

国立国会図書館 調査及び立法考査局

Research and Legislative Reference Bureau
National Diet Library

論題 Title	福島第一原発の ALPS 処理水の海洋放出をめぐる問題
他言語論題 Title in other language	Problems of Discharging ALPS Treated Water from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station into the Sea
著者 / 所属 Author(s)	山口 聡 (YAMAGUCHI Satoshi) / 国立国会図書館調査及び立法考査局 経済産業課
雑誌名 Journal	レファレンス (The Reference)
編集 Editor	国立国会図書館 調査及び立法考査局
発行 Publisher	国立国会図書館
通号 Number	850
刊行日 Issue Date	2021-10-20
ページ Pages	97-121
ISSN	0034-2912
本文の言語 Language	日本語 (Japanese)
摘要 Abstract	政府は福島第一原発の汚染水を浄化した ALPS 処理水の海洋放出方針を決定した。汚染水問題の経緯、除去が困難なトリチウムの概要、政府内での検討内容、風評被害への対応について整理する。

* この記事は、調査及び立法考査局内において、国政審議に係る有用性、記述の中立性、客観性及び正確性、論旨の明晰（めいせき）性等の観点からの審査を経たものです。

* 本文中の意見にわたる部分は、筆者の個人的見解です。

福島第一原発の ALPS 処理水の海洋放出をめぐる問題

国立国会図書館 調査及び立法考査局
経済産業課 山口 聡

目 次

はじめに

I 汚染水問題の経緯と現状

- 1 初期対応
- 2 対策の進展
- 3 汚染水処理の現状

II トリチウムの概要

- 1 性質
- 2 健康影響
- 3 規制
- 4 放出状況

III 政府内での検討

- 1 トリチウム水タスクフォース
- 2 ALPS 小委員会
- 3 海洋放出の決定

IV 風評被害への対応

- 1 国内対応
- 2 海外への発信強化
- 3 賠償

おわりに

キーワード：東京電力、福島第一原発、汚染水、ALPS、多核種除去設備、処理水、トリチウム、海洋放出、風評被害、韓国

要 旨

- ① 福島第一原発では、高濃度の放射性物質を含んだ水（汚染水）の発生を減らすために、循環注水冷却、凍土壁の構築等の対策が講じられてきた。しかし、今もなお、地下水や雨水の流入によって、汚染水の発生は続いており、建屋等に滞留している。汚染水の多くは、多核種除去設備（ALPS）等により、放射性物質の多くが除去される。しかし、トリチウムは除去できず、トリチウム以外の放射性物質も、規制基準値を超えて含まれているものがある。これら処理水を保管するタンクの増設スペースが限界に近づき、その取扱いが問題となっている。
- ② トリチウムは、水素の放射性同位体で、エネルギーの弱いベータ線を放出してヘリウムに壊変する（半減期は12.3年）。これまでの動物実験や疫学研究からは、他の放射線や核種に比べて特別に生体影響が大きいという事実は認められていない。日本では、原子力施設からのトリチウムの放出について規制基準値（濃度限度）が定められているが、飲料水に係るトリチウムの基準値は定められていない。トリチウムは各国の原子力施設から大気中や水中に放出されており、特に、フランス・英国の再処理施設やカナダの原子力発電所からの放出量が多い。
- ③ 政府内では、平成25（2013）年にトリチウム水タスクフォースが設置され、ALPSで処理された水の処分方法について、技術的成立性、処分に要するコストや期間等について比較検討が行われた。平成28（2016）年からは、「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）で、風評被害など社会的な観点も含めて総合的な検討が行われ、「海洋放出」は確実に実施できる方法として評価された。政府は、令和3（2021）年、ALPS小委員会での検討、地元自治体や関係者等との意見交換などを踏まえ、トリチウム以外の放射性物質について規制基準値を確実に下回るまでALPSで浄化した「ALPS処理水」を、海水で更に希釈してトリチウムの濃度を規制基準値の40分の1にした上で、2年後を目途に海洋放出する方針を決定した。
- ④ 政府の方針決定に対しては、有識者から、海洋放出は最適な方法と評価する意見が示される一方、合意形成プロセスや決定のタイミング（漁業の本格操業に向けて試験操業を終えた直後であったこと）を批判する意見も出ている。福島県内の自治体、福島県及び近隣の漁業関係者からは、風評被害対策の早期提示や海洋放出方針の撤回等を求める意見が出ている。中国、韓国、台湾等からも懸念や批判が出ている。復興の芽を摘まないよう、安全対策の徹底と透明性の高い情報公開を通じた信頼性の向上、水産物等の流通経路の確保・拡大に関する対策、風評被害が発生した場合の賠償等、実効性のある施策の具体的な展開が求められる。

はじめに

平成23(2011)年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う東京電力福島第一原子力発電所(以下「福島第一原発」)事故の当初から、高濃度の放射性物質を含んだ汚染水への対応は懸案事項であった⁽¹⁾。政府・東京電力⁽²⁾は、汚染水の環境中への流出回避やその発生量を減らす取組を進めつつ、汚染水に含まれる放射性物質の濃度を低減させた処理水⁽³⁾を処分する方法を検討してきたが、地元漁業者・住民、国民の理解が得られず、決定には至らない状況が続いた。一方、処理水を貯蔵するタンクの増設スペースが限界に近づき、海洋放出を求める声も上がった。こうした中、令和3(2021)年4月13日、政府は海洋放出を実施する方針(以下「ALPS処理水基本方針」)を決定した⁽⁴⁾。

本稿は、福島第一原発事故後、政府がALPS処理水基本方針を決定するに至るまでの経緯(第I章、第III章)⁽⁵⁾と、処理水から取り除くことが困難な放射性物質であるトリチウムについて

*本稿におけるインターネット情報の最終アクセス日は、令和3(2021)年9月24日である。

- (1) 平成23(2011)年3月24日、3号機タービン建屋地下1階で東京電力の協力会社の職員3名が、汚染水に浸かり被ばくするという事故が起きた。これを契機として、1～3号機のタービン建屋内に発見された高濃度汚染水を安全に管理する必要性が認識され、3月27日、政府と東京電力の「福島原発事故対策統合連絡本部」内に高濃度汚染水の処理等について検討するチームが立ち上げられた。なお、東京電力は、この被ばく事故が発生するまでの間に、原子炉への注水が高濃度汚染水となって原子炉格納容器から漏れて原子炉建屋内に溜まり、いずれは原子炉建屋外にも漏れる危険性があることは認識していたものの、原子炉冷却など、より優先度が高い課題への対応に追われ、原子炉内の水の漏えい防止対策や被ばく防止対策にまでは手が回らなかった(東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会『中間報告(本文編)』2011.12.26, pp.295-296, 330-331. 内閣官房ウェブサイト <<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/icanps/111226Honbun5Shou.pdf>>)。
- (2) 政府は、原子力損害賠償支援機構(現:原子力損害賠償・廃炉等支援機構)を通じて、平成24(2012)年7月31日、東京電力が発行した株式(払込金額総額1兆円)の引受けを行い、東京電力の議決権の過半を握る「実質国有化」を行った。原子力損害賠償・廃炉等支援機構は、経済産業省出身の役員を東京電力に派遣している。また、東京電力は、平成28(2016)年4月に持株会社制に移行し、「東京電力株式会社」から「東京電力ホールディングス株式会社」に商号変更し、燃料・火力発電事業を「東京電力フェュエル & パワー株式会社」、送配電事業を「東京電力パワーグリッド株式会社」、小売電気事業を「東京電力エナジーパートナー株式会社」に承継した。本稿では、商号変更後についても、原則として「東京電力」と表記する。
- (3) 本稿では、「処理水」は、セシウム吸着装置、多核種除去設備(ALPS)等の設備で処理された水を包括した総称として使用する。また、東京電力の定義に従い、処理水のうち、特に、セシウム吸着装置によって、建屋内の汚染水(滞留水)からセシウムとストロンチウムの濃度を低減させた水を「ストロンチウム処理水」、セシウム吸着装置等での処理後、さらにトリチウム以外の放射性物質について原子力規制委員会の規制基準を満たすようALPSで処理した水を「ALPS処理水」、ALPS等で処理した水のうちトリチウム以外の放射性物質について規制基準を満たしていない水を「処理途上水」、「ALPS処理水」と「処理途上水」の2つを併せて示す場合を「ALPS処理水等」と表記する。
 ここでの規制基準は、核種ごとに規定された濃度限度に対する比率を合計したもの(告示濃度比総和)が1未満になるよう求めるものである(「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」(平成27年原子力規制委員会告示第8号。以下、脚注において「線量告示」)別表第1;「東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関して必要な事項を定める告示」(平成25年原子力規制委員会告示第3号。以下、脚注において「福島第一原子炉施設告示」)第8条第1項)。なお、政府は、ALPS等によってトリチウム以外の放射性物質を取り除く処理を行った水を全て(トリチウム以外に規制基準値以上の放射性物質が残っているものも含めて)「ALPS処理水」としていたが、誤解に基づく風評被害を防止するため、令和3(2021)年4月13日以降、「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」のみを「ALPS処理水」と呼称するようになった(「東京電力福島第一原子力発電所におけるALPS処理水の定義を変更しました」2021.4.13. 経済産業省ウェブサイト <<https://www.meti.go.jp/press/2021/04/20210413001/20210413001.html>>)。
- (4) 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関する基本方針」2021.4.13. 同上 <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/alps_policy.pdf>
- (5) 汚染水への初期対応と対策の進展については、青山寿敏「福島第一原発の汚染水問題」『調査と情報—ISSUE BRIEF—』No.839, 2015.1.8, p.5. <https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_8891268_po_0839.pdf?contentNo=1>を参照。

の情報（第Ⅱ章）、海洋放出が実施される場合の最大の課題である風評被害への対応（第Ⅳ章）について整理する。

I 汚染水問題の経緯と現状

1 初期対応

(1) 汚染水の発生と海洋への放出・流出

平成23（2011）年3月11日、東北地方太平洋沖地震によって発生した津波によって、福島第一原発1～4号機建屋には大量の海水が浸入した。その後、1～3号機では全電源喪失によって原子炉の冷却機能が失われ、核燃料が溶け出す炉心溶融が発生した。原子炉の温度上昇を抑えるために、東京電力は、外部から淡水や海水の注入を行ったが、これらの水は溶融燃料と接触して放射性物質に汚染された高濃度汚染水となった後、原子炉压力容器・原子炉格納容器から漏れて、これらを格納する原子炉建屋とそれに隣接するタービン建屋に流出した⁽⁶⁾。建屋内の高濃度汚染水を環境中に流出させないよう、これらを1～4号機から離れた集中廃棄物処理建屋で保管するために、東京電力は、やむを得ず、津波によって集中廃棄物処理建屋に滞留していた海水（低濃度汚染水）を4月4～10日にかけて海に放出したが⁽⁷⁾、地元や近隣諸国への事前説明が不十分であったため、国内外から批判や懸念の聲が上がった⁽⁸⁾。

このほか、4月1～6日に2号機取水口付近から、5月11日に3号機取水口付近から、それぞれ高濃度汚染水が海洋に流出する事故が発生した⁽⁹⁾。

(2) 循環注水冷却の導入及びALPSの設置

福島第一原発事故発生以降、冷却のために外部から原子炉への注水を続けることが不可欠であり、建屋（1～4号機の原子炉建屋及びタービン建屋等、集中廃棄物処理建屋）の地下に滞留する汚染水（滞留水）は増加し続けた。この対策として、東京電力は、6月27日に、循環注水冷却を本格稼働した。循環注水冷却は、セシウム吸着装置、淡水化装置等を使って、滞留水からセシウム・塩分を取り除いた淡水を、冷却水として原子炉に注水するシステムである（高濃度の放射性物質を含む濃縮塩水も発生するが、タンクに貯蔵された⁽¹⁰⁾）。これにより、滞

(6) 東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会 前掲注(1), p.330.

(7) 東京電力は、5号機及び6号機のサブドレン内の水（低濃度汚染水）も併せて海洋放出した。集中廃棄物処理建屋からの放出量は約9,070m³、5号機及び6号機のサブドレンピットからの放出量は約1,323m³、放出された全放射能量は約1500億Bq（ベクレル）と推計されている（東京電力『福島原子力事故調査報告書』2012.6.20, pp.285-286. <https://www.tepco.co.jp/cc/press/betu12_j/images/120620j0303.pdf>）。

(8) 全国漁業協同組合連合会、福島県漁業協同組合連合会等の漁業協同組合連合会は、東京電力に対して、海洋放出に対する抗議文を提出した。諸外国からは、いくら低濃度であるとは言え、事前の通知や協議もなしに実行することには賛同できず、放出前に隣国へ理解を求めるときであった旨の聲が上がった（東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会 前掲注(1), pp.336, 359）。

(9) 2号機からの流出量は520m³で、放射能量は4700兆Bq（内訳は、ヨウ素131：2800兆Bq、セシウム134：940兆Bq、セシウム137：940兆Bq）。3号機からの流出量は250m³で、放射能量は20兆Bq（内訳は、セシウム137：9.8兆Bq、セシウム134：9.3兆Bq、ヨウ素131：0.85兆Bq）と推計されている（「添付VI-2」「添付VI-3」原子力災害対策本部『原子力安全に関するIAEA閣僚会議に対する日本政府の報告書—東京電力福島原子力発電所の事故について—』2011.6. 首相官邸ウェブサイト <https://www.kantei.go.jp/jp/topics/2011/pdf/app_full.pdf>）。

(10) 淡水、濃縮塩水のほか、吸着塔やスラッジ等の廃棄物も発生する（東京電力「放射性滞留水処理システムの概要について」2011.6.9, p.1. <https://www.tepco.co.jp/cc/press/betu11_j/images/110609g.pdf>; 後掲注(4)参照）。

留水の全体量を減少させて、安定した水位が維持できるようになったが⁽¹¹⁾、地下水の建屋への流入（1日当たり200～500m³程度⁽¹²⁾）は続き、汚染水・処理水の総量（滞留水、濃縮塩水等の合計）は増加を続けた⁽¹³⁾。

東京電力は、汚染水の放射性物質の濃度を一層低減させるために、平成25（2013）年3月以降、濃縮塩水に含まれる放射性物質の多くを除去できる多核種除去設備（Advanced Liquid Processing System: ALPS）⁽¹⁴⁾3系列（1系列当たりの処理能力は250m³/日）を順次稼働させた（ALPSで処理されたALPS処理水等はタンクに保管された。）⁽¹⁵⁾。しかし、フィルターの不調等のトラブルが相次いだことで運転が安定せず、汚染水の増加に処理が追いつかない状況が続いた⁽¹⁶⁾。

2 対策の進展

(1) 汚染水問題基本方針の策定

平成25（2013）年に入り、地下貯水槽から汚染水が敷地内に流出したことが確認され（4月）⁽¹⁷⁾、護岸から汚染された地下水が港湾内に流出していることも判明した（7月）⁽¹⁸⁾。また、汚染水を貯槽するフランジ型タンクのボルトのつなぎ目から、約300m³の汚染水が漏えいする（8月）など、タンク関連のトラブルも頻発した⁽¹⁹⁾。

深刻化する汚染水問題を根本的に解決するために、平成25（2013）年9月、国の原子力災害対策本部⁽²⁰⁾は「汚染水問題に関する基本方針」（以下「汚染水問題基本方針」）を決定した⁽²¹⁾。この方針では、汚染水問題の根本的な解決に向けて、汚染源を「取り除く」、汚染源に水を「近

(11) 東京電力「福島第一原子力発電所 この一年の振り返り」2012.3, p.20. <<https://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/review/images/review.pdf>>

(12) 東京電力 前掲注(7), p.290.

