

2022年8月10日

改訂版：2022年11月23日

(太平洋諸島フォーラムへ2022年8月11日に送付した覚書に合わせて改訂)

福島第一原子力発電所事故からの放射性冷却水の放出計画の科学的状況に関する会合
及び専門家パネルの見解で収集された情報とデータの概要

専門家パネルによる覚書

専門家パネル構成員

- ケン・ビュッセラー博士、ウッズホール海洋研究所上級科学者兼海洋学者
- アルジュン・マクジャニ博士、エネルギー環境研究所所長
- アントニー・フッカー博士、アデレード大学放射線研究・教育・イノベーションセンター准教授兼所長
- フェレンス (ジェイコブ・ロルフ)・ダルノキ=ヴェレス博士、ミドルベリー国際問題研究所モントレール校ジェームズ・マーティン不拡散研究センター研究員兼非常勤講師
- ロバート・H・リッチモンド博士、ハワイ大学マノア校ケワロ海洋研究所研究教授兼所長

この覚書は、これまでに上記の専門家パネルが以下から収集したことを要約するものです。

- 日本政府と東京電力 (TEPCO) との3回に及ぶ会合。国際原子力機関 (IAEA) はそのうちの1回にオブザーバーとして参加。
- 東京電力から提供されたタンク内の放射性核種に関するデータ。
- 2022年7月6日に開催された太平洋諸島フォーラム (以下「PIF」) でのIAEA事務局長による発表と、その後の議論。専門家パネルの何人かは、そのフォーラムにオブザーバーとして参加。

この覚書は、提案された放出計画の科学的状況に関する私たちの結論と見解及び科学専門家としての私たちの提言を要約する役目も果たしますが、太平洋諸国フォーラムまたはその構成員のいずれかがどのような立場を取るか、または取らないか、についてのい

かなる意味も含意しません。私たちは以前から、放出の基盤となる建設工事を進めるという決定は、時期尚早であり延期すべきだと考えてきました。しかし、日本の原子力規制委員会が放出のための海底トンネルの建設を認可したことを考慮すると（まだ放出は認可されていませんが）、私たちの分析と結論及び提言をできるだけ明確にかつ率直に記録しておくことは、私たちの科学的及び倫理的責任であると考えます。

この覚書の概要

私たちの主な結論は以下の通りです。

1. タンク内の特定の放射性核種に関する東京電力のソースターム（汚染物質の種類、量、物理的・化学的形態など）の知識は、深刻なほど不十分です。敷地内のタンクのごく一部からサンプリングされているため、殆どの場合、計 64 の放射性核種のうち 9 核種だけが PIF に共有されたデータとしてサンプリングされています。
2. 東京電力の測定方法は統計的に不十分で偏っています。その結果、タンク内の物質を正確に反映していない可能性が非常に高いです。この測定方法は、タンク内に含まれる放射性核種の量に関して、統計的に信頼のおける値を推定できるように設計されていないと見受けられます。
3. 日常的な測定方法から除外され、稀にしか測定しない 55 の放射性核種に関する東京電力の推定は、ALPS 設備による処理と最終的な希釈と放出を計画するための適切な科学的根拠にはなりません。
4. 統計的にタンク内の物質を正確に反映する方法で測定を行うよう国際原子力機関（IAEA）が強く要求していないことについて、私たちは驚き、愕然としています。私たちの見解では、建設の認可の前に確立されるべきであった計画づくりの段階で、これは最低必要条件だったと思うからです。
5. 初期の段階でタンクに堆積した汚泥や水中での放射性物質の不均質な存在は十分に考慮されておらず、計画を実施する上で、建設許可の前に解決するべきであった複雑な要素があることを示している可能性があります。
6. 複雑で大規模な作業量を考慮すると、ALPS による試験的な 2 次処理の量は不十分です。
7. 生態への影響と生物濃縮への考察は著しく不十分であり、影響を推定するための信頼に足る根拠を示していません。トリチウムの場合、有機結合型トリチウム

