

見 解

ALPS 処理水の海洋放出の影響評価と課題



令和 8 年（2026 年）9 月 3 日

日 本 学 術 会 議
総合工学委員会
原子力安全に関する分科会

この見解は、日本学術会議第 25 期総合工学委員会原子力安全に関する分科会原発事故による環境汚染調査に関する検討小委員会及びこれを継承する第 26 期総合工学委員会原子力安全に関する分科会原発事故の環境影響に関する検討小委員会での審議結果を踏まえ、総合工学委員会原子力安全に関する分科会において取りまとめ公表するものである。

日本学術会議総合工学委員会原子力安全に関する分科会（第 26 期）

委員長	関村 直人	（連携会員）	東京大学名誉教授
副委員長	越塚 誠一	（第三部会員）	東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻教授
幹 事	岩城智香子	（連携会員）	株式会社東芝総合研究所首席技監／東京科学大学特任教授
幹 事	小野 恭子	（連携会員）	国立研究開発法人産業技術総合研究所研究戦略本部サーキュラーテクノロジー実装研究センター副研究センター長
	佐竹 健治	（第三部会員）	東京大学名誉教授
	高木 周	（第三部会員）	東京大学大学院工学系研究科教授
	森口 祐一	（第三部会員）	東京大学名誉教授／国立研究開発法人国立環境研究所名誉研究員
	赤羽 恵一	（連携会員）	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構放射線医学研究所原子力防災推進部人材育成・研修課シニアスタッフ
	浅間 一	（連携会員）	早稲田大学次世代ロボット研究機構ヒューマン・ロボット共創研究所上級研究員（研究院教授）
	一ノ瀬正樹	（連携会員）	東京大学名誉教授／武蔵野大学教授
	大倉 典子	（連携会員）	環太平洋大学国際経済経営学部特任教授／芝浦工業大学名誉教授
	筑本 知子	（連携会員）	大阪大学レーザー科学研究所附属マトリクス共創推進センター センター長／教授
	徳永 朋祥	（連携会員）	東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
	中西 友子	（連携会員）	福島国際研究教育機構（F-REI）監事／星薬科大学名誉教授／東京大学名誉教授・特任教授
	野口 和彦	（連携会員）	横浜国立大学総合学術高等研究院次世代工学システムの安全科学研究ユニット客員教授
	松尾亜紀子	（連携会員）	慶應義塾大学理工学部教授
	棟近 雅彦	（連携会員）	早稲田大学理工学術院教授

原発事故の環境影響に関する検討小委員会（第 26 期）

委員長	関村 直人	（連携会員）	東京大学名誉教授
副委員長	森口 祐一	（第三部会員）	東京大学名誉教授／国立研究開発法人国立環境研究所名誉研究員
幹事	伊藤 好孝		東京大学宇宙線研究所教授
幹事	田上 恵子		国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構放射線医学研究所計測・線量評価部生活圏環境移行研究グループグループリーダー
幹事	津旨 大輔		筑波大学放射線・アイソトープ地球システム研究センター部門長／教授
	植松 光夫	（連携会員）	埼玉県環境科学国際センター総長／東京大学名誉教授
	大塚 孝治	（連携会員）	国立研究開発法人理化学研究所仁科加速器センター客員主管研究員／東京大学大学院理学系研究科物理専攻名誉教授
	小野 恭子	（連携会員）	国立研究開発法人産業技術総合研究所研究戦略本部サーキュラーテクノロジー実装研究センター副研究センター長
	中野 貴志	（連携会員）	大阪大学核物理研究センター センター長／教授
	谷田貝亜紀代	（連携会員）	弘前大学大学院理工学研究科教授
	青井 考		東京大学大学院理学系研究科附属原子核科学研究センター教授／大阪大学特任教授
	五十嵐康人		京都大学複合原子力科学研究所特任教授
	恩田 裕一		筑波大学放射線・アイソトープ地球システム研究センター センター長／教授
	木名瀬 栄		国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 原子力安全・防災研究所原子力緊急時支援・研修センター モニタリング技術開発グループ研究主幹
	篠原 厚		大阪青山大学学長／大阪大学放射線科学基盤機構招へい教授
	高橋 嘉夫		東京大学大学院理学系研究科教授／アイソトープ総合センター長
	難波 謙二		福島大学共生システム理工学類教授
	溝上 伸也		東京電力ホールディングス福島第一廃炉推進カンパニースペシャリスト S
	箕輪はるか		東京慈恵会医科大学アイソトープ実験研究施設准教授
	保田 浩志		広島大学原爆放射線医科学研究所教授
	山澤 弘実		名古屋大学名誉教授

原発事故による環境汚染調査に関する検討小委員会（第 25 期）

委員長	森口 祐一（連携会員）	国立研究開発法人国立環境研究所理事／東京大学名誉教授
副委員長	恩田 裕一	筑波大学アイソトープ環境動態研究センターセンター長／教授
幹 事	五十嵐康人	京都大学複合原子力科学研究所教授
幹 事	伊藤 好孝	名古屋大学宇宙地球環境研究所教授
	植松 光夫（連携会員）	東京大学名誉教授
	大塚 孝治（連携会員）	国立研究開発法人理化学研究所仁科加速器センター客員主管研究員／東京大学名誉教授
	柴田 徳思（連携会員）	株式会社千代田テクノ大洗研究所アドバイザー／東京大学名誉教授
	関村 直人（連携会員）	東京大学副学長／大学院工学系研究科教授
	青井 考	大阪大学核物理研究センター教授
	青山 道夫	筑波大学アイソトープ環境動態研究センター客員教授
	岩崎 俊樹	東北大学大学院理学研究科特任教授
	木名瀬 栄	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構安全研究・防災支援部門原子力緊急時支援・研修センター防災研究開発ディビジョン 研究主幹
	篠原 厚	大阪大学放射線科学基盤機構特任教授／大阪青山大学教授
	田上 恵子	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構量子生命・医学部門放射線医学研究所計測・線量評価部生活圏核種移行研究グループ グループリーダー
	高橋 知之	京都大学複合原子力科学研究所准教授（第 25 期途中辞任）
	高橋 嘉夫	東京大学大学院理学系研究科教授・アイソトープ総合センター長
	谷畑 勇夫	大阪大学核物理研究センター特任教授
	津旨 大輔	電力中央研究所サステナブルシステム研究本部気象・流体科学研究部門研究推進マネージャー副研究参事
	豊田 新	岡山理科大学古生物学・年代学研究センター教授
	難波 謙二	福島大学共生システム理工学類教授
	星 正治	広島大学名誉教授
	箕輪はるか	東京慈恵会医科大学アイソトープ実験研究施設准教授
	保田 浩志	広島大学原爆放射線医科学研究所教授
	山澤 弘実	名古屋大学大学院工学研究科教授

※職名は第 25 期（2023 年 9 月時点）のものを記載

本見解の作成にあたり、以下の職員が事務及び調査を担当した。

事務	新田 浩史	参事官（審議第二担当）
	渡邊英一郎	参事官（審議第二担当）（令和8年7月から）
	角田美知子	参事官（審議第二担当）付参事官補佐
	富岡千香子	参事官（審議第二担当）付審議専門職付
調査	辻 政俊	上席学術調査員

要 旨

1 作成の背景

東京電力福島第一原子力発電所（以下「1F」と表記）の事故後、燃料デブリの冷却等に伴って発生した汚染水は、多核種除去設備（ALPS: Advanced Liquid Processing System）等によって処理され、発電所敷地内のタンクに貯留されてきたが、大量のタンク群が廃炉作業を円滑に進める上での障壁となっていた。タンク貯留水には化学的に除去できない放射性のトリチウム（H-3）が含まれており、タンク群を減らすため、トリチウムの複数の処分方法の比較検討を経て、ALPSで浄化処理した結果トリチウム以外の核種について環境放出の際の規制基準を満たす水（以下「ALPS処理水」と表記）について、トリチウムを基準濃度以下に希釈した上で海洋に放出する方法を採ることが決定された。ALPS処理水の海洋放出は、2023年8月以降の2年半余りで18回（2026年3月末時点）にわたり、計画どおり累計約14.1万m³について実施されてきており、貯留量は放出開始前と比べ約7%減少した。

本分科会では事故後初期から検討小委員会を設置して環境影響に関する検討を継続し、ALPS処理水の海洋放出の方針が決定された時点で、海洋の専門家を小委員会委員に加えるなど検討体制を強化し、2025年1月及び2026年1月の原子力総合シンポジウムで検討成果を報告した。現在の知見に基づく科学的な安全性については、国際機関と異なる評価ではなかった。一方で、リスクや安全・安心に関わる課題については、ALPS処理水問題以前の日本学術会議における検討結果等も踏まえ、より幅広い視野から検討し、見解を示すことが我が国のアカデミアとしての役割である。

2 現状及び問題点

ALPS処理水の海洋放出の環境影響については、国際機関による第三者評価も含め、実施前に安全性の評価がなされ、周辺海域における環境モニタリングの強化など、科学的には適切な対応がとられてきたが、事故後初期からの海洋汚染に対する根強い不信感の中で海産物に対する風評被害への懸念が指摘され、実際、周辺国による輸入制限の強化など、社会的・経済的な側面での影響が見られた。

放出開始からの2年半余りの時間経過の中で、海外機関の参加を含めて実施されてきた環境モニタリング結果が蓄積され、周辺海域への影響が事前評価どおりごく軽微であることが確認されつつある一方で、海洋放出の環境影響があることを誇張した論調の論文の国際学術誌への掲載が見られ、科学的評価が錯綜しかねないことは憂慮すべき状況である。

放出後の国内の世論調査では、海洋放出を容認する意見が上回り、周辺国への海産物の輸出再開の動きが見られるなど、社会的な反応は沈静化しつつあるが、放出決定に至る過程での合意形成については、多くの問題点の指摘がある。ALPS処理水の海洋放出は、放出可能な状態の相対的にトリチウム濃度の低いものから着手されている。しかし放出前に二次処理が必要なタンク貯留水も大量にあり、放出は今後30年にわたると想定されている。ALPS処理水放出という課題のみならず、汚染水対策、燃料デブリ取り出し、廃棄物処理な

どの廃炉工程全体の進行管理においても、継続的な安全性の向上と、関係主体間の信頼関係の再構築は極めて重要な課題である。

昨今のこうした状況を踏まえ、最新の知見に基づき、学術的観点からの客観的な評価を改めて取りまとめるとともに、放出決定に至る過程も含めたステークホルダーとの関係、国内外への情報発信など、科学的評価による安全性という枠組みには収まりにくい課題についても整理し、改善の方向性を示すことが必要である。

3 見解の内容

【総論】 事前の影響評価と、放出後2年間以上の環境モニタリングによる実測結果からみて、少なくとも現時点では、国際機関のガイドラインに沿った線量評価手法に基づく科学的安全性に問題はない。一方で、海洋放出の決定過程における関係主体との合意形成のプロセスは成功したとは言えない。今後、より濃度の高い処理途上水（本文 p8 参照）を基準以下に二次処理した上での放出、さらには燃料デブリの本格取り出しの開始の遅れなど、廃炉作業全体がさらに長期にわたることが想定される中、モニタリングやシミュレーションの総合解析に基づく科学的根拠を援用しながら、丁寧な説明に加え信頼を得られる合意形成への移行が求められる。原子力利用に関わる安全性には、把握できていないリスクが存在しうることを前提にした謙虚なアプローチが求められる。

見解1 放出核種とその影響の量的評価

ALPS 処理水に含有される主な放射性核種であるトリチウムは海洋中で速やかに拡散し、年間平均値として、放出口から沖合方向に5km程度、沿岸方向に30km程度で自然界のバックグラウンド濃度と同程度に希釈されとの評価は妥当である。トリチウムは水と同様の挙動を示し、ほとんど生物濃縮が起これないため、海産物への蓄積リスクは極めて低い。また、トリチウム以外の長半減期放射性核種については、ALPS 処理によりそれぞれの核種の告示濃度（本文脚注9参照）との比率の合計が1未満となる水準まで全ての核種濃度が低減されたことを測定により確認し、さらに数百倍に希釈して放出されている。1F 沖合10km×10kmの範囲を対象としたALPS 処理水海洋放出時の外部及び内部被ばく線量評価結果は年間 10^{-5} mSv程度であり、我が国における自然放射線による被ばくと比して5桁小さい。またIAEAも放射線影響を「無視できる」と評価している。こうした知見は、国内外の学術研究やモニタリング結果によっても支持されており、放出口近傍の観測点以外では海水中トリチウム濃度の上昇は観測されていない。また海産物においてトリチウムの濃縮が起これ検出されているという報告もない。ただし、1F 近傍からの事故後継続したトリチウムの流出の影響やモニタリング体制の空間的・時間的限界、トリチウム以外の核種の海産物への濃縮の程度や循環メカニズム解明及びこれらの不確実性などを踏まえた長期的視点での継続的評価が必要である。

見解2 評価を支える手法と情報公開の課題

被ばく線量評価に用いられる海洋拡散シミュレーションモデルは、1 F 事故後初期の事象の評価によって既に検証されてきたが、ALPS 処理水放出後のモニタリングデータを用いた検証が重要である。シミュレーション結果はモニタリング結果と概ね一致しているが、より定量的な検証が必要である。現状では精密モニタリングの頻度が多い場合でも週 1 回程度に限られ、大きく変動する濃度の平均値も十分に捉えられていない。また、検出下限が相対的に高いため不検出例が多いことも平均値の算出を困難にしている。さらに、観測点配置は放出口及び周辺の海水流動場特性を十分に反映していない。より効率的なモニタリングのためには、複数機関が連携し、観測頻度の向上を最優先とし、検出下限の低減、観測点配置の最適化及び観測点数の整理を含めた体制の見直しが必要である。モニタリング結果の公開・評価方法についても機関ごとの縦割りではなく、機関による測定・評価の独立性と透明性を確保しつつ、結果を横断的に比較・総合評価できる仕組みへと改善することが望まれる。放出開始前には、処理水中の核種濃度等の情報が事業者からは公開されているが、政府機関のポータルサイトからのリンクなど、情報へのアクセス性に改善の余地がある。さらには、風評被害が懸念されてきた中、情報の受け手が何を知りたいかを重視した信頼される情報発信が求められている。見解 4 で触れる評価・監視機関の設置の可能性も含め、信頼できる機関が情報提供の総括責任を担うことが一案である。

見解 3 安全性を超える課題：信頼関係の再構築

被ばく線量評価結果では、人への放射線影響は無視できる程度と言える。一方で、国際機関が定めた手法に依拠した科学的、定量的な安全性評価を示すだけでは、「社会の中の科学」特に「社会との対話」という観点では十分とは言えない。1 F 事故の発生が科学・技術への信頼を損ねたこと、事故後初期に情報発信が錯綜し、原子力分野に関わる科学者や専門機関に対する不信感が残ったこと、原子力災害を伴う複合災害への備えが不十分だったことへの反省を踏まえて、今後の備えとそのための科学的な基盤を広範に検討すべきである。安心感の醸成のためには、国際的にも裏付けられた安全性の評価に加え、情報の多様な受け手から信頼される組織からのメッセージ発信が必須である。さらには、一方的な説明だけではなく、双方向のコミュニケーションとステークホルダー間の対話を通じて、合意形成を図り信頼関係を築くことが必要である。

見解 4 長期にわたる廃炉のガバナンス

30 年程度の長期にわたるとされる処理水の処分を進める上では、東京電力、原子力規制委員会、経済産業省、環境省、水産庁、福島県、IAEA などの主要関係主体の役割の明確化、連携強化が求められる。加えて、見解 2 で指摘した情報公開の課題を踏まえ、廃炉に向けた中長期措置に関する 2012 年当時の原子力委員会見解（第 6 章(3)参照）における透明性の確保への言及を参照しつつ、政府の責務として処理水の処分に関する「独立・公開」の評価・監視機関を設置することも検討に値する。また、処理水の処分は、当初想定からの遅れが顕在化している燃料デブリの取り出し、廃炉の中間目標、最終到達像などの廃炉全体の長期にわたるロードマップとの関係を俯瞰しながら進められるべきものである。処理

水問題を契機として、不都合な情報も含めた迅速な情報開示、重要な決定過程の透明性の向上など、廃炉プロセス全体のガバナンスを改善し、さらに広範な原子力安全のための頑健な重層的体制構築につなげていくことが、科学技術に携わる者のみならず政策立案・決定者に期待される。廃炉の実務やガバナンス、ひいては原子力安全を担う人材育成も学術の役割として重要である。

目次

1	はじめに.....	1
(1)	東日本大震災・1F事故に対する日本学術会議の対応.....	1
①	第21期：東日本大震災対策委員会の設置と緊急提言等の意思の表出.....	1
②	東日本大震災復興支援委員会等の第22期以降の対応.....	1
(2)	総合工学委員会における検討経緯.....	2
①	発災後における事故対応分科会、原子力安全に関する分科会における検討経緯.....	2
②	発災前からの巨大複雑系社会経済システム、工学システムの安全・安心に関する検討.....	3
2	ALPS処理水の海洋放出に至る経緯と今後の見通し.....	5
(1)	廃炉の全体像とロードマップ.....	5
(2)	汚染水の発生、処理、貯留、処分とその検討経緯.....	6
(3)	処理水の処分方法の検討経緯、決定経緯.....	9
(4)	決定過程における合意形成.....	10
(5)	ALPS処理水放出の今後の見通し.....	11
3	トリチウムとそれ以外の核種の海洋のバックグラウンド濃度とその供給過程.....	13
(1)	トリチウム.....	13
(2)	トリチウム以外の核種.....	13
4	ALPS処理水放出前の影響評価と防護基準との比較.....	15
(1)	濃度評価.....	15
(2)	被ばく線量評価.....	17
(3)	東京電力報告書の国際原子力機関（IAEA）によるレビュー.....	18
①	濃度評価.....	18
②	被ばく線量評価.....	18
(4)	国内外の防護基準との比較（国際的なガイドラインとの整合性）.....	18
(5)	影響評価における不確実性.....	19
5	学術論文による評価.....	21
6	ALPS処理水放出後の影響、現状と中長期的課題.....	23
(1)	モニタリングとその長期計画.....	23
①	環境中での放射性物質のモニタリング.....	23
②	放出前のALPS処理水等の測定.....	25
(2)	モニタリングによる海洋拡散シミュレーションの検証.....	26
(3)	風評被害・放出開始後の国内外の反応.....	27
(4)	中長期的な課題.....	28
7	知見の現状と課題改善のための提案.....	31
[総論]		31
見解1	放出核種とその影響の量的評価.....	31

見解 2	評価を支える手法と情報公開の課題.....	31
見解 3	安全性を超える課題：信頼関係の再構築.....	32
見解 4	長期にわたる廃炉のガバナンス.....	32
<参考文献>		34
<用語の説明>		42
<参考資料 1>	1 F 事故、安全・安心に関連する日本学術会議の主な会議体とそれ らの活動の推移.....	44
<参考資料 2>	廃炉、汚染水、処理水に関する検討経緯.....	45
<参考資料 3>	ALPS 処理水の放出実績及び ALPS 処理水等の貯蔵状況	51
<参考資料 4>	海洋放出実施後の諸外国の輸入規制強化や最近の規制緩和の動向 ..	52
<参考資料 5>	審議経過.....	54

1 はじめに

2011年3月11日14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震とこれに伴う大津波によって、東京電力福島第一原子力発電所（以下「1F」と表記）は全電源を喪失して稼働中の3基の原子炉が炉心溶融に至り、大量の放射性物質が大気や海洋に放出された。

(1) 東日本大震災・1F事故に対する日本学術会議の対応

日本学術会議における東日本大震災・1F事故に対する対応の経緯については、当分科会の第24期報告[1]でも報告したが、本見解が対象とする放射性物質の海洋放出や国内外への情報発信という観点を補足しつつ、改めて簡潔にまとめておく。（参考資料1）

①第21期：東日本大震災対策委員会の設置と緊急提言等の意思の表出

2011年3月の東日本大震災発災当時、日本学術会議は第21期であり、発災1週間後に幹事会声明が発出され、3月23日に幹事会附置委員会として設置された東日本大震災対策委員会は、3月25日以降、七次にわたる緊急提言を発出した[2]。

第一次緊急提言の4項目のうち2項目が原発事故に関するものであり、一元的かつ継続的な体制を構築し、海外の専門家・専門機関の参画を得て、国民への信頼感の醸成と海外への科学的情報発信に努めるべきことも謳われていた。

第二次緊急提言は事故後の放射線量調査に焦点を当てたもので、大学等の協力による陸上の多地点における大規模調査の早急な実施の必要性を指摘した。第三次緊急提言の4つの大項目の1つが原発事故関連で、「科学的判断に基づく政治的な責任をもった情報発信と行動基準の提示」、「国際的に信頼される情報発信の必要性」を挙げていた。8月の第七次緊急提言は再び放射性物質の調査に関するもので、海洋についても初めて具体的に言及していた。食料科学委員会水産学分科会が取りまとめ、東日本大震災対策委員会の承認を得て第21期末に発出された提言[3]では、原発事故の早期終息と水産物の安全性への信頼回復を取り上げ、放射性物質の流出や放射性物質を含んだ汚染水の人為的放出による風評被害、モニタリングの一元化、強化、情報公開にも触れていた¹。