(13) 汚染水・処理水の総量は12万m³（循環注水冷却開始前）から20万m³（平成24（2012）年1月3日時点）に増加した（山岸功ほか「福島第一原子力発電所高汚染水の処理処分の課題—処分を見据えた対応策の提言—」『アトモス—日本原子力学会誌—』Vol.54 No.3, 2012.3, p.167. <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jaesjb/54/3/54_166/_pdf>）。

(14) 62種類の放射性核種を除去することができる装置。汚染水に含まれる放射性核種のうち、トリチウムは技術的に除去できない。また、炭素14も除去することができない設計となっているが、ALPS処理水等の貯蔵タンク（令和2（2020）年6月末までに分析が行われたタンク計80基）における炭素14の濃度は、線量告示で定められた濃度限度（告示濃度限度）の約10分の1以下となっている（「多核種除去設備等処理水の貯蔵タンクにおける放射性炭素（C-14）の告示濃度比分布」東京電力ホールディングスウェブサイト <<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watertreatment/images/top/faq/c-14.pdf>>）。

(15) 東京電力「主な対策の進捗状況」（汚染水処理対策委員会（第15回）参考2-3）2015.3.17, p.3. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/150317/150317_02g.pdf>

(16) 青山 前掲注(5), p.5.

(17) 東京電力「地下貯水槽からの汚染水漏えい及び対応状況について」（汚染水処理対策委員会（第1回）資料2-3）2013.4.26. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/130426/130426_02f.pdf>

(18) 福島県『原子力行政のあらまし—福島県原子力発電所の廃炉に関する取組—平成25年度』2014, p.10. <<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/56532.pdf>> 東京電力は、港湾内への流出量（平成23（2011）年5月から平成25（2013）年7月まで）について、トリチウム：約20兆～40兆Bq、セシウム137：約1兆～20兆Bq、ストロンチウム90：約0.7兆～10兆Bq（2011年4～5月の流出事故や意図的な放出は含まれていない。）と推定した（東京電力「放射性物質（トリチウム・セシウム・ストロンチウム）の流出量の評価」2013.8.21. <https://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/handouts/2013/images/handouts_130821_13-j.pdf>）。

(19) 福島県 同上, p.9.

(20) 福島原発事故の緊急事態応急対策を推進するため、「原子力災害対策特別措置法」（平成11年法律第156号）第16条に基づき、平成23（2011）年3月11日、内閣府に設置された。原子力災害対策本部長は内閣総理大臣。

(21) 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」2013.9.3. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/osensuitaisaku_houshin_01.pdf>

づけない」、汚染水を「漏らさない」という3つの基本方針の下、今後講じる対策が掲げられた⁽²²⁾。また、技術的難易度が高く、国が前面に立って取り組む必要性がある対策、具体的には、地下水の流入を防止するための「凍土方式の陸側遮水壁の構築」及び「より高性能な多核種除去設備（ALPS）の実現」については、事業費全体を国が措置するなど、政府の対応を強化するとの方向性が示された⁽²³⁾。同年12月には、原子力災害対策本部は、汚染水問題基本方針を踏まえ、「廃炉・汚染水問題に対する追加対策」（以下「追加対策」）を決定した⁽²⁴⁾。

これら汚染水問題基本方針と追加対策に基づき、具体的には以下の対策が講じられた。

(2) 汚染源を「取り除く」対策

濃縮塩水（淡水化処理後の濃縮水で、セシウムの濃度は低減されているが、ストロンチウム等の放射性物質が含まれている高濃度汚染水）の浄化を早期に完了するため、東京電力は既設のALPSを改良した設備（増設ALPS）3系列の設置を行い、平成26（2014）年10月に運転を開始した⁽²⁵⁾。さらに、国が設備の費用を負担した高性能ALPS1系列も同月、運転を開始した⁽²⁶⁾。これらによって、処理能力は従来の750m³/日から2,000m³/日に増強された。

さらに、モバイル型ストロンチウム除去装置等が設置され、濃縮塩水に含まれるストロンチウムの濃度低減が進められた。また、セシウム吸着装置が改良されてストロンチウムの濃度低減が可能となった。これらの装置によって、平成27（2015）年5月に濃縮塩水の全量処理が完了した（その結果、タンクにはALPS処理水等とストロンチウム処理水が保管される状態になった。）⁽²⁷⁾。

また、原子炉建屋の海側の地下トンネル（海水配管トレンチ）に溜まっていた高濃度汚染水については、万一漏えいした場合のリスクが大きいため、平成26（2014）年11月からポンプで汚染水を抜き取り、トレンチ内を特殊な材料で充てん・閉塞する作業を進め、平成27（2015）年12月には、高濃度汚染水の除去・トレンチ内の充てんを全て完了した⁽²⁸⁾。

(3) 汚染源に水を「近づけない」対策

東京電力は、山側から建屋への地下水流入を抑制するための対策の1つとして、原子炉建屋から山側に離れた場所にある井戸から地下水をくみ上げ、建屋近傍に到達する地下水を減らす地下水バイパスを平成26（2014）年5月から運用している⁽²⁹⁾。くみ上げた地下水は、排水基

⁽²²⁾ 同上, pp.3-6.

⁽²³⁾ 同上, pp.1-2.

⁽²⁴⁾ 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廃炉・汚染水問題に対する追加対策」2013.12.20. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/20131220_02a.pdf>

⁽²⁵⁾ 増設ALPSの処理能力は250m³/日以上。既設ALPSの運転経験を踏まえ、放射能濃度低減のための改良が行われている（東京電力「東京電力福島第一原子力発電所の現状と今後の対応について」2015.5.30, p.8. 福島県ウェブサイト <<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/117591.pdf>>）。

⁽²⁶⁾ 処理能力は、500m³/日以上で、廃棄物発生量を既設ALPSの20分の1程度に抑制できる（同上）。

⁽²⁷⁾ 東京電力「今後のタンクの運用計画について」2016.3.3, pp.1-3. <https://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/handouts/2016/images1/handouts_160303_08-j.pdf> ストロンチウム処理水、ALPS処理水等については前掲注(3)参照。

⁽²⁸⁾ 資源エネルギー庁『令和2年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2021）』2021, p.10. <https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2021/pdf/1_1.pdf>

⁽²⁹⁾ 「③地下水バイパス（汚染源に水を近づけない対策）」2021.8.19. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/03.html>;「地下水バイパス揚水井からの地下水汲み上げ」東京電力ホールディングスウェブサイト <https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watermanagement/groundwater_bypass/>

準⁽³⁰⁾を満たしていることを確認後に、海洋に排出している。

平成27(2015)年9月からは「サブドレン」(建屋近傍の井戸)で地下水をくみ上げ、専用の設備により浄化処理を行い、地下水バイパスで設定した排水基準を更に厳格化した運用目標⁽³¹⁾を満たすことを確認した後、港湾内に排出することによって、建屋への地下水流入を抑制する取組も実施している⁽³²⁾。なお、降雨の度に高濃度汚染水が外洋に流出していたことを東京電力が公表していなかったことが同年2月に発覚したことを受けて、取組の開始について、福島県漁業協同組合連合会の容認を得ることができず、一時、暗礁に乗り上げる場面もあった⁽³³⁾。

また、山側から海側に向かって流れている地下水を遮水して、地下水が建屋に流れ込むことを防ぐために、1号機から4号機の建屋を囲う凍土方式の陸側遮水壁(全長約1,500m、凍土量約7万m³)を構築した(平成28(2016)年3月に凍結を開始し、平成30(2018)年9月までに全て凍結を完了した⁽³⁴⁾)。

このほか、雨水が建屋損傷部や地下への浸透を通じて、建屋内に浸入して汚染水となることを防ぐために、建屋屋根破損部の補修や地表面の敷地舗装(フェーシング)を進めている⁽³⁵⁾。

(4) 汚染水を「漏らさない」対策

東京電力は、放射性物質が海洋に流出するリスクを低減させるために、平成27(2015)年10月、1～4号機の建屋の海側に、深さ約30m、全長約780mの鋼管製の杭の壁(海側遮水壁)を設置する工事を完了した。これにより、放射性物質の海洋への流出量が大幅に低減し、港湾内の水質の改善傾向が確認されている⁽³⁶⁾。また、地下水の海洋への流出を防ぐため、水ガラス系の薬液を地盤の隙間に注入し、水を通しにくくする地盤改良を行った⁽³⁷⁾。

タンクからの漏えい対策としては、鋼板をボルトで接合したフランジ型タンクから、より信

(30) 告示濃度限度や世界保健機関(WHO)の飲料水水質ガイドライン(トリチウムについては、ガイダンスレベルとして1万Bq/Lが示されている。)よりも十分に低い値として東京電力が定めた運用目標。例えば、セシウム134は1Bq/L、セシウム137は1Bq/L、全ベータ(ストロンチウム90等)は5Bq/L、トリチウムは1,500Bq/Lとされている(東京電力ホールディングス「地下水バイパスの運用目標(排水の基準)について」(多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会(第2回)資料5)2016.12.16, p.3. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/takakusyu/pdf/002_05_00.pdf>)。

(31) セシウム134、セシウム137、トリチウムについては、地下水バイパスと同じ濃度であるが、全ベータ(ストロンチウム90等)は3Bq/Lと厳しくなっている(廃炉・汚染水対策チーム、東京電力福島第一廃炉推進カンパニー「サブドレン及び地下水ドレンの運用方針」2015.9. <https://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/handouts/2015/images/handouts_150902_07-j.pdf>)。

(32) 「④サブドレン(汚染源に水を近づけない対策)」2021.8.19. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/04.html>;「建屋近傍の井戸(サブドレン)からの地下水汲み上げ」東京電力ホールディングスウェブサイト <<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watermanagement/subdrain/>>

(33) アジア・パシフィック・イニシアティブ『福島原発事故10年検証委員会—民間事故調最終報告書—』デイスカヴァー・トゥエンティワン, 2021, p.267.

(34) 「⑤凍土方式の陸側遮水壁(汚染源に水を近づけない対策)」2020.9.24. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/05.html>;「凍土方式の陸側遮水壁の設置」東京電力ホールディングスウェブサイト <<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watermanagement/landwall/>>

(35) 東京電力ホールディングス「福島第一原子力発電所の汚染水処理対策の状況」(汚染水処理対策委員会(第23回)資料3)2021.6.25, pp.9-15. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/osensuisyori/2021/pdf/23_13.pdf>

(36) 資源エネルギー庁 前掲注⁽²⁸⁾, p.10.

(37) 東京電力「福島第一原子力発電所の汚染水の状況と対策について」(平成27年度第6回福島県原子力発電所の廃炉に関する安全確保県民会議 補足資料-2)2016.2.3, p.8. 福島県ウェブサイト <<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/150293.pdf>>

頼性の高い溶接型タンクへの切替えを順次進め、平成31（2019）年3月までに完了した⁽³⁸⁾。

3 汚染水処理の現状

汚染水の発生量は、陸側遮水壁（凍土壁）やサブドレン、地下水バイパス等の対策により、対策前の約540m³/日（平成26（2014）年5月）から約140m³/日（令和2（2020）年度）まで低減し、中長期ロードマップの「2020年以内に、150m³/日程度」という目標⁽³⁹⁾を達成している⁽⁴⁰⁾。また、タービン建屋等の地下では、滞留水の移送が進み、水位が低下し、床面露出状態を維持している⁽⁴¹⁾。

令和3（2021）年4月1日現在、原子炉建屋及び集中廃棄物処理建屋には合計約1.6万m³の滞留水がある⁽⁴²⁾。これらについては、セシウム吸着装置で放射線の大半を占めるセシウムとストロンチウムの濃度を下げ、次に淡水化装置で、淡水と、塩分を含むストロンチウム処理水に分離して、淡水は核燃料の冷却に再び使い、ストロンチウム処理水はALPSによってトリチウム以外の核種を取り除いてタンクに保管するという作業が行われている⁽⁴³⁾。

また、敷地内の1,047基のタンクに計約125万m³の処理水が保管されており、処理水に含まれるトリチウムの総量は約780兆Bq（ベクレル）、平均濃度は約62万Bq/Lとなっている（令和3（2021）年4月1日現在⁽⁴⁴⁾）。東京電力は、令和2（2020）年12月までに約137万m³（1,061基）のタンク容量を確保している⁽⁴⁵⁾。汚染水発生量が150m³/日の場合、令和4（2022）年11月頃に約134万m³に到達するが、ALPS処理水の放出が開始される令和5（2023）年春までは保管を継続できるとしている⁽⁴⁶⁾。

(38) さらに、万一の漏えいにも備え、タンクから漏えいした水が外部環境に流出しないようにタンク周囲における二重の堰（二重堰）の設置等も実施されている（資源エネルギー庁 前掲注28, p.10）。

(39) 廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議「東京電力ホールディングス（株）福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」2019.12.27, pp.13-15. 経済産業省ウェブサイト <<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/20191227.pdf>> なお、平成27（2015）年6月に策定された中長期ロードマップ（同「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ロードマップ」2015.6.12, p.9. 同上 <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/0625_4_1c.pdf>）では、「2016年度」に「建屋流入量を100m³/日」とすることが目標とされていたが、平成29（2017）年9月に策定された中長期ロードマップ以降、現在のものに後退しており、建屋流入量100m³/日以下の達成は2025年内とされている。

(40) 「廃炉・汚染水・処理水対策の概要」（廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合／事務局会議（第91回）資料2）2021.6.24, pp.1, 4. 同上 <<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/06/91-2-1.pdf>>

(41) 東京電力ホールディングス 前掲注35, pp.23-24.