の推定に使われた飲料水の評価モデルは、海洋生態系及びそれに関連する生物相には適用されないため、誤りです。

8. その他の諸問題のうち、ストロンチウム 90 等の幾つかの放射性核種が海洋生態系によって桁違いにもっと再濃縮される可能性が考慮されていないため、安全性を決定するための「比率の合計」に基づく方法（告示濃度比総和）では欠陥があり不十分です。安全を前提とした放出後の測定は、このような諸問題や放出後の有害な影響を防止することは出来ず、その発生を記録するだけです。
9. 「希釈が汚染の解決策である」という仮定は科学的に時代遅れであり、生態学的に不適切です。日本国内外の漁業に甚大な風評被害をもたらすだろう今回の放出計画の場合には、更に不適切です。提案されている海洋放出計画は、世代間および国境を越えた問題であり、より真剣に検討されるべき事項です。具体的には、生態系への影響や風評被害及び国境を越えた悪影響を可能であれば回避するよう要求します。そのためには、これまで以上により幅広く、徹底的に選択肢の検索が必要です。
10. IAEA が放出前に科学的な精査を十分に行っていないように見受けられることについて、私たちは愕然としています。それどころか、それを放出直前の段階まで延期したことは、私たちの見解では遅すぎる対応です。
11. この問題の科学的理解に基づいて、私たちは以下を提言します。
 - a. 海底トンネルの建設は、無期限に延期されるべきです。
 - b. これまでに検討してきた選択肢は、世代間及び国境を越えた風評被害、特に日本と太平洋地域全体での漁業への危害を防止する観点から、再検討されるべきです。
 - c. リスクのない選択肢は無いことを私たちは認識しています。しかし、リスクは大幅に軽減することが出来るでしょう。私たちは、リスクを桁違いに軽減し、世代間及び国境を越えた風評被害の殆どを防止することが出来る以下の 3 つの選択肢を提案します。最初の選択肢は、他の 2 つの選択肢の追求を除外するものではありません。
 - i. ALPS 設備で廃棄物を処理し、トリチウムを主に含む廃棄物を、トリチウムの崩壊を可能にするために、現存のものより遥かに安全なタンクに貯蔵すること。

- ii. 国境を越えた汚染の観点から、より安全にする汚染浄化作用として、生物（例えば、二枚貝）、植物およびキノコなどの菌類が放射性核種を固体形態に濃縮する作用を利用すること。
- iii. ALPS 設備による処理と、人体への接触の可能性を低くするための対策として、コンクリートの製造に処理水を利用し、トリチウムからのベータ粒子による環境への影響を遮断すること。

I. 私たちの科学的見解について

i. 測定

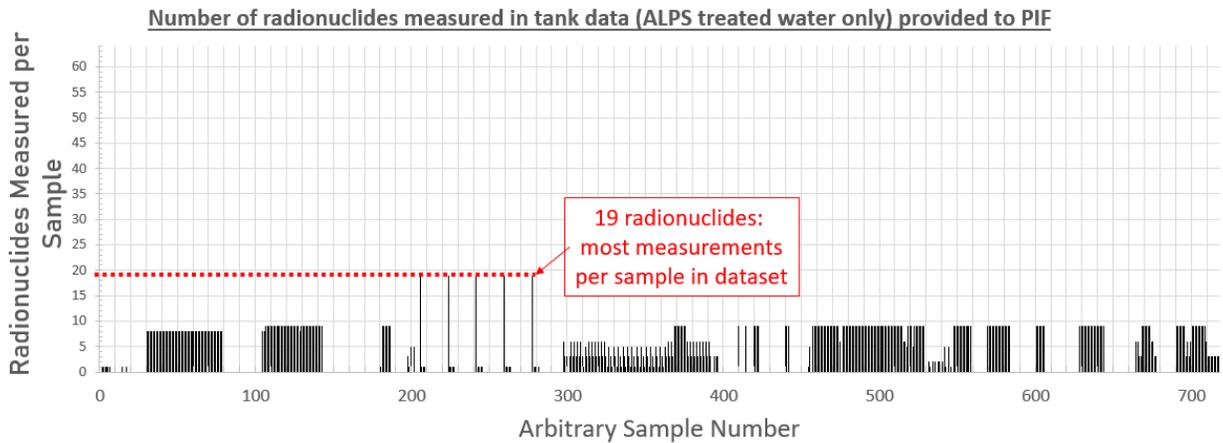
測定方法やタンク内の物質の均質性（または不均質性）を含むタンク内の放射性核種に関する測定値が、どれだけ正確に反映されているかについて私たちは最初に質問しましたが、その幾つかについては未回答のままです。また、海洋生態系における安全性を判断する手段としての「比率の合計」に基づく方法（告示濃度比総和）を用いることに関しても、疑問があります。