②東日本大震災復興支援委員会等の第22期以降の対応

上記第21期の東日本大震災対策委員会と同じく幹事会附置委員会として設置された東日本大震災復興支援委員会には、8つの分科会²が順次設置され、原発事故の環境影響を扱った放射能対策分科会は2012年4月[5]、2014年9月[6]の二度にわたり提言を発出した。また、本見解の主題であるALPS処理水の背景にある「汚染水問題」を

¹ なお、同分科会が第22期の2014年6月に発出した第二次提言[4]では、福島県水産業の今後に関して、「トリチウムのみを含む汚染水の海洋放出も議論されており、予断を許さない状況であることを認識すべき」と記載されていた。トリチウムのみ、と表現されていたのは、「トリチウム水」という呼称ゆえと思われる。

² 災害に強いまちづくり分科会、産業振興・就業支援分科会、放射能対策分科会（設置時点では放射能汚染対策分科会）、災害に対するレジリエンスの構築分科会、福島復興支援分科会、エネルギー供給問題検討分科会、汚染水問題対応検討分科会、原子力発電所事故に伴う健康影響評価と国民の健康管理並びに医療のあり方検討分科会

扱う分科会が、2013 年 9 月に設置された。同委員会では第 23 期にも設置され、汚染水問題対応検討分科会を含め 3 分科会が設置された。同分科会では 2016 年 4 月 23 日に学術フォーラム「原子力発電所事故後の廃炉への取組と汚染水対策」を開催し、政府、東京電力からの報告と、日本学術会議側からの報告がなされた。

東日本大震災への対応に関するこれらの委員会の活動に加え、2013 年 1 月に発出された科学者の行動規範に関する声明[7]の内容は、本見解と深く関わる。声明はその前文において、「東日本大震災及び東京電力福島第一原子力発電所事故は、科学者が真に社会からの信頼と負託に応えてきたかについて反省を迫るとともに、被災地域の復興と日本の再生に向けて科学者が総力を挙げて取り組むべき課題を提示した。」と述べ、「Ⅲ. 社会の中の科学」において、科学者が果たすべき役割として、「社会との対話」、「科学的助言」、「政策立案・決定者に対する科学的助言」の三項目を挙げた。この声明が発出された時期の「学術の動向」誌において、藤垣[8]は、事故時に市民が欲した情報と報道とのギャップを指摘した上で、信頼できる情報源とは何かについて論じた。本見解はこれらを強く意識したものである。

(2) 総合工学委員会における検討経緯

①発災後における事故対応分科会、原子力安全に関する分科会における検討経緯

本見解を取りまとめた原子力安全に関する分科会では、2011 年 4 月 4 日に「原子力事故対応分科会」という名称で設置された。同分科会では 2014 年に 1 F 事故の教訓に関する報告[9]を取りまとめた。同分科会には、1 F 事故に係る小委員会として、福島第一原発事故調査に関する小委員会（以下、「事故調査小委員会」と表記）、原発事故による環境汚染調査に関する検討小委員会（以下、「環境汚染調査小委員会」と表記）が設置され、それらの活動は第 22 期、第 23 期も継続された。

本見解が扱う海洋での放射性物質の拡散³（移流拡散）については、環境汚染調査小委員会が中心となって大気中の移流拡散とともに検討を進め、その成果は報告[10]として第 22 期（2014 年）に取りまとめられ、英文版も同時公開された。第 24 期には、原子力事故対応分科会は原子力安全に関する分科会に改称され、事故調査小委員会[11]、環境汚染調査小委員会[1]から各々の検討成果が報告として発出された。環境汚染調査小委員会は第 25 期も継続され、第 26 期には原発事故の環境影響に関する検討小委員会と改称して再設置された。

環境汚染調査小委員会では、第 24 期に取りまとめた報告「東京電力福島第一原子力発電所事故による環境汚染の調査研究の進展と課題」[1]の英訳を進め、第 25 期の 2023 年 1 月に英文版[12]を公表した。同報告は、主要分野ごとの環境汚染調査の進展と課題を総合的に取りまとめたものであり、海洋における環境動態も主要分野の 1 つとして含めていた。第 25 期の第 1 回小委員会（2021 年 6 月）の活動計画の検討において、

³ 第 22 期報告では大気については「拡散」、海洋については「分散」と表記していたが、本見解では dispersion の共通的な訳語として、移流（advection）と狭義の拡散（diffusion）を含む広義の「拡散」を用いる。

海洋放出についても検討した方がよいとの意見が出され、海洋の専門家2名を小委員会委員に加えた。本見解はその後の小委員会での検討結果を基礎に、分科会が取りまとめたものである（参考資料5）。

②発災前からの巨大複雑系社会経済システム、工学システムの安全・安心に関する検討

時系列上は①と前後するが、発災前からの検討についても簡潔にまとめておく。総合工学委員会では、第20期に「巨大複雑系社会経済システムの創成力を考える分科会」が設置され、2008年6月に発出された提言[13]において、原子力システムは「空間的ないし物理的ないし社会的広がり巨大であり、その中に内包される多数の要素の相互関係が複雑であり、かつ、その性能と信頼性は社会や経済に多大な影響を与える」巨大複雑系社会経済システムの一例として言及されていた。また、同分科会からの第21期の報告[14]では、「東京電力福島第一原子力発電所の事故は、『境界不定環境下でのロバストシステム創成』に対して自然が投げかけた重大な命題である」と指摘した。「ミスが生じて大丈夫なもの設計」にも言及していたが、1F事故では、津波の想定値の不確実性、浸水対策の課題、非常電源の喪失への備えなど、深層防護の実装において課題があったことが、信頼感の損失につながった。

同報告が指摘する巨大複雑系社会経済システムの創成力強化、特に人材育成の必要性は、1Fの廃炉においても重要課題である。2019年の総合工学委員会の提言[15]では、1F事故の教訓を踏まえ、「社会の声を聞き、工学に取り込む」ことの必要性に言及した。一方、日本学術会議では、長年にわたり、工学システムに関し、安全工学の立場からの検討が行われてきた。総合工学委員会には機械工学委員会と合同で安全・安心・リスク検討分科会が第20期に設置され、「安全とは何か」という根源的な問とともに、安心についても検討対象とされてきた。2009年9月の「学術の動向特集号」への寄稿において、原子力の専門家である成合[16]は『安心』とは、社会的に合意されるレベルの安全が確保され、かつ安全であることが信じられることであろう。信じられるとは、理解できるか、説明内容ないし説明者が信頼できること、ということが出来る。」と述べており、1F事故以前から、「信頼」に言及されていた。第22期報告[17]、第23期報告[18]、第24期提言[19]は、安全目標を主とした内容であるのに対し、第24期に設置された工学システムに対する安心感等検討小委員会では「安心」についての検討が深められてきた。第24期報告[20]が提示した「工学システムは、安全であっても安心でなければ、あるいは安心感を得られなければ、社会に受け入れられないという現実がある」状況を踏まえ、第25期見解[21]では、安心感への取組方、安心感のモデル化、安心感を構成する要素について見解を示している。

このように、「安全と安心」はALPS処理水問題に限らず、また、原子力分野に限らず、1F事故以前から度々論じられてきた課題であるが、事故によって、原子力の安全に対する信頼が損なわれた中で、安全の向上が安心以前の問題と言えよう。第24期報告では、安心＝安全×信頼というモデルを提示し、信頼について「制度・組織に対

する信頼」、「科学技術・専門家に対する信頼」、「自分の知識に対する信頼」、「集合知（他知）に対する信頼」の4種類を挙げ、第25期見解では、社会における工学システムの安心感の醸成に必要な構成要素の一つとして、「担当者、工学システム、そのメーカーやブランドに対する信頼感の醸成」を挙げていた。一方で、「リスクに関する知識や関心が乏しい状態のまま、安心が高い状況は好ましくなく、大事なことは、知識や関心が高い状態に基づく信頼が加わることで高い安心が得られること」、と指摘した。

信頼されるべき対象には、政府機関や様々な会議体等を含む「組織」と、様々なステークホルダーの構成員である「人」が含まれる。国民が安心感を得る上で、1F事故以前からのキーワードであった「信頼」が、ALPS処理水問題においても重要であること、組織やそのリーダーが意思決定に対する責任を負っていることは言うまでもない。

2 ALPS 処理水の海洋放出に至る経緯と今後の見通し

(1) 廃炉の全体像とロードマップ

ALPS、汚染水、処理水といった用語については6～8頁で後述するが、ALPS 処理水の海洋放出は、1F 廃炉作業の一環と位置付けられる。「廃炉」という語は、これまでは法令上の用語である「廃止措置」とほぼ同義で使われてきた。通常炉（健全炉）の廃止措置は、施設の運転停止後、使用済み燃料を搬出し、原子炉を安全に解体・撤去し、建屋を解体し、最終的に更地に戻すまでの全ての作業を指すが、これは放射線源が安全に管理され安全が確保されていることは前提である。これに対し、事故炉である1Fの廃炉においては、法令上の廃止措置に入る以前に、放射性物質を安定な状態とするための作業が必要となる。例えば、燃料デブリを取り出して建屋に保管するなど放射性物質を安全に管理された状態に戻す作業に加え、規制基準を満たした ALPS 処理水を海洋に放出することも含め、複雑で長期にわたる作業が求められる。法令上の廃止措置の終着点である「放射線障害を防止するための措置を必要としなくなる」ために必要となる作業、という意味での「廃炉」の困難さが特に際立つ。なお、本見解の主対象である ALPS 処理水の処分やその前段の汚染水問題への対処なども含めて「廃炉作業」と呼ばれる一方で、関係閣僚会議などの組織名では「廃炉・汚染水・処理水対策」と並列に表現される場合もある。「廃炉」という語がどの範囲を指すか、使われる場面によってぶれがあることも否めず、いずれにしても事故炉の廃炉は、健全炉の廃炉とは大きく異なる。

事故炉の廃炉の例としては、1979年に炉心溶融事故を起こした米国スリーマイルアイランド原発2号機があるが、燃料デブリの大半を事故後約10年で取り出したものの、炉の解体は1号機の停止（2019年）以降とされ、さらにその後1号機の再稼働が決定された。一方、日本では、廃止が決定された通常炉に関して、2001年に着手された日本原子力発電（日本原電）東海1号機（黒鉛炉）、軽水炉では2009年に着手された中部電力浜岡原発1号機、2号機、2015年に着手された日本原子力発電敦賀1号機の廃止措置が現在進行中であるが、商用炉では廃止措置が完了した例はまだない。試験研究炉では、日本原子力研究所の動力試験炉 JPDR の廃止措置が1996年に完了した例がある。

1Fの廃炉作業の全体像や ALPS 処理水の海洋放出の背景を知る上では、経済産業省のポータルサイト[22]に掲載された情報が有用であろう。国民向けの広報資料[23]では廃炉作業として、①燃料取り出し、②燃料デブリ取り出し、③汚染水対策、④ALPS 処理水の処分、⑤廃棄物の処理・処分/原子炉施設の解体等の5項目を挙げている。

1Fの廃炉に関する法制度的枠組みとしては、原子力損害賠償・廃炉等支援機構法がある。2011年8月に原子力損害賠償の迅速かつ適切な実施を主目的に制定された原子力損害賠償支援機構法が2014年に改正され、原子力損害賠償支援機構の業務として、廃炉等を実施するために必要な技術に関する研究及び開発、助言、指導及び勧告の業務が加わり、同機構は原子力損害賠償・廃炉等支援機構（Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation、以下「NDF」と表記）と改称された。NDFは機関名に「廃炉」を冠するが、文字どおり支援を行う機関であって、廃炉工程全体の進行管理の責任を担うものではなく、廃炉の実務は、参考資料2に示すとおり、当初は

経済産業省始め政府の関係府省庁と東京電力が担い、原子力規制委員会の設置後は原子力規制庁が主要な主体に加わった。

1Fの廃炉は「東京電力（株）福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」（以下「中長期ロードマップ」と表記）に基づいて実施される。中長期ロードマップの初版[24]は2011年12月に決定された後、5回改訂され、現在のロードマップは2019年12月に廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議で決定されたものである。なお、1F1～4号機の廃炉について、30～40年後の終了を目標⁴とすることは中長期ロードマップ初版の時点で記載された。

現行の中長期ロードマップを決定した閣僚等会議の名称は、ALPS処理水の海洋放出方針を決定した2021年4月13日の第5回会合で、廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議と変更され、「処理水」が明示された⁵。また、海洋放出の決定を受けて、「ALPS処理水の処分に係る基本方針の着実な実行に向けた関係閣僚等会議」も設置された。

変更理由の説明に端的に表現されているように、事故炉から発生する「汚染水」を多核種除去設備（ALPS：Advanced Liquid Processing System）等によって処理した後に、「処理水」として1F敷地内のタンクに貯留されてきた。本見解が安全性評価の対象とする「ALPS処理水」は「処理水」の一部であり、その正確な定義は8頁で後述する。ALPSは放射性物質を活性炭やフィルターなどに吸着させたり、薬品を添加して放射性物質を沈殿させたりするなどの方法を組み合わせ、汚染水中の様々な放射性物質を除去する装置である。但し、トリチウムはALPS処理過程で溶媒として多量に存在する水分子の一部として存在し、化学的に除去できない。

なお、ALPSを用いた吸着や沈殿等の処理によって、汚染水に含まれていた放射性物質の大半はスラリーと呼ばれる二次廃棄物に移行する。ALPS処理水やデブリ取り出しに比べて注目されにくいだが、1F敷地内の放射性物質の所在でみると約半分をも占めるCs吸着塔を始め、ALPS処理由来以外の1F敷地内に貯蔵されている廃棄物全般の安全管理も重要課題の1つである。これらは、廃炉全般の安全性を審議する原子力規制委員会特定原子力施設監視・評価検討会が示す中期的リスクの低減目標マップ[25]にも位置付けられている。また、2021年2月の最大震度6強の地震により、5・6号機滞留水の貯留タンクからの漏洩が発生しており、汚染水、ALPS処理水や処理途上水の貯留タンク、二次廃棄物の保管施設やALPS等の処理システム自体の耐震性、安全性、巨大地震などの万一の際の対応準備も忘れてはならない課題である。

(2) 汚染水の発生、処理、貯留、処分とその検討経緯

⁴ その背景として、参考資料に詳述した経緯の記載のとおり、原子力委員会の専門委員会における検討成果の報告がある。廃止措置の終了までは30年以上の期間を要するものと推定される、との記載があるが、40年という記載はない。2025年7月には、2030年代初頭とされていた燃料デブリの本格的な取り出し開始時期が2037年以降となることが発表され、この年限での廃炉完了が極めて困難であることについて、元原子力規制委員長を含め多くの有識者から明言されつつあるが、政府文書では目標年は変更されていない。

⁵ 名称変更に関する文書には、変更の理由として「燃料デブリの冷却や地下水の流入等によって発生する汚染水と、汚染水を多核種除去設備等で浄化した処理水を明確に区別し、汚染水と処理水の誤用を防ぐため」と記載されている。

海洋放出は「処分」の一形態であるが、これについては 2. (3) で後述することとし、その背景としての「汚染水」の発生、貯留について、時点を遡って概要を記しておく。前述の日本学術会議東日本大震災復興支援委員会に設けられた分科会の名称に汚染水問題対応が、変更前の閣僚等会議の名称に廃炉・汚染水対策が冠されていたように、「汚染水」は処理水という語が用いられる以前からの重要なキーワードである。

2011 年の中長期ロードマップ初版では、「滞留水」という語が用いられ、「1～4 号炉のタービン建屋、原子炉建屋等に滞留している汚染水のこと」という説明が脚注に記されていた⁶。また、運転開始当初の様々なトラブルを踏まえた滞留水処理施設の信頼性向上が滞留水処理計画の冒頭に記載されていた⁷。また、処理施設の信頼性向上に次ぐ課題として、滞留水の速やかな処理が挙げられていた。当時はタービン建屋等の周辺に設けられたピット（井戸）内に地下水（サブドレン⁸）が流入し、これが、タービン建屋等に恒常的に流入していることが懸案とされていた。その後、流入対策が講じられることとなるが、中長期ロードマップ初版の時点で「汚染水の海への安易な放出は行わないものとする」ことが明記されており、2015 年以降、サブドレンを汲み上げて浄化した後に海洋へ放出する計画を容認する際、国、東京電力が漁業者と交わした約束が守られたか否かは、後に(4)で述べる合意形成過程の重要な論点である。

また、発電所全体の放射線量低減・汚染拡大防止に向けた計画の冒頭の海洋汚染拡大防止計画では、滞留水がピット等を通じて海洋へ流出する事象への対策、地中内への流出抑制の継続、汚染水が地下水に漏れ出した場合の海洋汚染拡大防止策としての既設護岸の前面への遮水壁の設置が記されていた。

事故後、ALPS の設置前までは、ピットの修復や地下水バイパスなど、汚染水の発生や海洋への漏出の抑制措置と、貯留タンクの設置、運用管理が進められた。初期においては、建屋内滞留水について、主要な放射線源であるセシウム除去装置（サリー、キュリオン）を通した処理水がタンクに貯留されたが、溶接型が導入される前に使用されていたフランジ型タンクからの漏出が 2013 年に発覚した。その後溶接型タンクに順次移行したが、初期に発生した汚染水をめぐる複数のトラブルが、海産物に対する風評被害に影響を与えたことは否めない[26]。政府や東京電力は、事故後初期に深刻な汚染があったことは事実として向き合った上で、当時の状況と ALPS 処理水の放出下の状況が、大きく異なることを的確に伝えることも重要と思われる。

このように、汚染水の貯留量の増大への対処として、多核種除去設備 ALPS の設置が 2012 年中に進められた。2013 年 1 月 24 日に開催された原子力規制委員会特定原子力施設監視・評価検討会第 2 回において、「汚染水の発生量にあわせてタンクを増設し続けた結果、敷地内のタンク設置が限界となる」ことが、安全対策を講じてもお残存するリスク（残余リスク）と認識され、これへの対策として、「地下水バイパスにより汚染水発

⁶ この時点で 2012 年内に導入予定と記載されていた「現行施設では除去が困難なセシウム以外の放射性物質も除去可能な多核種除去設備」が ALPS である。

⁷ 処理水という語は、その時点での水処理施設により放射性セシウムを除去した水を指していた。

⁸ サブドレンとは、建屋周辺に設けているピット（井戸）に流入してくる地下水を指し、1F で発生した排水の海洋への放出における漁業者との協議等における重要なキーワードである。

生量を抑制し、タンク増設ペースを低減する」とともに、「多核種除去設備を稼働させ、タンク保有水の汚染濃度を告示濃度⁹未満に処理した上で、関係者の合意を得ながら海洋放出を行い、タンク増設を抑制する」ことが提示された。これが今日の ALPS 処理水の海洋放出の原点と言えよう¹⁰。

2013 年 6 月の中長期ロードマップ改訂第 2 版では、汚染水対策として地下水流入抑制対策、水処理システムの強化、タンク増設計画の 3 項目が記載された。2013 年 9 月には、東京電力(株)福島第一原子力発電所における汚染水問題に関する基本方針[27]が策定され、廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議や廃炉・汚染水対策チームが設置された。12 月には「予防的・重層的な汚染水処理対策」が策定され、トリチウム水の取扱いに関する総合的な評価の場として、トリチウム水タスクフォースが設置された。

2015 年 6 月の中長期ロードマップ改訂第 3 版では、汚染水対策の 3 本柱は①汚染源を「取り除く」、②汚染源に水を「近づけない」、③汚染水を「漏らさない」とされ、①には、トリチウム分離技術の検証など、国内外の叢智を結集との記載もある。2016 年 9 月 27 日に開催された汚染水処理対策委員会第 18 回において、トリチウム水タスクフォース報告書[28]が報告され、以後、新たに設置された多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会（以下 ALPS 小委員会と表記）が主たる検討の場となった。

中長期ロードマップは、2019 年 12 月改訂第 5 版が最新であり、ここには汚染水発生量を 150 m³/日程度（2020 年内）、100 m³/日以下（2025 年内）に抑制、建屋内滞留水処理完了（2020 年内）、原子炉建屋内滞留水を 2020 年末の半分程度に低減（2022-2024 年度）といったマイルストーンが掲載されている。これらの達成状況は関係閣僚等会議に報告されている。一方、「多核種除去設備等で浄化処理した上で貯蔵されている水の取扱いについては、処分方法の選択肢毎に技術的な評価を行った。技術的な観点に加え、風評被害など社会的な観点等も含めた総合的な検討を引き続き進めていく。」と記載されているものの、以後、中長期ロードマップ自体は更新、改訂されておらず、廃炉全体の工程において、ALPS 処理水の海洋放出を廃炉全体の中で中長期的にどのように進めていくかの展望は示されていない。

その後、次節に示すように、2021 年 4 月に多核種除去設備等処理水の処分に関する基本方針によって海洋放出が決定された。現在の定義では ALPS 処理を経てタンクに貯留されている水＝ALPS 処理水という理解は正確ではなく、海洋放出という基本方針決定後は、ALPS 処理水という語は、「ALPS で浄化処理した結果、トリチウム以外の核種について、環境放出の際の規制基準を満たす水」を指す。敷地内のタンクで保管されている水のうち、規制基準を満たしていないものについて、東京電力は「処理途上水」と呼び、