(42) 東京電力ホールディングス「福島第一原子力発電所における高濃度の放射性物質を含むたまり水の貯蔵及び処理の状況について（第496報）」2021.4.5, 添付資料1. <https://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/watermanagement/pdf/2021/watermanagement_20210405-j.pdf>

(43) 東京電力 前掲注27, pp.1-3.

(44) 内訳は、ALPS処理水等123.6万m³、ストロンチウム処理水約2.0万m³。ALPS処理水等のうち、ALPS処理水は約3割、処理途上水は約7割となっている（東京電力ホールディングス「多核種除去設備等処理水の定義見直し及びタンクに保管されているトリチウム量について」（廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合事務局会議（第89回）資料1）2021.4.27, p.1, 3. 経済産業省ウェブサイト <<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/04/1-6.pdf>>）。

(45) 1,061基のうちALPS処理水等の貯蔵タンクは1,020基。このほか、ストロンチウム処理水27基、淡水化装置処理水12基、濃縮塩水2基の貯蔵タンクがある（「処理水ポータルサイト」東京電力ホールディングスウェブサイト <<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watertreatment/>>）。

(46) 東京電力ホールディングス「厳格な放射能濃度の測定・評価に必要な設備について」（廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合／事務局会議（第90回）資料3-8）2021.5.27, p.9. 経済産業省ウェブサイト <<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/05/90-3-8-1-1.pdf>> なお、ALPS近傍の3万m³の既設タンク群は、ALPS処理水の海洋放出準備用のタンクに転用されるが、その代替となる新たなタンク群約3万m³が令和4（2022）年11月頃に供用開始される。ALPS処理水の放出については、第三章の「3 海洋放出の決定」を参照。

福島第一原発事故により発生した汚染水等の廃棄物からの放射線等に起因する敷地境界における実効線量⁽⁴⁷⁾については、1mSv（ミリシーベルト）/年という国の基準⁽⁴⁸⁾を、平成28（2016）年3月以降達成している（令和3（2021）年3月時点で0.92mSv/年⁽⁴⁹⁾）。

II トリチウムの概要

1 性質

汚染水から除去することが困難とされるトリチウム（T又は³H。「三重水素」とも呼ばれる。）は、水素の放射性同位体であり⁽⁵⁰⁾、水素と同様、水として存在しており、また、有機物としても存在している。エネルギーの弱いベータ線を放出してヘリウム3（³He）に放射壊変する（半減期は12.3年⁽⁵¹⁾）。半減期に相当する時間が経過すると、放射能は半分になるため、10半減期分の120年が経過するとトリチウムの放射能は1,000分の1になる⁽⁵²⁾。

トリチウムによる放射線被ばくは、外部被ばくではなく、トリチウム水が体内に取り込まれることによる内部被ばくである⁽⁵³⁾。トリチウムが体内に取り込まれる経路としては、①空気中に含まれるトリチウム水の鼻・口からの吸入、②皮膚からの吸収、③食べ物・飲み物に含まれるトリチウム水の摂取などが挙げられる⁽⁵⁴⁾。取り込まれたトリチウム水は体液循環経路に入り、最終的には尿、糞便などによって体外に排出される⁽⁵⁵⁾。トリチウムの物理的半減期は12.3年であるが、生体内に取り込まれたトリチウム水は比較的早く体外に排出されるため、生物学的半減期⁽⁵⁶⁾は10日程度である⁽⁵⁷⁾。

ただし、生体内に取り込まれたトリチウム水のうちの約5～6%は、生体内のタンパク質、糖、

(47) 人体が放射線を受けた場合に、どれだけ全身に影響があるのかを表す単位（後掲注64参照）。

(48) 「特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について」（平成24年11月7日原子力規制委員会決定。以下、脚注において「措置を講ずべき事項」）<<https://www.nsr.go.jp/data/000069063.pdf>>において、「特に施設内に保管されている発災以降発生した瓦礫や汚染水等による敷地境界における実効線量（施設全体からの放射性物質の追加的放出を含む実効線量の評価値）を、平成25（2013）年3月までに1mSv/年未満とすること。」とされている。平成25（2013）年3月時点の評価では、この基準を達成したが、同年4月に発生した地下貯水槽からの汚染水流出に対応するため、地下貯水槽に貯蔵されていた汚染水が敷地境界近くのタンクに移送されたことに伴い、同年12月以降、この基準を超過していた（原子力規制委員会「東京電力福島第一原子力発電所敷地境界における実効線量の制限の達成に向けた規制要求について」（特定原子力施設監視・評価検討会（第33回）参考2）2014.2.26, p.1. <<https://www.nsr.go.jp/data/000101574.pdf>>）。

(49) 東京電力ホールディングス「福島第一原子力発電所構内の線量状況について」（廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合/事務局会議（第89回）資料4-6）2021.4.27, p.6. 経済産業省ウェブサイト <<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/04/4-6-5.pdf>>

(50) 水素の同位体には、水素（¹H）、重水素（D又は²H）、トリチウム（T又は³H）が知られている。水素と重水素は安定同位体である。

(51) 「放射壊変」は、不安定な原子核がより安定な原子核に変化する現象。放射壊変に伴って原子核からアルファ線、ベータ線等の何らかの放射線が放出される。放射性核種の個数が放射壊変によって半分に減るまでに要する平均時間を「半減期」という（日本原子力学会炉物理部会『原子炉の物理』2019, pp.54-55. 日本原子力研究開発機構ウェブサイト <https://rpg.jaea.go.jp/else/rpd/others/study/text_data/all_20200108.pdf>）。

(52) 百島則幸「環境トリチウム—起源と被ばく—」『環境管理』Vol.47, 2018, p.3. <https://keea.or.jp/pdf/knakyokanri/47/vol_47_02.pdf>

(53) 日本放射線影響学会放射線災害対応委員会編「トリチウムによる健康影響」2019.11.11. <https://jrns.org/assets/file/tritium_20191212.pdf>

(54) 同上

(55) 同上

(56) 体内に摂取した放射性物質の放射能が放射性物質の体外への排泄により半分になる時間（同上）。

(57) 同上

脂肪などの有機化合物をつくる水素原子と置き換わり、有機結合型トリチウム（Organically Bound Tritium: OBT）に変わると考えられている⁽⁵⁸⁾。OBTは、生体内に長く留まり、生物学的半減期は、短いもので約40日、長いもので約1年である⁽⁵⁹⁾。

2 健康影響

成人が経口で取り込んだトリチウムの預託実効線量係数⁽⁶⁰⁾は 1.8×10^{-8} mSv/Bq、影響が大きいOBTであっても 4.2×10^{-8} mSv/Bqで、セシウム137⁽⁶¹⁾の 1.3×10^{-5} mSv/Bqに比べて300分の1以下であり、同じBq数であればトリチウムによる健康影響の方がはるかに小さい⁽⁶²⁾。

トリチウムの発がんへの影響については、マウスではトリチウムによる平均寿命短縮及びがん発症にしきい線量⁽⁶³⁾が存在し、その値は1日当たり3.6～10mGy⁽⁶⁴⁾の間にあることが分かっている⁽⁶⁵⁾。1L当たり1億4000万Bq程度のトリチウム水を生涯飲み続けても（1日当たり3.6mGyの被ばくに相当）、がんの発症率は自然発症率の範囲内であるということになる⁽⁶⁶⁾。脳・神経系への影響に関しては、妊娠中のラットのトリチウム水の飲水を通じて、胎児期に被ばくした仔ラットについて、273mGyの被ばくで有意に脳重量が減少し、92mGyで学習と記憶に障害が生じたという研究、胎児期に100あるいは300mGyを被ばくした仔マウスで認知機能の低下が生じたという研究がある⁽⁶⁷⁾。

トリチウムは、これまでの動物実験や疫学研究から、他の放射線や核種に比べて特別に生体影響が大きいという事実は認められていない⁽⁶⁸⁾。ただ、これまでの放射線影響研究は比較的高線量の被ばく影響を解析するものが多く、現時点で低線量・低線量率被ばくの健康影響を明確に評価できる実験システムは少ない⁽⁶⁹⁾。また、科学的根拠となるこれまでのトリチウムの生物影響に関する研究は、そのほとんどがモデル動物を用いて行われてきたものであり、これらの科学的根拠がそのままヒトに当てはめられないことにも留意しなければならない⁽⁷⁰⁾。

(58) 同上

(59) 同上

(60) 放射性核種の摂取量 (Bq) を内部被ばく線量 (Sv) に換算するための係数。

(61) 原子炉内で、燃料の濃縮ウランの核分裂によって生成される代表的な放射性物質（核分裂生成物）の1つ。ベータ線に加えて、空気中を数百mも飛ぶガンマ線を放出する。半減期は30年で、福島第一原発事故によって放出された他の代表的な核分裂生成物であるヨウ素131（8日）、セシウム134（2年）よりも長い（日本アイソトープ協会『セシウムのABC』丸善出版、2014、pp.8-11。<https://www.jrias.or.jp/report/pdf/caesium_no_abc.pdf>）。

(62) 日本放射線影響学会放射線災害対応委員会編 前掲注53

(63) 当該線量の放射線を被ばくすると、ほとんど個人差なく症状（確定的影響）が現れる境目の線量。例えば、脱毛は3Sv、永久不妊は2.5～6Sv、白内障は0.5Svなどとされている（同上）。

(64) グレイ (Gy) は、放射線を受けた単位質量の物質が吸収するエネルギー量（吸収線量）。吸収線量が同じでも、放射線の種類やエネルギーによって人体への影響の大きさが異なる。放射線の種類ごとに影響の大きさに応じた重み付けをした線量を等価線量（単位はSv）といい、等価線量に対して、臓器や組織ごとの感受性の違いによる重み付けをして、それらを合計することで全身への影響を表したものを実効線量（単位はSv）という（環境省放射線健康管理担当参事官室・量子科学技術研究開発機構『放射線の基礎知識と健康影響 令和元年度版』放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 上巻）2020、p.36。<https://www.env.go.jp/chemi/rhm/kisoshiryu/pdf_r1/2019tk1s02.pdf>）。

(65) 日本放射線影響学会放射線災害対応委員会編 前掲注53

(66) 同上

(67) 同上

(68) 田内広「トリチウム水およびトリチウム化合物の生体影響について」（多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会（第11回）資料3-1）2018.11.30、p.19。経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/takakusyu/pdf/011_03_01.pdf>

(69) 日本放射線影響学会放射線災害対応委員会編 前掲注53

(70) 同上

低レベルのトリチウムばく露によって人体影響が出るか否かの議論には、客観的な生物影響データの蓄積と、放射線の確率的影響に関する研究の推進が必要との意見もある⁽⁷¹⁾。

3 規制

(1) 原子力施設からの放出等に係る規制

福島第一原発も含めて原子力発電所においては、トリチウムを含む気体状の放射性廃棄物は、ろ過や希釈等の方法で放射性物質の濃度をできるだけ低下させてから、排気施設によって排出することができる⁽⁷²⁾。液体状の放射性廃棄物も、ろ過、蒸発、多量の水による希釈等の方法で放射性物質の濃度をできるだけ低下させてから、排水施設によって排出することができる⁽⁷³⁾。ただし、排気、排水ともに、原子力規制委員会の規制基準（線量告示⁽⁷⁴⁾）で定められた濃度限度（以下「告示濃度限度」⁽⁷⁵⁾）を超えないことが条件とされており⁽⁷⁶⁾、トリチウムの告示濃度限度（3か月間の平均濃度）については、空气中（水蒸気の状態）は5Bq/L、水中は6万Bq/Lとされている（表1）⁽⁷⁷⁾。水中の告示濃度限度は、ヒトが生まれてから70歳になるまでトリチウムが含まれた水を毎日飲み続けたとき、平均線量率が線量告示に基づく実効線量限度（1mSv/年⁽⁷⁸⁾）に達するものとして計算されている⁽⁷⁹⁾。

大気中や水中に複数種の放射性物質が含まれる場合は、種類ごとに告示濃度限度に対する比率を計算し、それらを合計したもの（告示濃度比総和）が1未満になるよう規制されている⁽⁸⁰⁾。

一方、韓国や米国では、トリチウムについて日本よりも低い濃度限度が設定されている。カナダ、英国、フランスには、濃度限度はないが、放出総量について規制がある（表1）。

日本では、放射性物質の放出総量について法令上の規制はないが、旧原子力安全委員会⁽⁸¹⁾の指針において、放射性物質の放出に伴う施設周辺の公衆の受ける線量に関する目標値（実効

(71) 馬田敏幸「トリチウムの生体影響評価」『Journal of UOEH—産業医科大学雑誌—』Vol.39 No.1, 2017.3, p.30. <https://www.jstage.jst.go.jp/article/juoeh/39/1/39_25/_pdf/-char/ja>

