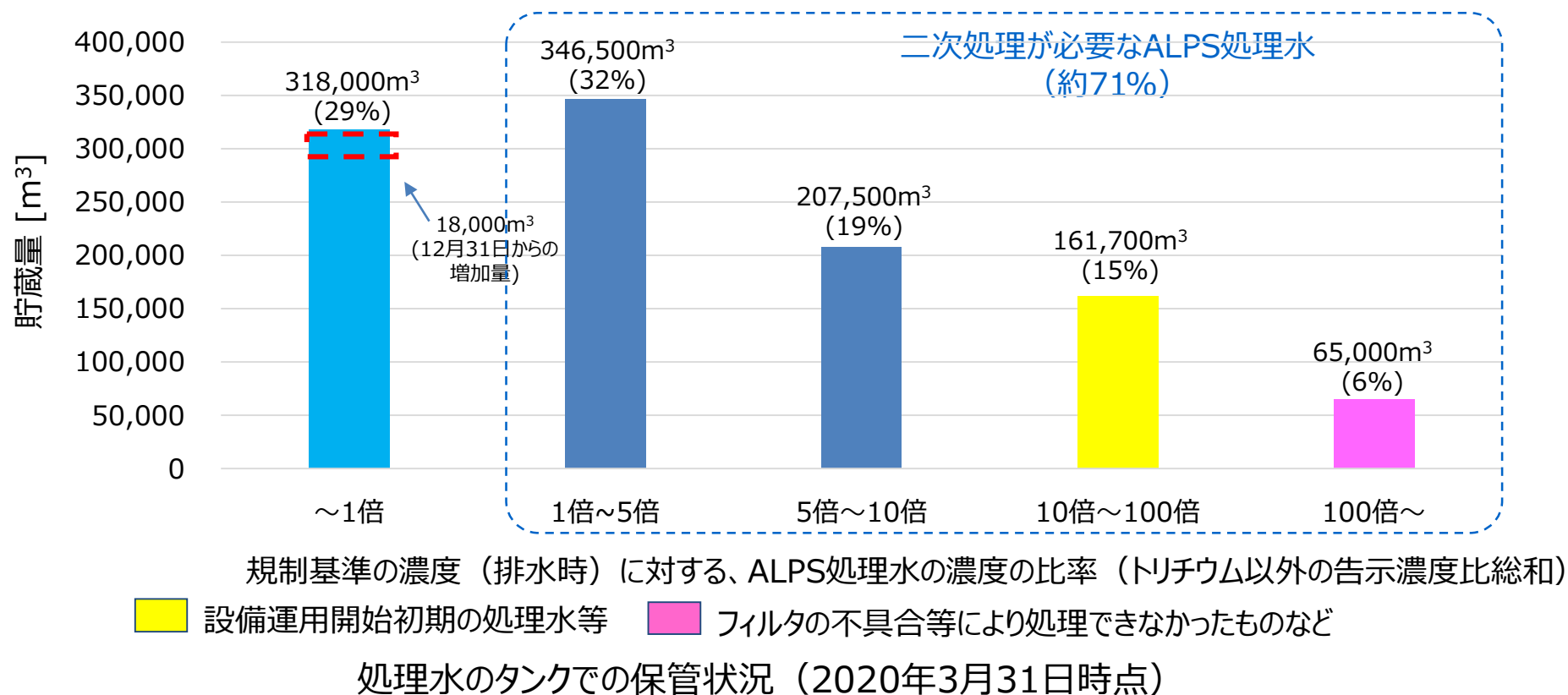
東京会場

日時：2018年8月31日午後
場所：イイノホール
意見表明者数：16名
傍聴者数：85名

※全会場とも、期限内に意見表明・傍聴申込のあった方については、全て参加いただくとともに、会場に余裕のあった富岡会場、郡山会場については、傍聴の当日受付も行った。

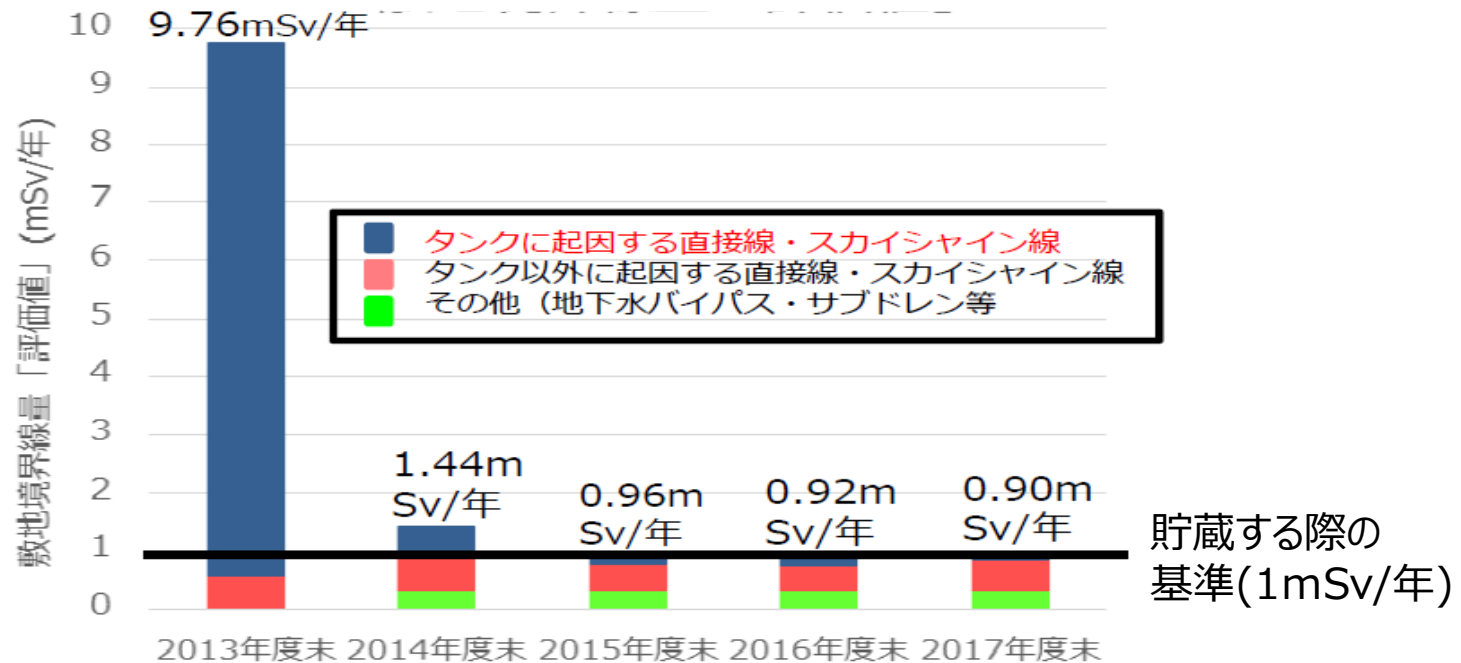
5. 論点① ALPS処理水に残っている放射性物質はどうするの？

- ◇ ALPS処理水の濃度は、処理前の濃度やALPSの運用状況※により幅があるが、特に、運用初期の頃は、ALPSの性能向上前であったため、トリチウム以外についても濃度は高かった。
- ◇ 2020年3月時点で、タンクにあるうち**約7割のALPS処理水の濃度が、放出する際の規制基準を超過**。
- ◇ こうした水について、環境中に処分する場合には、**希釈前の段階で、二次処理を行いトリチウム以外の放射性物質について、放出する際の基準を満たす**方針。