⁹ 原子力発電所等から環境中に放出される液体廃棄物に含まれる放射性物質毎の濃度の限度として、我が国の法令等の告示に示される値。国際放射線防護委員会の勧告に基づき、放出される放射性物質による追加的な公衆被ばく線量を、年間で 1 mSv 未満にするための規制基準。物質ごとの濃度と基準値の比を評価対象物質について足し合わせた値が「告示濃度比総和」である。

¹⁰ 当日の議事録には、原子力規制委員会の担当委員からの「「関係者の合意を得ながら海洋放出を行い」については、「規制の枠から外れるかもしれないが、許容値以下だとしても、実現していくにはさまざまなステップがあり、対策がとれない可能性があることもリスク要因である」との指摘や、公衆とのコミュニケーションの大事さ、早い時期からの理解の重要性の指摘が記録されている。

ALPS 処理水と処理途上水の両方を併せて示す場合は「ALPS 処理水等」と表記されている。「等」という表現では本質が伝わりにくいが、(5)で後述するとおり、処理途上水への対処は特に重要な課題である。

(3) 処理水の処分方法の検討経緯、決定経緯

本見解が中心的に取り上げる ALPS 処理を経た処理水の処分の検討経緯については、前述の経済産業省のポータルサイト[22]、東京電力のポータルサイト[29]などに多くの情報があり、なぜ処理水の処分が必要なのか、処分方法としてなぜ海洋放出が選ばれたのか、といった疑問への Q&A が掲載されている。

燃料デブリを冷却するために注入される水は、セシウム吸着装置と淡水化装置を通して循環利用されるが、地下水の流入のために燃料デブリに触れた余剰の水が発生する。凍土壁の設置などにより、地下水の流入は 100 m³/日以下（事故後当初の数分の 1）まで減ったが、これまでに発生した余剰水は ALPS を通した上で、タンクに貯蔵されてきた。貯蔵タンクの総数は 1000 基を超え、廃炉作業の障害となっており、処分してタンクを撤去することが必要、というのが処理水の処分が必要とされた理由である。

ALPS 処理水の海洋放出は、2021 年 4 月 13 日の廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議で決定された基本方針[30]に基づいて実施されている。この基本方針決定に至る経緯（参考資料 2）から、海洋放出が選択された主な経緯を抜粋しておく。

- ・タンクに保管している水の取扱いについては、トリチウム水タスクフォース及び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」）において、専門家が、風評影響など社会的な観点も含めた総合的な議論を 6 年以上重ねてきたこと
- ・これを踏まえ、2020 年 2 月に取りまとめられた ALPS 小委員会の報告書[31]では、トリチウム水タスクフォースで技術的に実施可能とされた 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、評価がなされたこと
- ・現実的なのは水蒸気放出及び海洋放出であるが、水蒸気放出の例は国内にはなく、また蒸発残渣が放射性廃棄物となりうること

なお、トリチウム水タスクフォースの報告書では、「トリチウム以外の核種は多核種除去設備等により別途除去されることを前提としている。」とされ、ALPS 小委員会でも、「トリチウム以外の放射性物質については、多核種除去設備等により、安全に関する規制基準値を確実に下回るまで浄化することを前提として議論がなされ、報告書が取りまとめられている。」とされている。2. (4)で後述する 2018 年 8 月の公聴会の開催前の時期に、トリチウム以外の核種が、ALPS の不具合や敷地内の線量低減のための処理を優先したこと等によって十分には除去されていない測定結果が多数あったにもかかわらず説明されていなかったことが報道され、公聴会での海洋放出反対の立場の意見表明者から、トリチウムのみが懸案課題であるような説明がなされてきたのではないかと、という不信感が提示された。ALPS 処理水の海洋放出の影響を懸念する指摘には、トリチウムに関するもの、トリチウム以外の核種に関するものの両方があることに留意すべきである。

(4) 決定過程における合意形成

2020年2月に公表されたALPS小委員会報告[31]には、以下の3点が特記された¹¹。

①政府には、本報告書での提言に加えて、地元自治体や農林水産業者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。その際には、透明性のあるプロセスで決定を行うべきである。

②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、これまで福島第一原発事故による風評被害対策の実績を踏まえ、拡充・強化する形で取りまとめられるべきである。

③方針の決定後も、国民理解の醸成に向けて、透明性のある情報発信や双方向のコミュニケーションに長期的に取り組むべきである。

上記の記載は、ALPS小委員会の報告公表後の取組についての提案であるが、小委員会自らも、2016年11月の設置から2020年2月の報告書取りまとめの期間の半ば過ぎにあたる、2018年8月に、福島県富岡町、郡山市、東京都内の3会場で、説明会・公聴会を開催している。いずれの会場でも海洋放出に反対する意見が大半であり、富岡会場では、福島県漁業協同組合連合会長も意見陳述した。2015年に福島県漁連との間で行われた地下水バイパス、サブドレン排水の実施協議の際、ALPS処理水の取扱いについて、「発電所内のタンクにて責任を持って厳重に保管管理を行い、漁業者、国民の理解を得られない海洋放出は絶対に行わないこと」と漁連が要望したのに対し、東京電力は社長名で「多核種除去設備で処理した水は発電所敷地内のタンクにて貯留いたします」との回答を、経済産業省は大臣名で「関係者の理解なしには、いかなる処分も行いません。」と回答した旨、当日の意見表明の概要[32]に明記されている。一方で、処理水の処分は国民的議論を尽くすべき課題で、福島県の漁業者だけで判断すべき問題ではないことも述べられている。こうした公聴会、説明会の開催の記録を通じて、多様な意見の存在が確認できるが、決定過程における関係者との合意形成が円滑であったとは言い難い。ALPS小委員会に委員として参加した小山[33]は、小委員会報告の「国民的な合意ができれば政府が決定する」という内容に関して、放出決定に至るまでの間、新型コロナウイルスの影響が大きく、国民的議論ができたとは言えないこと、福島県漁連が試験操業から本格操業に移ろうとする段階での放出決定は最悪のタイミングであったこと、一番大きな問題は、政府や東電が信頼されているかどうかにあること等を述べている。安全を安心につなげ

¹¹ これと関連して、基本方針には、以下のような経過が記載されている。

・小委員会での検討状況について、政府は折に触れて地元自治体や農林水産業者を中心に、様々な関係者に報告や意見交換を行ってきたこと、こうした報告や意見交換、説明会は、ALPS小委員会の報告書が公表されて以降だけでも、数百回実施してきたこと

・「多核種除去設備等処理水の取扱いに係る関係者の御意見を伺う場」を7回にわたって開催したこと（2020年4月6日～10月8日）。この場には、関係省庁の副大臣等が出席し、地元自治体等に加え、流通・小売の関係者も含む幅広い関係者（29団体43名）から意見を伺ったこと

・これらの中で、多くの団体から、処分に当たっては、丁寧な情報発信や、処分に伴い懸念される風評への対策が必要との意見が示されたほか、農林水産業の生産者団体からは、風評被害が必至であるという観点から環境放出に対する反対の意見が示されたこと

・地元自治体等からは、国の責任において処分方針を決定するべき、などの意見も示されたこと

る上で、信頼が重要であることは先に記したとおりである。関谷[34]は、「多くの漁業者は、処理水放出の必要性や安全性は理解していたが、国民や諸外国に処理水の安全性が理解されていないと思っていたからこそ反対していた」と述べ、海洋放出の方針決定後の政府の海外向けの情報発信は結果的に不十分であり近隣諸国の理解は十分には進まなかったこと、国際原子力機関（IAEA）など国際機関の協力のもとで対処してきたことは妥当であるが、交流が多い近隣諸国の政府、メディア、国民への情報発信と理解が課題、と総括している。

日本では古来、自然を保全し自然とともに暮らしてきた歴史があり、沿岸域を中心に海洋とのつながりが強い。さらに、海洋放出という選択肢では、ステークホルダーが海外にも広がる。こうした ALPS 処理水の海洋放出の決定、実施過程は、漁業者のみならず様々なステークホルダーの信頼という点で課題を残した。原子力委員会委員長代理を経験した原子力分野の有識者は、地元関係者との信頼関係が失われていった過程を検証し、ステークホルダーとの間での信頼回復の重要性に言及している[35][36]。ALPS 処理水の処分の決定過程で顕在化した合意形成の課題を整理し、必要に応じて改善策を講じることが、今後の廃炉を進めるにあたって重要である。

(5) ALPS 処理水放出の今後の見通し

2021 年 4 月の基本方針決定を受け、東京電力は ALPS 処理水希釈放出設備、関連施設の設計及び運用等の具体的な検討を進め、同年 12 月 21 日に「福島第一原子力発電所特定原子力施設に係る実施計画変更認可申請書」を原子力規制委員会に提出し、パブリックコメントを経て 2022 年 7 月 22 日に認可された。その後、2022 年 11 月に ALPS 処理水の海洋放出時の運用等に関して、上記実施計画の変更認可申請がなされ、パブリックコメントを経て 2023 年 5 月 10 日に認可された[37]。

同年 8 月 22 日に開催された廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議（第 6 回）は、東京電力に対し、原子力規制委員会が認可した実施計画に基づき、速やかに海洋放出開始に向けた準備を進めるように求め、海洋放出開始は、気象・海象条件に支障がなければ、8 月 24 日を見込むこととされた。

第 1 回放出は予定どおり 8 月 24 日に開始され、9 月 11 日までに約 7,800m³の ALPS 処理水が放出された。第 1 回放出分について、海水による希釈前のトリチウム濃度は 14 万 Bq/L、希釈後の最大のトリチウム濃度は 220 Bq/L、放出されたトリチウムの総量は約 1.1 兆 Bq、トリチウム以外の測定・評価対象核種の告示濃度比の総和は 0.28 と報告されている。以後、2023 年度中に 4 回、2024 年度中に 7 回、2025 年度中に 7 回の放出が計画に沿って実施された。各回の放出実績の概要を参考資料 3 に示す。

開始以降計 18 回の放出水量は約 14.1 万 m³、トリチウムの総量は約 33.2 兆 Bq（1 兆 Bq は、後に用いる国際単位系では、0.001PBq、P(peta)は 10¹⁵）である。これによって、ALPS 処理水等の貯蔵量は放出開始前の約 133.7 万 m³から約 124.7 万 m³へと約 7%減少した。減少量と放出水量の差分約 5.1 万 m³は、この間（約 2 年 7 か月間）に新たに発生した余剰水を処理して貯蔵に加わった水量である。なお、2021 年 4 月時点で 1 F 敷地に

貯蔵されていた ALPS 処理水等に含まれるトリチウム総量は約 780 兆 Bq と推計されており、トリチウムの累積放出量は当時の貯留量の約 4 % に相当する。

廃炉を円滑に進めるための用地確保の障害となっているタンク群の中に貯留されてきた ALPS 処理水等のうち、約 1/3 は ALPS 処理水に該当するが、貯留されている水の約 2/3 は処理途上水と推定されている。ALPS はトリチウム以外の放射性物質を告示濃度未満まで浄化する能力を有しているが、処理開始当初は、敷地境界の線量を下げることがを優先し、吸着剤の交換頻度を下げることで処理量を増やす運用がなされたことが、処理途上水が大量に生じた主因とされる[31][38]。一方、告示濃度比 10～100 倍の処理水は、設備運用開始初期に発生し、100 倍を超えるものは施設の不具合が主因とされている[39]。今後、二次処理等によって濃度を下げる必要があることは、長期にわたると想定される ALPS 処理水の海洋放出の管理において重要な点である。東京電力から公開されたタンク群毎の放射能濃度実測値（参考資料 3）によれば、告示濃度比の総和が 1000 を超える処理途上水が高経年のタンク群 J1 エリアに貯蔵されている。本見解は ALPS 処理水放出に主眼を置いたものではあるが、それ以前からの重要課題である汚染水管理が疎かになってはならないことを付言する。

3 トリチウムとそれ以外の核種の海洋のバックグラウンド濃度とその供給過程

(1) トリチウム

トリチウムは、物理的半減期が 12.3 年の純 β 放出核種であり、天然及び人為起源のものが地球上に広く存在する。人為起源のものは主に 1950 年代から 1960 年代の大気圏内核実験によるものであり、約 113 EBq ($=1.13 \times 10^{20}$ Bq、E (exa) は 10^{18}) が世界の海洋に沈着した[40]。2016 年時点で、核種崩壊により海洋に存在する放射性降下物トリチウムの量は 3.4 EBq に減少したが推定される天然起源のインベントリである 1 EBq よりも多い。現在の宇宙線による天然起源のトリチウムの生成量は、92 PBq/年と推定されている[41]。これらのトリチウムは最終的に全て海洋に供給されと考えられる。大気圏内核実験が行われていない現代においても世界各国の原子力施設からの海洋放出が行われている。1998 年から 2002 年にかけて平均 16 PBq/年でトリチウムが海洋に放出されている[42]。また 2018 年にはフランスの再処理施設 Cap de la Hague から年間 10 PBq のトリチウムの液体放出があったことが記録されている[43]。

主に大気圏内核実験による供給の結果としての海洋中のバックグラウンド濃度が 2016 年に半減期補正された結果としてまとめられている[41]。北極海は欧州の再処理工場の放出の影響が加わり 0.12 Bq/L と高いが、北太平洋北緯 30-45 度では 0.05-0.07 Bq/L と推定され、南極海では人為的放出の影響が小さいため 0.006 Bq/L と低かった。

1 F 事故前の福島沿岸及び沖合の海水表層は、0.03-0.06 Bq/L[44]であった。2011 年の 1 F 事故後、福島沿岸及び沖合の海水表層(水深 20m 以浅)のトリチウム濃度は、0.09-0.15 Bq/L[44]に上昇した。1 F 事故による最大総放出量は 0.5 PBq[44]と推定されている。

このように天然起源及び人為起源のトリチウムは、現在の海洋中に供給され続けている。なお、1 F からの ALPS 処理水に含まれるトリチウムの年間放出管理目標値は 22 兆 Bq (0.022 PBq) であり、宇宙線による天然起源トリチウム年間生成量 92 PBq と、世界各国の原子力施設から海洋への年間放出量 16 PBq を合わせた年間供給量約 108 PBq に対して約 0.02%に相当する。

(2) トリチウム以外の核種

ALPS 処理水による 30 核種の年間放出量については、貯蔵タンク毎に組成が異なる。そこでここでは K4 と名付けられたタンク群の例[45]を取り上げる。表 3-1 では、この K4 タンク群の核種組成に基づき、年間 0.022 PBq のトリチウムを放出する条件で換算した各核種の年間放出率を、標準化された手法で測定された信頼できる放出量データである IAEA DIRATA database[43]に記録された過去の原子力施設からの通常運転時の核種別年間液体放出量の最大値と比較した。ここでは、ALPS 処理水の放出核種が、過去に液体放出された記録があるかの確認を行うため、参考値として、核種ごとに IAEA DIRATA database に記録された通常運転時の年間液体放出量の最大値を示した。また、K4 タンク群で検出下限以下であった核種については、検出下限値を用いて年間放出率を算定しているため、実際の放出率より高めに見積もった厳しい条件下での比較である。また、

タンク群毎に核種組成が異なるものの、告示濃度比総和 1 未満を達成するように管理されており、各放射性物質の濃度は告示濃度を十分に下回る。したがって、表に示した一つのタンク群の値を基準としても、他のタンク分と大きく異なることはないと考えられる。トリチウム以外の核種について、液体放出の記録がある IAEA DIRATA database との照合の結果、ALPS 処理水中の放出率が過去の最大値を上回る核種はなく、多くは数桁小さい放出率であった。また、Se-79、Sm-151 は過去の放出実績が記録されていないが、ALPS 処理水による放出率は他核種と比べても大きくない。

また、自然起源と比較しても、その規模は小さい。例えば放射性炭素 14 (C-14) は宇宙線により大気中で年間 $1.4 \text{ PBq} (=1.4 \times 10^{15} \text{ Bq})$ 生成されている [46]。

参考までに、1 F 事故前の C-14 の海水中濃度は $6.0 \times 10^{-3} \text{ Bq/L}$ [44]、放射性ヨウ素 129 (I-129) の海水中濃度は $1.0 \times 10^{-8} \text{ Bq/L}$ [47] であった。他核種の濃度については、第 4 章において、ALPS 処理水の海洋放出時の濃度評価結果と過去の観測結果の最大濃度との比較を示す。

表 3-1 ALPS 処理水による 30 核種の年間放出量 (K4 タンク群の例) [45] と過去の放射性物質の年間液体放出量 (IAEA DIRATA database [43]) の最大値との比較

本表の ALPS 処理水による年間放出量は、K4 タンク群の核種組成 [45] を一例として、年間 0.022 PBq のトリチウムを放出する条件で換算したものである。過去の最大値は、IAEA DIRATA database [43] に記録された原子力施設からの核種別年間液体放出量の最大値であり、事故時放出ではない。H-3、C-14、Co-60、Sr-90、Y-90、Tc-99、Sb-125、Te-125m、I-129、Cs-137 以外の核種は検出下限以下であった。検出下限以下の核種については、実際の濃度ではなく検出下限値を用いて放出率を算定しており、全体として高めの放出率を仮定した、実際よりも厳しい条件での評価である。

核種	年間放出率	過去の事例			
	(K4 タンク群の例) (Bq/year)	最大年間放出率 (Bq/year)	サイト	国	年
H-3	2.2E+13	1.0E+16	Cap de la Hague	France	2018
C-14	2.4E+09	1.2E+13	Sellafield	UK	1995
Mn-54	1.3E+04	2.5E+12	Winfrith	UK	1984
Fe-55	3.3E+08	3.1E+13	Winfrith	UK	1980
Co-60	3.5E+07	2.2E+13	Winfrith	UK	1980
Ni-63	3.3E+08	3.2E+12	Sellafield	UK	1988
Se-79	2.4E+08				
Sr-90	3.0E+07	6.0E+14	Sellafield	UK	1978
Y-90	3.0E+07	1.2E+12	Hinkley Point	UK	1976
Tc-99	1.1E+08	1.9E+14	Sellafield	UK	1995
Ru-106	6.6E+06	1.6E+15	Sellafield	UK	1956
Sb-125	1.4E+07	1.8E+14	Cap de la Hague	France	1987
Te-125m	1.4E+07	2.3E+11	Hinkley Point	UK	1969
I-129	3.3E+08	1.8E+12	Cap de la Hague	France	1997
Cs-134	1.2E+06	1.1E+15	Sellafield	UK	1975
Cs-137	5.8E+07	5.3E+15	Sellafield	UK	1975
Ce-144	8.3E+04	6.4E+14	Sellafield	UK	1971
Pm-147	7.1E+06	8.6E+13	Sellafield	UK	1980
Sm-151	1.4E+05				
Eu-154	1.2E+06	3.8E+13	Sellafield	UK	1978
Eu-155	2.4E+06	7.8E+12	Sellafield	UK	1978
U-234	9.9E+04	1.6E+11	Sellafield	UK	1973
U-238	9.9E+04	1.2E+12	Sellafield	UK	1973
Np-237	9.9E+04	1.2E+13	Sellafield	UK	1978
Pu-238	9.4E+04	1.6E+11	Sellafield	UK	1973
Pu-239	9.9E+04	5.4E+13	Sellafield	UK	1973
Pu-240	9.9E+04	2.1E+05	Ringhals	Sweden	2008
Pu-241	3.5E+06	9.8E+15	Sellafield	UK	1977
Am-241	9.7E+04	1.2E+14	Sellafield	UK	1974
Cm-244	8.0E+04	2.6E+09	Cap de la Hague	France	2006

4 ALPS 処理水放出前の影響評価と防護基準との比較

ALPS 処理水放出前の影響評価は、東京電力が主体となり、外部の専門家も含めた評価チームとして実施された[45]。以下その概要を示し、防護基準との比較について記載する。

(1) 濃度評価

評価報告書[45]では水平解像度約 1 km の領域海洋モデルに対して、1 F 近傍海域を水平解像度 200m に高解像度化し、1 F 沖合 1 km の放出口から ALPS 処理水をトリチウムの放出率として年間 22 兆 Bq で放出した場合の海水濃度の予測計算が実施された。予測計算には、一例として 2019 年の気象場が用いられた。1 F 事故起源放射性セシウム 137 (Cs-137) の再現計算において、2013 年から 2016 年までの年間表層平均濃度分布が相似であることが確認されている[48]。つまり、ここで得られた年間平均の予測計算結果は、将来的にも大きな違いはないと想定されている。実際の気象場を用いたトリチウム濃度分布は、時空間的に大きな変動を示す。表層濃度分布の計算結果の動画は東京電力 HD のウェブサイトで公開されている[49]。日々のトリチウム濃度分布は、3～4 日周期で入れ変わる南北方向に卓越した沿岸海流によって変動し、中規模渦などの影響を受けて複雑な分布となっている。そのため日単位で正確に予測することは難しいが、年間平均濃度分布であれば予測可能であるとされている[48]。この考えのもと実施された 2019 年の気象場における年間平均濃度分布を図 4-1 に示す。1960 年代に行われた大気圏内核実験の影響によるトリチウムのバックグラウンド濃度は、北太平洋で約 0.03-0.06 Bq/L であった[44]。このバックグラウンド濃度を明確に超え、0.1 Bq/L 以上を ALPS 処理水の影響のある範囲とすると、年間平均濃度として影響が見られる海域は福島県沖の限られた海域にとどまると評価された。なお、本研究では 3 次元計算が行われているが、トリチウム濃度がバックグラウンド濃度を超えるのは水深 30m 以浅に限られる。そのためここでは主に表層濃度分布を示している。ただし、表層濃度は底層濃度よりも高い傾向があるが、濃度が上昇する海域の水深は 30m より浅いため、その濃度差は大きくない。