(72) 「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」（昭和53年通商産業省令第77号。以下、脚注において「実用炉規則」）第90条第3号及び第4号；「東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関する規則」（平成25年原子力規制委員会規則第2号。以下、脚注において「福島第一原子炉施設規則」）第16条第3号及び第4号。

(73) 実用炉規則第90条第6号及び第7号；福島第一原子炉施設規則第16条第6号及び第7号。

(74) 「核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示」（平成27年原子力規制委員会告示第8号）

(75) 線量告示第8条第1項。

(76) なお、再処理施設からの海洋放出の場合は、各放射性物質（トリチウムを含む。）の濃度限度は定められていないが、放射性廃棄物の海洋放出に起因する実効線量限度（3か月間につき0.25mSv）が定められている（「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」（昭和46年総理府令第10号）第16条第7号；線量告示第8条第3項）。

(77) 線量告示別表第1；福島第一原子炉施設告示第8条第1項。

(78) 線量告示第2条で、原子力発電所の周辺監視区域外の実効線量限度が1mSv/年と規定されている。福島第一原発にはこの規定は適用されず、「措置を講ずべき事項」が適用される（前掲注48参照）。

(79) 計算に際しては、国際放射線防護委員会（ICRP）が公開している年齢によって異なる線量係数や年間摂取水量が用いられている（原子力規制庁「放射性廃棄物に対する規制について」（多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会（第11回）資料3-2）2018.11.30, p.7. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/takakusyu/pdf/011_03_02.pdf>）。

(80) 線量告示第8条第1項；福島第一原子炉施設告示第8条第1項。

(81) 「原子力基本法」（昭和30年法律第186号）及び「原子力委員会及び原子力安全委員会設置法」（昭和30年法律第188号。現「原子力委員会設置法」）に基づき、内閣府に設置され、規制行政庁（文部科学省、経済産業省等）の規制活動を監視・監査する組織として位置付けられてきたが、平成24（2012）年9月、原子力規制委員会の発足とともに廃止された。原子力安全委員会が策定した指針の一部は、今もなお、原子力規制委員会の規制活動に活用されている。

表1 各国の原子力施設からのトリチウムの放出規制及び飲料水に含まれるトリチウムの濃度基準

国名	原子力施設からの放出に係る規制		飲料水中の濃度基準	
	規制方法	気体廃棄物		液体廃棄物
日本	濃度規制	5Bq/L	6万 Bq/L (原発)	なし
			なし (再処理)	
韓国	濃度規制	3Bq/L	4万 Bq/L	なし
米国	濃度規制	3.7Bq/L	3万 7000Bq/L	740Bq/L
カナダ	総量規制	12京～85京 Bq/年	37京～4600京 Bq/年	7,000Bq/L
英国	総量規制	3兆～15兆 Bq/年 (原発)	80兆～700兆 Bq/年 (原発)	100Bq/L
		1100兆 Bq/年 (再処理)	1京 8000兆 Bq/年 (再処理)	
フランス	総量規制	4兆 Bq, 4.5兆 Bq/年等 (原発)	45兆 Bq, 80兆 Bq/年等 (原発)	100Bq/L
		150兆 Bq/年 (再処理)	1京 8500兆 Bq/年 (再処理)	

(注)「原発」は原子力発電所、「再処理」は再処理施設に対する規制。日本の再処理施設については、トリチウム等の各放射性物質の濃度限度は定められていないが、放射性廃棄物の海洋放出に起因する実効線量限度(3か月間につき0.25mSv)が定められている。カナダ、英国、フランスでは施設ごとに基準値が設定されている。「京」は兆の1万倍を意味する。

(出典)三菱総合研究所『平成30年度原子力の利用状況等に関する調査事業(多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究)調査報告書』2019.3.29, pp.38, 41. 経済産業省ウェブサイト<<https://www.meti.go.jp/medi-lib/report/H30FY/010703.pdf>>; 柿内秀樹「トリチウムの環境動態及び測定技術」『アトモス—日本原子力学会誌—』Vol.60 No.9, 2018.9, p.32. <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jaesjb/60/9/60_537/_pdf/-char/ja>; Canadian Nuclear Safety Commission, “Standards and Guidelines for Tritium in Drinking Water,” *Part of the Tritium Studies Project*, INFO-0766, 2008. <https://nuclearsafety.gc.ca/pubs_catalogue/uploads/info_0766_e.pdf> を基に筆者作成。

線量0.05mSv/年)が設定され、この線量目標値の達成を可能とするよう、原子力施設ごとに年間の放出量等についての管理目標値を設定するものとされている⁽⁸²⁾。トリチウムの場合は、液体廃棄物の場合のみ「放出管理の基準値」が設定されている(例えば、高浜原発220兆Bq/年、大飯原発170兆Bq/年、川内原発110兆Bq/年等⁽⁸³⁾)。線量目標値は努力目標であり、それが達成できないことをもって、運転停止、出力制限等の措置を必要とするような安全上の支障があると解すべきものではないとされている⁽⁸⁴⁾。なお、日本原燃株式会社の六ヶ所再処理施設からのトリチウムの放出管理目標値は気体1000兆Bq/年、液体9700兆Bq/年と設定されている⁽⁸⁵⁾。

(2) 飲料水に係る濃度基準

飲料水に含まれる放射性核種の濃度については、世界保健機関(World Health Organization: WHO)のガイドラインの中で、国際放射線防護委員会(International Commission on Radiological Protection: ICRP)の勧告に基づくガイダンスレベル(実効線量0.1mSvをもたらす

⁽⁸²⁾ 「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」(昭和50年5月13日原子力委員会決定、平成元年・13年一部改訂) p.1. 原子力安全委員会ウェブサイト(国立国会図書館インターネット資料収集保存事業(WARP)により保存されたページ)<https://warp.da.ndl.go.jp/collections/NDL_WA_pn_print/info:ndljp/pid/3533051/www.nsc.go.jp/shinsashishin/pdf/1/NDL_WA_pn_si015.pdf>

⁽⁸³⁾ 福井県環境放射能測定技術会議「原子力発電所周辺の環境放射能調査—2020年(令和2年)度第3四半期報告書—」p.82. 福井県原子力環境監視センターウェブサイト<http://www.houshasen.tsuruga.fukui.jp/pdf/files/20210324180833363_jp.pdf>; 九州電力「川内原子力発電所1号機運転状況(令和2年7月～9月)」(令和2年度第4回原子力安全対策連絡協議会 資料3-1) 2021.1.28. 鹿児島県ウェブサイト<http://www.pref.kagoshima.jp/aj02/documents/85901_20210127195033-1.pdf>

⁽⁸⁴⁾ 「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」前掲注⁽⁸²⁾, p.1.

⁽⁸⁵⁾ 日本原燃『再処理事業所再処理事業変更許可申請書 本文及び添付書類の一部補正について』(令和2年4月28日再計発第31号) pp.508, 510. 原子力規制委員会ウェブサイト<<https://www.nsr.go.jp/data/000309754.pdf>>

得る濃度)が示されており、トリチウムについては1万Bq/Lとされている⁽⁸⁶⁾。

日本では、WHOのガイドラインに基づき、水道水中の放射性物質のうち、放射性セシウム(セシウム134及び137の合計)のみ管理目標値が設定されている。測定機関及び測定機器の数並びに測定に要する時間等の観点から、それ以外の放射性物質(トリチウムを含む。)については、管理目標値は設定されていない⁽⁸⁷⁾。

一方、欧米諸国の多くでは、飲料水に含まれるトリチウムの濃度について基準が設けられている(表1)。カナダでは、保健省がICRP等の放射線防護の概念を参考にして策定したガイドラインで⁽⁸⁸⁾、飲料水中のトリチウムの最大許容濃度として7,000Bq/Lが示されており⁽⁸⁹⁾、アルバータ州、マニトバ州、オンタリオ州、ケベック州において、法的基準として採用されている⁽⁹⁰⁾。また、米国では、現在のICRPやWHOの見解とは異なる旧来の放射線学的概念に基づき、0.04mSv/年という線量限度から、最大汚染レベルとして740Bq/Lが設定されている⁽⁹¹⁾。英国及びフランスでは、更に低い100Bq/Lが設定されているが、この基準を超過した場合にはトリチウム以外の人工放射性核種の存在を調査しなければならないという指標として使われている⁽⁹²⁾。

4 放出状況

トリチウムは、天然起源と人工起源とがある。天然起源のトリチウムは大気上層で宇宙線によって年間7京Bq程度生成され、大気上層における生成量と地球上のトリチウムの壊変量が釣り合った状態が続いていた⁽⁹³⁾。しかし、大気中核実験(1945～63年)により、1.8垓～2.4垓⁽⁹⁴⁾Bq程度が人工的に生成され、定常状態が大きく乱された⁽⁹⁵⁾。これらのトリチウムの大部分は放射壊変で消滅したが、それでも天然起源の9倍程度が残存している(世界中の海に広く薄く分布している)⁽⁹⁶⁾。

現在は、人工起源のものは、トリチウム生産施設(主に水爆の原料としてのトリチウム生産)及び原子力施設(原子力発電所や再処理施設)から放出されている(表2)⁽⁹⁷⁾。原子力施設の中では、原子力発電所よりも再処理施設の方がトリチウムの放出量が多い。原子力発電所の中

86) ガイダンスレベルは、「保守的であり、義務として守るべき限度と解釈するべきではない。ガイダンスレベルの超過は追加的な調査の契機と捉えるべきであり、必ずしもその飲料水が安全ではないということを示すものではない。」とされている(WHO編、国立保健医療科学院訳『飲料水水質ガイドライン 第4版(日本語版)』(翻訳 ver.2.1・Web版)2012, pp.210, 215-216. <https://www.niph.go.jp/soshiki/suido/pdf/h24whogdwq/WHOgdwq4thJPweb_all_20130423.pdf>。

87) 「(別紙)水道水中の放射性物質に係る指標の見直しについて」厚生労働省健康局水道課長『水道水中の放射性物質に係る管理目標値の設定等について』(平成24年3月5日健水発0305第1号)p.3. <<https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000018ndf-att/2r98520000024of2.pdf>>

88) Canadian Nuclear Safety Commission, “Standards and Guidelines for Tritium in Drinking Water,” *Part of the Tritium Studies Project*, INFO-0766, 2008, p.11. <https://nuclearsafety.gc.ca/pubs_catalogue/uploads/info_0766_e.pdf>

89) Health Canada, “Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Summary Table,” 2020.9, p.23. Canada.ca website <https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/migration/hc-sc/ewh-semt/alt_formats/pdf/pubs/water-eau/sum_guide-res_recom/summary-table-EN-2020-02-11.pdf>

90) Canadian Nuclear Safety Commission, *op.cit.*(88), pp.6, 18.

91) *ibid.*, pp.9-11.

92) 三菱総合研究所『平成30年度原子力の利用状況等に関する調査事業(多核種除去設備等処理水の処分技術等に関する調査研究)調査報告書』2019.3.29, p.43. <https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/H30FY/010703.pdf>

93) 同上, p.5.

94) 1垓は1京の1万倍、1兆の1億倍。10の20乗。

95) 三菱総合研究所 前掲注92), p.5.

96) 百島 前掲注52), p.4.

97) 同上, p.4.

では、カナダで開発されて韓国やルーマニアに導入されているカナダ型重水炉（CANDU炉）は軽水炉に比べると大量のトリチウムが生成される⁽⁹⁸⁾。軽水炉では、沸騰水型原子炉（BWR）よりも加圧水型原子炉（PWR）からの放出量が多い⁽⁹⁹⁾。原子力施設から海洋放出されたトリ

表2 主要国の原子力発電所・再処理施設からのトリチウム放出量

(単位：兆Bq)

日本 (2018年度)			米国 (2018年)			フランス (2019年)		
施設名	気体	液体	施設名	気体	液体	施設名	気体	液体
川内	1	34	ワッツバー1	1	145	カットノン	3	117
玄海	0	28	シーブルック	4	61	バリュエル	2	86
大飯	5	22	パイロン1	0	52	シボー	1	70
高浜	5	19	パイロン2	2	52	ゴルフェッシュ	1	63
伊方	1	5	サウステキサス1	3	46	サンタルバン	1	62
美浜	4	2	ブレードウッド1	8	45	グラブリース	2	61
敦賀	1	0	ブレードウッド2	8	45	ビュージェイ	1	57
泊	0	0	ワッツバー2	1	44	パンリー	1	53
女川	0	0	コマンチェピーク1	1	39	バルビル	1	52
福島第二	0	0	コマンチェピーク2	1	39	シノン	1	51
浜岡	0	0	ディアプロキヤニオン1	1	39	ダンピエール	1	50
島根	0	0	ディアプロキヤニオン2	1	39	ショー	1	49
東海第二	0	0	ウルフクリーク	1	38	ルブレイエ	1	44
東通	0	N.D.	サリー1	1	34	クリュアス	1	43
柏崎刈羽	0	N.D.	サリー2	1	34	ノジャンシュールセヌ	1	42
志賀	0	N.D.	パリセード	1	33	ラ・アーク再処理施設	66	13,200
東海	0	N.D.	セコヤ1	0	31			
福島第一	0	-	セコヤ2	0	31			
原発計	18	109						
東海再処理施設	0	0						
六ヶ所再処理施設	0	0						
韓国 (2019年)			カナダ (2018年)			英国 (2019年)		
施設名	気体	液体	施設名	気体	液体	施設名	気体	液体
古里・新古里	23	92	ブルースB	386	560	ヘイシャム2	2	369
ハンウル	13	64	ブルースA	608	196	ハートルプール	1	333
月城・新月城	101	31	ピッカリング5~8	320	280	トーネス	1	323
ハンビット	16	18	ピッカリング1~4	300	140	ヘイシャム1	1	286
原発計	153	205	ダーリントン	210	220	ヒンクリーポイントB	2	217
			ポイントルブロー	140	240	サイズウェルB	0	28
			ジェンティリー2	92	55	ハンターストンB	1	21
			原発計	2,056	1,691	ダンジネスB	0	11
						チャペルクロス	30	0
						セラフィールド再処理施設	56	423

