

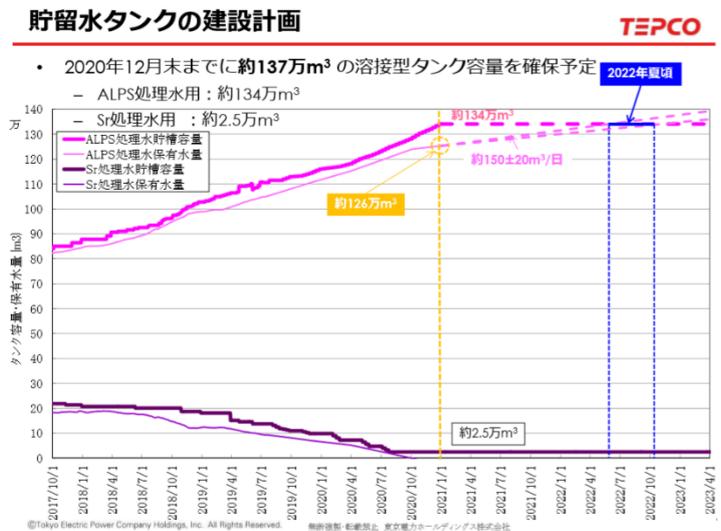
ALPS 処理水取扱いへの見解

原子力市民委員会 原子力規制部会

1. はじめに

2019年8月9日（第13回）、9月27日（第14回）と立て続けに「多核種除去設備等処理水の取り扱いに関する小委員会」（以下「小委員会」と略す）が開催された(*1)。そこでは東京電力（以下、東電）より多核種除去設備（以下「ALPS」と略す）処理水（ストロンチウム処理水を含む）の総貯留量が約115万 m^3 に達し（2019年7月18日時点）、敷地制限により最大可能貯留量の137万 m^3 には2022年夏頃に達するであろうとの報告がなされた（下図参照）。

我々原子力市民委員会は、汚染水問題に関してこれまで多くの報告書や声明を公表してきた(*2)。直近では2019年4月14日付けの「ALPS 処理水をめぐる現状とその取り扱いに向けた選択肢」というポジションペーパーの中でトリチウムに汚染されたALPS 処理水の当面ならびに長期的視野にたった対策の選択肢を提示した。本「見解」においてもその基本的立場を踏襲しつつ、小委員会で提示された新たな情報や議論を踏まえて、現時点での見解をまとめ、提言を行なうものである。



2. 小委員会の開催と主要論点

8月9日の第13回小委員会では事務局（経産省所属）ならびに東電より上述の汚染水貯水量の現状に加えて、概ね以下の報告があった。

- 汚染水の発生量は現在、一日当たり約170 m^3 に減少している。
- 2018年8月の公聴会で多くの意見が出された大型タンクでの長期保管案については、敷地の確保に難があり最大137万 m^3 の貯水が限界。

出席委員からは次のような意見が相次ぎ、議論が交わされた。

- タンク保管のための敷地は北側の土捨場を利用できるのではないかと。これに対して、東電（松本廃炉推進室長）は「今後生み出される放射性的な廃棄物や廃土は東電敷地内に保管したいので、この敷地はその目的のために確保しておきたい」と回答。
- 敷地を周辺の中間貯蔵施設（環境省が旧地権者より買い上げたもの）に拡大できるのではないかと。これに対して、東電は「無理ではないだろう」と回答。
- そもそもタンクにALPS 処理水を貯め始めたのは海洋放出により（風評）被害を避けるためである。それに影響を与えないことがはっきりするまで放出はすべきではない。

このように、意見の大勢はALPS 処理水の海洋放出を容認するものではなく、当面は保管を継続する方向であった。但し、トリチウムの減衰や廃炉作業の進捗を睨んだ上で貯留期限への基準を定めるべきとの意見も出された。

続いて9月27日の第14回小委員会では事務局ならびに東電より以下の追加報告があった。

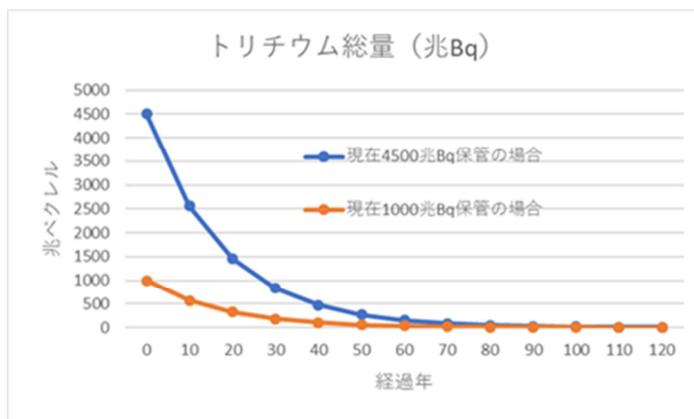
- 北側の土捨場等の計画敷地は、今後の廃炉事業に伴う必要施設(デブリの一時保管や資機材保管、各種の訓練・研究施設等)の用地として必要。
- 周囲の中間貯蔵施設を目的外の用途で使用する事は、地元との土地提供条件と異なるために難しい。また、福島第一の敷地内で廃炉作業を行なうことが基本方針である。