また、この濃度分布をもとに 30 核種に対して、放出口を含む 10km×10km の海域の年平均濃度の予測結果を表 4-1 に示す[45]。10km×10km のこの海域では、これらの濃度は、IAEA による MARIS database[50]の観測結果の最大値と比較して、著しく小さい。ただし、いくつかの核種は、モニタリングがされておらず MARIS database に含まれていないこと、分析方法があっても実際の海水中の濃度データが報告されていないことから、環境中にはほとんど存在していないと考えられる。ALPS 処理水放出後のこれらの核種に関する検出実績はなく、放出によるトリチウム以外の放射性濃度も低いと言える。

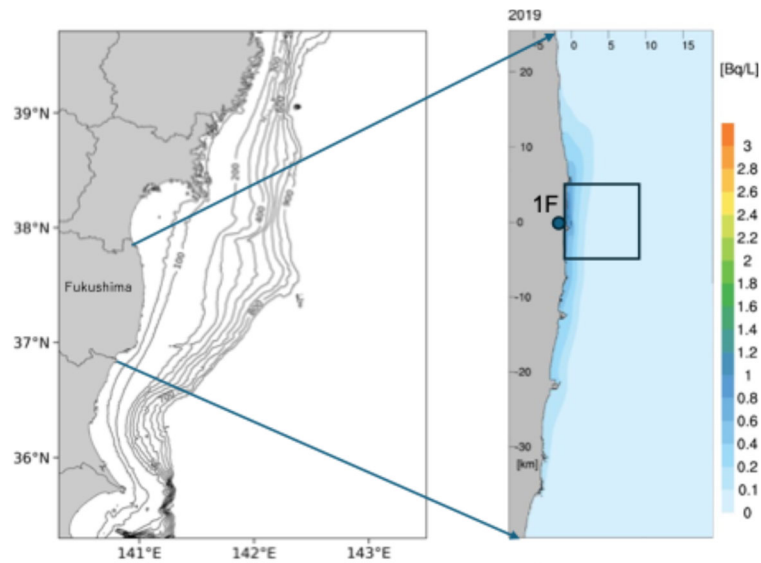


図4-1 モデルの範囲と水深分布（左図）と2019年の気象条件における年平均表層トリチウム濃度分布、黒枠は10km×10kmの範囲（右図）

表4-1 濃度評価結果と MARIS database 中の最大濃度との比較

本表の ALPS 処理水による年間放出量は、K4 タンク群の核種組成を一例として、年間 0.022PBq のトリチウムを放出する条件で計算したものである。H-3、C-14、Co-60、Sr-90、Y-90、Tc-99、Sb-125、Te-125m、I-129、Cs-137 以外の核種は検出下限以下であった。検出下限以下の核種については、実際の濃度ではなく検出下限値を用いて放出率を算定しており、全体として高めの放出率を仮定した実際よりも厳しい条件での評価である。

核種	ALPS処理水 の影響 平均濃度 (10km x 10km海域) (Bq/L)	過去の事例					
		MARIS database			1F事故の影響		
		最大濃度 (Bq/L)	緯度	経度	観測日	最大濃度 (Bq/L)	観測日
H-3	5.6E-02	7.0E+03	49.66	-1.96	2010/10/10		
C-14	6.0E-06	5.4E-04	33.10	-139.57	1973/8/30		
Mn-54	3.4E-11						
Fe-55	8.4E-07						
Co-60	8.8E-08	5.1E-02	49.71	-1.95	1991/2/15	5.9E+04	2011/3/25
Ni-63	8.4E-07						
Se-79	6.0E-07						
Sr-90	7.6E-08	1.9E-01	46.55	31.40	1988/7/25	8.5E+05	2012/3/26
Y-90	7.6E-08						
Tc-99	2.8E-07	3.3E+00	54.41	-3.57	1995/12/15		
Ru-106	1.7E-08	7.5E+00	54.40	-3.53	1983/5/4	3.7E+05	2011/3/23
Sb-125	3.4E-08	7.4E-01	49.65	-1.94	1983/5/3	1.5E+04	2012/3/26
Te-125m	3.4E-08						
I-129	8.4E-07	7.0E-05	58.31	10.72	2007/7/15		
Cs-134	3.0E-09	5.3E+01	54.43	-3.59	1974/11/21	6.7E+07	2011/4/7
Cs-137	1.5E-07	2.0E+02	54.43	-3.59	1974/11/21	6.8E+07	2011/4/7
Ce-144	2.1E-10	2.4E-02	59.03	21.08	1987/8/27		
Pm-147	1.8E-08						
Sm-151	3.4E-10						
Eu-154	3.1E-09						
Eu-155	6.0E-09						
U-234	2.5E-10	4.2E-02	34.27	35.65	2009/7/1		
U-238	2.5E-10	6.0E-02	22.32	91.83	1995/1/15		
Np-237	2.5E-10	1.0E-06	56.67	12.00	2008/6/15		
Pu-238	2.4E-10	1.2E+00	38.15	9.12	2004/6/24		
Pu-239	2.5E-10	1.8E-06	56.67	12.00	2008/6/15		
Pu-240	2.5E-10	1.2E-06	56.67	12.00	2008/6/15		
Pu-241	8.8E-09	2.6E-04	41.33	11.50	1975/9/21		
Am-241	2.5E-10	7.6E+00	35.78	-4.80	1999/12/15		
Cm-244	2.0E-10	9.0E-07	55.42	10.95	1994/5/19		

(2) 被ばく線量評価

IAEA のガイドラインに従い、10km×10km の海域における平均濃度に対して、被ばく線量評価が実施された[45]。トリチウムや放射性セシウムは水塊と同じ挙動を示す。一方でプルトニウム同位体などは海中の生物化学過程の影響を受け、沈降粒子とともに沈降する（スキャベンジング効果と呼ばれる現象）。ALPS 処理水として放出された放射性核種は放出後、数日の時間スケールでバックグラウンド濃度もしくは検出下限濃度以下となるため、近傍海水中においてバックグラウンド濃度を上回っている時間は非常に短いと考えられる。そのため、本評価では、30 核種全てが海水と同じ挙動を示すものと仮定され、各核種の海水中濃度は、トリチウム濃度に各核種とトリチウムの放出率比を乗じることにより求められている。C-14 や I-129 の濃度もバックグラウンド濃度と同等以下となっている。

全 30 核種を対象に様々な被ばく経路を考慮した線量評価により、外部被ばくと内部被ばくの両方を考慮した被ばく線量評価結果は、線量評価上最も寄与する海産物摂取を入れても 10^{-5} mSv/年のオーダーと、現在、日本人が受けている自然放射線による平均被ばく線量約 2.1 mSv/年と比べても無視できるほど小さい（表 4-2）。核種毎の寄与としては、トリチウムよりも C-14 や I-129 のほうが相対的に大きい（表 4-3）。

表 4-2 被ばく線量評価結果（mSv/年）[45]

評価 ケース	ソース ターム	タンク群毎のソースターム					
		K4 タンク群		J1-C タンク群		J1-G タンク群	
	海産物摂取量	平均的	多い	平均的	多い	平均的	多い
外部被ばく (mSv/年)	海水面	7.6E-10		2.3E-10		4.8E-10	
	船体	7.2E-10		2.2E-10		4.6E-10	
	遊泳中	5.2E-10		1.6E-10		3.2E-10	
	海浜砂	9.1E-07		2.7E-07		5.6E-07	
	漁網	1.8E-07		5.3E-08		1.1E-07	
内部被ばく (mSv/年)	飲水	3.3E-07		3.1E-07		3.1E-07	
	しぶき吸入	9.1E-08		1.9E-07		3.8E-07	
	海産物摂取	4.7E-06	2.0E-05	1.0E-06	4.5E-06	2.1E-06	9.0E-06
合計（mSv/年）		6E-06	2E-05	2E-06	5E-06	3E-06	1E-05

表 4-3 海産物の摂取による核種毎の被ばく線量評価結果（mSv/年）
（[45]をもとに作成）

核種	K4 タンク群	J1-C タンク群	J1-G タンク群
トリチウム (H-3)	3.2E-08	3.2E-08	3.2E-08
放射性炭素 14(C-14)	1.4E-06	3.8E-07	1.0E-06
放射性ヨウ素 129 (I-129)	2.7E-06	3.6E-07	3.0E-07

国内の例と比較すると、六ヶ所再処理工場からの放射性物質の放出に伴う被ばく線量は年間約 2.2×10^{-2} mSv と事前評価されており[51]、これは法令等で定められた公衆の線量限度（年間 1 mSv）を大きく下回る水準で、この評価は国の安全審査でも確認されている。

ALPS 処理水の放出率は 1 F が事故前の通常運転時の放出基準に基づいており、その被ばく線量評価結果は、六ヶ所再処理工場と比較しても、非常に小さい。放出率を 1 F の事故前の通常運転時並みに低く抑えているため、30 年以上の放出期間が必要と予測されている。リスク低減に資する放出期間の短縮のためには、合理的な範囲での年間放出量の増加についても検討すべきとの考え方もある。

(3) 東京電力報告書の国際原子力機関（IAEA）によるレビュー

①濃度評価

IAEA のレビュー[52]では、東京電力が実施した海洋中濃度予測について、国際的に認められた数値モデルと妥当な入力条件に基づいており、手法や前提が適切であると評価された。また、予測結果が示すように放出による濃度上昇は極めて小さく、放射線影響は無視できる水準であることを確認した。さらに IAEA は、放出後に継続的な海洋モニタリングを実施し、その実測結果と予測値を比較することでモデルの検証や必要な補正を行う体制を維持するよう推奨している。

また、堆積物への移行による長期的な蓄積については、東京電力は、分配係数に基づき液相と固相間で放射性物質の分配が平衡状態にあると想定している。放出が長期間続いても、移流・拡散により海水中濃度が上昇し続けることはなく、それに対応する堆積物中濃度も上昇し続けることはないと説明した。この回答に対し、IAEA もその実際よりも厳しい条件（リスクを過小評価しないよう余裕を見込んだ条件）を妥当と認めた。

②被ばく線量評価

IAEA のレビューでは、東京電力による被ばく線量評価は国際的に整合性のある手法と妥当な入力条件に基づいて実施されており、得られた年間実効線量は公衆被ばく限度である 1 mSv/年を大幅に下回ることを確認し、また環境生物への影響評価結果についても妥当であることが示された。最終的に人及び環境への放射線影響は無視出来るほどであると結論付けている。

(4) 国内外の防護基準との比較（国際的なガイドラインとの整合性）

東京電力の報告書では、ALPS 処理水の海洋放出に関連する防護基準レビューを行うにあたり、IAEA の安全基準及び国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告に準拠した放射線影響評価手法を採用している。特に、人と環境の放射線影響評価では、以下の放射線源の環境影響や人と環境生物の線量に関する国際的ガイドラインが明確に引用・適用されている。

当該の評価では、放射線源の安全管理と被ばく防護の一般的要求事項を定めた IAEA GSR Part 3 [53]に従い、排出される放射性物質による環境影響評価を実施するとともに、IAEA GSG-8[54]において推奨されている手法に基づき、「代表的個人」(Representative Person)の年間実効線量を算出し、その線量が IAEA が定める公衆被ばく限度(1 mSv/年)を十分に下回ることを確認している。「代表的個人」の概念を用いた線量評価は、ICRP Pub. 103[55]に規定された手法であり、これは公衆の中でも最も高い被ばくを受ける可能性のあるグループとして厳しい条件を想定する国際的に認められたアプローチである。また、我が国の法令等において具体的な防護基準はないものの、環境放射線防護に関し、ICRP や IAEA GSG-10[56]の手法に基づいて「代表的生物」に対する線量評価を行い、ICRP の誘導考慮参考レベル¹²(DCRLs: Derived Consideration Reference Levels) 下側の値に較べても十分に下回ることを確認している。さらに、当該報告書は IAEA によるレビューも受けており、国際的な視点からの妥当性検証も併せて実施されている。これにより、当該の線量評価結果が国際的に認められた基準と整合していることが示されている。但し、GSG-8 には、ALARA (As Low As Reasonably Achievable: 合理的に達成可能な限り低く)の原則や、他の選択肢と比較した処分方法選択の正当化という観点が含まれ、線量評価以外にこれらの観点での放射線影響評価が十分であったかどうかは議論の余地がある[36]。

(5) 影響評価における不確実性

人に対し 1.0×10^{-5} mSv/年という評価結果は、様々な過大評価になるような仮定を含んで導出されたものである。ただし、基準となる被ばく線量評価レベル 1 mSv/年と比較して、桁違いに小さいため、不確実性を考慮しても無視できるレベルであることには変わりはない。リン 32 (P-32)、リン 33 (P-33)、カルシウム 45 (Ca-45) 及びストロンチウム 89 (Sr-89) が含まれる場合には、胎児や乳児を対象とした内部被ばく評価への配慮が必要だが、これら 4 核種の中で最も半減期が長い Ca-45 でも 163 日のため、現時点ではそれらが ALPS 処理水中に存在する可能性は低い。

トリチウム及び他の放出核種を含む現在の評価手法に対し、国際機関からの異論は示されていない。ただし、一番放出量の多いトリチウムに関し最新の情報として、以前から日本で行われてきたトリチウムの生物影響に関する研究と最新状況の報告[57]、また国際的な文献を使った国際機関のレビュー[42][58]がある。トリチウムの形態が様々あることが、細胞内での不均一分布につながっている。そのため γ 線や X 線に比べて影響が大きい、すなわち生物学的効果比 (RBE: Relative Biological Effectiveness) が高くなる要因と考えられている。しかし低線量率のトリチウムの場合、例えばトリチウ

¹² 「標準動物もしくは標準植物の個体に電離放射線による有害な影響が生じる危険が存在しそうな(そのタイプの生物に対して予想される一定の生物学的影響についての知識から求められる)線量率範囲(バンド)であり、この参考レベルは他の関連する情報とあわせて考えることにより、環境防護に費やされる労力レベルを最適化する基準点として、一般的な管理目的および関連する被ばく状況に応じて使用することができる。(ICRP Publication 108, 2008, https://www.icrp.org/docs/P108_Japanese.pdf)」各生物への誘導考慮参考レベルは、人の線量限度とは異なり、野生動植物への対策を考慮し始めるための目安として使うことができる。

ム水として経口投与し、線量率が 3.6 mGy/d (1.4×10^8 Bq/L) 以下のマウスでは、通常の非汚染水を与えたマウスとガン発症率に差がなく、また、人の疫学研究でも有意差は見つかっていない[58]。ただし、上述のように影響評価において、トリチウムの RBE が高い点は、WHO の基準に近い濃度のトリチウムだけを取り込むような個別のリスクを評価する時に、不確実性として含む考え方もあろう。なお、トリチウムの形態によって RBE が異なるため[59]、評価結果に不確実性が伴う。この不確実性を減らすために様々な形態に対する低線量・低線量率での研究が進められることが必要である。

また、軽水素原子に比べてトリチウム原子の方が重いことで、生体内での化学反応において同位体分別が起こりうるが、生体からの水分子の排出が速いこと[60] [61]、また生物学的半減期の比較的長い有機結合型トリチウム(OBT)でも速やかに排出されることから[61] [62]、体外のトリチウムの比放射能に比べて体内のトリチウムが濃縮されることはない。すなわち、有害金属や有機化合物のような生態系を介した濃縮はトリチウムに関しては観察されない。ただし OBT の分解速度が遅いため、体外のトリチウムの比放射能に比べて、体内のトリチウムの比放射能が高くなる可能性があり、このような非平衡の状態では、あたかも生物濃縮が起こっているように見えることがある。同様の見かけ上の非平衡が他の放射性核種でも発生する。生物濃縮には生体内の反応に加え、生態系が放射性核種の環境中の動きに関与すると考えられるため、環境中の ALPS 処理水に係る放射性核種循環メカニズムの解明を進めることが必要である。

なお、生物の線量評価に関し、現時点では ICRP や IAEA が規定する手法を用いて評価するのが手続き上は妥当であると考ええる。この評価法の第一段階では、十分に安全側の評価になるように条件設定が行われているが、そのような条件においても DCRLs と比較して十分低いと評価されている。ただ用いられている生物の形状は単純化されているため現実とは異なっている。生物や生態系の時間軸は長いことを踏まえ、今後さらなる環境中の放射性核種の移行解明とともに、実際の生物の形状及び被ばく状況を考慮した現実的な評価モデルへの進展が望まれる。

5 学術論文による評価

1 F からの ALPS 処理水の海洋放出に関して、近年多くの科学的及び社会的議論が国内外で展開されている。最新の研究成果を ALPS 処理水放出に対する賛否両論の立場から整理し、統合的な考察を行う。

放出に対し、科学的な知見に基づく肯定的な主張としては、トリチウムについては生物濃縮が起こらないという報告が複数存在し[63][64]、生態系や人体への累積的影響の可能性は低いと考えられている。また、海洋モデルを用いた評価では、簡易モデルであっても海水中のトリチウム濃度やそれによる被ばく線量を現実的に評価でき、いずれも公衆の被ばく線量評価結果は、年間 1 mSv を大幅に下回るとする研究成果が示されている[65]。また 30 年以上にわたる長期的な影響評価を行う際、貯留中のトリチウムの放射壊変により、放出時にトリチウム濃度を 1,500 Bq/L 以下にするための海水による希釈倍率が、時間の経過とともに小さくなることを考慮する必要がある。この影響を考慮しても被ばく線量が非常に小さいことが確認された[66]。さらに、ヨーロッパの再処理施設 (Cap de la Hague や Sellafield など) からのトリチウム放出量との比較においても、1 F から ALPS 処理水の放出の影響は小さいとする知見が存在する[67]。また、モニタリング結果を解析し、基準を超える濃度は観測されていないこともまとめられている[68]。

一方で、海洋放出について否定的な立場を示したり、慎重な対応を求める文献も存在する。海洋拡散シミュレーションによって影響範囲を評価し、東シナ海への影響の可能性を指摘した研究もある。しかし、そこで示された濃度レベルはバックグラウンド濃度 (約 0.05 Bq/L) よりも数桁低く、実際には影響がまったく検出できない水準である。そのため、結果として影響範囲を過大に評価している[69]。実際の観測結果として、東日本大震災直後に海洋に放出された Cs-137 の拡散挙動に関する知見をもとに、ALPS 処理水も同様に広く拡散されるという放出率の違いを考慮しない予測もなされている[70]。

また、社会的・法的・国際的観点からも慎重な対処を求める意見が多い。Mabon and Kawabe [71] は、処理水問題を「福島地域社会の経験を国内外に伝える学習の機会」と位置付け、漁業者などの地域のステークホルダーを意思決定にどう組み込むかが重要な課題であると述べている。

An et al. [72] は、安全性の確認には説得力のある越境環境影響評価を他国と共同で実施することが不可欠であると提案している。さらに、Lu et al. [73] は、第三者による科学的評価、沿岸国による統合的モニタリング、国際共同研究、生態補償などを含む国際的な協力と制度整備の必要性を説いている。法律的側面からは、Wang et al. [74] が、国境を越える放射性物質のリスクに対する現在の法的枠組みの有効性を検証し、今後の集団的リスクに対応するための制度設計の検討を促している。

福島の“汚染水”の海洋放出は、環境に対して甚大かつ破滅的なリスクをもたらす可能性があるという論文があった[75]。しかし、この論文は ALPS 処理水のトリチウムに対する Cs-137 の比率を過大に誤認しており、明らかな間違いを含んでいた。これに対する反論論文[76]が 2025 年 11 月に掲載された。

これらの文献レビューを通じて明らかとなったのは、ALPS 処理水の海洋放出をめぐる議論は、科学的なリスク評価の重要性とともに、それだけでは不十分であり、社会的受容性や国際的信頼の確保といった統合的視点が求められていることである。また、科学的評価自体にも不正確または過度に悲観的な仮定に基づくものが存在し、慎重な検証と議論が必要である。したがって、今後の意思決定プロセスにおいては、科学的根拠とともに、地域住民や国際社会との対話を重視し、透明性と持続可能性を両立する包括的アプローチが不可欠である。

6 ALPS 処理水放出後の影響、現状と中長期的課題

(1) モニタリングとその長期計画

①環境中での放射性物質のモニタリング

第1章の事故後初期における日本学術会議の緊急提言等の対応でも触れたとおり、環境中の放射性物質のモニタリングが、事故による人及び環境への影響を知る上で必要であり、また国内外の信頼を得るための情報発信においても、環境中で生じている様々な事象の科学的な解明にとっても、重要であることは言うまでもない。