(注) 日本、カナダ、韓国は全ての商業用原子力発電所（日本は再処理施設を含む）、その他の国はトリチウム放出量（液体）の多い商業用原子力発電所（及び再処理施設）について記載。表中の「0」は、0.5兆Bq未満の放出実績を意味する。日本について、「N.D.」は、「Not Detected（検出限界未満）」、「-」は「放出実績なし」を意味する。米国についてはキュリー（Ci）をBqに換算（1Ci=370億Bq）。

(出典) 「[実用発電用原子炉に係る]放射線業務従事者線量等報告書 平成30年度分」2019.5.15. 原子力規制委員会ウェブサイト <<https://www.nsr.go.jp/data/000274941.pdf>> ; 「[再処理施設に係る]放射線業務従事者線量等報告書 平成30年度分」2019.5.15. 同 <<https://www.nsr.go.jp/data/000274342.pdf>> ; U.S.NRC, *Radioactive Effluents from Nuclear Power Plants - Annual Report 2018*, 2020.11, pp.3-12, 3-18. <<https://www.nrc.gov/docs/ML2032/ML20325A229.pdf>> ; Government of Canada, *Canadian National Report for the Convention on Nuclear Safety*, Eighth Report, 2019.8, pp.257-258. IAEA website <https://www.iaea.org/sites/default/files/cns_8th_national_report_-_final_canada.pdf> ; ASN, "Inventaire des émissions de tritium - Synthèse - période 2015 - 2019," *Livre Blanc du Tritium*, 2021.1.29, pp.282-283. <<https://www.asn.fr/sites/tritium/282-283/>> ; Environment Agency et al., *Radioactivity in Food and the Environment*, 2019, 25th edition, 2020.12, pp.240-249. <https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/932885/Radioactivity_in_food_and_the_environment_2019_RIFE_25.pdf> ; 한국수력원자력주식회사（韓国水力原子力株式会社）『원자력발전소 주변 환경방사능 조사 및 평가 보고서 (2019년도)』（原子力発電所周辺：環境放射能調査と評価報告書（2019年度））pp.61-62, 408-409, 573-574, 714. <http://npp.khnp.co.kr/synap/skin/doc.html?fn=158768522543937.pdf&rs=/upload_data/Synap/BBS_0000032/> を基に筆者作成。

⁽⁹⁸⁾ 百島則幸「環境中のトリチウム」『トリチウム研究会—トリチウムとその取り扱いを知るために—』（講演資料）2014.3.4, p.1. 日本原子力研究開発機構福島研究開発部門ウェブサイト <<https://fukushima.jaea.go.jp/info/pdf/20140311.pdf>> ; CANDU炉では、重水（D₂O）を用いて中性子を減速するが、その過程で、重水素（D又は²H）が中性子を取り込み、トリチウムが生成される（岡本孝司「原子力なんでもQ&A 106 韓国のトリチウム 環境放出はどうですか。」『エネルギーレビュー』Vol.41 No.6, 2021.6, pp.51-52）。

⁽⁹⁹⁾ 百島 前掲注52, p.4.

チウムは、大量の海水で希釈される。また、気体廃棄物として煙突から環境放出されたトリチウムの一部は、施設近傍に直接あるいは雨で降下するが、雨等により希釈される⁽¹⁰⁰⁾。

1998～2002年における世界のトリチウム放出量は、年間平均で、大気中に1京1700兆Bq、水中に1京6000兆Bqと推定されている⁽¹⁰¹⁾。

Ⅲ 政府内での検討

政府は、前述のとおり、汚染水問題に対して、汚染源を「取り除く」、汚染源に水を「近づけない」、汚染水を「漏らさない」という観点から対策を講じる一方、増え続けるALPS処理水等への対応策の検討に着手した。

1 トリチウム水タスクフォース

追加対策において「追加対策を講じた後になお大量貯蔵に伴うリスクが残存するトリチウム水の取扱いについては、あらゆる選択肢について、総合的な評価を早急に実施し、対策を検討する。」とされたことを受けて⁽¹⁰²⁾、ALPS処理水等の取扱いに関する様々な選択肢の評価を目的に、政府の汚染水処理対策委員会⁽¹⁰³⁾の下にトリチウム水タスクフォースが設置された。

平成25(2013)年12月から検討が開始され、平成28(2016)年6月に報告書(以下「タスクフォース報告書」)が取りまとめられた⁽¹⁰⁴⁾。本報告書では、福島第一原発におけるALPS処理水等の長期的取扱いの方法を決定するための基礎資料として、地層注入、海洋放出、水蒸気放出、水素放出及び地下埋設のそれぞれについて、基本要件(技術的成立性、規制成立性)や、制約となり得る条件(期間、コスト、規模(処分に必要な面積)、二次廃棄物、作業員被ばく等)が整理された。表3はその主な選択肢についてまとめたものである⁽¹⁰⁵⁾。

2 ALPS小委員会

平成28(2016)年9月、タスクフォース報告書により取りまとめられた技術的な知見を踏まえつつ、ALPS処理水等の取扱いについて、風評被害など社会的な観点等も含めて、総合的な検討を行うことを目的とする「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」)の設置が汚染水処理対策委員会で決定された。

ALPS小委員会では、風評被害のメカニズムと実態、国・県等による風評被害対策等につい

⁽¹⁰⁰⁾ 百島 前掲注98, p.1.

⁽¹⁰¹⁾ United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), *Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation: UNSCEAR 2016: Report to the General Assembly, with Scientific Annexes*, 2017, p.250. <https://www.unscear.org/docs/publications/2016/UNSCEAR_2016_Report-CORR.pdf>

⁽¹⁰²⁾ 原子力災害対策本部 前掲注24, p.1.

⁽¹⁰³⁾ 汚染水処理問題を根本的に解決する方策や、汚染水漏えい事故への対処を検討するために、平成25(2013)年4月、東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議(現在の「廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議」)の下に設置された会議体。原子力災害対策本部廃炉・汚染水対策チーム事務局、東京電力、原子力関連企業、大学・研究所の有識者等から構成されている。

⁽¹⁰⁴⁾ 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」2016.6. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/tritium_tusk/pdf/160603_01.pdf>

⁽¹⁰⁵⁾ なお、トリチウムの分離技術については、平成26(2014)～28(2016)年に、経済産業省が実証事業を実施したが、直ちに実用化できる段階にある技術が確認されなかったことを踏まえて、タスクフォース報告書では、分離に要する期間、コストへの言及はしないものとされた(同上, p.13)。

表3 ALPS処理水等の処分方法の比較

	地層注入	海洋放出	水蒸気放出	水素放出	地下埋設
技術的 成立性	適切な地層を見つけ出すことができない場合には処分開始できない。適切なモニタリング手法が確立されていない。	原子力施設におけるトリチウムを含む放射性液体廃棄物の海洋放出の事例あり。	ボイラーで蒸発させる方式はスリーマイル島原発の事例あり。	実処理水を対象とした場合、前処理やスケール拡大等について、技術開発が必要な可能性あり。	コンクリートピット処分、遮断型処分場の実績あり。
規制 成立性	処分濃度によっては、新たな規制・基準の策定が必要。	現状で規制・基準あり。	現状で規制・基準あり。	現状で規制・基準あり。	新たな規制・基準の策定が必要な可能性あり。
期間	104 + 20n か月 912 か月 (監視)	91 か月	120 か月	106 か月	98 か月 912 か月 (監視)
コスト	180 + 6.5n 億円 + 監視	34 億円	349 億円	1000 億円	2431 億円
規模	380m ²	400m ²	2,000m ²	2,000m ²	285,000m ²
二次 廃棄物	特になし。	特になし。	処理水の成分によっては、焼却灰が発生する可能性あり。	二次廃棄物として残渣が発生する可能性あり。	特になし。
作業員 被ばく	特段の留意事項なし。	特段の留意事項なし。	排気筒高さを十分にとるため、特段の留意事項なし。	排気筒高さを十分にとるため、特段の留意事項なし。	埋設時にカバー等の設置による作業員の被ばく抑制が必要。
その他	適切な土地が見つからない場合、調査期間・費用が増加。	取水ピットと放流口の間を岸壁等で間仕切る場合には費用が増加。	降水条件によっては放出の停止の可能性があり、多少期間が延びる可能性あり。	降水条件によっては放出の停止の可能性があり、多少期間が延びる可能性あり。	多くのコンクリート、ベントナイト(粘土岩の一種)が必要。残土が発生する。

(注) 「期間」「コスト」「規模」については、濃度 420 万 Bq/L、50 万 Bq/L の ALPS 処理水等をそれぞれ 40 万 m³ (合計 80 万 m³) 処分する場合の数値。また、「n」は地層調査の実施回数を表す。

(出典) 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」2020.2.10, pp.6-7. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/takakusyu/pdf/018_00_01.pdf> を基に筆者作成。

てヒアリングが行われたほか、平成 30 (2018) 年 8 月には、福島県と東京都で説明・公聴会が実施された。説明・公聴会では、タンクに保管されている ALPS 処理水等の安全性や風評被害を懸念し海洋放出に反対する意見等が出された⁽¹⁰⁶⁾。これらの意見も踏まえて、令和 2 (2020) 年 2 月に報告書が取りまとめられた (表 4)⁽¹⁰⁷⁾。

処分方法については、トリチウム水タスクフォースで検討された 5 つの処分方法のうち、技術的に実績のある水蒸気放出と海洋放出が現実的な選択肢として提示された。特に海洋放出は、「これまでの通常炉で行われてきているという実績や放出設備の取扱いの容易さ、モニタリングのあり方も含めて、水蒸気放出に比べると、確実に実施できると考えられる」と評価された⁽¹⁰⁸⁾。政府に対して、地元を始めとした幅広い関係者の意見を丁寧に聞きながら、処分方法だけでなく風評影響への対策も含めた方針を決定するよう求める内容となっている⁽¹⁰⁹⁾。

⁽¹⁰⁶⁾ 以下の資料に説明・公聴会での意見とそれに対する ALPS 小委員会の回答がまとめられている。「頂きました御意見に対する回答」経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/takakusyu/pdf/018_00_03.pdf>

⁽¹⁰⁷⁾ 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」2020.2.10. 同上 <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/takakusyu/pdf/018_00_01.pdf>

⁽¹⁰⁸⁾ 同上, p.40.

⁽¹⁰⁹⁾ 同上, pp.2-3.

表4 ALPS小委員会報告書の概要

<p>【基本的な考え方】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○福島第一原発の復興と廃炉を両輪として進めていくことが重要であり、廃止措置が終了する際には、廃炉作業の一環としてALPS処理水等の処分を終えていることが必要。 ○廃炉を進めるためにALPS処理水等の処分を急ぐことによって、風評被害を拡大し、復興を停滞させることがあってはならない。必要な保管は行いながら、風評への影響に配慮して、処分を行うことが重要。
<p>【現状の整理】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○福島第一原発の敷地内において、現行計画以上のタンク増設の余地は限定的である。 ○大容量の地上タンクや地中タンク等は、万が一、破損した場合の漏えい量が膨大になるなどの理由から、福島第一原発に設置するメリットはない。 ○タンク保管を継続するための敷地外への放射性廃棄物の持ち出しは、リスクを広げること、地元自治体等の理解や認可取得が必要で相当な調整と時間を要することから、タンク保管の継続は敷地内で行うしかない。 ○トリチウム以外の放射性物質について告示濃度比総和1以上のものを環境中に放出する場合は、希釈を行う前に二次処理を行って、告示濃度比総和1未満を満たすことを前提とする。 ○トリチウムの分離技術については、福島第一原発に直ちに実用化できる段階にある技術は確認されていないことから、トリチウムの分離は行わないことを前提とする。 ○トリチウムは、自然界でも生成され、大気中の水蒸気や雨水、海水といった自然界の水やヒトの体内に含まれる、他の放射性物質と比較して健康への影響は低い放射性物質である。 ○国内外の原子力施設において、トリチウムを含む放射性物質の海洋放出、水蒸気放出が行われているが、その周辺で共通に見られるトリチウムが原因と考えられる影響の例は見つかっていない。
<p>【処分方法の検討】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○風評への影響を抑えるための対策の実施期間などを考慮し、処分のタイミング、処分期間と処分量、地元の事業者の経済的状況、社会心理的な状況などのバランスを考えることが重要。 ○処分開始の時期や処分期間については、時間軸や風評への影響を踏まえて、関係者の意見を聴取し、政府が責任を持って決定すべき。 ○各処分方法の社会的影響の特徴を踏まえ、処分した後に生じ得る風評被害への備えを講じる必要がある。 ○トリチウムの処分において前例のない3つの選択肢（地層注入、水素放出、地下埋設）は、現実的な選択肢としては課題が多く、前例のある水蒸気放出及び海洋放出が現実的な選択肢である。 ○政府は、水蒸気放出及び海洋放出のメリット、デメリットを踏まえ、地元を始めとする幅広い関係者の意見を聞きながら、最終的に判断を行うことを期待する。 ○海洋放出は、これまでの通常炉で行われてきているという実績や放出設備の取扱いの容易さ、モニタリングの在り方も含めて、水蒸気放出よりも確実に実施できる。 ○処分開始前、開始後に、トリチウムに関するモニタリングを強化（測定箇所、測定頻度の拡充）すべきである。
<p>【風評被害対策の方向性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○風評被害への対策としては、リスクコミュニケーション、風評被害防止・抑制・補てんのための経済対策が考えられる。海外への影響も含め、消費・流通・生産段階のそれぞれの階層ごとに、適切な対策の検討が必要。 ○既に存在する風評被害に加えて、ALPS処理水等の処分により、上乘せされる形で更なる経済的影響がもたらされる可能性が極めて高いことに留意し、風評被害全般への対策を講じるべきである。 ○確実に二次処理が行われていることや処分するALPS処理水等の濃度等のデータを分かりやすく丁寧に情報発信するなど、できる限り風評被害が生じないような形の処分方法を検討していくことが必要。 ○国際会議での適切な情報提供や機会を捉えた在京外交団、外国プレス向けの説明会の開催など、あらゆる機会を活用し、近隣国を含めた国際社会への情報発信を行っていくべき。 ○生産段階では補償だけでなく、地元が自立できる支援が必要であり、流通段階では県外も含めた構造的問題を解決していく支援策が必要。