委員会の結論としては、敷地の有効利用を徹底し、原発敷地内に可能な限りタンクを増設する方向で引き続き議論を進めることとなった。

3. 長期保管をめぐる諸議論

(1) 長期保管のメリット

汚染水を長期保管することの最大の利点は放射能の減衰にある。トリチウムの半減期は12.3年であり、例えば、50年後には1/17、100年後には1/280、120年後には約1/1,000となる(右図)。現在のトリチウム濃度を約100万Bq/L(2018年8月の公聴会資料より)とすれば、100年後には約3,600Bq/Lにまで減衰する。また、トリチウムタスクフォース報告書(2016年6月)によれば、原水中のトリチウム濃度は50万~420万Bq/Lとされており、一部報道では100万~500万Bq/Lとあった。450万Bq/Lとした場合、100年後には16,000Bq/Lまで減衰する。



(2) 長期保管の課題~いつまで保管するのか?

小委員会でも提起されたが、この最大の難課題については真剣な議論が必要となるであろう。上述したように、長期保管中にトリチウムは減衰する。到達目標濃度として考えられる候補としては以下が挙げられる。

- ① 我が国の排出基準濃度：60,000 Bq/L
- ② 福島第一におけるサブドレン、地下水バイパス排出の運用目標濃度：1,500 Bq/L

これらの濃度に達するまでの減衰期間ならびにその時の保有トリチウム総量は以下のように算出される(原水は100万Bq/L、450万Bq/Lの両ケース)。

原水中のトリチウム (T)	濃度	単位	100万 Bq/L	450万 Bq/L
	T 総量	Bq	1.15 x 10 ¹⁵	5.2 x 10 ¹⁵
60,000 Bq/L まで減衰した場合	必要期間	年	50	77
	T 総量	Bq	6.9 x 10 ¹³	
1,500 Bq/L までの減衰した場合	必要期間	年	115	142
	T 総量	Bq	1.7 x 10 ¹²	

ここで、1,500 Bq/L まで減衰した場合の総量約1.7兆Bqというのは、仮に1年間で全量放出した場合、福島第一原発事故以前の年間放出量実績(1~2.6兆Bq)の水準に相当する。

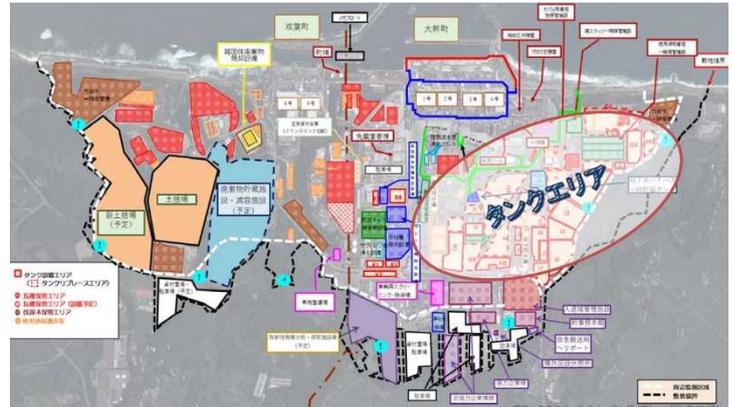
一方、小委員会が提示している処分方法のひとつである海洋放出案は、減衰を待つのではなく、希釈によって排出基準濃度6万Bq/Lを達成しようというものである。現在保管中の約1,150兆Bqあるいは5,200兆Bqものトリチウム総量(放出期間中の減衰効果は無視)を放出することは到底許されるものではない。

なお、保管限度選択の最終的な決定にあたっては、漁業者や市民を含めた全ての関係者による議論と合意が必要であることは改めて言うまでもないが、海洋を汚染し、漁業に実害と風評被害を与

え、国際信用を貶めるトリチウム放出は、長期保管により十分に放射能を減衰させた後においても避けるべきということであれば、後述する「モルタル固化による永久処分」は、最有力の選択肢の一つである。すでに米国の核施設にて運用実績もある。放射能は同様に減衰カーブを描くため、大型タンクによる汚染水の長期貯留段階を経ずに直接、固化処分を実施しても構わない。いずれにせよ、最終処分の形を見据えた上での議論が必要である。