ALPS 処理水に関連する今日の環境モニタリングは一朝一夕に構築されたものではなく、事故発生以前からの原子力施設周辺環境モニタリング等があり、また事故初期に、よりきめ細かい測定が加えられ、長い実績の積み重ねの上に成り立っている。本分科会の第24期報告[1]でも述べたとおり、事故後初期の環境モニタリングの立ち上げには、学术界も重要な役割を果たした。政府の対応として、2011年7月4日にモニタリング調整会議が設置され、設置から2022年3月15日の第4回までは文部科学省が、第5回以降は原子力規制委員会が主体となった。原子力規制庁は環境省の外局であり、会議の議長は環境大臣、事務局は原子力規制庁と環境省水・大気環境局の共管で今日に至っており、ALPS 処理水の海域におけるモニタリングにおいても、これら2省庁が主導的役割を担っている。

2011年8月2日開催の第2回会合で「総合モニタリング計画（案）」が初めて審議されて以降、順次改訂されてきた。事故後1週間に発せられた「福島第一、第二原子力発電所の緊急時における全国的モニタリングの強化について」は大気からの定時降下物、上水が対象だったが、2011年3月22日付文部科学省資料「海域モニタリング計画」で海洋研究開発機構（JAMSTEC）の調査船による調査を発表して以降、2011年5月6日「海域モニタリングの広域化について」など、海域のモニタリングについても順次取組が強化されてきた。第24期報告[1]巻末の参考表3に当時の総合モニタリング計画に沿った主要モニタリング一覧を掲載している。

海域モニタリングについては、当初から、海水、海底土、海洋生物が測定対象とされ、計画の別紙「海域モニタリングの進め方」に沿って、原子力規制委員会、水産庁、国土交通省、環境省、福島県、原子力事業者が、測定を実施してきた。2021年4月の第13回モニタリング調整会議で「ALPS 処理水の処分に関する基本方針の決定を受けた今後の海域モニタリングについて」が議題として明示され、原子力災害対策本部及び資源エネルギー庁の廃炉・汚染水・処理水対策担当幹部職員が会議メンバーに追加された。基本方針の決定を受けた今後の海域モニタリングについて環境省、原子力規制庁、東京電力が説明を行い、モニタリング調整会議の下への海域環境の監視測定タスクフォースの設置、環境省による ALPS 処理水に係る海域モニタリング専門家会議の設置が決定された。

2021年6月18日の合同会議以降、2026年3月までに、タスクフォースは5回、専門家会議は16回開催され、これらの会議体が ALPS 処理水の海洋放出に関する海域モニタリングの方針決定や結果の評価を担っている。

ALPS 処理水の処分にに関する基本方針に海域モニタリングの強化・拡充が盛り込まれたことと呼応して、2022 年 3 月の第 14 回モニタリング調整会議で総合モニタリング計画が改訂され、さらに改訂を重ねて 2026 年 3 月の第 18 回モニタリング調整会議で改訂された総合モニタリング計画が最新のものである。1 つ前の 2025 年の計画改訂 [77] では、計画本文中の海域モニタリングに関する記載が拡充され、

- ・ IAEA の枠組みの下で、我が国の分析機関が有する能力を IAEA が確認・評価する分析機関間比較の対応を行うこと
- ・ 我が国が実施する ALPS 処理水に係る海域モニタリングの裏付けを目的とする分析機関間比較の対応を行うこと
- ・ IAEA 及び IAEA の指定する第三国の分析機関の専門家自身が海洋環境試料を採取し、分析機関が当該試料の分析を行う追加的モニタリングに対応すること

が盛り込まれた。

ALPS 処理水の海洋放出開始後のモニタリング結果は、原子力規制委員会 [78]、経済産業省 [79]、環境省 [80]、水産庁 [81]、東京電力 [82] から各々公表され、他機関のモニタリング結果にも相互リンク¹³されている。また、東京電力は、各機関が公開した海域モニタリングのデータを地図上に集約し、一元的に閲覧できるようにしたウェブサイト [83] を設け、英語、中文（簡体、繁体 2 種（台湾、香港）の計 3 種）、ハングル文字表記も併用している。

測定結果は、上述の海域モニタリング専門家会議など、政府の関係会議に報告されるほか、福島県の廃炉安全監視協議会 [84]、その下に設けられた環境モニタリング評価部会に報告され、結果について審議を受けている。複数の機関（国、地方自治体及び東京電力）が各々の結果を報告する形式であり、最近の会議では、測定結果の総合的な評価やシミュレーション結果との比較についても指摘されつつあるが、総合的な解析には至っていない。

2025 年 7 月の第 15 回海域モニタリング専門家会議には、環境省と原子力規制庁の連名で「ALPS 処理水の海洋放出開始以降のモニタリング結果に対する評価について」と題する資料 [85] が提出され、「海水及び海洋生物（水生生物、水産物）に係る分析結果は、検出下限値未満という結果を含め、各種基準等を大幅に下回る結果、又は海洋放出開始前の変動範囲や調査結果と同程度（魚類のトリチウム濃度は周囲の海水と同程度）の結果である。これらの結果は人や環境に影響を及ぼすレベルではない。」と総括している。また、その前提として、「当該モニタリングについて、IAEA による他の分析機関とのデータの比較評価の結果、日本の分析機関が高い正確性と能力を有していると評価されている。このような IAEA の評価や専門家会議での議論を踏まえ、当該モニタリングが信頼性の高いデータを有しているものであると考えている。」と測定の信頼性にも言及している。

¹³ 但し、他機関による測定結果へのリンクの範囲は機関ごとにまちまちで、統一されていない。

②放出前の ALPS 処理水等の測定

前項①では、放出後の環境中での実測状況を概観した。2011 年の事故発生時には、どれだけの放射性物質が環境中に放出されたかを直接測定することはできず、大気中や海水中のモニタリング結果から、シミュレーションモデルを介して、放出量を逆推計する研究も行われてきた。これに対し、ALPS 処理水の放出は、人為的に計画・管理された放出であり、放出前の段階での実測が可能である。希釈によって所定の値以下とするためにトリチウム濃度を確認するとともに、トリチウム以外の核種¹⁴が所定の基準値以下の濃度まで除去されているかどうかを実測により確認し、その結果を公開することが信頼を得る上で極めて重要である。

放出前の ALPS 処理水の分析は、実施者である東京電力に加え、第三者機関として国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（JAEA）が実施することとされ[86]、測定結果は東京電力のウェブサイト[87]、JAEA のウェブサイト[88]に各々掲載されている。測定対象となるのは、主にタンク群から移送された ALPS 処理水を一時的に貯留し、測定・確認用設備（約 1 万 m³×3 群）に含まれる水であるが、このほか、海洋の放水トンネルの手前に位置する立坑（上流水槽）でも実施されている（図 6-1）。

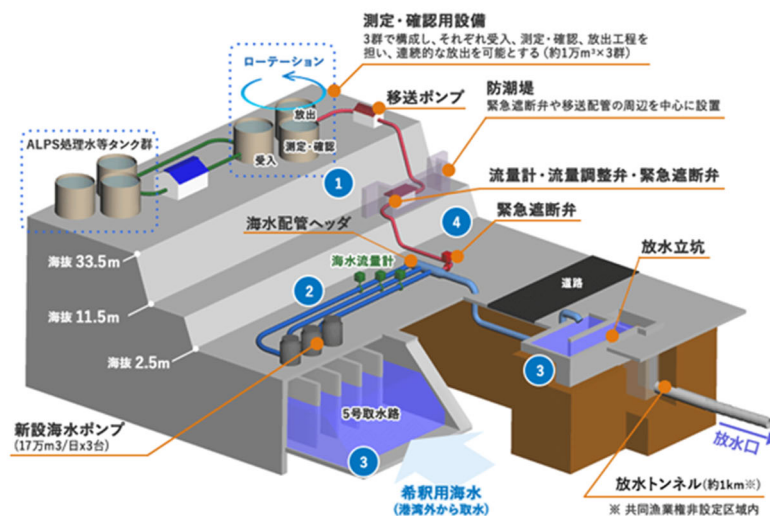


図 6-1 ALPS 処理水の海洋放出のための設備

（出典：東京電力ホールディングス処理水ポータルサイト[29]）

①希釈放出前の測定・確認用設備、②希釈設備、③放水設備、④異常時の措置のための設備

タンクに貯留中の ALPS 処理水等の中には、トリチウム濃度が現在までの放出対象とされてきた 13～31 万 Bq/L より高いものがあり、これらはトリチウムの半減期 12.3 年を考慮して、30 年程度と見込まれる放出期間の後半に放出する考えが示されている。

¹⁴ トリチウム以外の核種に関して、29 の核種（表 3-1 のトリチウム以外の核種）が測定・評価対象核種として選定され、放出前の測定結果が公表されている。これら以外の 6 核種（Cl-36、Nb-93m、Nb-94、Mo-93、Cd-113m 及び Ba-133）についても、東京電力による自主的測定が実施されている。

また、第2章で述べたとおり、トリチウム以外の核種が十分に除去されず、告示濃度比の総和が1以下となるように二次処理が必要な処理途上水が貯留量の大半を占めるため、トリチウム以外の核種濃度の放出前の測定、確認が、今後さらに重要になる。

特に海水中に放出された後、堆積物に沈殿したり、生物濃縮が見られたりする核種が含まれているのは、環境への影響において懸念材料となる。これまでの環境動態の知見を反映して、モニタリングが適切に行われることはもちろんであるが、原子力発電所の平常運転時の海水中濃度に比べて、過去に放出実績のない複数の核種では、希釈後でも明らかに高い濃度で放出されることになることから、関連する試料にも配慮して継続したモニタリングを行うことも重要になる。それにより、より詳細な海洋環境での動態、また海洋から影響を受ける範囲の陸域側での動態の解明が可能となり、さらにこれらの情報を公開することが、国内のみならず周辺諸国の信頼回復に向けて重要なステップになるだろう。

(2) モニタリングによる海洋拡散シミュレーションの検証

ALPS 処理水放出前の放射線影響評価に用いた海洋拡散シミュレーションを、放出後のモニタリングデータによって検証することは重要である。海洋拡散シミュレーションは、1 F 起源のCs-137の再現計算を通じて、年間平均濃度を用いて既に検証されている[89]。その際モニタリング結果の単発的なスナップショットとの直接比較は難しく、放出期間を通じた平均値との比較が必要となることが明らかとなった。しかし、トリチウムについては現時点ではALPS 処理水のモニタリング結果から期間平均値を求めることに下記に挙げる3つの課題がある。

第一の課題は、モニタリングの時間分解能の不足である。最も高頻度で観測している東京電力でも、精密分析の実績は、多くて週に1回程度であり、時間変動の大きい現象から平均値を求めることが困難である。放出期間中は、適切な放出口近傍の観測点においてより高頻度の精密分析を行うことが望まれる。

第二の課題は、検出下限の問題である。精密分析でも検出下限はおおよそ0.1 Bq/Lであり、ND（不検出）となるケースが見られる。そのため、平均値の算出が困難となっている。バックグラウンド濃度を安定して測定できるよう、検出下限をNDが出ないレベルに設定する必要がある。

第三の課題は、観測点の配置である。現在の観測点は必ずしも放出口を対象とした配置となっていない。効率的なモニタリングのためには、沿岸海流の南北成分が卓越することを考慮すると、放出口を挟んで南北に対称となる観測点を設置することが望まれる。

現行のモニタリング体制では、観測頻度に対して観測点数が相対的に多く、結果として頻度と点数のバランスが必ずしも適切とは言えない可能性が示唆される。そのため現状のモニタリングでは平均値を求めることが困難であるため、シミュレーションの直接的かつ定量的な検証には限界がある。今後は、観測点の配置と数を最適化した上で観測頻度を増加し、観測頻度・検出下限・観測点配置の改善によって、より実効性の高い検証が可能になる。

また 1 F 事故前の、大気圏内核実験起源のトリチウムのバックグラウンド濃度は約 0.03-0.06 Bq/L であった[44]。1 F 事故の影響により、ALPS 処理水放出の直前にも 1 Bq/L を超えるトリチウム濃度が観測されていた（図 6-2）。例として 2013 年及び 2014 年に漏洩したトリチウムは、微量ながら地下水から原子炉建屋（1 から 4 号機）近傍を通る排水路を通じて海洋に流出した可能性が報告されている[90]。現在も 1 F の敷地または周辺地域から海洋へのトリチウム流出が継続しており、ALPS 処理水放出の影響と区別することが困難な場合がある。そのため、ALPS 処理水放出以外からのトリチウムの継続的な流出のメカニズムを解明し、ALPS 処理水のシミュレーションに適切に反映する必要がある。

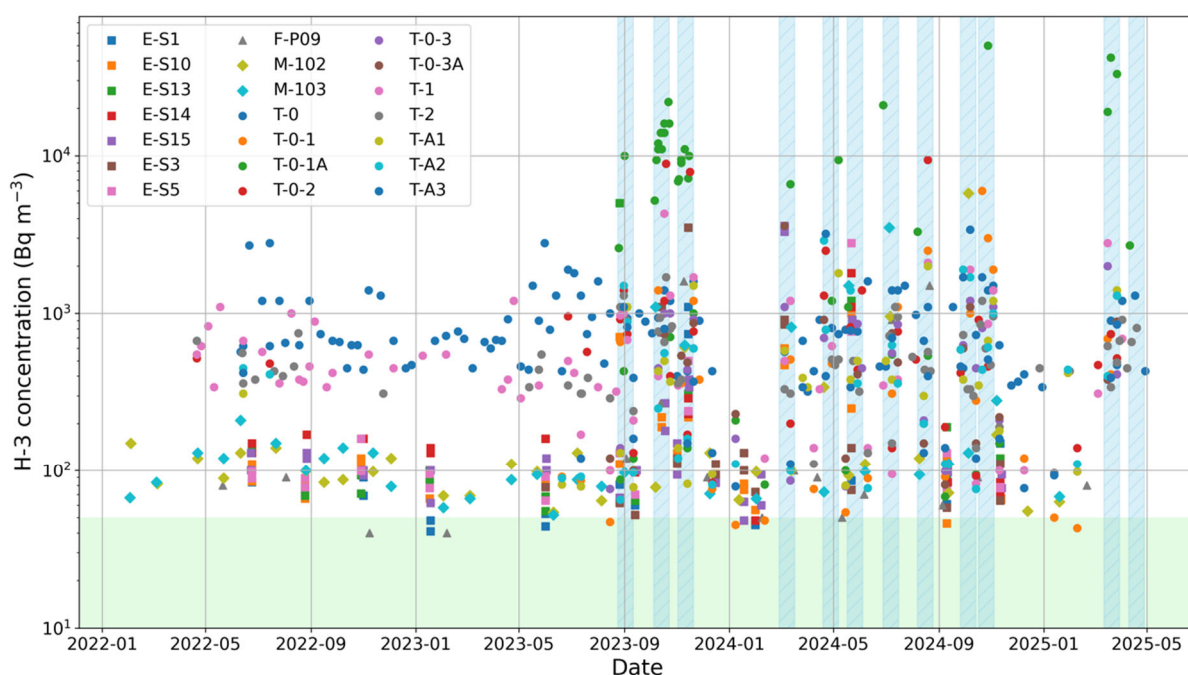


図 6-2 海水中トリチウム（H-3）濃度の観測結果。

包括的モニタリング閲覧システム [83] のデータを元に作成。2023 年 8 月の ALPS 処理水の海洋放出開始後に 1 Bq/L を超えた観測点の結果を示す。図中の記号は海域モニタリングの観測点番号を示し、地点については包括的モニタリング閲覧システムを参照のこと。水色の帯は ALPS 処理水の放出期間、淡緑色の帯は事故前のバックグラウンド濃度約 0.05 Bq/L の範囲を示す。放出開始前にもバックグラウンド濃度を超える濃度が観測されている。

(3) 風評被害・放出開始後の国内外の反応

経済産業省のウェブサイト[91]には、毎月のトピック集など、安全対策・風評対策の取組がまとめられている。ALPS 処理水の処分方法として海洋放出が基本方針として決定される前から、海洋放出が選択された場合には海産物に対する風評被害が避けたい状況が指摘されており、基本方針においても、風評被害が生じた場合には、セーフティネットとして機能する賠償により、機動的に対応するよう求める旨、記載されてきた。

東京電力ウェブサイトには、ALPS 処理水放出に伴い風評被害等が発生した場合の賠償の案内が掲載されている。水産専門紙による 2024 年 2 月の報道[92]では、風評被害や外

国政府からの輸入停止措置などに関する国内事業者への賠償実績がその時点で、約 40 件約 43 億円であると東京電力が回答したことが報じられている。一方、放出開始から 1 年を経た時点では、過去の取引実績を踏まえて風評被害を認められれば賠償金が支払われるはずだが、風評被害は起きていないとして、賠償が難航している例[92]が報じられている。

ALPS 処理水放出に関する世論の状況については、新聞社や民間調査会社による調査[93][94][95][96]があり、放出を評価もしくは容認する意見、魚介類購入について「気にしない」が多数を占めている。

一方で、2023 年 9 月には、漁業関係者と市民 151 人が国と東京電力を相手取り「ALPS 処理汚染水差止訴訟」を提訴し、一審の福島地裁で審理中である。2024 年 12 月には「アルプス(ALPS)処理水海洋放出を継続することに反対することに関する請願」、2025 年 5 月には「ALPS 処理水の海洋放出中止と新たな汚染水の発生を抑える抜本対策に関する請願」が参議院経済産業委員会に提出されている。

処理水をめぐる問題について多様な受け止め方があることを踏まえ、多くの国民が納得して合意できる一致点を作ることを目指し、科学・技術的側面と社会的側面の両面から代替案を検討した書籍[97]も出版されている。第 2 章(4)でも言及した元原子力委員長代理の同書への寄稿[98]では、2012 年の在任当時の原子力委員会の見解[99]を引用し、処理水の監視だけでなく廃止措置全般に関する独立した監視機関の設置を提案し、さらには廃炉のガバナンス改善のための法制度の確立等にも言及している。

海洋放出実施後の諸外国の輸入規制強化や最近の規制緩和の動向については、参考資料 4 に示す。

(4) 中長期的な課題

2. (5) で述べたとおり、ALPS 処理水の海洋放出は相対的に放射性物質濃度の低いものから着手されたが、今後は、より濃度の高い処理途上水を基準以下に二次処理した上での放出に進むことが想定され、モニタリングの継続と的確な情報発信が重要である。モニタリングにおける東京電力、原子力規制委員会、経済産業省、環境省、水産庁、福島県、IAEA などの関係主体の役割の明確化、連携強化とともに、シミュレーションや総合解析、分析技術の高度化によるトリチウム及びそれ以外の核種のきめ細やかなデータの提供、さらには放射性核種の環境移行挙動に関する最新の研究成果に基づいた科学的根拠を提示し、安全を安心につなげる信頼を得るためのステークホルダー間の双方向のコミュニケーションの改善が求められる。

2025 年 6 月に公表された令和 6 年度版原子力白書[100]では、第 5 章「原子力利用に関する国民からの信頼回復の取組」のコラムにおいて、事故以降、ICRP や非営利法人福島ダイアログによって実施されてきた対話集会（ダイアログ）の事例を紹介し、「信頼構築には相互理解とコミュニケーションが重要であり、そのためには関心又は利害関係がある当事者（ステークホルダー）の関与を得ることが必要」であることを述べている。

2. (1) で述べたとおり、ALPS 処理水の処分は、廃炉作業の一環と位置付けられるが、廃炉全体の工程を記した「中長期ロードマップ」は 2019 年の改訂が最新で、2021 年の ALPS 処理水の海洋放出という基本方針はロードマップ上には記載されていない。2025 年 7 月に、燃料デブリの本格取り出しの開始予定時期の延期が発表された際にも、2011 年の中長期ロードマップ初版で掲げられた 30～40 年という廃炉完了の目標時期が話題となり、原子力規制や廃炉の専門家からも現実的ではないとの指摘がある[101]。ALPS 処理水の放出は 30 年間とされているが、燃料デブリの取り出しが難航し、冷却に伴う汚染水の発生が続けば、ALPS 処理水の処分もさらに長期にわたる可能性も否定できない。海洋放出以外の代替案の再検討も提案されている[36]。

廃炉全体の見通しを論じることは、本見解の範囲を超えるが、ALPS 処理水の処分は廃炉の他工程と密接に関連しており、ALPS 処理水の海洋放出の影響を中長期的に見通す上でも、廃炉工程全体の現実的なロードマップの提示と進捗管理が重要である。