(出典) 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」2020.2.10. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/takakusy/pdf/018_00_01.pdf> を基に筆者作成。

政府は、ALPS小委員会報告書を踏まえ、令和2(2020)年4～10月に計7回、地元自治体や農林水産業関係者、商業関係者を始めとした幅広い関係者の「御意見を伺う場」を開催するとともに、書面による意見募集を行った⁽¹¹⁰⁾。書面による意見募集では、意見総数4,011件のうち、海洋放出の安全性に懸念を示す意見が約2,700件、風評影響・復興の遅延に懸念を示す意見が約1,000件、合意プロセスに懸念を示す意見が約1,400件に上った(件数は重複を含む)

(110) 「御意見を伺う場」及び書面による意見募集での主な意見は、以下を参照のこと。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御意見について」(廃炉・汚染水対策チーム会合(第6回)資料1)2020.10.23. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/osensui_team/2020/pdf/201023_01c.pdf>

む。)⁽¹¹¹⁾。

ALPS小委員会での議論と並行して又はその前後において、有識者からも、海洋放出に対して様々な意見が示された(表5)。

表5 主な有識者の意見

<p>【宮野広・日本原子力学会福島第一原子力発電所廃炉検討委員会委員長】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○デブリを安全に保管するための作業を行うには、タンク群がある高台エリアに施設を造るしかない。 ○廃炉を着実に進めるためにも海洋放出を選択し、タンクを撤去するべきだ。タンクに貯蔵し続ける案も出ているが、タンクも老朽化する。永遠にため続けることは不可能だ。貯蔵の継続は問題の先送りにすぎない。 ○国内外で稼働中の原子力施設は、今も日常的にトリチウムを海や大気に放出している。福島第一原発で保管しているトリチウムの総量は約1000兆Bqだが、海外の核燃料の再処理施設では、年間1500兆Bq以上を放出している所もある。
<p>【岡本孝司・東京大学大学院工学研究科教授】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○処理水は放出前に再度処理し、放射能が低いことを確認した上で出す。海洋に出しても環境に全く影響が出ない。風評被害を恐れて放出しなければ、もっと大きな風評被害が起きる。 ○処理水をためるタンクは丈夫なステンレス製だが何十年も保管できるものではない。万が一、地震などでタンクが破損して漏れても敷地内には留まるが、風評被害は大変になる。タンクの保管場所も令和4年秋にはなくなる。廃炉作業全体がストップする可能性もある。
<p>【田内広・茨城大学理学部教授】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○福島第一原発の処理水のトリチウムによる被ばくが、人間の健康に与える影響はほぼないと言える。しかし、トリチウムが放射性物質である以上、ゼロとは断言できない。そこがこの問題の難しいところだ。 ○福島県の漁業が復興途上であることを考えれば、今が処理水の処分のタイミングとして適切なのか、よく考えなければならない。トリチウムの科学的な特徴を丁寧に説明しても、国民全員が理解するのは難しく、どこに放出しても必ず風評被害が起きる。福島県の農林水産業が十分に復興するまで、タンクでの長期保管を継続するのかどうか、議論は必要だ。
<p>【小山良太・福島大学農学群食農学類教授】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○漁業者に海洋放出を容認するように説得する戦略では、漁業者が受け入れたから海洋放出したかのような印象操作がなされ、批判の矛先が地元に向かうことになる。地域の漁業者や、漁業関係者にとってもこの点は慎重にならざるを得ない。責任の主体は国と東電であることを改めて明確にしておく必要がある。廃炉を進めることと復興を妨げることが同時に行われてはならない。被害地の人々に震災・原発事故から10年経過した以降も苦痛と忍耐を与え続けることを前提とした政策になってはいけぬ。これを避けるためには全国民、近隣諸国も含め、多数が納得して処分方法を受け入れることができるか、その合意形成の準備がなされているかが重要となる。
<p>【関谷直也・東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター准教授】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○仮に処分が始まれば、現状に上乘せされる形で風評被害が起り得る。(社会に与える)最初の衝撃をいかに抑えられるかが大切だ。処分開始までの時間が経過するほど衝撃は小さくなると考えられ、時間をかけることが最大の風評対策になると思う。 ○東日本大震災から10年がたとうとしているが、福島県の漁業関係者や流通関係者は、東京など首都圏の消費地の販路回復を目指している状況であり、漁業再生はまだ緒に就いた段階と言える。今の時期に海洋放出が決まれば、漁業への投資や後継者の問題に深刻な影響を及ぼす。政府が今、海洋放出の是非を議論することには疑問がある。
<p>【原子力市民委員会】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○海洋放出に対しては、経済産業省が行った公聴会や意見聴取会でも反対の声が多数寄せられ、福島県内の自治体の決議、漁業団体からの要請、一般からの署名等においても海洋放出反対の民意が示されている。これらの声をないがしろにして、海洋放出を政府が決定することは、あってはならない。 ○「大型タンクによる陸上での保管」あるいは「モルタル固化による処分」が、既存の技術によって確実に対処できる望ましい方法である。これによって、汚染水は、陸上で長期にわたって責任ある管理・処分ができる。

(注)「原子力市民委員会」は、福島原発事故を教訓とし、脱原発社会の構築のために必要な情報収集、分析及び政策提言を行うために設置された専門的組織。座長は大島堅一・龍谷大学政策学部教授。

(出典)「論点スペシャル 福島第一 増え続ける処理水」『読売新聞』2019.3.27;「論点直言 福島第1原発 処理水どうする」『産経新聞』2021.3.14; 小山良太「海洋放出の是非を考えるのに欠かせない「トリチウム水」への理解」『論座』2020.7.8. <<https://webronza.asahi.com/national/articles/2020070300002.html>>;「【風評の深層・処理水の行方】処理水... 宙に浮く「国民的議論」」『福島民友新聞』(電子版)2020.7.1. <<https://www.minyu-net.com/news/sinsai/fuhyo-deep/FM20200701-512428.php>>; 原子力市民委員会「声明：政府は福島第一原発ALPS処理汚染水を海洋放出してはならない 汚染水は陸上で長期にわたる責任ある管理・処分を行うべきである」2020.10.20. <http://www.ccnejapan.com/wp-content/uploads/2020/10/20201020_CCNE.pdf> を基に筆者作成。

(111) 同上, p.5.

3 海洋放出の決定

トリチウム水タスクフォースやALPS小委員会による6年以上にわたる議論、地元自治体や関係者等との意見交換や意見聴取を踏まえて、政府は、令和3(2021)年4月13日、廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議⁽¹¹²⁾において、トリチウム以外の放射性物質が規制基準値(告示濃度比総和1未満)を確実に下回るまで浄化⁽¹¹³⁾されていることを確認したALPS処理水を海水で100倍以上に希釈して、海洋放出するとしたALPS処理水基本方針を決定した(表6)⁽¹¹⁴⁾。

表6 「ALPS処理水基本方針」の概要

<p>【復興と廃炉の両立】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○汚染水を処理した水を保管しているタンクやその配管設備等が、敷地を大きく占有するようになっている現状について、その在り方を見直さなければ、今後の廃炉作業の大きな支障となる可能性がある。 ○タンクの存在自体が風評影響の一因となっているとの指摘や、長期保管に伴い、老朽化や災害による漏えい等のリスクが高まるとの指摘がある。 ○立地自治体等からは、根本的な問題解決を先送りせずに、国が責任を持って対応策を早急に決定すべき、といった声が寄せられている。 ○「復興と廃炉の両立」を大原則に、安全かつ着実に廃炉・汚染水・処理水対策を進めるという政府の重要な責務を果たすため、政府として、早期に、タンクに保管している水の取扱いに関する方針を決定する必要がある。
<p>【ALPS処理水の処分方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ALPS小委員会の報告書や関係者・国民からの意見を踏まえ、安全かつ着実に廃炉・汚染水・処理水対策を進めるために、各種法令等の厳格な遵守、風評影響の抑制対応の徹底を前提に、ALPS処理水の処分を行う。 ○処分方法としては、国内で放出実績がある点やモニタリング等を確実に実施可能な点を評価し、海洋放出を選択する。 ○東京電力は、海洋放出を実際に行う前に、その詳細な計画や必要な設備等の設置について、原子力規制委員会から認可を取得する必要がある(2年程度後に海洋放出を開始)。
<p>【海洋放出の具体的な方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○海洋放出に先立ち、ALPS処理水のトリチウム濃度を確認するとともに、トリチウム以外の放射性物質が規制基準値を確実に下回るまで浄化されていることについて確認し、これを公表する。 ○ALPS処理水を海水で大幅(100倍以上)に希釈して、トリチウムの濃度を、福島第一原発のサブドレン等の排水濃度の運用目標(1,500Bq/L未満)と同じ水準(告示濃度限度の40分の1)とする。希釈後のトリチウム以外の告示濃度比総和は、0.01未満となる。 ○放出するトリチウムの年間の総量は、事故前の福島第一原発の放出管理値(年間22兆Bq)を下回る水準になるよう放出を実施し、定期的に見直す。 ○モニタリングを強化・拡充する。その際、国際原子力機関(IAEA)の協力、農林水産業者や地元自治体関係者等の参加、海洋環境の専門家による新たな会議の立ち上げ等により、客観性・透明性を高める。
<p>【風評影響への対応】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○国内の消費者や事業者に対して、科学的な根拠に基づく情報を発信し、双方向のコミュニケーションを行う。海外に対しても、海洋放出が国際慣行に沿ったもので安全性が確保されていることについて情報発信を行う。 ○福島県の水産業の本格的な復興に向けて、生産・加工・流通・消費の各段階で徹底した対策を講じる。観光・商工業、農林業等についても、交流人口拡大、移住・定住の促進、農産物等の販売促進等の対策を講じる。 ○最大限の対策を講じてもおお、風評被害が発生した場合には、福島第一原発事故に起因する原子力損害に対する賠償の一環として、機動的に対応するよう東京電力を指導する。
<p>【将来に向けた検討課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○トリチウムの分離技術については、福島第一原発に直ちに実用化できる段階にある技術は確認されていないと評価されているが、新たな技術動向を注視し、現実的に実用化可能な技術があれば、積極的に取り入れていく。 ○汚染水の発生量を可能な限り減少させる取組を続けていく。さらに、港湾内の放射能濃度の減少に向けた排水路の清掃や港湾内の魚類駆除の対策などの取組も引き続き実施する。

(出典) 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関する基本方針」2021.4.13. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/alps_policy.pdf> を基に筆者作成。

⁽¹¹²⁾ 廃炉・汚染水問題の根本的な解決に向けて、事業者任せにするのではなく、政府が総力を挙げて取り組むために、平成25(2013)年9月3日、汚染水問題基本方針の決定と併せて、原子力災害対策本部の下に、「廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議」を設置することが決定された(原子力災害対策本部 前掲注⁽²⁾, p.7)。令和3(2021)年4月13日には、汚染水と処理水の混同が風評を呼ぶことのないよう、会議の名称は「廃炉・汚染水・処理水対策

希釈後のトリチウムの濃度はサブドレン等の排水濃度の運用目標（1,500Bq/L未満）と同じ水準、総量は事故前の福島第一原発の放出管理値である年間22兆Bqを下回る水準とされた⁽¹¹⁵⁾。また、希釈により、トリチウム以外の告示濃度比総和は0.01未満となる。海洋放出に必要な設備の設計及び運用について⁽¹¹⁶⁾、東京電力は、原子力規制委員会の認可を受けることが必要であり⁽¹¹⁷⁾、海洋放出の実施は2年程度後が目途とされている⁽¹¹⁸⁾。

ALPS処理水基本方針の決定に対して、有識者から、海洋放出は「安全性や技術的な問題はなく、最も適した方法」「リスクを最小にするには現実的な選択肢」と評価する意見が示される⁽¹¹⁹⁾一方、海洋放出の決定に至るまでの（特に漁業者との）合意形成プロセスや決定のタイミング（漁業の本格操業に向けて試験操業を終えた直後であったこと⁽¹²⁰⁾）を批判する意見も示された⁽¹²¹⁾。福島県内の市町村議会では、風評被害対策の早期提示や海洋放出方針の撤回等を求める意見書を可決する動きも出ている⁽¹²²⁾。また、福島県だけでなく、宮城、茨城両県の漁業関係者からも国民の理解が進まない中での海洋放出に反対の声が上がっている⁽¹²³⁾。

関係閣僚等会議」に変更された（原子力災害対策本部「廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議等の名称の変更について」（廃炉・汚染水・処理水対策チーム会合／事務局会議（第89回）資料1）2021.4.13. 経済産業省ウェブサイト <<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/04/1-4.pdf>>）。