日本政府と東京電力から提供されたタンクの中身と測定値に関する情報は、以下の通りです。

a. 測定された放射性核種の数（PIF に提供されたデータより）

タンク内の測定では、62 の放射性核種（すなわち、トリチウムと炭素 14 以外の放射性核種）のうち 7 核種にのみ焦点を当てており、そのうち 7 核種はストロンチウム 90 (Sr-90)、セシウム 134 (Cs-134)、セシウム 137 (Cs-137)、ヨウ素 129 (I-129)、ルテニウム 106 (Ru-106)、アンチモン 125 (Sb-125)、コバルト 60 (Co-60) です。その他の放射性核種の測定は殆ど行われていません。以下の表は、専門家パネルに提供されたデータを基に、専門家パネル構成員の一人（ダルノキ=ヴェレス博士）によって編集されました。これは、7 つ以上の放射性核種を測定することがいかに稀であることを示しており、それでもその回数は全体の数分の一に留まっています。この集合体（トリチウムと炭素 14 を含む計 64 核種のうち）で測定された最大数は 19 核種でした。殆ど全ての場合において、7 つもしくは 9 つの放射性核種のみが測定されました。

PIF へ提供されたタンク内のデータに載っている計測された放射性核種の数
(ALPS 処理水のみ)



縦軸：各サンプルごとに計測された放射性核種の数

赤字：19の放射性核種（データセットの中の各サンプルの殆どに計測されたもの）

横軸：任意に行ったサンプリングの番号

b. 測定されていない放射性核種の比率の合計に関する想定

残りの放射性核種について、規制限界に対する（測定されていない）濃度の比率の合計は常に 0.3 と想定されていました。この想定は、7つの放射性核種の測定された濃度や、これらの7核種の比率とそれぞれの規制基準との合計とは無関係に使われていました。例えば、7核種の比率の合計は、1未満、1、10、もしくは100になります。しかし、他の55の放射性核種についても同じ想定が使われるでしょう。実際に、これらの放射性核種は、7つの放射性核種の測定値によって示される影響を受けるものとは無関係に、常に同じ影響を与える濃度であると東京電力は想定しています。2022年6月15日と16日の会合で、東京電力は、7つの放射性核種の測定濃度が変化した時に、55核種の比率の合計が変化したと想定することが妥当であるということに同意しました。測定されていない55の放射性核種の比率の合計として0.3を使用することは科学的根拠に基づいておらず、ALPSによる処理と放出を計画するための適切な根拠ではない可能性が高いです。これらの55の放射性核種の比率を変化させていないのは、測定の主な目的が敷地境界での外部線量を制御することであるためだと東京電力は述

べていました。その目的は年間1ミリシーベルトの基準値以下にするためだとのことです。

c. **サンプリング時期と手順**

サンプリングは各タンクが満杯になる前に、ALPS 処理水の最後の一定量から各タンクごとに1回だけ採取されます。30リットルのサンプルが1つ採取されますが、これでは正確な物質と濃度を把握するには不十分です。

d. **初期に累積したタンク内の汚泥**

事故直後の数年間に水を貯めたタンク内に汚泥の存在が確認されました。これらの初期の段階は2013年と2014年の期間でした。汚泥は当時サンプリングされておらず、それ以降もサンプリングされていません。予定では、タンクの容器の底から30センチの深さよりも上の水だけを除去し、汚泥内の間隙水や汚泥自体を含む残ったものをタンクの廃炉の一環として処分されるということです。タンク内の汚泥の深さが30センチを超えるかどうかは不明であり、まだ議論されていません。