第 1 章で概観した東日本大震災・1 F 事故に対する日本学術会議の対応に加え、「学術の動向」誌においても多くの特集が組まれてきた。2022 年の 4 号の特集「福島第一原子力発電所事故から 10 年が経過して」は、「1 F 事故以後、新たに問われてきた問題を様々な視点から振り返り、今後の展望を含めて、さらに続けていかれるべき学術的取組の諸側面に光を当てた」[102] ものである。原子力安全規制と継続的な安全性向上の課題に関する本分科会からの寄稿[103]では、深層防護の課題として、「不完全な知識に伴う不確実さのマネジメント」、「多くのステークホルダーの間の対話」にも触れ、「安全神話の復活を許さず、事業者の主体的な行動変容を促し、原子力規制機関自体が継続的な改善を進めるためには、より強固な重層的体制（Strength in Depth）の構築が求められ、学術界においても超学際研究を進めていくことが必要となる。」ことを指摘した。強固な重層的体制は、IAEA による 2017 年の報告[104]で提示された概念で、1 F 事故の教訓は、国際的な安全基準の強化と技術的改善を継続するだけでは十分に反映させることはできず、関連する様々な組織が人的及び組織的な要素を考慮した上で、効果的に原子力安全システムを強化していく必要があるとの認識に基づいている[103]。技術的側面のみならず、組織と人間、さらにこれらをつなぐ安全文化を強化することが求められるが、安全文化の在り方とそれに影響を与える国の文化の影響についても考慮が必要である。行政機関（職員）自身の無謬性志向と、行政機関は無謬でなければならないという人々の期待は、いわゆる「安全神話」の復活につながりかねない。規制機関と事業者間の間に権威勾配があり、失敗や間違いを恐れて自身の疑問点や考え方を表明することを躊躇する傾向は、組織や人への信頼及び結果としての安全性に影響する。

ALPS 処理水問題を契機として、廃炉プロセス全体のガバナンスを改善し、さらに広範な原子力安全のための頑健な重層的体制構築につなげていくことが望まれる。既に福島県には外部有識者だけでなく関係市町村も参加して科学的・技術的見地から議論する廃炉安全監視協議会がおかれているが、信頼向上のため、独立性、公開性の高い評価・監視機関の役割が重要である。

将来の学術・科学技術を担う人材の育成と確保は、今日の学術界全体の課題でもあるが、エネルギー需給の将来見通しにおける原子力の位置付けの見直しからみても、長年にわたることが想定される廃炉の着実な実施からみても、原子力安全を担う人材の育成は、学術界の重要な役割である。

7 知見の現状と課題改善のための提案

[総論]

事前の影響評価と、放出後2年間以上の環境モニタリングによる実測結果の整合性からみて、少なくとも現時点では、国際機関のガイドラインに沿った線量評価手法に基づく科学的安全性に問題はない。一方で、ALPS 処理水の海洋放出の決定過程における関係主体との合意形成のプロセスは成功したとは言えない。今後、より放射性核種濃度の高い処理途上水を基準以下に二次処理した上での放出が想定され、さらには燃料デブリの本格取り出しの開始の遅れなど、廃炉作業全体がさらに長期にわたることが想定される中、環境モニタリングや海洋拡散シミュレーションの総合解析に基づく科学的根拠を援用しながら、丁寧な説明に加え信頼を得られる合意形成への移行が求められる。原子力利用に関わる安全性には、把握できていないリスクが存在しうることを前提にした謙虚なアプローチが求められる。

見解1 放出核種とその影響の量的評価

ALPS 処理水に含有される主な放射性核種であるトリチウムは海洋中で速やかに拡散・希釈される。年間平均値として、放出口から沖合方向に5km程度、沿岸方向に30km程度で自然界のバックグラウンド濃度と同程度に希釈されるとの評価は妥当である。そのため被ばく線量評価の対象となる1F沖合10km x 10kmの範囲の年間平均濃度も、自然界のバックグラウンド濃度と同程度である。 H_2O の形態で放出されるトリチウムは水と同様の挙動を示し、一部が有機結合型トリチウムに変化したとしてもほとんど生物濃縮が起これないため、海産物への蓄積リスクは極めて低い。また、トリチウム以外の長半減期放射性核種については、ALPS 処理によりそれぞれの核種の告示濃度（本文脚注9参照）との比率の合計が1未満となる水準まで全ての核種濃度が低減されたことを測定により確認し、さらに数百倍に希釈して放出されている。外部及び内部被ばく線量評価結果は年間 10^{-5} mSv程度であり、我が国における自然放射線による被ばく（約2.1 mSv/年）と比して5桁小さい。IAEAも放射線影響を「無視できる」と評価している。こうした知見は、国内外の学術研究やモニタリング結果によっても支持されており、放出口近傍の観測点以外では海水中トリチウム濃度の上昇は観測されていない。また海産物においてトリチウムの濃縮が起これ検出されているという報告もない。ただし、1F近傍からの事故後継続したトリチウムの流出の影響やモニタリング体制の空間的・時間的限界、トリチウム以外の核種の海産物への濃縮の程度や循環メカニズム解明及びこれらの不確実性などを踏まえた長期的視点での継続的评价が必要である。

見解2 評価を支える手法と情報公開の課題

被ばく線量評価を行うために、海洋拡散シミュレーションが用いられた。海洋拡散シミュレーションモデルは1F事故後初期の事象の評価によって既に検証されてきたが、ALPS 処理水放出後のモニタリングデータを用いた検証が重要である。海洋拡散シミュレーション結果はモニタリング結果と概ね一致しているが、より定量的な検証が必要である。その

際にはある時点のスナップショットではなく時間平均での比較を行う必要がある。しかし現状では精密モニタリングの頻度が多い場合でも週1回程度に限られ、大きく変動する濃度の平均値も十分に捉えられていない。また、検出下限が相対的に高いため不検出例が多いことも平均値の算出を困難にしている。さらに、観測点配置は放出口及び周辺の海水流動場特性を十分に反映していない。より効率的なモニタリングのためには、複数機関が連携し、観測頻度の向上を最優先とし、検出下限の低減、観測点配置の最適化及び観測点数の整理を含めた体制の見直しが必要である。モニタリング結果の公開・評価方法についても機関ごとの縦割りではなく、各機関による測定・評価の独立性と透明性を確保しつつ、結果を横断的に比較・総合評価できる仕組みへと改善することが望まれる。海域モニタリングだけでなく、放出開始前には、測定・確認設備におけるALPS処理水中の核種濃度等の情報が事業者からは公開されているが、政府機関のポータルサイトからのリンクなど、情報へのアクセス性に改善の余地がある。さらには、風評被害が懸念されてきた中、情報の受け手が何を知りたいかを重視した信頼される情報発信が求められている。見解4で触れる評価・監視機関の設置の可能性も含め、信頼できる機関が情報提供の総括責任を担うことが一案である。

見解3 安全性を超える課題：信頼関係の再構築

被ばく線量評価結果は、 10^{-5} mSv/年のオーダーであり、放射線影響は無視できる程度と言える。一方で、国際機関が定めた手法に依拠した科学的、定量的な安全性評価を示すだけでは、「科学者の行動規範—改訂版」が掲げる「社会の中の科学」特に「社会との対話」という観点では十分とは言えない。1F事故の発生が科学・技術への信頼を損ねたこと、事故後初期に情報発信が錯綜し、原子力分野に関わる科学者や専門機関に対する不信感が残ったこと、原子力災害を伴う複合災害への備えが不十分だったことへの反省を踏まえて、今後の備えとそのための科学的な基盤を広範に検討すべきである。安心感の醸成のためには、国際的にも裏付けられた安全性の評価に加え、情報の多様な受け手から信頼される組織からのメッセージ発信が必須である。さらには、一方的な説明だけではなく、双方向のコミュニケーションとステークホルダー間の対話を通じて、合意形成を図り信頼関係を築くことが必要である。

見解4 長期にわたる廃炉のガバナンス

30年程度の長期にわたるとされる処理水の処分を進める上では、東京電力、原子力規制委員会、経済産業省、環境省、水産庁、福島県、IAEAなどの主要関係主体の役割の明確化、連携強化が求められる。加えて、見解2で指摘した情報公開の課題を踏まえ、廃炉に向けた中長期措置に関する2012年当時の原子力委員会見解（第6章(3)参照）における透明性の確保への言及を参照しつつ、政府の責務として処理水の処分に関する「独立・公開」の評価・監視機関を設置することも検討に値する。処理水の処分は、当初想定からの遅れが顕在化している燃料デブリの取り出し、廃炉の中間目標、最終到達像などの廃炉全体の長期にわたるロードマップとの関係を俯瞰しながら進められるべきものである。処理水問題

を契機として、不都合な情報も含めた迅速な情報開示、重要な決定過程の透明性の向上など、廃炉プロセス全体のガバナンスを改善し、さらに広範な原子力安全のための頑健な重層的体制構築につなげていくことが、科学技術に携わる者のみならず政策立案・決定者に期待される。廃炉の実務やガバナンス、ひいては原子力安全を担う人材育成も学術の役割として重要である。

<参考文献>

- [1] 日本学術会議総合工学委員会原子力安全に関する分科会、報告「東京電力福島第一原子力発電所事故による環境汚染の調査研究の進展と課題」、令和2(2020)年7月7日。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-h200707.pdf>
- [2] 日本学術会議、東日本大震災関連意思の表出一覧
<https://www.scj.go.jp/ja/member/iinkai/shinsai/hyoshutsu.html>
- [3] 日本学術会議東日本大震災対策委員会・食料科学委員会水産学分科会、提言「東日本大震災から新時代の水産業の復興へ」、平成23(2011)年9月30日。
<https://www.scj.go.jp/ja/member/iinkai/shinsai/pdf/110930t.pdf>
- [4] 日本学術会議食料科学委員会水産学分科会、提言「東日本大震災から新時代の水産業の復興へ(第二次提言)」、平成26(2014)年6月10日。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-t193-3.pdf>
- [5] 日本学術会議東日本大震災復興支援委員会、提言「放射能対策の新たな一歩を踏み出すために―事実の科学的探索に基づく行動を―」、平成24(2012)年4月9日。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-t-shien4.pdf>
- [6] 日本学術会議東日本大震災復興支援委員会、提言「復興に向けた長期的な放射能対策のために―学術専門家を交えた省庁横断的な放射能対策の必要性―」、平成26(2014)年9月19日。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-t140919.pdf>
- [7] 日本学術会議、声明「科学者の行動規範―改訂版」、平成25(2013)年1月25日。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-s168-1.pdf>
- [8] 藤垣裕子、科学技術社会論からみた原発事故のメディア報道の問題点、学術の動向18巻1号、p.1_46-1_49、2013年。
https://www.jstage.jst.go.jp/article/tits/18/1/18_1_46/_article/-char/ja
- [9] 日本学術会議総合工学委員会事故対応分科会、報告「東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓」、平成26(2014)年6月13日。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-h140613.pdf>
- [10] 日本学術会議総合工学委員会事故対応分科会、報告「東京電力福島第一原子力発電所事故によって環境中に放出された放射性物質の輸送沈着過程に関するモデル計算結果の比較」、平成26(2014)年9月2日。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-h140902-j1.pdf>
- [11] 日本学術会議総合工学委員会原子力安全に関する分科会、我が国の原子力発電所の津波対策―東京電力福島第一原子力発電所事故前の津波対応から得られた課題―、令和元(2019)年5月21日。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-h190521.pdf>
- [12] 日本学術会議総合工学委員会原子力安全に関する分科会、(英訳報告) Progress and Challenges in Research and Studies on Environmental Contamination Caused by the Accident at TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Station, January 6, 2023。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-h200707-en.pdf>
- [13] 日本学術会議総合工学委員会巨大複雑系社会経済システムの創成力を考える分科会、提言「巨大複雑系社会経済システムの創成力強化に向けて」、平成20(2008)年6月16日。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-20-t58-2.pdf>

- [14] 日本学術会議総合工学委員会巨大複雑系社会経済システムの創成力を考える分科会、報告「巨大複雑系社会経済システムの創成力強化—科学技術駆動型イノベーション創出力強化に向けて—」、平成 23（2011）年 8 月 2 日。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-21-h125-2.pdf>
- [15] 日本学術会議総合工学委員会、提言「社会的課題に立ち向かう『総合工学』の強化推進」、平成 29（2017）年 9 月 6 日。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t250-1.pdf>
- [16] 成合英樹、安全目標—リスクと安全・社会の安心—、学術の動向 14 巻 9 号、p9_20-9_27、2009 年。
https://www.jstage.jst.go.jp/article/tits/14/9/14_9_20/_article/-char/ja
- [17] 日本学術会議総合工学委員会工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会、報告「工学システムに対する社会の安全目標」、平成 26（2014）年 9 月 17 日。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-h140917-2.pdf>
- [18] 日本学術会議総合工学委員会・機械工学委員会合同工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会、報告「工学システムに対する社会安全目標の基本と各分野への適用」、平成 29（2017）年 9 月 20 日。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-h170920-2.pdf>
- [19] 日本学術会議総合工学委員会・機械工学委員会合同工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会、提言「工学システムの社会安全目標の新体系」、令和 2（2020）年 8 月 28 日。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-t293-5.pdf>
- [20] 日本学術会議総合工学委員会・機械工学委員会合同工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会、報告「工学システムに対する安心感と社会」、令和 2（2020）年 8 月 25 日。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-h200825.pdf>
- [21] 日本学術会議総合工学委員会・機械工学委員会合同工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会、見解「工学システムに対する「安心感」の醸成」、令和 5（2023）年 9 月 27 日。
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-25-k230926-3.pdf>
- [22] 経済産業省、廃炉・汚染水・処理水対策ポータルサイト
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/
- [23] 経済産業省、廃炉の大切な話、2026 年 2 月版。
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/pdf/hairotaisetsu_jp.pdf
- [24] 原子力災害対策本部 政府・東京電力中長期対策会議、「東京電力（株）福島第一原子力発電所 1～4 号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」、平成 23（2011）年 12 月 21 日。
https://www.tepco.co.jp/cc/press/betu11_j/images/111221d.pdf
- [25] 原子力規制委員会、東京電力福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ（2026 年 2 月版）、令和 8（2026）年 2 月 25 日。
<https://www.nra.go.jp/data/000480600.pdf>
- [26] 森田貴己、東京電力福島第一原子力発電所事故による福島県産水産物汚染の現状 福島県の魚は食べられないのか？、日本原子力学会誌、58(7)、408-412、2016 年
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jaesjb/58/7/58_408/_pdf

- [27]原子力災害対策本部、東京電力（株）福島第一原子力発電所における汚染水問題に関する基本方針、2013年9月3日。
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/osensuitaisaku_houshin_01.pdf
- [28]トリチウム水タスクフォース、トリチウム水タスクフォース報告書、平成28年6月
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committte/tritium_tusk/pdf/160603_01.pdf
- [29]東京電力、処理水ポータルサイト
<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watertreatment/>
- [30]廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議、東京電力ホールディングス株式会社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の処分にに関する基本方針、令和3（2021）年4月13日。
https://www.cas.go.jp/jp/seisakukaigi/hairo_osensui/dai5/siryou1.pdf
- [31]多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会、多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会報告書、2020年2月10日。
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committte/takakusu/pdf/018_00_01.pdf
- [32]経済産業省、多核種除去設備等処理水の取扱いに係る説明・公聴会の開催について 当日表明する意見の概要（富岡会場分）、2018年8月。
<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committte/takakusu/pdf/HPup3rd/iken1-1.pdf>
- [33]小山良太、海洋放出問題と福島県漁業の復興、学術の動向 27 巻4号、p.4_36-4_40、2022年
https://www.jstage.jst.go.jp/article/tits/27/4/27_4_36/_article/-char/ja
- [34]関谷直也、東京電力福島第一原子力発電所事故のALPS処理水の経緯と課題、大阪公立大学『季刊経済研究』Vol.42 No.1-3 Autumn 2023 pp.22-40、2023年。
<https://ocu-omu.repo.nii.ac.jp/records/2019558>
- [35]鈴木達治郎、第5章 政治の責任をどう果たしていくかー安心と信頼が得られなければならないー、「どうするALPS処理水？科学と社会の両面からの提言」、あけび書房、2024年
- [36]鈴木達治郎、日本学術会議見解「ALPS 処理水の海洋放出の影響評価と課題」（案）コメント、日本学術会議原子力総合シンポジウム2025、2026年1月19日
<https://www.aesj.net/document/symp2025/AM5.pdf>
- [37]正岡秀章（原子力規制庁）、ALPS 処理水の海洋放出に関する審査の概要、令和5（2023）年5月29日
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/monitoringusinpodiumu/3/pdf/shiryou_5.pdf
- [38]廃炉・汚染水対策チーム事務局、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、2020年9月。
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/takakushu_iken/pdf/0909_sankou1.pdf
- [39]東京電力、多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会報告書を受けた当社の検討素案について、2020年3月24日。
<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watertreatment/images/200324.pdf>

- [40] IAEA (2005). Worldwide marine radioactivity studies (WOMARS), TECDOC-1429, 187pp.
https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE_1429_web.pdf
- [41] Oms, P. E., P. Bailly du Bois, F. Dumas, P. Lazure, M. Morillon, C. Voiseux, C. Le Corre, C. Cossonnet, L. Solier, and P. Morin (2019). Inventory and distribution of tritium in the oceans in 2016, *Sci Total Environ*, 656, 1289–1303, doi:10.1016/j.scitotenv.2018.11.448.
- [42] UNSCEAR (2016). UNSCEAR 2016 report, Sources, effects and risks of ionizing radiation.
<https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2016.html>
- [43] IAEA, The Database on Discharges of Radionuclides (DIRATA).
<https://dirata.iaea.org/home>
- [44] Povinec, P. P., L. Liong Wee Kwong, J. Kaizer, M. Molnar, H. Nies, L. Palcsu, L. Papp, M. K. Pham, and P. Jean-Baptiste (2017), Impact of the Fukushima accident on tritium, radiocarbon and radiocesium levels in seawater of the western North Pacific Ocean: A comparison with pre-Fukushima situation, *J Environ Radioact*, 166(Pt 1), 56–66, doi:10.1016/j.jenvrad.2016.02.027.
- [45] 東京電力 HD. 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・改訂版)、2023 年.
<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watertreatment/images/230220.pdf>
- [46] UNSCEAR (2008). UNSCEAR 2008 Report Volume I, SOURCES OF IONIZING RADIATION
https://www.unscear.org/unscear/en/publications/2008_1.html
- [47] Casacuberta, N., M. Christl, K. O. Buessler, Y. Lau, C. Vockenhuber, M. Castrillejo, H. A. Synal, and P. Masque (2017). Potential Releases of ^{129}I , ^{236}U , and Pu Isotopes from the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plants to the Ocean from 2013 to 2015, *Environ Sci Technol*, 51(17), 9826–9835, doi:10.1021/acs.est.7b03057.
- [48] Tsumune, D., T. Tsubono, K. Misumi, Y. Tateda, Y. Toyoda, Y. Onda, and M. Aoyama (2020). Impacts of direct release and river discharge on oceanic ^{137}Cs derived from the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, *J Environ Radioact*, 214–215, doi:10.1016/j.jenvrad.2020.106173.
- [49] 東京電力、動画アーカイブ
https://www.tepco.co.jp/library/movie/detail-j.html?catid=107299&video_uuid=e9r4m3o7
- [50] IAEA, Marine Radioactivity Information System (MARIS)
<https://maris.iaea.org/>
- [51] 日本原燃、原子炉等規制法第 44 条の 4 第 1 項の規定に基づく再処理事業変更許可申請の一部補正 (添付書類七)、2020 年 4 月 28 日.
<https://www.da.nra.go.jp/view/NRA077003978?contents=NRA077003978-002-020>
- [52] IAEA (2023). IAEA Comprehensive report on the safety review of the ALPS - Treated Water at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station
https://www.iaea.org/sites/default/files/iaea_comprehensive_alps_report.pdf
- [53] IAEA (2014). Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, No. GSR Part 3.

- https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1578_web-57265295.pdf
- [54] IAEA (2018). Radiation Protection of the Public and the Environment, Safety Standards Series No. GSG-8
https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/PUB1781_web.pdf
- [55] ICRP (2007). The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103.
[https://www.icrp.org/docs/icrp_publication_103-annals_of_the_icrp_37\(2-4\)-free_extract.pdf](https://www.icrp.org/docs/icrp_publication_103-annals_of_the_icrp_37(2-4)-free_extract.pdf)
- [56] IAEA (2018). Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities, Safety Standards Series No. GSG-10.
<https://www.iaea.org/publications/12198/prospective-radiological-environmental-impact-assessment-for-facilities-and-activities>
- [57] 田内広、日本におけるトリチウム生体影響研究の現状と課題 イノベーション戦略を支える安全基盤研究体制維持のために、日本原子力学会誌 ATOMO Σ, 66(11), 574-577、2024 年.
- [58] ICRP (2021). Radiation weighting for Reference Animals and Plants. ICRP Publication 148. Ann. ICRP 50(2).
<https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20148>
- [59] 馬田敏幸、トリチウムの保健物理の最前線 トリチウムの生体影響研究、日本原子力学会誌 ATOMO Σ, 63, 723-727、2021 年.
- [60] 一政祐輔、トリチウムの生物影響研究の最近の進歩、核融合研究、64, 461-481、1990 年.
- [61] ICRP (2016). Occupational intakes of radionuclides: part 2. ICRP publication 134. Ann. ICRP 45.
<https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20134>
- [62] Galeriu, D., Heling, R., and Melintescu, A. (2005). The dynamics of tritium-including OBT-in the aquatic food chain, Fusion Sci Technol, 48, 779-782.
- [63] Akata, N., D. Anderson, H. Kakiuchi, R. Yamada, H. Hasegawa, and S. Ueda (2024). Tissue-free water tritium and non-exchangeable organically bound tritium concentrations in fish near coastline during and after operation of Japan's first nuclear fuel reprocessing facility, Sci Total Environ, 947, 174404, doi:10.1016/j.scitotenv.2024.174404.
- [64] Tani, T., and Y. Ishikawa (2023). A deuterium tracer experiment for simulating accumulation and elimination of organically bound tritium in an edible flatfish, olive flounder, Sci Total Environ, 903, 166792, doi:10.1016/j.scitotenv.2023.166792.
- [65] Bezhenar, R., H. Takata, G. de With, and V. Maderich (2021). Planned release of contaminated water from the Fukushima storage tanks into the ocean: Simulation scenarios of radiological impact for aquatic biota and human from seafood consumption, Marine Pollution Bulletin, 173, doi:10.1016/j.marpolbul.2021.112969.
- [66] Maderich, V., D. Tsumune, R. Bezhenar, and G. de With (2024). A critical review and update of modelling of treated water discharging from Fukushima Daiichi NPP, Mar Pollut Bull, 198, 115901, doi:10.1016/j.marpolbul.2023.115901.