- (113) 東京電力は、タンクに保管されている水のうち、トリチウム以外の62核種（ALPS等除去対象核種）及び炭素14の告示濃度比総和が1以上のものについては、希釈前の段階で、告示濃度比総和が1未満になるまで浄化処理（二次処理）を何回でも実施するとしている（なお、東京電力は、ALPSでの二次処理に係る性能確認試験を令和2（2020）年9月から実施し、62核種及び炭素14の告示濃度比総和を1未満にできることを確認している。）（東京電力ホールディングス「多核種除去設備等処理水の処分に関する政府の基本方針を踏まえた当社の対応について」2021.4.16, pp.1, 3, 5. <<https://www.tepco.co.jp/press/release/2021/pdf/210416j0201.pdf>>）。
- (114) 廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議 前掲注(4), pp.9-10.
- (115) 同上, p.9. 東京電力は、希釈後のトリチウムの濃度を約440Bq/Lと想定している（東京電力ホールディングス「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する検討状況【概要】」2021.8.25, p.4. <<https://www.tepco.co.jp/press/release/2021/pdf/210825j0101.pdf>>）。総量については、当面は22兆Bqを上限とするが、廃炉の進捗等に応じて適宜見直すとしている（東京電力ホールディングス 前掲注(113), p.6）。
- (116) 東京電力は、設備として、希釈用の海水移送ポンプ（3台）、日常的に漁業が行われていないエリアに放出するための海底トンネル（約1km）等を想定している（東京電力ホールディングス 前掲注(115), pp.4-5, 7）。
- (117) 具体的には、「福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画」東京電力ホールディングスウェブサイト <<https://www.tepco.co.jp/decommission/information/implementation/>>（最新のものが掲載されている。）の変更認可が必要となる。
- (118) 東京電力は、原子力規制委員会による必要な認可手続を開始するまでに、海洋放出を行った場合の人及び環境への放射線の影響について安全性を評価し、国際原子力機関（IAEA）の専門家等のレビューを受けること、また、処分開始の1年前から海域モニタリングを拡充・強化（セシウム137だけでなくトリチウムも測定・評価し、魚類・海藻類の採取数を増やす。）を行うこと、としている（東京電力ホールディングス 前掲注(113), pp.6-8, 12）。
- (119) 宮野広「安全面でも最適な方法」『日本経済新聞』2021.4.14; 「処理水放出 風評対策を議論」『読売新聞』2021.4.15.
- (120) 平成24（2012）年6月から令和3（2021）年3月末まで、福島県の漁業再開に向けた基礎情報を得るための試験操業（魚種を限定し、小規模な操業と販売を試験的に実施して、風評の影響を検証すること）が行われた。令和3（2021）年4月からは、水揚げを事故前の水準へ徐々に増やしていくための操業が始まった。
- (121) 五十嵐泰正「東電・国に不信 風評の元」『朝日新聞』2021.5.11; 和合亮一「「思い」分かち合う仕組みを」『毎日新聞』2021.5.14など。また、政府の方針決定に対して、全国漁業協同組合連合会は、「国は、汚染水対策の過程における福島県漁連の要望に対し、アルプス処理水について関係者の理解なしにはいかなる処分も行わないことを明確に回答しており、なぜ関係する漁業者の理解を得ることなくこの回答を覆したのか、福島県のみならず全国の漁業者の思いを踏みにじる行為である。」との会長声明を出している（岸宏「アルプス処理水海洋放出の方針決定に強く抗議する JF 全漁連会長声明」2020.4.13. 全国漁業協同組合連合会ウェブサイト <<https://www.zengyoren.or.jp/cmsupload/press/183/20210413seimei.pdf>>）。
- (122) 「原発事故処理水 福島県内36議会が政府の海水放出方針に懸念」『福島民報』（電子版）2021.7.3. <<https://www.minpo.jp/news/moredetail/2021070388042>>
- (123) 「官製風評／処理水海洋放出 宮城、茨城にも危機感 自民復興加速化本部 意見聴取 風評長引きかねない 漁業関係者ら懸念の声」『福島民報』2021.6.3.

IV 風評被害への対応

1 国内対応

福島第一原発事故から10年が経過し、福島県産食品に対する消費者の忌避感は薄れてきているが、福島県産農産物の多くは、原発事故前の価格水準（卸売段階）にまで回復することができていない（例えば、米については原発事故によってブランド価値が毀損し、低位な産地として扱われている。）⁽¹²⁴⁾。農林水産省の調査によると、福島県産の農産物、水産物等について、全国平均の価格との差が徐々に縮小し、全国平均と同程度の価格まで回復してきた品目（トマト、アスパラガス、さやいんげん、ヒラメ、カレイ類）もあるが、多くの品目（米、桃、干し柿、梨、りんご、ぶどう、ねぎ、ブロッコリー、グリーンピース、生シイタケ、なめこ、牛肉、豚肉、カツオ、マアナゴ）は、価格が全国平均を依然として下回っている⁽¹²⁵⁾。事故直後は不安で購入されない（代わりに他産地のものが購入される）という消費の問題であったが、時間の経過とともに流通が固定化され、人々の不安感が解消されても、震災前の流通ルートを回復できないことが問題になっているとの意見もある⁽¹²⁶⁾。

一方、ALPS処理水の海洋放出に対しては、環境保護団体や市民団体、専門家から、有機結合型トリチウム（OBT）による内部被ばく、生物濃縮の可能性や遺伝子への影響等を懸念する意見が出ている⁽¹²⁷⁾。政府・東京電力は、これまで、ウェブサイトにもALPS処理水の解説記事やパンフレット等を掲載するなどして、上記のような懸念は当たらないこと、世界の原子力施設でもトリチウムが放出されているが、施設周辺でトリチウムが原因と思われる影響は見つかっていないこと、海洋放出が安全であることを説明してきたが⁽¹²⁸⁾、懸念を払拭するには至っていないようである。また、トリチウム以外の放射性物質について、二次処理（処理途上水について、ALPSで再度、浄化処理を行うこと）の結果、どのような放射性物質がどの程度残留するか、総量が示されていないことを批判する意見も出ている⁽¹²⁹⁾。

(124) 遠藤明子「福島県産農産物の風評被害の推移と市場課題—消費者意識と卸売段階の動向を中心に—」『復興』Vol.9 No.2, 2021.3, pp.53, 54, 56. <<https://f-gakkai.net/wp-content/uploads/2021/03/25-2-2.pdf>>

(125) 農林水産省『「令和2年度福島県産農産物等流通実態調査」報告書概要』2021.3. <<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/ryutu/attach/pdf/R2kekka-14.pdf>>

(126) 例えば、コメの場合、震災前のようにスーパーでは流通せず、業務用米となってしまったことなどが指摘されている（関谷直也「第2講 風評被害の実態と対策」秋光信佳・溝口勝編『福島復興知学講義』東京大学出版会, 2021, pp.62-63, 72-73）。

(127) ショーン・バーニー、伴英幸原文監修『東電福島第一原発—汚染水の危機2020—』2020.10, pp.16-18. 国際環境保護 NGO グリーンピースウェブサイト <https://www.greenpeace.org/static/planet4-japan-stateless/2020/10/ba82306e-radioactivewater_jp_fin.pdf>; 東京五輪の危険を訴える市民の会編著『東京五輪がもたらす危険—いまそこにある放射能と健康被害—』緑風出版, 2019, pp.58-66, 106-117; 西尾正道『被曝インフォデミック—トリチウム、内部被曝—ICRPによるエセ科学の拡散—』寿郎社, 2021, pp.105-126 など。

(128) 「安全・安心を第一に取り組む、福島県の“汚染水”対策③トリチウムと「被ばく」を考える」2018.11.30. 資源エネルギー庁ウェブサイト <<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyosensuitaisaku03.html>>; 経済産業省「ALPS処理水について（福島第一原子力発電所の廃炉対策）」2020.7. <<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/pdf/2020/20200701a1.pdf>>; 復興庁「ALPS処理水について知ってほしい3つのこと」<https://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat14/alpssyorisui_tirasi.pdf>; 東京電力ホールディングス「「トリチウム」について」2021.4. <<https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watertreatment/images/210428.pdf>> など。

(129) 国際環境 NGO FoE Japan「声明：処理汚染水の海洋放出決定に抗議する」2021.4.13. <<https://www.foejapan.org/energy/fukushima/pdf/210413.pdf>>

ALPS処理水の海洋放出によって、風評被害⁽¹³⁰⁾が現状から更に上乗せされることのないよう、政府・東京電力は安全対策の徹底と透明性の高い情報公開を通じて信頼性⁽¹³¹⁾を高めるとともに、福島県近海の水産物等の流通経路の確保・拡大に関する対策を具体化することが急がれよう。

2 海外への発信強化

海外からは、海洋放出への理解を示す意見（米国、欧州連合（EU）、国際原子力機関（IAEA））も出ているが、ロシア、中国、韓国、台湾等の近隣諸国・地域を中心に、懸念や批判が出ている（表7）。

福島第一原発事故後、日本産食品等の輸入規制を行ったのは55か国・地域であった。政府は、食品中の放射性物質の基準値を設定し、検査を行い、基準値を超えている場合には、出荷を止めるなどの対策をとっていることを説明するなどして、現在（2021年9月22日）までに41の国・地域で輸入規制措置が撤廃された⁽¹³²⁾。しかし、海洋放出の方針を受け、一度輸入規制を撤廃した国・地域が再規制に踏み切ってもおかしくないとの不安の声もある⁽¹³³⁾。

現在（2021年9月22日時点）もなお輸入規制を続ける国は14か国・地域あり、その中に、海洋放出に懸念を示す中国、韓国、台湾が含まれる⁽¹³⁴⁾。台湾では、福島県の現状をめぐる風評や偏見が根強く残っており、2018年に行われた国民投票で輸入規制の継続が賛成多数を占める結果となったという⁽¹³⁵⁾。韓国では、政府が福島県近隣の8県に対する水産物の輸入禁止措置を続けているが⁽¹³⁶⁾、海洋放出すればさらに日本産水産物の全面禁輸を検討するとの姿勢を示している⁽¹³⁷⁾。韓国の有識者からは、なぜ海洋処分が選ばれたのか、人体と環境への影響

(130) ALPS処理水の放出によって、太平洋近海産の海産物購入を買い控える動きが広がるとしても、それは「根拠のない情報」や「風評」に基づくものではなく、科学的事実に基づいて、「市民感覚」で判断した結果であり、「実害」というべきであるとの意見もある（田中駿介「#汚染水の海洋放出決定に抗議します（上）—「風評被害」という言説で被害が隠されることを危惧する」『論座』2021.4.13）。

(131) 平成30（2018）年に、政府・東京電力が、ALPS処理後にトリチウム以外の核種が規制基準値を超えて残っていたことを把握していたにもかかわらず、積極的に情報提供を行わなかったため、不信感を高めた、信頼関係が損なわれたとの報道が相次いだ（「(社説) 汚染水処理は丁寧な議論を」『日本経済新聞』2018.9.5; 「(社説) 福島汚染水「問題隠し」は許されぬ」『朝日新聞』2018.10.5 など）。

(132) 外務省ほか「米国の日本産食品に対する放射性物質規制の撤廃」2021.9. 農林水産省ウェブサイト <https://www.maff.go.jp/j/press/yusyutu_kokusai/chiiki/attach/pdf/210922-2.pdf>

(133) 「処理水放出、海外向け情報発信急務 風評「逆輸入」の構図も」『河北新報』（電子版）2021.5.10. <<https://kahoku.news/articles/20210510khn000003.html>>

(134) 中国、台湾、韓国のほか、香港、マカオの5か国・地域は、福島県を含む一部の都県等を対象に食品等の輸入を停止している。また、EU、英国、EFTA（アイスランド、ノルウェー、スイス、リヒテンシュタイン）、仏領ポリネシア、ロシア、インドネシアの9か国・地域は一部又は全ての都道府県を対象に検査証明書等を要求している（外務省ほか 前掲注⁽¹³²⁾）。

(135) 謝牧謙「福島等5県産食品禁輸継続中の台湾の事情」『交流』No.955, 2020.10, pp.9, 10, 13. <https://www.koryu.or.jp/Portals/0/images/publications/magazine/2020/10%E6%9C%88/2010_03xie.pdf>

(136) 韓国の水産物輸入規制をめぐる、日本政府は、世界貿易機関（WTO）協定に基づく小委員会（パネル）の設置を要請し、2018年2月、パネルは韓国のWTO協定違反を認定した。しかし、2019年4月、上級委員会がパネルの認定を取り消し、紛争は未解決となっている（経済産業省通商政策局編『不公正貿易報告書—WTO協定及び経済連携協定・投資協定から見た主要国の貿易政策— 2021年版』[2021], p.119. <https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/tsusho_boeki/fukosei_boeki/report_2021/pdf/2021_01_05.pdf>）。

(137) 「【Q&A】「日本放射能汚染水放出時は水産物輸入禁止も検討」＝韓国」『中央日報』2021.4.14. <<https://s.japanesejoins.com/JArticle/277640>>

表7 「ALPS 処理水基本方針」の決定に対する諸外国の反応

国・組織等	反応
国際原子力機関 (IAEA)	日本の決定発表に歓迎の意を表し、日本政府が選択した方法は、技術的に実現可能であり、国際的な慣行にも沿ったものであること、海への制御された放出は、世界中の原子力発電所で規制当局の認可の下、日常的に行われていることなどを述べた事務局長のビデオメッセージを公表 (4/13)。
米国	国務省は、「独特で困難な状況において、日本は選択肢と影響を比較検討し、その決定について透明性を保ち、世界的に認められた原子力安全基準に従ったアプローチを採用したと認識している。我々は、日本政府がこのアプローチの有効性を監視するために、引き続き調整とコミュニケーションを行うことを期待する。」との声明を発表 (4/12)。
欧州連合 (EU)	欧州委員会の報道官は記者会見で、「手続において完全な透明性が提供されることが重要」と強調し、「国内や国際的な義務を果たし、十分な安全を確保することを期待する。」と表明 (4/13)。
ロシア	外務省は、日本が「(事前に) ロシアを含む近隣諸国との協議が必要と考えなかったことは残念」とする声明を発表し、環境へのリスク評価など日本政府の情報開示を不十分と批判し、処理水を放出する海域でのロシア政府によるモニタリング調査の実施を認めるよう要求 (4/13)。
中国	外交部は、「日本は、国内外の疑念や反対にもかかわらず、安全な処理方法を尽くす前に、周辺国や国際社会と十分に協議することなく、一方的に福島原発の汚染水を海に放出することを決定した。これは非常に無責任な行為であり、人の健康や近隣諸国の人々の直接的な利益に重大な影響を与えるものである。」との声明を発表 (4/13)。
韓国	政府は「一方的な措置」と批判して強い遺憾を表し、「国民の安全を最優先原則として必要なすべての措置を取っていく計画」があることを強調 (4/13)。また、国会は、日本政府の一方的な汚染水の海洋放出決定を強力に糾弾し、直ちに撤回することを促すとの決議を採択 (6/29)。
北朝鮮	朝鮮中央通信は論評で、「人類の健康と安全、生態環境を深刻に脅かす許し難い犯罪」と非難し、即時撤回を要求し、「日本の汚染水放流はわが人民の生命の安全に関する重大な問題」と強調 (4/15)。
台湾	原子力委員会は遺憾の意を表明し、日本政府に、台湾付近の公海における放射性物質の測定や日台双方での海洋モニタリング・評価に関する技術交流、情報共有の強化を要求 (4/13)。行政院は、周辺各国の人々が安心し、安全が確保されるまでは決定を下すべきではないとの見解を発表 (4/14)。
太平洋諸島フォーラム (PIF)	事務局長は、ALPS 処理水の放出に関する日本の決定を深く憂慮し、「我々は日本政府に対し、PIF 加盟国・地域との更なる協議が行われ、全ての加盟国・地域が満足する独立した専門家によるレビューが行われるまで、ALPS 処理水の排出を延期することを緊急に要請する。」と発表 (4/13)。
ミクロネシア連邦 (FSM)	大統領は、日本の菅義偉内閣総理大臣に対して、PIF によるレビュー実施の要請に応えることに加えて、太平洋の健全性に生活が大きく依存している国々と正式かつ多国間の対話を行うことは、非常に有益であり、緊密な友好と協力を示すものであると述べた書簡を送付 (4/26)。
マーシャル諸島共和国 (RMI)	政府は、日本に対し、近隣の島嶼国と協議すること、100万トンの汚染水の処理に伴う潜在的な影響について独立したレビューを行うことを求める声明を発表 (5/8)。