- ◇ さらに、**処分する際に十分に希釈することにより、トリチウムについても、放出する際の基準を満たす**。



5. 論点①（参考） ALPS処理水の約7割の濃度が規制基準を超えているのはなぜ？

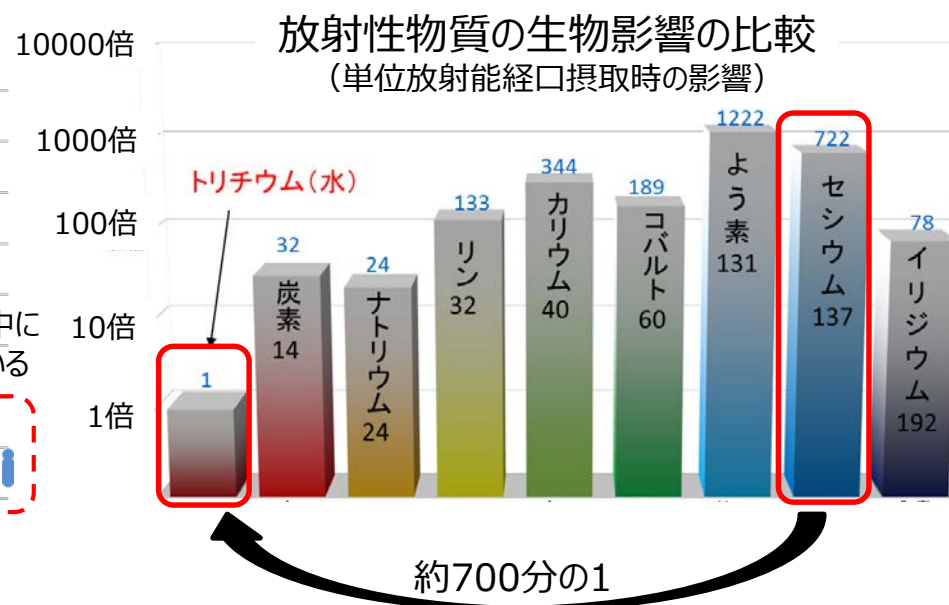
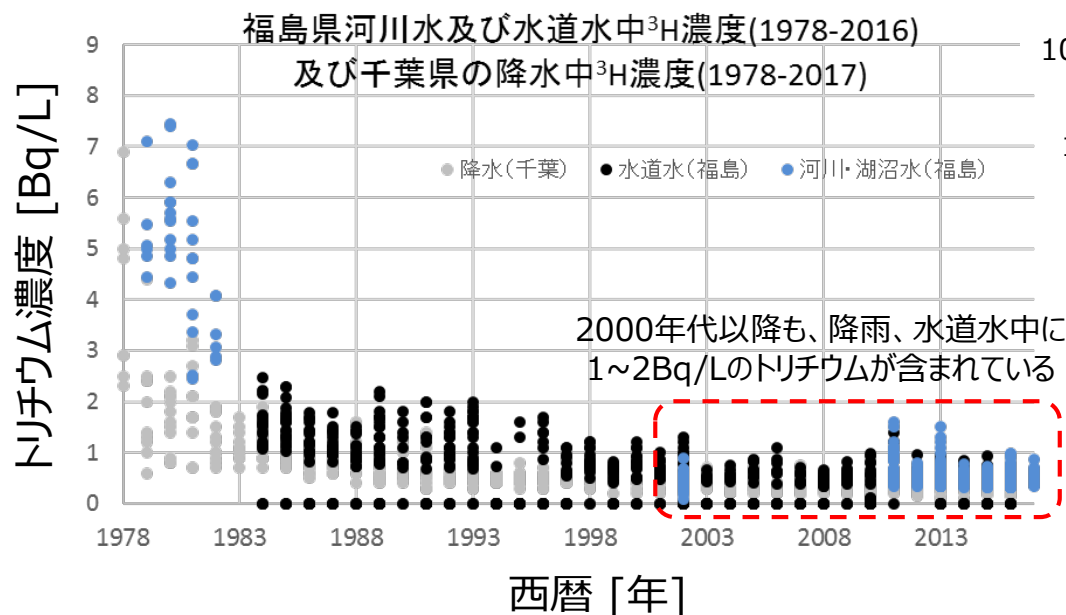
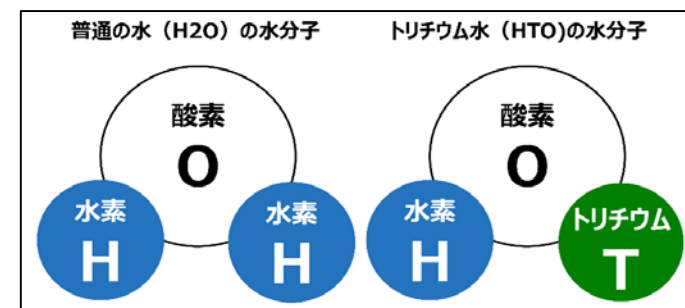
- ◇ 初期の頃のALPSによる浄化処理は、貯蔵する際の基準（敷地境界1mSv/年未満）を維持することが目的。
- ◇ 2013年度は、タンクに貯蔵されていた汚染水の影響により、敷地境界線量が約10mSv/年だったため、排水基準を満足するのではなく、吸着剤の交換頻度を下げることで処理量を増やす運用を実施。
- ◇ その結果、2014年度末に敷地境界線量は大幅に低減し、2015年度末には1mSv/年未満を達成。
- ◇ 一方、タンクには排水基準を超える濃度のALPS処理水が貯蔵されることとなった。
- ◇ なお、2013年度は、ALPSの運用開始初期であり、性能向上前だったことも要因の一つ。