- [67]Smith, J., N. Marks, and T. Irwin (2023). The risks of radioactive wastewater release. *Science* 382, 31–33. DOI:10.1126/science.adi5446
- [68]Kaizer, J., K. Hirose, and P. P. Povinec (2024). Assessment of environmental impacts from authorized discharges of tritiated water from the Fukushima site to coastal and offshore regions, *J Environ Radioact*, 278, 107507, doi:10.1016/j.jenvrad.2024.107507.
- [69]Zhao, C., et al. (2021). Transport and dispersion of tritium from the radioactive water of the Fukushima Daiichi nuclear plant, *Mar Pollut Bull*, 169, 112515, doi:10.1016/j.marpolbul.2021.112515.
- [70]Wang, F., W. Men, J. Huang, Z. Chen, and L. Xu (2024). Transport and fate of Fukushima-derived ¹³⁷Cs and ¹³⁴Cs in the seawater of the Northwest Pacific in 2015, *Environmental Science and Pollution Research*, 31(40), 52855–52867, doi:10.1007/s11356-024-34670-3.
- [71]Mabon, L., and M. Kawabe (2022). Bring voices from the coast into the Fukushima treated water debate, *Proc Natl Acad Sci U S A*, 119(45), e2205431119, doi:10.1073/pnas.2205431119.
- [72]An, R., X. An, and X. Li (2024). A new transboundary EIA mechanism is called for: Legal analysis and prospect of the disposal of Fukushima ALPS-treated water, *Environmental Impact Assessment Review*, 105, doi:10.1016/j.eiar.2024.107435.
- [73]Lu, Y., J. Yuan, D. Du, B. Sun, and X. Yi (2021). Monitoring long-term ecological impacts from release of Fukushima radiation water into ocean, *Geography and Sustainability*, 2(2), 95–98, doi:10.1016/j.geosus.2021.04.002.
- [74]Wang, Q., H. Zhang, and J. Huang (2022). Japan's nuclear wastewater discharge: Marine pollution, transboundary relief and potential implications from a risk management perspective, *Ocean & Coastal Management*, 228, doi:10.1016/j.ocecoaman.2022.106322.
- [75]Liu, Y., et al. (2025). Fukushima Contaminated Water Risk Factor: Global Implications, *Environ Sci Technol*, doi:10.1021/acs.est.4c08145.
- [76]Anderson, D., et al. (2025), Correspondence on "Fukushima Contaminated Water Risk Factor: Global Implications", *Environ Sci Technol*, doi:10.1021/acs.est.5c07456.
- [77]モニタリング調整会議、総合モニタリング計画、令和7（2025）年3月28日改定。
https://radioactivity.nra.go.jp/cont/ja/plan/meetings/204_01_20250328.pdf
<https://www.env.go.jp/content/000306780.pdf>（見え消し版）
- [78]原子力規制委員会、海域モニタリング結果 1. ALPS 処理水に係る海域環境モニタリング
<https://radioactivity.nra.go.jp/ja/results/sea>
- [79]経済産業省、ALPS 処理水に係るモニタリング
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/shirou_alps/monitoring/
- [80]環境省、ALPS 処理水に係る海域モニタリング情報
<https://policies.env.go.jp/water/shorisui-monitoring/>
- [81]水産庁、水産物中の放射性物質調査の結果について
<https://www.jfa.maff.go.jp/j/housyanou/kekka.html#a>

- [82]東京電力、海域モニタリングの結果
<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watertreatment/monitoring/>
- [83]東京電力、包括的海域モニタリング閲覧システム
<https://www.monitororbs.jp/ja/index.html>
- [84]福島県原子力発電所の廃炉に関する安全監視協議会
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/genan02/>
- [85]環境省、原子力規制庁、ALPS 処理水の海洋放出開始以降のモニタリング結果に対する評価について、ALPS 処理水に係る海域モニタリング専門家会議（第 15 回）資料 3、
<https://www.env.go.jp/content/000327795.pdf>
- [86]国立研究開発法人日本原子力研究開発機構福島廃炉安全工学研究所、ALPS 処理水の第三者分析
<https://fukushima.jaea.go.jp/okuma/alps/dai3/analysis-method.html>
- [87]東京電力、処理水ポータルサイト②測定・確認用設備の状況
<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watertreatment/measurementfacility/>
- [88]国立研究開発法人日本原子力研究開発機構福島廃炉安全工学研究所、ALPS 処理水の第三者分析結果一覧
https://fukushima.jaea.go.jp/okuma/alps/dai3/analysis_result-table.html
- [89]Tsumune, D., T. Tsubono, and K. Misumi (2024). Improving the estimation of direct release rates and transport processes from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident using higher-resolution oceanic dispersion model, J Environ Radioact, 278, 107500, doi:10.1016/j.jenvrad.2024.107500.
- [90]Sato, H., Onda, Y., Tsumune, D., Kohata, K., Okamura, T. (2025). Leaked Tritium Reveals the Source of ^{137}Cs from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant to the Ocean. Water Research, 288 (Pt A), 124464.
- [91]経済産業省、安全対策・風評対策の取組
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/shirou_alps/reports/
- [92]みなと新聞、処理水賠償 40 件 43 億円 東電、放出後風評などに 2 月 21 日現在、2024 年 2 月 29 日配信
<https://www.minato-yamaguchi.co.jp/minato/e-minato/articles/140697>
- [93]毎日新聞、処理水放出の賠償停滞 東電の「風評被害ない」に水産業者ら衝撃、2024 年 8 月 23 日配信
<https://mainichi.jp/articles/20240823/k00/00m/040/169000c>
- [94]朝日新聞、処理水放出「評価する」66% 「しない」28% 朝日世論調査、2023 年 9 月 18 日配信
<https://digital.asahi.com/articles/ASR9K76RMR9GUZPS00D.html>
- [95]読売新聞、処理水放出で魚介類購入「気にしない」65%、安全性への理解広がる…読売世論調査、2024 年 3 月 8 日配信
<https://www.yomiuri.co.jp/national/20240308-OYT1T50132/>
- [96]毎日新聞、処理水の海洋放出 83%「容認」 世論調査・社会調査研究センター、2023 年 9 月 4 日配信
<https://mainichi.jp/articles/20230904/k00/00m/040/140000c>
- [97]岩井孝ら、「どうする ALPS 処理水？科学と社会の両面からの提言」、あけび書房、2024 年

- [98] 鈴木達治郎、第6章(4) 福島第一原発廃止措置の全体の枠組みを見直せ、「どうするALPS 処理水？科学と社会の両面からの提言」、あけび書房、2024 年。
- [99] 原子力委員会、東京電力（株）福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期にわたる取組の推進について（見解）、平成 24 年 11 月 27 日。
https://www.aec.go.jp/kettei/seimei/20121127_1.pdf
- [100] 原子力委員会、令和 6 年度版原子力白書、2025 年 6 月 24 日
<https://www.aec.go.jp/kettei/hakusho/2024/pdf/>
- [101] 朝日新聞（社説）デブリ取り出し 現実直視し廃炉論議を、2025 年 7 月 31 日配信
<https://digital.asahi.com/articles/DA3S16271488.html>
- [102] 大倉典子・島藺進・大竹暁、福島第一原子力発電所事故から 10 年が経過して 特集の趣旨、学術の動向 27 巻 4 号、p4_10-4_11、2022 年
https://www.jstage.jst.go.jp/article/tits/27/4/27_4_10/_article/-char/ja/
- [103] 関村直人、原子力安全規制と継続的な安全性向上の課題、学術の動向 27 巻 4 号、p4_12-4_19、2022 年
https://www.jstage.jst.go.jp/article/tits/27/4/27_4_12/_article/-char/ja/
- [104] IAEA(2017). Ensuring Robust National Nuclear Safety Systems -Institutional Strength in Depth INSAG-27
https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1779_web.pdf

＜用語の説明＞

用語	解説
IAEA	International Atomic Energy Agency の略。国際原子力機関。原子力の平和的利用を促進するとともに、原子力が平和的利用から軍事的利用に転用されることを防止することを目的とする。
海洋生物・海産物	海洋生物は海域に生息する生物であり、海産物はそのうち、人が利用する生物。
核種崩壊	放射性核種が放射線を放出してより安定な核種に変化する現象。放射性壊変とも呼ばれる。
環境生物への影響評価	環境生物が受ける放射線による線量を推定し、目安となるレベルと比較して影響の可能性を評価すること。生物の種類によって影響の程度が異なるため、ICRP は標準動植物に対し、影響の生じる可能性のあるレベル（誘導考慮参考レベル）を目安として設定した。
再処理施設	使用済み核燃料から再利用可能なウランとプルトニウムを抽出するための施設。我が国では青森県六ヶ所村に再処理工場が建設されている。
スナップショット	時間的に連続する空間の中で特定の時点の状態を捉えたものの。
生物学的半減期	対象となる生物に更なる放射性物質の取込みがない場合、生体が代謝や排泄などの生物学的プロセスによって、体内に入った量の半分を取り除くために要する時間。
生物濃縮	環境中に放出された化学物質が生物体に濃縮されていく現象。化学物質が水や土壌などの環境媒体から生物体に濃縮される過程（生物体内への蓄積のみならず生物体表面への収着を含む）や食物連鎖によって増強される過程が含まれる。
精密分析	海水や海産物を採取し、公定法などに沿って前処理さらには必要に応じて化学分離を行い、放射能測定時間を長めに設定することで、より低レベルまでの定量結果を提供するための分析。
線量評価	被ばく放射線量の評価
代表的個人	集団内でより大量に被ばくした人々のうち代表的な線量を受けた個人。この用語は、以前の ICRP 勧告で述べられている“決定グループの平均的構成員”と同等であり、これに置き代わる。
代表的生物	特定の区域の評価に際して、想定される線源との位置関係を考慮して選定された特定の生物の種または集団。

トリチウム	水素元素の同位体の一つ。水素は原子核の中の陽子の数は1個であり、トリチウムは中性子の数が2個である。トリチウムだけが、弱い放射能を持っており、原子核の中の中性子の1個が陽子に変わりヘリウムになるときに、電子1個を放出する（ベータ線）。
分配係数	固相-液相間の放射性核種や元素の平衡時の分配の程度を表す係数。固相中の濃度を液相中の濃度で除した値で表す。
年間実効線量	個人が1年間に受ける放射線による外部及び内部被ばくの全身リスクを評価した線量で、単位はシーベルト（Sv）。一般公衆の場合、追加的な年間実効線量の限度は1 mSv である。
燃料デブリ	原子炉内が限度を超えて高温となった際に溶けた核燃料と原子炉内の構造物が冷えて固まったもの。
有機結合型トリチウム	有機化合物に取り込まれたトリチウム

上記も含め、放射線防護に関する用語のさらに専門的な解説は、ICRP Publication 103 用語解説を参照。 https://www.icrp.org/docs/P103_Japanese.pdf

<参考資料 1> 1 F 事故、安全・安心に関連する日本学術会議の主な会議体とそれらの活動の推移

日本学術会議の期 間 年度	第20期 2005.10～2008.9 2006 2007 2008 2009 2010		第21期 2008.10～2011.9 2009 2010 2011		第22期 2011.10～2014.9 2012 2013 2014		第23期 2014.10～2017.9 2015 2016 2017		第24期 2017.10～2020.9 2018 2019 2020		第25期 2020.10～2023.9 2021 2022 2023		第26期 2023.10～2026.9 2024 2025 2026	
日本学術会議名での意 思の表出	2011.3.11 震災 ↓													
	「科学者が真に社会からの信頼と 負託に応えてきたかについて反省 を迫る」(右記声明中の記載)													
幹事会名での意思の表 出	幹事会声明「東北・関東大震災とその後の原子力発電所事故について」(2011.3.18)													
	幹事会声明「東日本大震災からの復興と日本学術会議の責務」(2011.9.22)													
幹事会附置委員会の活 動	2011.3.25 東日本大震災対策 委員会設置													
	第一次(2011.3.25)～第七次 (2011.8.3)緊急提言発出 放射能対策分科会など8分科会設置(汚染 水問題対応検討分科会は2013.9設置) など3分科会設置 食料科学委員会水産学分 科会との連名による水産業 に関する提言発出 (2011.9.30)													
第二部食料科学委員会	汚染水問題対応検討分科会 腐敗・汚染水対策に関する学 術フォーラム開催(2016.4.23)													
	2011.4.4 原子力事故対応分科会設置(第22期～第23期も再設置)													
第三部総合工学委員会	報告「東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓」(2014.6.13)													
	2011.4 事故調査小委員会(第22期～第24期も再設置、25期「社会のための継続的イノベーション検討小委員会」に改組) (改組後の小委員会)													
	報告「我が国の原子力発電所の津波対策」(2019.5.21)													
	2011.4 原発事故による環境汚染調査に関する検討小委員会(環境汚染調査小委員会)設置(22～25期も再設置) 改称して再設置													
	放射線物質の輸送沈着過程に関するモデル計算に関する報告(2014.9.2和英同時公表)													
	環境汚染の調査研究の進展と課題に関する報告(2020.7.7)													
	上記報告の英訳版公表(2023.1.6)													
	処理水に関する審議(第25期～第26期)													
	巨大大規模系社会経済システムの創成力を考える分 科会(20期、21期)													
	提言「巨大大規模系社会経済システムの創成力強化に向けて」(2008.6.16)													
	報告「巨大大規模系社会経済システムの創成力強化」(2011.8.2)													
	提言「巨大大規模系社会経済システムの創成力強化」(2011.8.2)													
第三部総合工学委員会・ 機械工学委員会合同	工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会(21～26期も再設置)													
	工学システムに対する安心感等検討小委員会(第25期、第26期も再設置)													
	報告「工学システムに対する安心感と社会」(2020.8.25)													
	見解「工学システムに対する 『安心感』の醸成」 (2023.9.27)													

＜参考資料２＞ 廃炉、汚染水、処理水に関する検討経緯

2011 年 3 月 15 日 福島原子力発電所事故対策統合本部を設置

2011 年 4 月 17 日 東京電力が「東京電力株式会社福島第一原子力発電所・事故の収束に向けた道筋」を公表。放射性物質で汚染された水（滞留水）の閉じ込め、保管・処理・再利用について、5 課題の(3)として記載。滞留水について、ステップ 1（3 か月程度）では保管場所の確保が主な課題。ステップ 2（ステップ 1 終了後 3～6 か月程度）では汚染水全体の抑制が課題。本格的な水処理施設の設置を中期的課題

2011 年 5 月 9 日 原子力災害対策本部の下、福島原子力発電所事故対策統合本部を政府・東京電力統合対策室に改組

2011 年 7 月 19 日 第 17 回原子力災害対策本部会議において、ステップ 1 達成を報告。

2011 年 7 月 21 日 原子力委員会に東京電力(株)福島第一原子力発電所における中長期措置検討専門部会を設置 8 月 3 日以降、12 月 7 日まで 7 回開催。

2011 年 11 月 9 日 枝野経済産業大臣及び細野原発事故収束・再発防止担当大臣より、東京電力、資源エネルギー庁、原子力安全・保安院に対し、廃止措置等に向けた中長期ロードマップの策定等についての指示

2011 年 12 月 7 日 原子力委員会の専門部会が報告書を取りまとめ、12 月 13 日に原子力委員会として決定。

2011 年 12 月 16 日 第 22 回原子力災害対策本部会議において、ステップ 2 達成を報告。中長期ロードマップの決定、進捗管理の主体として、原子力災害対策本部に政府・東京電力中長期対策会議を設置（政府・東京電力統合対策室は廃止）

2011 年 12 月 21 日 原子力災害対策本部政府・東京電力中長期対策会議第 1 回開催。

「東京電力（株）福島第一原子力発電所 1～4 号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」を公表（原子力委員会専門部会の上記報告を踏まえたもの）

2011 年 12 月 26 日 中長期ロードマップを実施するために必要な研究開発プロジェクト毎の検討・実施状況を共有・確認することにより、進捗管理を行う場として設置された「政府・東京電力中長期対策会議研究開発推進本部」第 1 回会合開催（2012 年 12 月 3 日まで計 11 回開催）。中長期ロードマップにおける個別の計画毎の検討・実施状況を共有・確認することにより、進捗管理を行う場として設置された「運営会議」第 1 回会合開催（2012 年 12 月 25 日まで 13 回開催）

2012 年 7 月 30 日 第 2 回政府・東京電力中長期対策会議開催。中長期ロードマップを改訂（改訂第 1 版）

汚染水、処理水関係の主な記述

- ・核種除去設備の処理済水は、地下貯水槽等に貯留
- ・現在設置済みの 0.4 万 m³ から 2012 年 10 月末（予定）までに 5.2 万 m³ 追加設置
- ・処理水等が貯留可能となるようにタンク運用計画を策定
- ・復旧作業が可能なピットについては順次浄化及び復旧
- ・地下水バイパスにより、建屋周辺の地下水位を低下

2012 年 10 月 22 日 第 3 回政府・東京電力中長期対策会議開催。

2012 年 12 月 21 日 原子力規制委員会のもとに設置された特定原子力施設監視・評価検討会第 1 回開催

2013 年 1 月 24 日 上記検討会第 2 回会合で、東京電力の説明者が ALPS 処理後の処理水の海洋放出について言及（全漁連から抗議）

2013 年 2 月 8 日 第 28 回原子力災害対策本部会合において、燃料デブリ取り出し等に向けた研究開発体制の強化を図るとともに、現場の作業と研究開発の進捗管理を一体的に進めていく体制を構築することを目的として、「東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議（議長：茂木経済産業大臣）」を設置。政府・東京電力中長期対策会議（2011 年 12 月設置）は廃止。

2013 年 3 月 7 日 廃炉対策推進会議第 1 回会合開催。2013 年 11 月 14 日までに 6 回開催

2013 年 3 月 28 日 東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議／事務局会議第 1 回開催（2013 年 11 月 28 日まで 10 回開催。事務局会議は、2013 年 12 月 26 日以降、廃炉・汚染水対策チーム会合 事務局会議として開催）。

滞留水の貯蔵、処理状況など詳細な資料はこれ以降の一連の事務局会議資料として公開。多核種除去設備ホット試験及び本格運転のスケジュール提示。

2013 年 4 月 19 日 第 3 回廃炉対策推進会議開催。推進会議の下に汚染水処理対策委員会を設置（4 月 26 日以降、2025 年 5 月時点までに 28 回開催）

2013 年 4 月 26 日 汚染水処理対策委員会第 1 回開催。提出された東京電力資料によれば、この時点で地下水流入量 400m³/日、注水量 400m³/日、計 800m³/日をキュリオン等で処理後、淡水化装置を通し、半分を注水に循環利用、半分をタンク貯留。貯留容量は平成 25 年度上期で 40 万 m³。地下水バイパスで 2013 年 10 月以降流入量 300m³/日に抑制を計画。容量 1000m³のフランジタイプが主。（約 5 万 m³の地下貯水槽は漏洩が発生し、他のタンクに移送）。ALPS については、A 系列実廃液で 2013 年 3 月から HOT 試験開始。B、C 系の早期ホット試験に言及。この時点でも処理済み水は 62 核種は検出下限値未満となるがトリチウムは約 25 万 m³中に 6 × 10¹⁴Bq 含まれる旨記載。短中期的課題として多核種除去設備の早期の安定運転への移行、中長期的課題としてトリチウム処理対策が記載され、トリチウム分離技術も資料に含まれていた。

2013 年 5 月 30 日 汚染水処理対策委員会第 3 回開催。地下水の流入抑制のための対策の報告案が審議され、原子力規制庁からの報告書への見解には、対象とされなかった多核種除去設備（ALPS）の処理済み水の取扱いも含め、汚染水の処理、貯蔵などについて十分に検討し、対応することが必要であることに言及されていた。

2013 年 6 月 27 日 第 5 回廃炉対策推進会議開催し、中長期ロードマップを改訂（改訂第 2 版）。汚染水処理については、以下の 3 項目にまとめ。

- ① 増水の原因となる原子炉建屋等への地下水の流入に対する抜本的な対策（地下水流入抑制対策）
- ② 水処理施設の除染能力の向上確保や故障時の代替施設も含めた安定的稼働の確保方策（水処理システムの強化）