ii. **測定および測定方法に関する専門家パネルの結論**

- a. **東京電力の測定における主な目的:** 主な目的はALPS能力の妥当性の評価などの海洋放出の準備が完了しているかとは関係なく、むしろ、敷地境界の外部線量を年間1mSv未満に維持することであると東京電力は述べています。これは放射性汚染排水の処理もしくは放出計画のための適切な科学的根拠ではありません。
- b. **不正確な測定方法:** 採用された測定方法では、サンプリングで測定された放射性核種の濃度がタンク内の物質を正確に反映していないことを実質的に示しています。サンプリングの時期やサンプリングの方法には偏りがあります。サンプリングされた放射性核種の濃度は大きく変動すると予想されます。(例えば、セシウム137とストロンチウム90の比の大きな変動によって示されているようにです。)最後の一定量から一貫して1つのサンプルを採取すると、タンク内の物質を正確に反映したものではなく、偏ったものになります。この測定方法では、偏りの方向性を決定することさえできません。必要条件の評価に対するこの偏りの影響は、測定バイアスの数値と比較できる無作為に採取された一定量のサンプリングが存在しないため、決定できません。
- c. **科学的に誤った比率の計算の使用:** 測定した7つの放射性核種の濃度の測定結果とは無関係に、55の測定していない放射性核種に対して0.3の比率を使用す

ることは科学的に間違っています。タンク内の中身を正確に反映した 55 核種と 7 核種の関係は、無作為に採取されたサンプルと、それに応じて割り当てられた比率に基づいて確立されるべきでした。

- d. **非常に疑わしいデータ：**東京電力から PIF へ提供されたデータセットには、異常で疑わしいデータポイントと測定値が複数あります。例えば、テルル 127 (Te-127) の限界は 5,000 Bq/L と記載されていました。しかし、4 つの異なるテルル 127 の測定値は、数十万から数百億 Bq/L 未満だと（つまり「<」の記号が）記載されていました。最大数は公式の限界のほぼ 1800 万倍ですが、計測値が限界値の 1800 万倍未満であることが示されているため、その比率については何も述べられません。テルル 127 は、数百キロ電子ボルトのエネルギーでベータ粒子を放出するベータ線放出核種ですので、これらの濃度では簡単に検出できるはずですが。半減期が僅か 9.4 時間のテルル 127 が検出されたことは不可解です。事故時に発生したテルル 127 は、2019 年の測定のかなり前に崩壊しているはずですが。報告されたテルル 127 のデータは、もし本当に検出されていたのであれば、深刻な問題を提起します。溶融した炉心に断続的な臨界が発生しているのでしょうか？そうではない場合、東京電力の測定およびデータ品質管理の手順が不十分であることをテルル 127 の値が示しています。いずれにせよ、東京電力と IAEA が早急にこの問題に取り組むことが急務であると考えます。
- e. **放射能の合計と測定バイアスの方向性に関する不確実性：**全体として、各放射性核種の放射能の合計と、その濃度に関するタンク内の放射性核種の実際の量に関する知識は、偏ったサンプリングに基づいているため非常に不確実です。それを考慮すると、十分に ALPS による処理を行い、放出前に再処理を繰り返す必要性をなくすための ALPS による浄化処理の手順をどのように設定できるのかを確認することは困難です。
- f. **曖昧で不十分な根拠：**現状では、必要な希釈は 100 以上になるという東京電力の発表はあまりにも曖昧で、計画の根拠としては不十分です。専門家パネルの 1 人（ビュッセラー博士）は、報告された最高濃度を 1 リットルあたり 1500 ベクレル (Bq/L) 以下の基準値にするには、トリチウムの希釈は 1700 倍を目標としなければならないと、既に 2021 年 11 月に指摘していました。放出の全工程が完了する時までの汚染水の処理及び放出方法の適切な計画と、最初に信頼できる日程を計画するためには、タンク内に含まれる全ての放射性核種に関する統計的に有効な知識は必要です。将来溜まる冷却水の量とそれに含まれる放射性

核種の濃度に関して、不明な点が幾つかがあることを私たちは認識しています。しかし、それはつまり、現在のタンク内の物質をしっかりと把握する必要があるということなのです。