敷地境界線量（評価値）の推移

5. 論点② トリチウムとはどのような物質なの？身の回りに存在しているの？

- ◇ トリチウムは水素の仲間で、紙一枚で遮れる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ほか、人の体内にも数十Bq含まれている。
- ◇ 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。
- ◇ トリチウム水の健康への影響は、セシウム137の約700分の1。
- ◇ 過去40年以上にわたり、規制基準を満たす形で、国内外の原子力発電所からはトリチウムを含む水が排出されているが、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。



Q1. 有機結合型トリチウム※（OBT）は体の中に長くとどまって生物濃縮するから危険って本当？

※水ではなく、有機化合物中の水素原子がトリチウムに置き換わった物質

A1. OBTは生物中にトリチウム水よりも長くとどまることもあるが、それも考慮しても、OBTによる健康への影響はトリチウム水の2～5倍程度であり、セシウム137と比較しても300分の1以下。

また、生物濃縮は「生物中の濃度が環境中の濃度よりもどんどん濃くなっていくこと」を意味するが、トリチウム水、OBTのいずれも、代謝され年々減っていき、決して留まることはなく、生物濃縮することはない。

Q2. DNA中の水素がトリチウムに置き換わると、ヘリウムに核変換してDNAが壊れるから危険って本当？

A2. たとえ数個のトリチウムがヘリウムに変わってDNAに損傷があったとしても、普通は修復されることから、DNAの中の大半の水素がトリチウムに置き換わることがない限り生物への大きな影響はない。