(3) 敷地はあるのか？

汚染水の長期保管あるいはモルタル固化処分のための敷地は、小委員会での議論にあったように、東電敷地内北側の土捨予定地、あるいは東電周囲の廃棄物中間貯蔵施設敷地（環境省所管）への拡幅が考えられる。東電は第14回小委員会において、敷地北側の土地は今後の廃炉事業に必要な、取り出したデブリの一時保管施設、機器資材保管施設、デブリ取出し訓練施設、モックアップ施設、関連研究施設等々のために必要な敷地であると述べた。しかしながら現実には、建屋内と格納容器周辺の高放射線環境により、いまだにデブリの位置や形状さえ、その全貌の把握は出来ておらず、デブリ取出しへのロードマップは暗礁に乗り上げたまま「絵に描いた餅」状態になっている。このような現実を見極めた上で、技術リスク、巨額コスト、被ばく労働を避けるためにも「デブリは取り出さない」という選択肢を真剣に検討すべきである。（詳しくは、2017年11月、原子力市民委員会特別レポート1「100年以上隔離保管後の後始末」参照(*3)）



さらに、もし研究等施設が必要であるとしても、それは福島第一サイトから離れた場所でも全く構わない。例えば、原子力研究開発機構 JAEA が運営しているモックアップ試験施設（福島研究基盤創生センター）は楡葉町に建設・運用されている。

優先されるべきは、目の前の対応が迫られている ALPS 汚染水貯留のための敷地確保である。

右図は福島第一原子力発電所を取り囲む除染廃棄物中間貯蔵施設の配置図である。全体敷地は約 1,600 ヘクタールにおよび、汚染土壌、がれき、焼却灰などあらゆる種類の放射能汚染廃棄物の貯蔵が計画されている。第14回小委員会にて事務局から説明があったように、福島県との間で30年間の供用期間が定められており、かつ目的外の用途での使用には旧地権者の同意、地元自治体の承認等が必要であろうが、全関係者による前向きな検討と合意形成が望まれる。



(4) 大型タンクの仕様

原子力市民委員会がこれまで主張してきた大容量タンク案について、東電は第13回小委員会資料の中で幾つかの問題点を指摘している。

指摘1：一基当たりの設置に3年、検査等に1年を要する

⇒実に間延びしたスケジュールといえる。製油所などの通常のプラント建設における大規模

貯槽タンクの標準工程は組立てと検査に約 1 年、設計や調達、許認可と同時進行が可能な地盤改良や基礎工事を含めても 1.5～2.0 年あれば数基を建設する期間として十分と考える。

指摘 2：敷地利用率は現在採用している標準タンク（1,350m³級）と大差ない

⇒大型タンクの容積効率は約 2 倍と推算され、効率的な敷地計画に大きく貢献する。勿論、長期保管を行なうことが正式に決定されれば、タンクの容量問題は二の次であり、最適サイズは自ずと決まっていくであろう。

指摘 3：浮屋根式構造となるため雨水混入の可能性あり

⇒通常、浮屋根式は原油等の揮発性液体を貯留するためのものであり、今回のような場合はドーム型を採用すれば、雨水混入の心配はない。

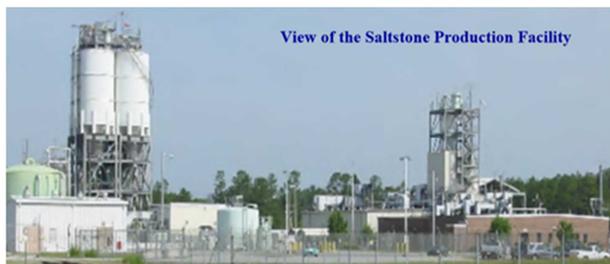
指摘 4：破損した場合、1 基当たりの漏えい量が膨大

⇒原油備蓄等で培われてきた大型タンク技術はその堅牢性においても十分な信頼をおけるであろう。全量漏えいを前提とした防液堤の設置はいうまでもない。



4. モルタル固化による永久処分を有力な選択肢として再検討するべきである

モルタル固化による永久処分の方法は米国サバンナリバー核施設において実績がある（写真参照）。2018 年 10 月には最大規模の 12 万 m³の半地下コンクリート製タンクが完成し、セシウム等を除去した後の低濃度汚染水をモルタル化してその中に流し込み、固化している。