- g. **ALPS の試験運転が非常に限られていること：** 現在までに行われた ALPS 設備の試験運転は非常に限られています。それらの試験運転だけでは、タンク内の放射性核種を十分に把握していない大量の水を上手く処理できるかどうかについては依然として疑問です。
- h. **不十分な作業前の準備と、放出を支持する事実上の時期尚早な IAEA の奨励を理由に好ましい取組み方法としていること：** IAEA は必要であれば何度も ALPS 処理を行うことを発言しています。これは、放出が規定に沿っていないということを暗示し、規定違反と見なされるでしょう。IAEA の主な関心事は、現在のタンク内の中身ではなく、ALPS 処理後の状況、つまり放出直前の状況であると明言しました。タンク内の放射性核種の量や、ALPS 設備が実際の放射性核種を運用上効率的な方法で処理するための浄化能力に関する十分な知識が無いにもかかわらず、事実上 IAEA は放出計画を承認しました。使用前の準備には、ソースタームを十分に理解する事を含める必要があると考えます。
- i. **廃棄物の不均一性に関する不十分な知識：** 実施前の準備として、初期に蓄積されたタンク内の廃棄物の不均一性に関して、より詳しい知識も必要です。具体的には、汚泥の層の上の水は実施前の特別な懸念事項であるべきです。
- j. **廃棄物を処理するための ALPS の処理能力に関する疑問：** タンク内に存在する廃棄物の量、濃度及び多様な物質を処理する ALPS 設備の処理能力、又はその点に関する不測の事態（ALPS で繰り返し処理を行う方法を除いて）を IAEA が考慮したかどうか、またどのように考慮したかを示していないことを私たちは憂慮しています。
- k. **IAEA が代表的な廃棄物のサンプルを要求しなかったこと：** 2022 年 7 月 6 日の会合には、日本に「権威ある」意見を提供するために IAEA が同席しており、日本が意思決定者であると述べました。IAEA がその科学的権威を行使して、ソースタームに関する信頼できる知識を可能にする統計学的に代表的なサンプルを求めなかったこと、また原子力規制委員会の建設認可の前に、そのような知識があるべきだと日本に助言しなかったことに私たちは驚き、失望している。タンク内の物質を正確に把握するためのサンプリングと懸念される各放射性核種のソース

チームの信頼性のある推定を行う前に、建設を認可することは正しい科学的な方法ではないと引き続き私たちは主張します。

- l. **不適切で時期尚早な建設認可:** 全ての放射性核種のタンク内の物質を確認するための必要なサンプリングを行う前に、放出の準備をする建設を認可することは、実施前の良い工程ではありません。ソースチームは、これまでよりも遥かに詳しく検証する必要があります。ALPS 設備がタンク内の様々な物質（微粒子や汚泥を含む初期のタンクやタンクの中身を空にするにつれてかき混ぜられる可能性のあるものなど）を処理する能力は十分に検証されていません。
- m. **完全に適切なサンプリングの科学的及び生態学的に根拠のない延期:** 完全に適切なサンプリングを行うために放出の時期まで待つことは、科学的または生態学的な観点からも根拠のある手順ではありません。作業の困難さ、ALPS 処理を何度も繰り返す必要性、および、または、大幅に希釈を増やす必要性は、全て困難な障害を提示している可能性があります。全ての代替案が除外された後で、問題の解決方法として希釈を増やし、海に放出しようとする圧力は大きいでしょう。このやり方では、とりわけ、放出する期間を大幅に延長する可能性があります。これまでのところ、根拠の無い計画に引き続き投資することで、財政面でも環境にも、人の健康へも、更に悪影響を及ぼす可能性のある計画を、日本政府は追求し続けることでしょう。

II. 安全性と生態学的側面

2021 年 11 月の東京電力による環境影響評価に対するコメントでビュッセラー博士は、環境影響評価は有機結合型トリチウム (OBT) に言及していないと述べました。これは、影響を考察する上で最も重要な問題だと私たちは考えています。この問題については、2022 年 6 月 15 日と 16 日に行われた会合で東京電力と議論しました。その会合の中で、ICRP (国際放射線防護委員会) の刊行物 56 が飲料水中のトリチウムの 3% が有機結合型トリチウムに変換されると推定していること、また同委員会の刊行物 134 が 6% と想定していることを考慮して、東京電力は保守的な値として 10% の OBT 比率を想定すると専門家パネルに伝えました。

飲料水の換算係数を使用することは、提案された放出計画に関しては科学的に有効ではありません。排水は人が消費するものではありません。海水を使って 1 リットルあたり 1500Bq に希釈されます。従って注目すべき要因は、トリチウム水が直接消費されたときに人体で何が起こるのかではなく、海洋生態系で何が起こるのかです。現在の海