Q3. 国内外の原子力施設の周辺で、トリチウムが原因で健康被害が起きているって本当？

A3. トリチウムを排出している原子力施設周辺で共通にみられる（トリチウムが原因と考えられる共通の）影響の例は見つかっていない。

また、これまでの動物実験や疫学研究から、「トリチウムが他の放射線や核種と比べて特別に生体影響が大きい」という事実は認められていない。

5. 論点③ ALPS処理水を処分した場合の人体への影響はどのくらい？

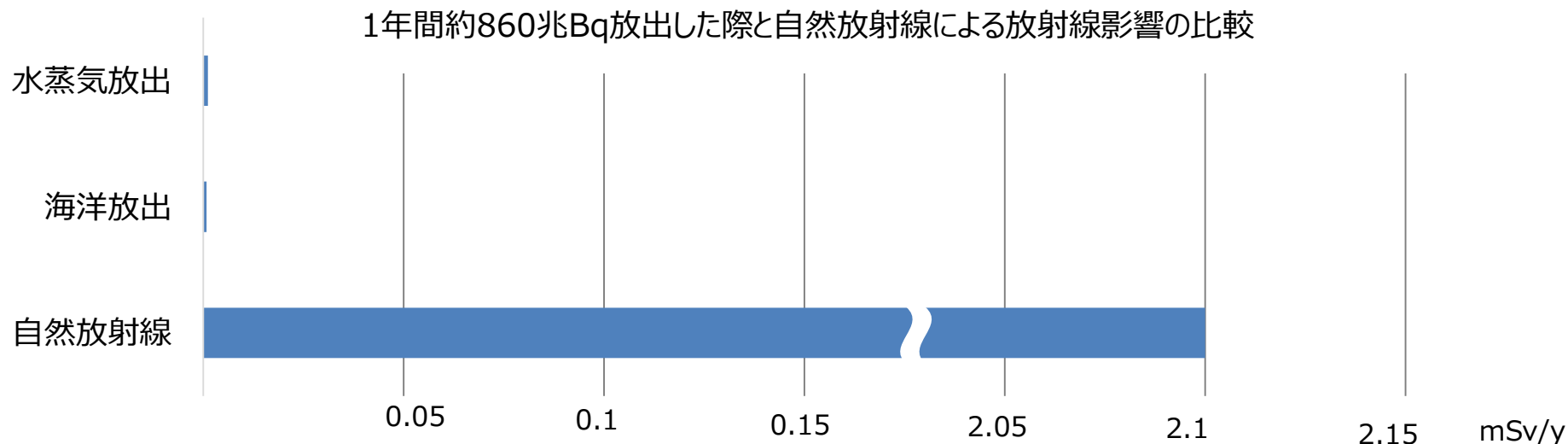
◇ ALPS処理水を水蒸気放出または海洋放出した場合の放射線の影響を評価※。

※原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）の評価モデルを使用。
なお、本モデルで公平に比較できるのは、水蒸気放出と海洋放出のみであった。

◇ タンクに貯蔵されているALPS処理水の全て（約860兆Bq）を一年間で処分し、仮に、翌年以降も同量を処分し続けたとしても、その放射線の影響は、

- － 海洋放出については、年間約0.000071mSv～0.00081mSv
- － 水蒸気放出については、年間約0.0012mSv

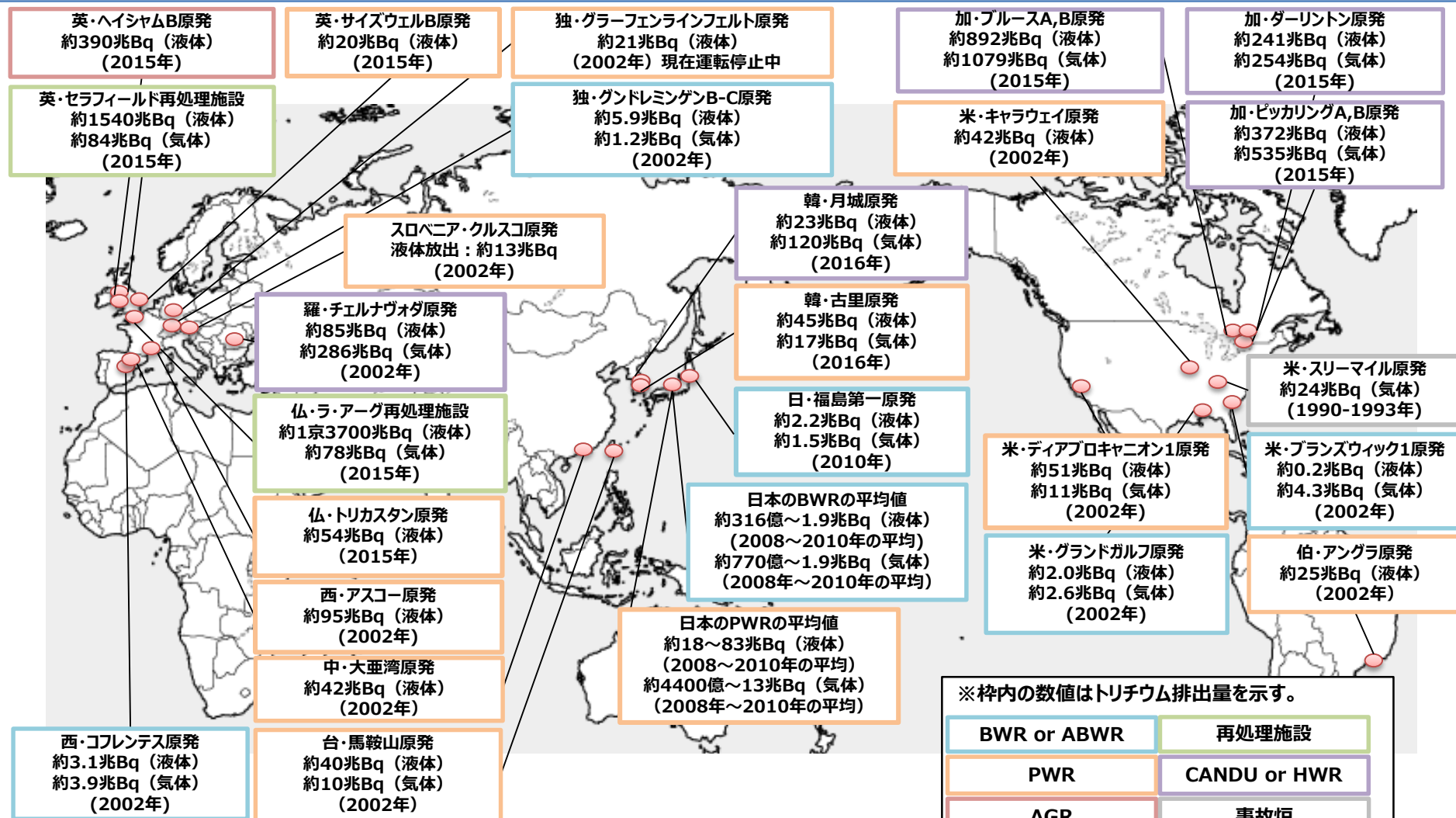
◇ いずれの処分方法であっても、自然被ばく年間2.1mSvと比較すると1/1000以下と十分に小さい。



5. 論点③ トリチウムは国内外の原子力施設から排出されているの？

- ◇ 国内外の原発・再処理施設においても、トリチウムは、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に、また、換気等にもない気中に排出されている。

※船舶等から海洋に放出することはロンドン条約において禁止されている



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：韓国原子力安全委員会「Korean Sixth National Report under the Joint Convention on the safety of spent fuel Management and on the safety of radioactive Waste Management」