(出典) “IAEA Ready to Support Japan on Fukushima Water Disposal, Director General Grossi Says,” 13 APRIL 2021. IAEA website <<https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-ready-to-support-japan-on-fukushima-water-disposal-director-general-grossi-says>>; “Government of Japan’s Announcement on Fukushima Treated Water Release Decision,” APRIL 12, 2021. U.S. Department of State website <<https://www.state.gov/government-of-japans-announcement-on-fukushima-treated-water-release-decision>>; 「原発処理水の海洋放出「透明性が重要」= EU」『時事通信ニュース』2021.4.13; 「ロシアが処理水海洋放出を批判「協議なく残念」」『朝日新聞デジタル』2021.4.14. <<https://www.asahi.com/articles/ASP4G26CFP4FUHBI036.html>>; “Foreign Ministry Spokesperson Zhao Lijian’s Regular Press Conference on April 13, 2021,” 2021.4.13. 中華人民共和國外交部ウェブサイト <https://www.fmprc.gov.cn/mfa_eng/xwfw_665399/s2510_665401/t1868644.shtml>; 「韓国政府、日本福島汚染水の放流に「一方的な措置…強い遺憾」」『中央日報日本語版』2021.4.13. <<https://japanese.joins.com/JArticle/277596>>; 「韓国国会、福島汚染水の海洋放出糾弾決議案を採択」『中央日報日本語版』2021.6.30. <<https://japanese.joins.com/JArticle/280257>>; 「北朝鮮も海洋放出を非難=原発処理水」『時事通信ニュース』2021.4.15; 「福島第1原発処理水の海洋放出決定 台湾原子力委員会が遺憾を表明」『フォーカス台湾』2021.4.13. <<https://japan.cna.com.tw/news/apol/202104130006.aspx>>; 「福島原発の処理水放出 行政院「安全確保まで決定すべきでない」/台湾」『フォーカス台湾』2021.4.14. <<https://japan.cna.com.tw/news/asoc/202104140002.aspx>>; “Statement by Dame Meg Taylor, Secretary General of the Pacific Islands Forum, Regarding the Japan Decision to Release ALPS Treated Water into the Pacific Ocean,” 13 April 2021. PIF website <<https://www.forumsec.org/2021/04/13/statement-by-dame-meg-taylor-secretary-general-of-the-pacific-islands-forum-regarding-the-japan-decision-to-release-alps-treated-water-into-the-pacific-ocean/>>; “Regarding Japan’s Plans to Deposit Contaminated Water from Fukushima into the Ocean, President Panuelo Submits FSM’s Opposition, & Encourages Japan to Consider Hosting a Formal, Multilateral Dialogue with the Pacific,” 27 April 2021. FSM Government website <<https://gov.fm/index.php/component/content/article/35-pio-articles/news-and-updates/454-regarding-japan-s-plans-to-deposit-contaminated-water-from-fukushima-into-the-ocean-president-panuelo-submits-fsm-s-opposition-encourages-japan-to-consider-hosting-a-formal-multilateral-dialogue-with-the-pacific>>; “RMI conveys concerns on Japanese Government decision to discharge wastewater from Fukushima Daiichi Nuclear Power Station,” May 8, 2021. RMI Embassy in the United States website <<https://www.rmiembassyus.org/news/rmi-conveys-concerns-on-japanese-government-decision-to-discharge-wastewater-from-fukushima-daiichi-nuclear-power-station>> を基に筆者作成。

をどのように評価したのか、についての具体的な証拠やデータ、情報がなかなか見当たらないとの意見も出ている⁽¹³⁸⁾。

水産物の主要輸出先⁽¹³⁹⁾である中国、韓国、台湾等を中心に、ALPS処理水の海洋放出に関する科学的な説明を含む情報発信の強化が求められよう。

3 賠償

政府は、ALPS処理水基本方針で、国内外への情報発信に加えて、水産業、観光・商工業、農林業等の本格的な復興に向けた対策も講じ、これらの対策を講じてもおお風評被害が発生する場合には、福島第一原発事故に起因する原子力損害に対する賠償の一環として賠償を行うよう東京電力を指導するとしている⁽¹⁴⁰⁾。

現在、最も迅速な賠償請求の方法として、被害者が東京電力に直接請求する方法がある。これは、加害者である東京電力が原子力損害賠償紛争審査会の指針に基づき賠償請求を査定し、賠償内容や金額を一方的に提示する仕組みであるが、賠償の内容や金額が被害実態を十分反映していないとの指摘がある⁽¹⁴¹⁾。直接請求しても賠償されない場合や、賠償金額に納得できない場合は、裁判よりも簡易・迅速な方法として、原子力損害賠償紛争解決センター（以下「センター」）⁽¹⁴²⁾が和解の仲介を実施する手続（原発ADR（Alternative Dispute Resolution））を利用することができる。しかし、審理は長期化する傾向にある⁽¹⁴³⁾。また、東京電力がセンターの和解案の受諾を拒否したために和解打ち切りとなった事案も発生している⁽¹⁴⁴⁾。

賠償の仕組み次第では東京電力の判断に納得できない請求者が訴訟など別の方法で損害を主張、立証する必要に迫られ、早期救済が遠のく可能性もあるため、政府と東京電力に対して、被災者に寄り添った丁寧な対応を求める意見も出ている⁽¹⁴⁵⁾。

(138) オ・チョルウ「信頼ではなく不信感招いた日本政府のトリチウム「キャラ化」『ハンギョレ』2021.4.21. <<http://japan.hani.co.kr/arti/politics/39768.html>>

(139) 日本の水産物の輸出先は、輸出額（令和2（2020）年）が多い順に、香港、中国、米国、タイ、台湾、ベトナム、韓国となっている（『令和2年度水産の動向 令和3年度水産施策』（第204回国会（常会）提出）2021, p.73. 水産庁ウェブサイト <<https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/R2/attach/pdf/210604-11.pdf>>）。

(140) 廃炉・汚染水・処理水対策関係閣僚等会議 前掲注(4), pp.13-14.

(141) 除本理史「第8章 賠償の問題点と被害者集団訴訟」丹波史紀・清水晶紀編著『ふくしま原子力災害からの複線型復興——一人ひとりの生活再建と「尊厳」の回復に向けて——』ミネルヴァ書房, 2019, p.248.

(142) 原子力損害賠償紛争審査会（福島第一、第二原子力発電所事故を受けて、「原子力損害の賠償に関する法律」（昭和36年法律第147号）第18条に基づき、平成23（2011）年4月に文部科学省に設置された。）の行う福島第一、第二原発事故による原子力損害の賠償に関して生じた紛争の和解の仲介に係る業務を遂行する組織（平成23（2011）年8月発足）（「原子力損害賠償紛争解決センター組織規程」文部科学省ウェブサイト <https://www.mext.go.jp/content/20200403-mxt_san-gen02-soshikirule.pdf>）。

(143) 仲介委員等の指名から和解案提示までの期間について、平成26（2014）年は平均4.6か月であったが、年々長期化し、令和元（2019）年は平均11.0か月であった。令和2（2020）年は前年よりも1か月程度短い10.0か月となっている（原子力損害賠償紛争解決センター「原子力損害賠償紛争解決センター活動状況報告書～令和2年における状況について～（概況報告と総括）」2021.3, p.18. 同上 <https://www.mext.go.jp/content/20210330-mxt_san-gen02-hokokur02r2.pdf>）。

(144) 平成26（2014）年から令和2（2020）年までの7年間で、原発ADR終了19,163件中、1,527件が和解打ち切りとなった。このうち、被申立人が和解案を拒否したのは129件（東京電力社員又はその家族からの申立て75件を含む。）（同上, p.15）。

(145) 「検証／福島第一原発処理水 官製風評／処理水海洋放出 適切な賠償期待できず 大阪市立大大学院経営学研究科教授 除本理史氏に聞く 被害者納得の仕組みを」『福島民報』2021.4.18.

おわりに

トリチウムの海洋放出は世界各国で行われているが、大規模な炉心溶融事故で溶け落ちた核燃料（燃料デブリ）に触れて発生した大量の汚染水を、特殊で複雑な工程を通じて浄化処理して海洋処分するというのは例のない試みである⁽¹⁴⁶⁾。国内外の人々がその必要性や安全性を十分に理解することは容易ではなく、今後も政府・東京電力の方針に対する疑念や異論が出るのが予想される。政府は、ALPS処理水基本方針を踏まえて、当面実施していくべき対策⁽¹⁴⁷⁾を取りまとめたが、復興の芽を摘まないよう実効性のある施策として展開されることが望まれている。

汚染水問題を根本的に解決するには、新たな汚染水を発生させないことが必要である。しかし、福島第一原発事故から10年以上経過した現在も、政府・東京電力はその道筋を明確に示すことができていない⁽¹⁴⁸⁾。さらに中長期的には、汚染水の処理に伴い発生する廃棄物（水処理二次廃棄物⁽¹⁴⁹⁾）への対応も必要となる。国内外の叡智を結集し、長期的かつ総合的な視点の下、現実的で具体的な道筋が早期に描かれることが待ち望まれている。

(やまぐち さとし)

⁽¹⁴⁶⁾ なお、スリーマイル島原発事故においては、トリチウムを含む汚染水はボイラーにより蒸発させて水蒸気として大気中に放出された。放出されたトリチウム量は約24兆Bq、水量は約8,700m³で、放出には2年以上を要した（多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会 前掲注⁽⁹⁾, p.19）。

⁽¹⁴⁷⁾ 例えば、ALPS処理水の海洋放出に伴う国内外における国産水産物の需要減少等の事態に対応するため、新たな緊急避難的措置として、冷凍可能な水産物の一時的買取り・保管や、冷凍できない水産物の販路拡大等について、機動的・効率的に対策が実施されるよう、基金等により、全国的に弾力的な執行が可能となる仕組みを構築するなど（ALPS処理水の処分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「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ALPS処理水の処分に伴う当面の対策の取りまとめ」2021.8.24. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/pdf/alps_2108.pdf>）。

⁽¹⁴⁸⁾ 政府・東京電力は、中長期ロードマップにおいて、平均的な降雨に対して、汚染水の発生量を令和7（2025）年以内に100m³/日以下まで低減させることを目標としている（廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議「東京電力ホールディングス（株）福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」前掲注⁽⁹⁾, pp.14-15）。建屋屋根の補修や建屋周辺の地面のフェーシングにより雨水や地下水の流入を防止することで、この目標の達成を目指すとしているが、それ以降の具体的な目標、計画は示されていない（東京電力ホールディングス「福島第一原子力発電所の汚染水処理対策の課題と対応」（汚染水処理対策委員会（第23回）資料4）2021.6.25, p.23. 経済産業省ウェブサイト <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/osensuisyori/2021/pdf/23_14.pdf>）。現行の対策のうち、凍土壁については、汚染水処理対策委員会が、平成30（2018）年3月、深部の一部を除き造成が完了した段階において、1日当たり汚染水95m³の低減効果があるとの推計を提示したが（汚染水処理対策委員会「凍土壁の評価と今後の汚染水対策について」2018.3.7, p.7. 同 <https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/osensuisyori/2018/pdf/020_s04_00.pdf>）、費用対効果の観点から、凍土壁を継続すべきかどうかという議論も出ている（特定原子力施設監視・評価検討会「第78回会合議事録」2020.2.17, pp.14-16, 91-92. 原子力規制委員会ウェブサイト <<https://www.nsr.go.jp/data/000305156.pdf>>）。

⁽¹⁴⁹⁾ 汚染水処理の過程においては、処理水のほかに、大別すると、「吸着塔類」「廃スラッジ（除染装置スラッジ）」「濃縮廃液スラリー」の3種類の廃棄物が発生する。減容処理・安定化処理や屋外での一時保管の解消等を通じて、いかに安全に保管するかが喫緊の課題となっているが（東京電力ホールディングス「東京電力ホールディングス（株）福島第一原子力発電所の固体廃棄物の保管管理計画 2021年7月版」2021.7.29, p.11-12. <https://www.tepco.co.jp/decommission/information/committee/roadmap_progress/pdf/2021/d210729_10-j.pdf#page=15>）、最終的には、どのように処理・処分を行うのか、他の固体廃棄物（瓦礫類、伐採木、使用済保護衣等、事故対応、廃炉作業に伴い発生する放射性廃棄物）と併せて検討することが必要となる。