水中のトリチウムの濃度は、1 リットル当たり 1 ベクレルにも満たしません。つまり提案された放出計画に基づいたトリチウムの濃度は、自然および核実験の影響による濃度と比べて数千倍にもなるのです。

更に、この濃度での放出は何十年にも渡って一カ所で行われ、海洋生物が影響を受ける近海のかなりの部分で、段階的に異なる濃度を作ります。その上、トリチウム水を有機結合型トリチウムに変換する生物固有の比率は、1 世紀ほど続く可能性のあるこの複雑な問題を分析する上で、満足のいく科学的根拠にはなりそうもありません。例えば、様々な有害物質に対して、底生生物が遠洋魚とは異なる反応を示すことは良く知られています。また、福島での事故からの汚染の影響を受けたマグロが、太平洋を越えて米国の海岸で発見されていることにも留意すべきです。¹

有機結合型トリチウム (OBT) には、トータル OBT、交換型 OBT、非交換型 OBT、可溶性 OBT、不溶性 OBT、トリチウム化した有機物、埋没されたトリチウムなど、多くの異なる地球化学的形態があり、それぞれが海で異なる運命をたどる可能性があります。トリチウム研究のコミュニティの理解を明確にするためには、簡単な分類が必要です。トリチウム水 (HTO) とは異なり、OBT の環境中での定量化と挙動はあまり知られていません。²

海水 HTO、生物相 HTO、および OBT の間のトリチウムの代謝回転の動力学は、まだ検討されていない重要な事項です。2 つの藻類と軟体動物における HTO は、海水 HTO と急速に交換することが示されました。しかし、HTO と全生物 OBT との間の全体的なトリチウムの代謝回転は、数ヶ月程のトリチウムの生物学的半減期という遅いプロセスです。³ ICRP (国際放射線防護委員会) によって提供される OBT の一般的な考察は、魚の OBT などの特定の有機形態には適切ではないかもしれません。⁴

¹ Daniel J. Madigana, Zofia Baumann, and Nicholas S. Fisher, "Pacific bluefin tuna transport Fukushima-derived radionuclides from Japan to California," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2012, at <https://www.pnas.org/doi/pdf/10.1073/pnas.1204859109>

² S. B. Kim, N. Baglan, P. A. Davis, "Current understanding of organically bound tritium (OBT) in the environment," *Journal of Environmental Radioactivity*, December 2013 at <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0265931X13001604>

³ Bruno Fiévet, Julien Pommier, Claire Voiseux, Pascal Bailly du Bois, Philippe Laguionie, Catherine Cossonnet, Luc Solier, "Transfer of tritium released into the marine environment by French nuclear facilities bordering the English Channel," *Environmental Science and Technology*, June 2013 at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23656411/>

⁴ John Harrison, "Doses and risks from tritiated water and environmental organically bound tritium," *Journal of Radiological Protection*, September 2009 at <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19690361/>

科学的に有効な環境影響評価がその議定書によって要求されているにもかかわらず、何十年にもわたるトリチウム汚染水の海洋放出に飲料水関連のパラメータを使用することの不適切さを IAEA が指摘していないように見受けられることに、私たちは驚き、愕然としています。

また、骨に蓄積するストロンチウム 90 はカルシウムと類似した化学的性質のため、生物濃縮は特別な懸念事項です。その初期濃度は規制限界をはるかに下回ると予想される場合でも、魚の生物学的半減期は数ヶ月から数年ほどで、何桁もの再濃縮の可能性があります。

複雑な生態系の問題に関する東京電力の準備は非常に不十分であり、生態系への被害は最小限におさえられると結論付けるための科学的根拠を示していません。多くの安全基準が依然として「希釈は汚染の解決策である」という考えに基づいていることを、私たちは認識しています。しかし、海洋に依存する人類だけでなく、海洋とその生態系を保護する科学は、その概念をはるかに超えて動いています。

放射性廃棄物の海洋投棄は、フランスのラ・アーグや英国のセラフィールドのような原子力発電所や再処理施設によって、トリチウム水が日常的に投棄されているという理由で正当化することは出来ないし、正当化されるべきではありません。それどころか、重大なトリチウム汚染を伴う大量の液体放射性廃棄物によって提示される課題は、より安全で賢明な選択肢を見つけて出して実施し、将来の大惨事に対処するためのより良い前例を作る機会であると科学専門家として私たちは信じています。そうすることで、現在の投棄する習慣から、生態系をより保護する習慣へ移行するための道を、他の人々が開く可能性があります。