日本：平成25年度原子力施設運転管理年報（原子力安全基盤機構）

その他の国々：UNSCEAR「2008年報告書」

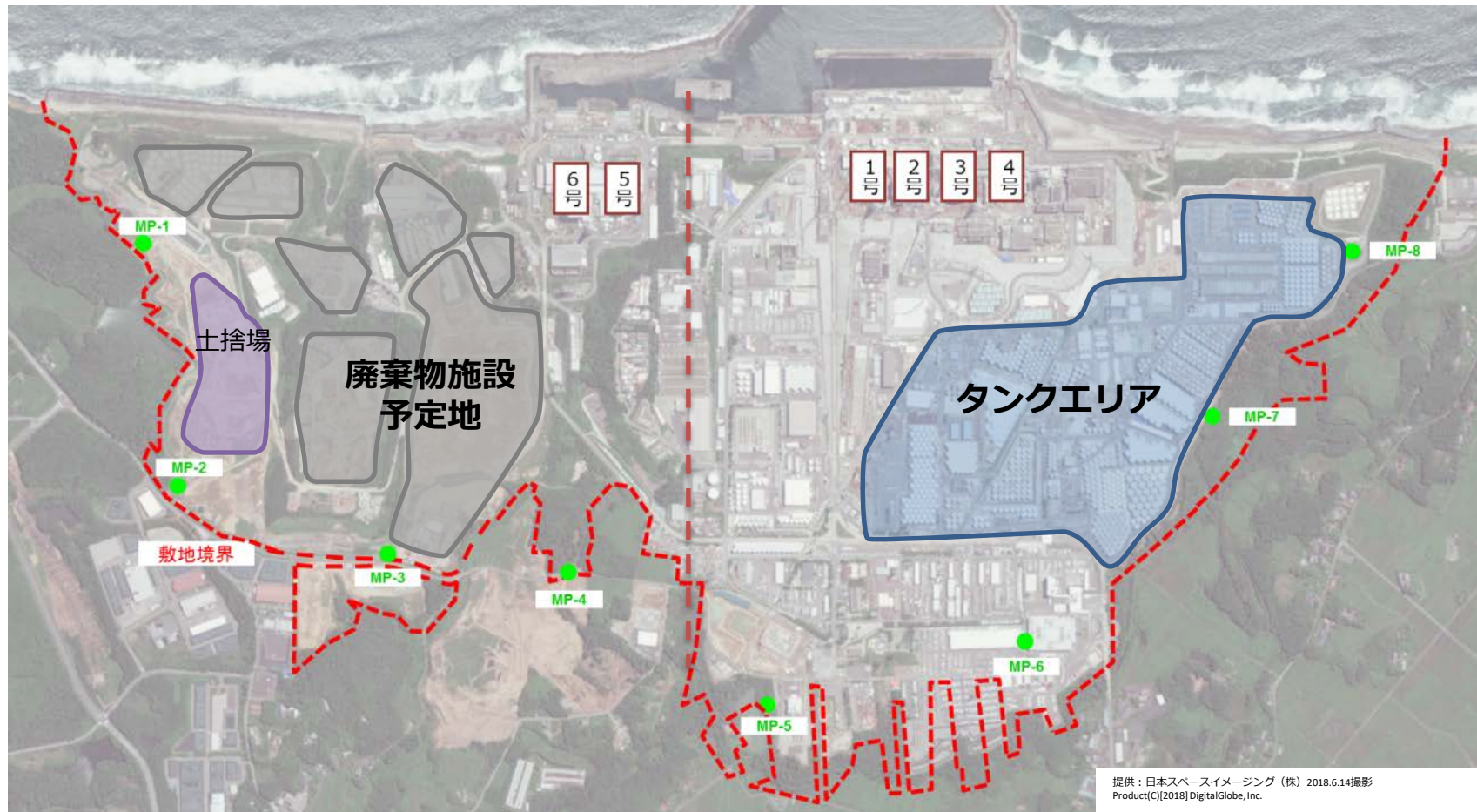
<参考> 1兆Bq≒約0.019g (トリチウム水)

5. 論点④ 敷地内に貯め続ければよいのでは？

◇ 敷地内におけるタンク建設の現行計画(約137万 m^3)以上のタンク増設余地は限定的。

- フランジタンク解体跡地の活用等により空き地ができる可能性はある。
- 一方で、今後、廃炉作業を進めていくためには、ALPS処理水の貯蔵タンク、使用済燃料や燃料デブリの一時保管施設等が必要。

◇ 敷地の制約を踏まえつつ、敷地全体を有効活用することが必要。



5. 論点④ 敷地の外に貯め続ければよいのでは？

- ◇ ALPS処理水を敷地外へ搬出するには、移送ルートとなる自治体の理解を得る必要があるほか、法令に準拠した移送設備が必要。また、漏えいリスクを排除できない。
- ◇ また、移送先で保管に係る新たな事業許可が必要となるほか、保管地となる自治体の同意が必要。