③ 汚染水管理のための陸上施設等の更なる方策（タンク増設計画）

2013 年 9 月 3 日 原子力災害対策本部 東京電力(株)福島第一原子力発電所における汚染水問題に関する基本方針を決定。廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議を設置。廃炉・汚染水対策現地事務所、汚染水対策現地調整会議を設置。

2013 年 9 月 10 日 関係閣僚等会議第 1 回開催。廃炉・汚染水対策の体制強化のため、廃炉・汚染水対策チームを設置。

2013 年 9 月 27 日 汚染水処理対策委員会第 7 回開催。汚染水処理（トリチウム分離技術、トリチウムの長期安定的貯蔵方法 等）が資料に掲載されているのに対し、議事録によれば、「トリチウムの分離等にあまり期待しすぎない方がよいのではないか。トリチウムの分離には現状の技術では解決が難しい。一番現実的なのは環境への問題がない形の放出ではないか。」という指摘に対し、「今の段階では予断を持つことなく、国内外の叡智を集めた上でどうするかを考えたい。」と回答。

2013 年 12 月 10 日 汚染水処理対策委員会第 11 回開催。「東京電力(株)福島第一原子力発電所における予防的・重層的な汚染水処理対策」取りまとめ。トリチウム水の取扱いについての総合的な評価のため、トリチウム水タスクフォースを設置。

2013 年 12 月 25 日 トリチウム水タスクフォース第 1 回開催。（2016 年 5 月 27 日まで 15 回開催。）

2013 年 12 月 26 日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第 1 回）開催。

汚染水については、滞留水の貯蔵状況、ALPS の処理運転計画等の資料を公開。

以後、毎月 1 回ペースで開催し、2021 年 3 月 25 日の第 88 回会合までがこの名称。処理水の処分の基本方針決定後は、廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合／事務局会議という呼称で開催（2025 年 7 月までに通算 139 回）。

2015 年 6 月 12 日 廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議（第 2 回）開催、「中長期ロードマップ」（改訂第 3 版）

- ・汚染水対策の 3 本柱：汚染源を「取り除く」、②汚染源に水を「近づけない」、③汚染水を「漏らさない」（①にトリチウム分離技術の検証など、国内外の叡智を結集との記載）

- ・滞留水処理の完了に向けた取組として、「建屋内の滞留水を外部に漏洩させないための対策を講じながら、地下水流入抑制を図る。原子炉建屋の水位低下等の対策により、原子炉建屋から他の建屋へ滞留水が流出しない状況を構築する」

2016 年 6 月 3 日 トリチウム水タスクフォース報告書公表。処分技術の選択肢について技術的な評価。

2016 年 9 月 27 日 汚染水処理対策委員会第 18 回開催。トリチウム水タスクフォース報告書及び多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会（仮称）設置について説明。議事録によれば、委員から「風評被害を含め社会的な観点も含まれているので、地元の理解が得られるよう慎重に検討を進めて欲しい。委員会では、漁業関係者、痛みを知る風評被害関係者も是非ヒアリングして欲しい。溶接型タンクは、リスクが低く、それなりの信頼性もあるので、タンク貯蔵も今後の取扱いの検討の一

つに入れて欲しい。」と指摘があったのに対し、「タンクを持ち続けることにもリスクがあることを考えると、出来る限りタンクは持たないようにし、リスクを可能な限り小さくしていくことが重要」との回答。

2016年11月11日 多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会（通称：ALPS 小委員会）第1回開催。以後、2020年1月31日の第17回まで開催。2020年2月10日に報告書取りまとめ。

2017年9月26日 廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議（第3回）開催、「中長期ロードマップ」（改訂第4版）第3版と大きな変更なし

2018年8月30日 福島県郡山市及び富岡町において説明・公聴会開催

2018年8月31日 東京都内において説明・公聴会開催

2019年12月27日 廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議（第4回）開催、中長期ロードマップ（改訂第5版）

提示されたマイルストーン

汚染水発生量 150m³/日程度（2020年内）、100m³/日以下（2025年内）に抑制

建屋内滞留水処理完了（2020年内）、原子炉建屋内滞留水を2020年末の半分程度に低減（2022-2024年度）

- ・「多核種除去設備等で浄化処理した上で貯蔵されている水の取扱いについては、処分方法の選択肢毎に技術的な評価を行った。技術的な観点に加え、風評被害など社会的な観点等も含めた総合的な検討を引き続き進めていく。」と記載

2020年2月10日 ALPS 小委員会報告書、説明会、公聴会での意見に対する回答を公表

2020年4月6日 「多核種除去設備等処理水の取扱いに係る関係者の御意見を伺う場」第1回開催。以後、10月8日まで7回にわたって開催

2021年4月13日 廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議（第5回）開催

東京電力ホールディングス株式会社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の処分に関する基本方針 決定

[基本方針に記載された主な経緯]

- ・タンクに保管している水の取扱いについては、トリチウム水タスクフォース及び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」）において、専門家が、風評影響など社会的な観点も含めた総合的な議論を6年以上重ねてきたこと
- ・これを踏まえ、令和2年2月に取りまとめられたALPS 小委員会の報告書では、トリチウム水タスクフォースで技術的に実施可能とされた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、技術や制度、時間軸等の観点から評価した結果として、A) 地層注入については、適地を探さねばならず、モニタリング手法も確立されていないこと、B) 水素放出については、前処理やスケール拡大等の技術が未確立であること、C) 地下埋設については、固化時にトリチウムを含む水分が蒸発し、また規制制度の確立や処分地の確保といった課題に対応するため、必要な期間を見通すことは難しい、といった評価がなされたこと

- ・現実的なのは水蒸気放出及び海洋放出であるが、水蒸気放出の例は国内にはなく、また蒸発残渣が放射性廃棄物となりうること
- ・長期保管についての検討も行われたこと。敷地内での保管容量の拡大については、これまでに実施したタンクの大型化やタンク配置の効率化などの工夫を確認した上で、現行計画以上のタンク増設の余地は限定的と言わざるを得ないこと
- ・更なる大型タンクによる保管等については、現行と比較して面積当たりの容量効率は大きく、保管容量が大きく増えないにもかかわらず、その設置や漏えい検査等に要する期間が長期化するとともに、万一破損した場合の漏えい量が膨大になるという課題があるとされており、実施するメリットはないとされたこと
- ・敷地外での保管については、保管施設を設置する自治体等の理解や放射性廃棄物保管施設としての認可取得が必要であり、実施までに相当な調整と時間を要することから、保管の継続については、福島第一原発の敷地内で行っていくほかないとされたこと
- ・こうした検討を踏まえ、敷地内外における現行計画以上のタンク増設は限定的であることから、敷地内を有効活用すべき、といった評価がなされたこと

2021 年 4 月 16 日 ALPS 処理水の処分にに関する基本方針の着実な実行に向けた関係閣僚等会議 第 1 回開催

2021 年 4 月 27 日 基本方針決定を受け、モニタリング調整会議（第 13 回）において海域環境の監視測定タスクフォースを設置

2023 年 8 月 22 日 廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議（第 6 回）開催
（ALPS 処理水の処分にに関する基本方針の着実な実行に向けた関係閣僚等会議（第 6 回）と合同開催） ALPS 処理水の処分にに関する基本方針の着実な実行に向けた行動計画決定

2023 年 8 月 24 日 海洋放出第 1 回実施

2024 年 8 月 30 日 廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議（第 7 回）、ALPS 処理水の処分にに関する基本方針の着実な実行に向けた関係閣僚等会議（第 7 回）合同開催

参考資料2の主な情報源

- [1] 経済産業省、廃炉・汚染水・処理水対策ポータルサイト
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/index.html
- [2] 経済産業省、廃炉・汚染水・処理水対策ポータルサイト＞廃止措置に向けた取組＞政府の会議資料
<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning.html>
- [3] 経済産業省、東日本大震災関連情報＞廃止措置に向けた取組＞廃止措置等に向けた中長期ロードマップに係る過去の会議体
<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/archives-2.html>
- [4] 経済産業省、廃炉・汚染水・処理水対策ポータルサイト＞廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合/事務局会議（アーカイブ）
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning_team_archive.html
- [5] 東京電力 報道配布資料 | アーカイブ
<https://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/handouts/indexold-j.html>
- [6] 原子力委員会、東京電力(株)福島第一原子力発電所における中長期措置検討専門部会
https://www.aec.go.jp/kaigi/senmon/tyoki_sochi/

<参考資料 3> ALPS 処理水の放出実績及び ALPS 処理水等の貯蔵状況

ALPS処理水の放出実績												
管理番号	移送元	放出 タンク 群	トリチウ ム 濃度 (万Bq/L)	サンプル 採取日	サンプル 分析日	放出開始	放出終了	放出量 (m3)	トリチウム 総量 (兆Bq)	希釈後の トリチウ ム濃度の 最大値 (Bq/L)	測定対象 核種の告 示濃度比 の総和	
23-1-1		B群	14	2023/3/27	2023/6/22	2023/8/24	2023/9/11	7,788	約 1.1	220	0.28	
23-2-2		C群	14	2023/6/26	2023/9/21	2023/10/5	2023/10/23	7,810	約 1.1	189	0.25	
23-3-3		A群	13	2023/7/10	2023/10/19	2023/11/2	2023/11/20	7,753	約 1.0	200	0.25	
23-4-4		B群	17	2023/12/22	2024/2/26	2024/2/28	2024/3/17	7,794	約 1.3	254	0.34	
24-1-5		C群	19	2024/2/29	2024/4/17	2024/4/19	2024/5/7	7,851	約 1.5	266	0.31	
24-2-6		A群	17	2024/3/25	2024/5/15	2024/5/17	2024/6/4	7,892	約 1.3	234	0.17	
24-3-7		B群	17	2024/4/23	2024/6/26	2024/6/28	2024/7/16	7,846	約 1.3	276	0.18	
24-4-8		C群	20	2024/6/21	2024/8/5	2024/8/7	2024/8/25	7,897	約 1.6	267	0.12	
24-5-9		A群	28	2024/7/26	2024/9/24	2024/9/26	2024/10/14	7,817	約 2.2	405	0.078	
24-6-10		B群	31	2024/9/4	2024/10/15	2024/10/17	2024/11/4	7,837	約 2.4	436	0.083	
24-7-11		C群	31	2025/1/14	2025/3/6	2025/3/12	2025/3/30	7,859	約 2.4	403	0.076	
25-1-12	G4南B群、K3A/B群	A群	37	2025/2/21	2025/4/8	2025/4/10	2025/4/28	7,853	約 2.9	489	0.083	
25-2-13	K3A/B群、J1E群	C群	25	2025/5/16	2025/7/10	2025/7/14	2025/8/3	7,873	約 2.0	351	0.11	
25-3-14	J1E群、G5E群	A群	38	2025/6/17	2025/8/5	2025/8/7	2025/8/25	7,908	約 3.0	500	0.12	
25-4-15	G5E/C/B群	B群	21	2025/7/17	2025/9/9	2025/9/11	2025/9/29	7,872	約 1.6	288	0.12	
25-5-16	G5B/A群	C群	25	2025/9/12	2025/10/28	2025/10/30	2025/11/17	7,838	約 2.0	339	0.14	
25-6-17	G5A/D群、G4北A/B群	A群	31	2025/10/17	2025/12/2	2025/12/4	2025/12/22	7,833	約 2.4	393	0.19	
25-7-18	G4北A/B群、H2J群	B群	26-27	2025/11/20	2026/1/9	2026/3/6	2026/3/24	7,834	約 2.0	363	0.24	
2025年度第7回までの実績合計								141,155	約 33.2			

情報源

東京電力処理水ポータルサイト 放出実績

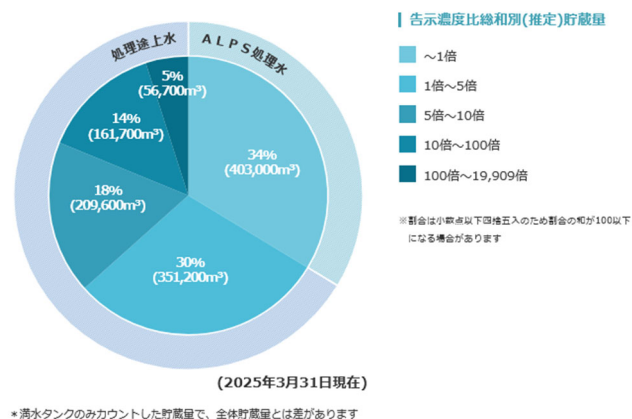
https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watertreatment/performance_of_discharges/

東京電力 ALPS 処理水海洋放出の状況および 2026 年度放出計画について、2026 年 3 月 26 日

https://www.tepco.co.jp/decommission/information/committee/roadmap_progress/pdf/2026/d260326_17-j.pdf

東京電力処理水ポータルサイト ALPS 処理水等の低減状況

<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watertreatment/alpsstate/>



タンク群別放射能濃度

<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watertreatment/images/tankarea.pdf>

＜参考資料４＞ 海洋放出実施後の諸外国の輸入規制強化や最近の規制緩和の動向

1. 事故後の輸入規制を措置した国、地域

(1) 事故後輸入規制を措置し、その後撤廃した国・地域<49>

- 2011 年撤廃<4> カナダ、ミャンマー、セルビア、チリ
- 2012 年撤廃<5> メキシコ、ペルー、ギニア、ニュージーランド、コロンビア
- 2013 年撤廃<3> マレーシア、エクアドル、ベトナム
- 2014 年撤廃<2> イラク、豪州
- 2015 年撤廃<2> タイ、ボリビア
- 2016 年撤廃<5> インド、クウェート、ネパール、イラン、モーリシャス
- 2017 年撤廃<5> カタール、ウクライナ、パキスタン、サウジアラビア、アルゼンチン
- 2018 年撤廃<4> トルコ、ニューカレドニア、ブラジル、オマーン
- 2019 年撤廃<3> バーレーン、コンゴ民主共和国、ブルネイ
- 2020 年撤廃<5> フィリピン、モロッコ、エジプト、レバノン、UAE
- 2021 年撤廃<3> イスラエル、シンガポール、米国
- 2022 年撤廃<2> 英国、インドネシア
- 2023 年撤廃<5> EU、アイスランド、ノルウェー、スイス、リヒテンシュタイン
- 2024 年撤廃<1> 仏領ポリネシア
- 2025 年撤廃<1> 台湾

(2) 事故後の輸入規制を継続して措置している国、地域<5>

① 一部または全ての都道府県を対象に検査証明書を要求<1> ロシア

ロシア：水産物を除く食品 福島、茨城、栃木、群馬、千葉、東京の 6 都県について
検査証明書を要求

② 一部の都県を対象に輸入停止<4> 中国、香港、マカオ、韓国

2. ALPS 処理水の海洋放出に伴う諸外国・地域の食品等の輸入停止の概要

① 全都道府県の水産物を輸入停止 ロシア、中国

(中国に関し、10 都県以外の 37 道府県の水産物については、輸出関連施設の登録手続きが完了され次第、実施可能)

② 10 都県の水産物等を輸入停止 香港

③ 10 都県の生鮮食品等を輸入停止 マカオ

[中国、香港、マカオによる規制対象の 10 都県]

宮城、福島、茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京、長野、新潟 (※)

※：中国について、米は産地証明書を要求、それ以外の食品、飼料は 9 都県と同様、
輸入停止

参考資料4の主な情報源

- [1] 農林水産省、東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う諸外国・地域の輸入規制への対応

https://www.maff.go.jp/j/export/e_info/hukushima_kakukokukensa.html

(2025年11月21日時点)

- [2] 農林水産省、【重要なお知らせ】ALPS処理水放出に伴い規制を強化した国・地域に関する情報について

<https://www.maff.go.jp/tokai/keiei/renkei/export/230825.html>

- [3] 外務省、日本産水産物の対中輸出再開に向けた日中当局間の技術協議、令和7(2025)年5月30日

https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/pressit_000001_02209.html

- [4] 農林水産省、日本産水産物の中国向け輸出再開に必要な技術的要件について合意しました、令和7(2025)年5月30日

https://www.maff.go.jp/j/press/yusyutu_kokusai/kisei/250530.html

＜参考資料５＞ 審議経過

○原子力安全に関する分科会の下に設定された第 25 期原発事故による環境汚染調査に関する検討小委員会、第 26 期原発事故の環境影響に関する検討小委員会における審議経過

第 25 期第 1 回小委員会 (2021. 6. 15)

- ・第 25 期の活動計画の審議において、海洋放出についても検討したほうがよいとの意見

第 25 期第 2 回小委員会 (2021. 10. 26)

- ・第 1 回小委員会での意見を踏まえ、海洋の専門家を委員に加える手続き中である旨報告
- ・環境放出・拡散解析ワーキンググループ (WG) の設置と活動計画について審議。海洋への処理水放出の問題も扱うこと、次回会合を海洋に関するレクチャーに充てることを合意

第 25 期第 3 回小委員会 (2021. 12. 15)

- ・前回の合意に基づき、委員、WG メンバー 4 名からこれまでの研究成果について下記のとおり報告

10 years long-range transport of radiocaesium derived from Fukushima accident in the surface layer and ocean interior in the North Pacific Ocean (青山委員)

Chapter 8. Oceanic simulation for the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident 福島第一原子力発電所事故に対する海洋シミュレーション(津旨委員)

海洋内部および福島県沿岸の海水および海産生物の放射性セシウムの動態 (WG 帰山委員)

福島周辺海域における堆積物中の事故由来放射性核種濃度分布と輸送過程 (WG 乙坂委員)

第 25 期第 7 回小委員会 (2023. 4. 27)

- ・第 6 回小委員会当日 (2022. 9. 5) に青山委員が逝去されたことを振り返りつつ、処理水放出への対応についての検討継続の必要性について言及

第 25 期第 8 回小委員会 (2023. 8. 22)

- ・処理水の海洋放出に関しては、予測から検証にフェーズが移ること、放出率が明らかであり、モデル間の比較を行っていく予定であるとの報告

第 26 期第 1 回小委員会 (2024. 4. 11)

- ・第 26 期の活動計画に関する審議の中で、ALPS 処理水について、正確な情報発信を日本学術会議からできると良いとの意見が出され、第 26 期の早い段階で「報告」をまとめる案が出された

第 26 期第 2 回小委員会 (2024. 7. 17)

- ・第 26 期の活動計画の主要項目の 1 つとして ALPS 処理水対応を取り上げることが再確認された。津旨委員から「ALPS 処理水の海洋放出」と題する報告が行われ、ALPS 処理水の海洋放出の安全性は証明されたと言える状況であるが、国際的には処理水放出を批判する論文が多数報告されており、それらを適切に評価しておく必要があることが共有された

第 26 期第 3 回小委員会 (2024. 10. 8)

- ・前回の審議を踏まえ、「ALPS 処理水海洋放出に関わる文書作成について」津旨委員から報告があり、今後、意思の表出を念頭においてドラフトを準備することとされた

第 26 期第 4 回小委員会 (2025. 1. 9)

- ・ALPS 処理水に関する報告と、第 26 期で予定している第 24 期報告のフォローアップの報告を分けるのか、一緒にするのか等の審議を行った上で、ALPS 処理水に関する単体の「見解」としての発出を目指すこと、その方向で分科会に附議することが適切である旨合意した

第 26 期第 5 回小委員会 (2025. 7. 11)

- ・第 4 回小委員会後の経緯として、分科会で「見解」として申出書を提出することの了解を得た後、分科会委員、総合工学委員会役員、第三部役員からのコメントを踏まえて申出書の修正を重ね、7 月初旬に受理されたことの報告
- ・ALPS 処理水に関する見解の草案について審議し、小委員会委員の意見照会を経て分科会に提出し、さらに修正を進める予定である旨、合意

○原子力安全に関する分科会における審議経過

第 26 期第 4 回分科会 (2025. 1. 20)

- ・上記小委員会から附議された意思の表出の申出書案について審議し、分科会での意見に基づいて小委員会との調整を行って申出書（案）を改訂し、委員長が確認の上、見解の発出を目指して申出書を提出することについて承認

第 26 期第 5 回分科会 (2025. 8. 19)

- ・上記小委員会での審議経過の報告の後、見解案について審議し、分科会委員の意見照会を経て修正加筆を進める旨、合意

第 26 期第 6 回分科会（メール審議）

第 26 期第 7 回分科会 (2026. 1. 19)

- ・見解案の総合工学委員会への査読結果、原子力総合シンポジウムでのコメンテータからの意見に対する対応方針について審議

○関連する分科会委員長への意見照会

上記第 26 期第 5 回分科会の後、食料科学委員会・農学委員会合同東日本大震災に係る食料問題分科会委員長、及び食料科学委員会水産学分科会委員長に見解案を送付し、意見照会した結果を第 6 回分科会の見解案に反映させた

○原子力総合シンポジウムでの意見聴取

2026 年 1 月 19 日開催の原子力総合シンポジウムにおいて、本見解（案）の概要について報告し、4 名のコメンテータから意見を聴取するとともに、会場参加者も交えて総合討論を実施し、見解案の更新時に反映させた