III. 結論と科学的な勧告

日本の原子力規制委員会が建設を認可し、IAEA は異議を唱えていないけれども、この決定は非常に時期尚早であり、妥当な科学的根拠に欠けているというのが私たちの科学的な見解です。サンプリングの不備及びそれに関連する懸念に加えて、生態学的配慮は不十分であり、有機結合型トリチウムに関しては、ICRP からの科学的指導に基づいており、提案された放出には明らかに適用されるものではありません。

更に、非常に問題のあるテルル 127 の測定を考慮し、東京電力と IAEA は測定とデータ品質管理の問題および、溶融した炉心で断続的な臨界が発生しているかどうかの問題を早急に取り上げるよう提案します。

最後に、海底トンネルの建設などの更なる措置が講じられ、放出の決定を確定する前に検討に値する、はるかに被害の少ない代替案があると考えます。トリチウムの崩壊用のための長期貯蔵、トリチウムの除去、ALPS 処理後のトリチウム水の蒸発など、検討される代替案のいくつかは、生態系への影響の比較に基づいてより完全に考慮される必要があります。原発の施設内及び周辺に代替貯蔵のための敷地が存在するため、緊急に冷却水を放出する必要性は無く、他の選択肢の検討に十分な時間があります。

専門家パネルはまた、東京電力がまだ検討していないように見受けられる 3 つの選択肢についても議論しています。これらの選択肢は、提案された放出計画による影響よりも遥かに影響が低いかもしれません：

- **安全な貯蔵と放射性崩壊：** 東電による放出速度の推定では放出には 40 年かかり、その間に追加の水が蓄積し、放出の所要期間が数十年の規模で延長されます。トリチウムを含む ALPS 処理水を現場や周辺地域の安全な耐震タンクに貯蔵することで、トリチウムの半減期が 12.3 年のため、約 60 年でトリチウムの 97% が放射性崩壊により消滅します。選択肢としての安全な保管は十分に検討されていません。
- **バイオレメディエーション：** 特定の動物、植物、菌類は、水から放射性核種を除去して濃縮することができ、結果として生じる廃棄物を、固体廃棄物中（タンク内の汚泥を固めたものを含む）の遥かに大量の放射能と共に管理することが出来ます。
- **特殊用途のコンクリートを製造するための ALPS 処理水の使用：** タンクの水は、現在計画されているように処理され、トリチウムを主に含む処理水は、人との接触が殆どない用途（建築用および公共用ではない用途）のコンクリートを製造するために使用することができます。水の量は数年で消費される可能性があり、提案された排出よりもはるかに短い所要期間です。トリチウムのベータ粒子が最終的に瓦礫になったとしても、コンクリートはトリチウムのベータ線を遮蔽し、瓦礫になった時点ではトリチウムは崩壊していることでしょう。

私たちは、完璧でリスクのない解決策はないと認識しています。廃棄物の存在は無視できず、難しい問題を投げかけています。現時点では、建設を大幅に遅らせ、はるかに少ない影響を及ぼす代替案を検討する以外に、特定の行動計画の採用を私たちは推奨していません。提案された計画よりも桁違いに影響の低い可能性のある行動計画の例として、3つの選択肢について言及しました。また、安全な貯蔵する選択肢（ALPSによる処理の後に安全に保管する方法）は、他の2つを除外するものではないことに留意してください。これらは海洋を保護し、(i) 国境を越えた汚染と (ii) 日本の漁業と太平洋地域の漁業にほぼ確実に起こる風評被害という深刻な問題に対応するための選択肢の例です。それらは十分に研究され、漁業関係者を含む日本人々、そしてより一般的には太平洋地域のコミュニティと議論するに値します。建築が行われているということで、太平洋への放出が望ましい選択肢であると仮定するのではなく、これらの選択肢は吟味されるべきです。

最後に、これらの考察と結論を科学的な問題として書き留めたことをもう一度強調させていただければ幸いです。私たちの提言は、これらの科学的考察から導き出されたもので、太平洋諸島フォーラムやフォーラムの構成員を含む、その他の第三者の見解を代表することを意図したものではありません。

訳：井上まり

査読：伴英幸