➡敷地内で保管する際の課題に加えて、

相応の準備と多岐にわたる事前調整が必要であり相当な時間を要する。

【敷地外への搬出時の課題】

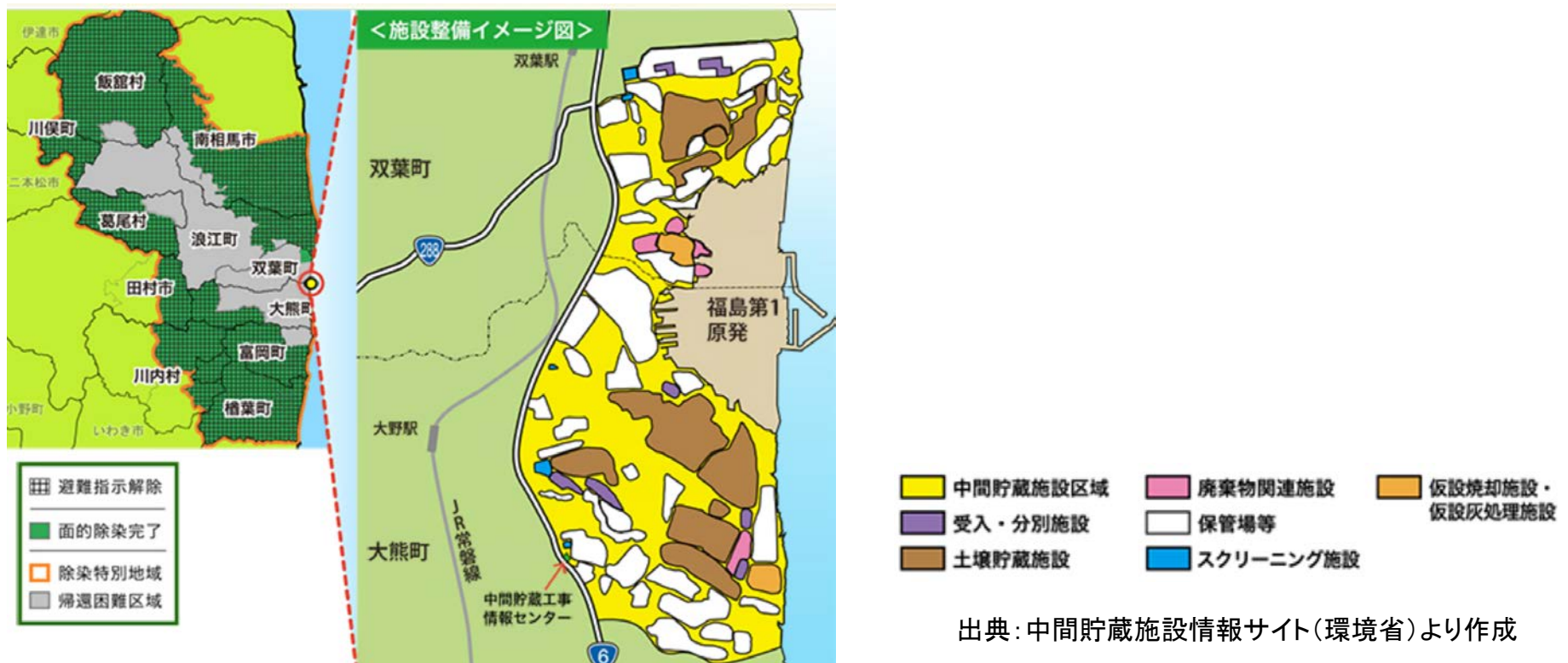
- 法令に準拠した移送設備が必要。
 - パイプラインで移送する場合、パイプラインを囲む核物質防護施設（フェンス等）の設置が必要。
 - 車両や船舶で移送する場合、最大4m³のL型輸送容器を車両や船舶に積載し運搬することになり、所外運搬手続き等が必要。
- 移送ルートとなる自治体の理解を得る必要がある。
- 運搬時の漏洩リスクを排除できない。

【敷地外で保管時の課題】

- 敷地外において、法令に準拠した事業許可が必要。
- 保管先の自治体の同意が必要。

5. 論点④ 中間貯蔵施設に貯め続ければよいのでは？

- ◇ 中間貯蔵施設は、国が地元自治体（県・立地2町）に説明の上、福島復興のため受け入れていただき、**その上で、地権者の皆様にも**、中間貯蔵施設のために利用させていただくため、**土地の提供（地上権の設定を含む）をお願いしている。**
- ◇ 今後も、特定復興拠点区域で発生する除去土壌等も含めて**確実に貯蔵ができるように、用地取得・施設整備を進めていく必要がある。**
- ◇ このため、福島第一原発の敷地の外側を、**中間貯蔵施設以外の用途で**使用し、敷地を拡大することは難しい。



5. その他の論点 トリチウムは本当に取り除けないの？

- ◇ トリチウムの分離は、トリチウム濃度の濃いものと薄いものに分離する技術。
 - 分離を行っても、トリチウム濃度が低くなったALPS処理水が相当量残り、処分が必要
 - 濃度が高くなったALPS処理水は、保管継続が必要
- ◇ トリチウム分離の実績は国内外にあるが、いずれの技術も、福島第一原発に貯蔵されている処理水と量・濃度の点で桁が数オーダー異なる。また、これらの施設では、分離した後のトリチウム水について、再利用又は処分が行われている。
- ◇ 2014年～2016年にかけて、トリチウム分離実証事業を実施し、専門家が分離性能・コスト等の観点から評価し、「（ALPS処理水の量、濃度を対象とした場合）直ちに実用化できる段階にある技術が確認されなかった」と判断。
- ◇ なお、引き続き、技術動向は注視。

	分離対象水の濃度	分離後の濃度	処理量
既存のトリチウム技術の例 (カナダ:ダーリントン原発)	0.4兆～1.3兆Bq/L	100億～350億Bq/L	8.6m ³ /日
既存のトリチウム技術の例 (日本:ふげん重水精製装置)	0.1兆Bq/L	400万Bq/L	0.03m ³ /日
福島第一原発	平均約73万Bq/L 【濃度が低い】	※告示濃度限度:6万Bq/L	未定 (少なくとも数百m ³ /日) 【量が多い】

- ◇ 福島産業は、今なお風評被害の影響が残り、福島の復興に影響。
- ◇ 廃炉・汚染水対策が着実に進められている中、周辺地域では住民帰還と復興の取組が進んできており、福島復興と廃炉の両立は大原則。
- ◇ その中で、ALPS処理水の処分も廃炉の一環として、廃止措置終了までに処分を着実に終える必要がある。他方で、ALPS処理水の処分は風評への影響を生じうることから、ALPS処理水の処分を急ぐあまり、風評被害を大きくすることがあってはならない。
- ◇ このため、ALPS処理水の処分による風評への影響を抑えることを十分に踏まえて、必要な保管は行いながら、廃止措置終了までの間に廃炉の一環としてALPS処理水の処分を行っていくことが必要となる。
- ◇ 政府には、地元を始めとした幅広い関係者の意見を丁寧に聴きながら、責任と決意をもって方針を決定することを期待する。
- ◇ 政府の方針決定の中には、処分方法の決定のみならず、併せて講ずるべき風評被害対策についても取りまとめられるべきである。

6. ALPS小委員会 報告書 のポイント②（処分方法について）

- ◇ 技術的に、実績があり、現実的な方法は海洋放出及び水蒸気放出。国内での実績や放出設備の取扱いの容易さなどから、海洋放出の方がより確実に実施できる。
- ◇ 海洋放出、水蒸気放出による放射線の影響は自然被ばくと比較して十分に小さい。
- ◇ 政府が、こうした点を踏まえながら、関係者の意見を聞き、最終的に判断を行うべき。

	水蒸気放出	海洋放出
技術的観点	● 海外の事故炉で前例あり。 ※通常炉でも換気に伴う水蒸気放出を実施。 ● 国内において、廃棄物の処分を目的に、蒸発させ、放出を行った例はない。 ● 拡散の事前予測が難しく、モニタリング等の検討に課題。	● 国内外で実績あり。 ● 国内での実績や放出設備の取扱いの容易さなど含め、より確実に実施可能。 ● 比較的拡散の状況を予測しやすく、モニタリング等の検討が容易。
社会的観点	● 心理的な消費行動等によるところが大きく、優劣の比較は難しい。 ● 水蒸気放出を選択した場合、相応の懸念が生じると予測され、社会的影響が生じると考えられる。	● 海洋放出は、説明・公聴会や海外の反応をみれば、特段の対策を行わない場合の社会的影響は特に大きくなると考えられる。

地層注入：適した用地を探す必要があり、モニタリング手法も確立されていない

水素放出：前処理やスケール拡大等について、更なる技術開発が必要となる可能性

地下埋設：固化時にトリチウムを含む水分が蒸発、新たな規制設定が必要となる可能性、処分場の確保が必要

⇒規制的、技術的、時間的な観点からより現実的な選択肢としては課題が多い。

- ◇ **「廃炉と復興の両立」**が大原則。風評への影響に配慮し、廃炉の一環としてALPS処理水を処分することが重要。
- ◇ **処分方法を工夫することにより風評への影響を抑える**ことや、既存の風評被害への実績も踏まえ、効果のあったと考ええられる事例を参考にしながら**風評被害対策を拡充・強化**すべき。

＜風評影響を抑えるための処分方法の工夫＞

- トリチウム以外の放射性物質を確実に**再浄化**。
- 周辺環境や処分設備に**異常事態が発生した場合は、処分の緊急停止を行う**。
- 処分の**開始時期、処分量、処分期間、処分濃度**について**関係者の意見も踏まえて適切に決定**。
- 処分前のALPS**処理水の濃度**や周辺環境の**モニタリング結果のわかりやすく丁寧な情報発信**。
- **事前に拡散シミュレーション**等を行い、**周辺環境の安全性に関して問題のないことを提示**。

＜情報を正確に伝えるためのリスコミ対策＞

- **処分実施までの間に、処分方法や科学的知見**等をわかりやすく**情報発信**
- マスメディアやSNSでの対応に加え、様々な層を対象として**出前講座等を実施**
- **海外への情報発信**を強化。
 - ✓ 廃炉の現状等の基礎的情報
 - ✓ **諸外国のトリチウムの取扱い事例**も含めたALPS処理水の**処分方法**

＜風評被害防止・抑制・補てんのための経済対策＞

- 環境モニタリングと食品のサンプル検査を組み合わせた**安全性に関する分析体制を構築**
- GAPや水産エコラベルなどの**第三者認証を活用し、消費者や実需者の信頼確保**
- **新規販路開拓**による**福島県産品の常設化**
 - ✓ 福島県産品の**販促イベント**の実施
 - ✓ 小売段階での**専門販売員の配置**
 - ✓ **オンラインストア**の開設 等

- ・ このほか、**現時点では想定し得ない論点により、将来風評影響が生じうる**。
- ・ そのため、**関係行政機関等が一丸となって継続的かつ機動的に対応することが重要**。

原則：①環境への影響を管理できる方法で処分を行い、処分の安全性を担保

②安全の確保と安心の追求のため、周辺環境等の放射性物質の確認(モニタリング)を徹底。

【基本的考え方】

- ① 処分時の規制基準を満足しているか、という処分に伴う安全性を確認。
- ② 周辺環境の濃度が十分に低い水準を保っているか、という周辺環境の安全性を確認。
- ③ 測定結果等を活用し、処分に対する不安を払しょくし、安心を追求。

【モニタリング等の実施方針】

- ① 処分開始前、処分開始後に、トリチウムに関するモニタリングを強化（測定箇所、測定頻度の拡充）。
 - － 処分直前の原水濃度を測定（処分に伴う安全性の確認）
 - － 処分直後の排気/排水濃度を測定（処分に伴う安全性の確認）
 - － 大気・海洋等の周辺環境の濃度や農林水産物等の濃度を測定（周辺環境等の安全性の確認）
- ② トリチウムは分析に前処理が必要であることも踏まえつつ、国際的なトリチウムに関する飲料水等の基準値(〈例〉EU：100Bq/L^{※1}、WHO：1万Bq/L^{※2})も踏まえ、測定の目標値を適切に設定し、測定を実施。

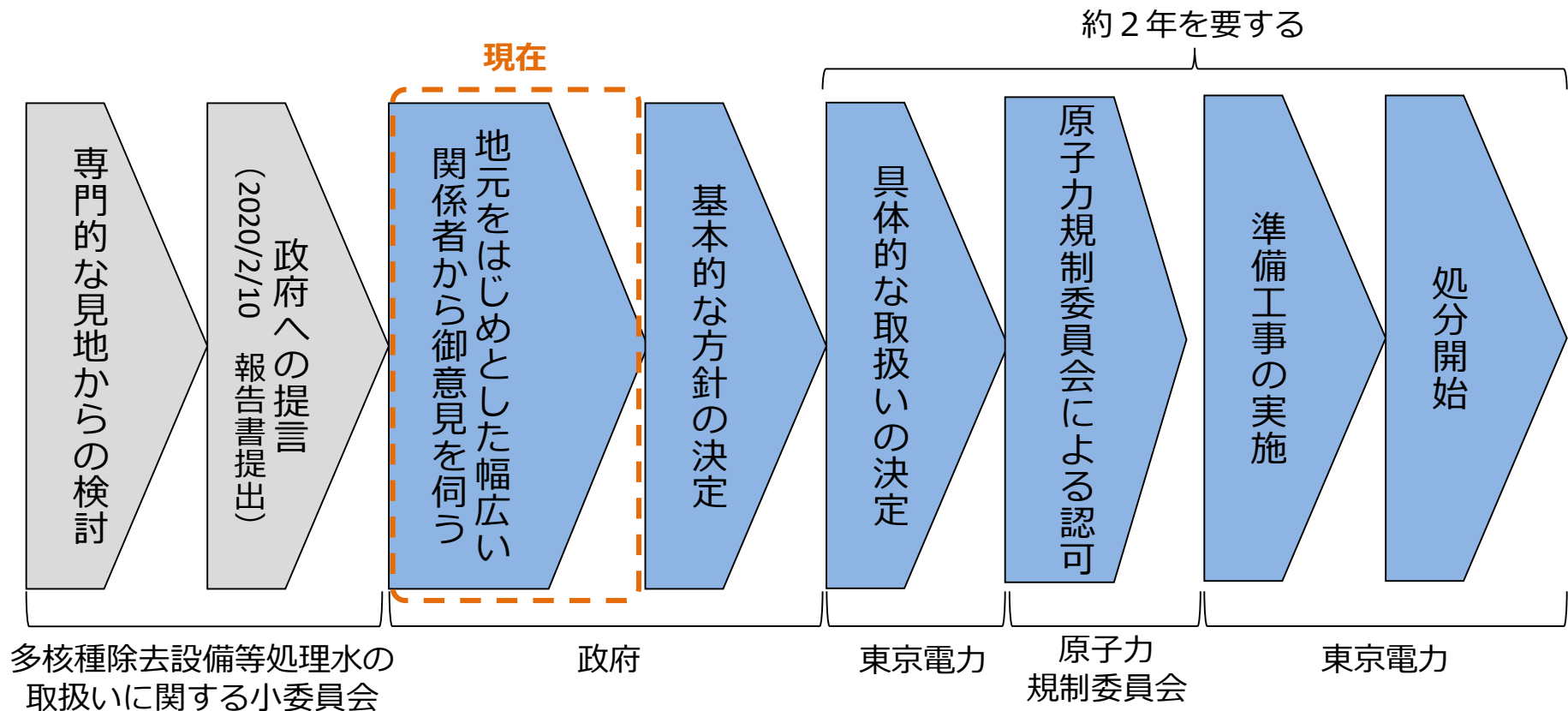
※1 追加調査の要否を判断するスクリーニング値 ※2 線量低減措置の介入の要否を判断するガイダンスレベル
- ③ 測定現場の公開や第三者による測定等により、モニタリングの妥当性・透明性を高める。

【測定結果の活用】

- ① 処分前の影響評価と比較し、十分に管理された状態での放出であることを確認する。
- ② モニタリング等の考え方について十分な事前説明を実施するとともに、その実施状況や結果をわかりやすく開示し、情報発信を行うことにより安心の追求に努める。
- ③ 環境中の濃度が十分に低いことを確認できない場合、速やかに処分を停止するなど適切に対応する。

7. ALPS小委員会の提言を踏まえて、今後どのように取扱いを決めるの？

- ◇ ALPS小委員会が専門的な見地からの検討を行い、政府に報告書を提出（2020年2月10日）
- ◇ 今後、小委員会の報告書も踏まえ、**地元をはじめとした幅広い関係者の御意見をお伺いし、その結果も踏まえて、政府としての方針を決定する予定。**
- ◇ 政府としての方針を踏まえ、東京電力が具体的な取扱い方法を決定し、原子力規制委員会の認可を取得した上で、処分を開始。



<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

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 福島大学経済食農学類教授

崎田 裕子 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 原子力発電所に関する双葉地方情報会議 議長

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) 各会議体の位置づけ