利点は、大型鋼製タンクと同様、既存技術の適用であることと固化により海洋等への流出のリスクがなくなることである。福島第一原発においても、2022 年夏までに最初のコンクリートタンクを完成させれば、東電による現状タンク計画でも支障がないことになる。

モルタルに含まれるトリチウム水は同様に減衰していく。固形物となるので「原子力施設からの低レベル廃棄物」に準じたトレンチあるいはピット処分の取扱いとなるであろう。

弱点は、モルタル化にあたって水・セメント・砂の混合比による容積効率の低さ（水は容積比で約 1/4）である。また、その場所が永久処分地になるということで、地元の合意が必要である。

ちなみに、このモルタル固形化案はトリチウム水タスクフォース提示の第 5 案「地下埋設」に類似している。ただ、タスクフォース案では地下水位以下にコンクリートピットを設置することでコストも大きくなり、その後の監視体制にも懸念が残る。有力な選択肢のひとつとして、サバンナリバー方式による詳細検討をすべきである。

なお、これまで議論をしてきた ALPS 汚染水の最終処分のための選択肢として、海洋放出案、長期保管案、モルタル固形化案の 3 つについて、添付の比較表にまとめてみた。海洋放出の可能性を絶つことになるモルタル固形化案について積極的に検討を進めるべきと考える。

5. 長期的な視野

東電資料では大型タンクの建設期間について言及しているが、こうして検討に時間を費やし、決断を先延ばしにしていることこそが時間の無駄遣いである。2018 年 12 月に開催された先の小委員会から何の結論も得ないまますでに半年以上を過ぎているという愚を繰り返してはならない。スピード感のあま

りの欠如が事態をいっそう悪化させているように思われる。

そもそも、小委員会の議論は、中長期ロードマップによる 30～40 年後の「使用済み燃料等の取り出し完了⇒汚染水問題の根本的解決」というシナリオを前提にしているが、このロードマップがすでに「絵に描いた餅」であることには言を俟たない。事故後 8 年を経た現在でも、格納容器内は毎時数千ミリシーベルトの高放射線環境下であり、各号機内デブリの正確な位置や形状は掴めず、その取り出し方法の策定は当面見込めない。

我々はこれまでの報告書の中で、多大な費用と被ばく作業を伴うデブリ取出し作業を無理に行うのではなく、外構シールドあるいは石棺の設置により 100 年を超える長期隔離保管案を提案してきた。その長期保管中にデブリの発熱量低下を踏まえた空冷化が図られるならば、冷却水の接触という放射能拡散源は絶たれ、更に建屋地下ピットを埋めることで流入地下水が遮断され、汚染水の発生は止まる。

勿論、デブリの空冷化は容易な作業ではない。デブリの位置、形状の把握、冷却空気通路の形成、放射線環境下での設置工事といった困難な諸作業が予想される。幸い、デブリの発熱量は時間を追って減少しており、東電自身の推算によっても、現在は各号機とも 70～80 kW の発熱量であることが推算されている(*4)。2019年5月に実施された2号機におけるデブリ冷却水一時停止実験の結果などを踏まえて、空冷化に向けた最大限かつ「本気」の努力を望みたい。

6. さいごに

汚染水問題はまったく解決していないどころか、状況は悪化の一途をたどっている。しかしながら、このまま敷地不足を理由にトリチウムならびに他核種を含んだ汚染水を海洋に放出するという安易な道だけは選んではならない。

原子力市民委員会は、原子力事故を引き起こした東電と原発政策を推進してきた国の責任において、本見解に基づいて更なる詳細検討を行ない、漁業関係者をはじめとする地域関係者、自治体、市民等による協議を通じて、大型タンクの建設あるいはモルタル固化のための敷地を確保し、ALPS 処理水の処分による環境および社会的な影響を最小限にとどめるべきであり、そのことは、十分に可能だと考える。

(*1) それぞれの小委員会における配布資料は以下の URL 参照

https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/takakusyu/013_haifu.html

https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/takakusyu/014_haifu.html

(*2) 福島第一事故炉の廃止措置ならびに汚染水に関する原子力市民委員会の声明・報告書の一覧

2013年8月28日：「事故収束と汚染水対策の取り組み体制についての緊急提言」

2014年4月：「原発ゼロ社会への道～市民がつくる脱原発政策大綱」第2章

2017年11月：特別レポート1「100年以上隔離保管後の後始末」

2017年12月：「原発ゼロ社会への道 2017～脱原子力政策実現のために」第2章

2018年6月6日：声明「トリチウム水は大型タンクに100年以上保管せよ」

(*3) 2017年11月：特別レポート1「100年以上隔離保管後の後始末」の URL

<http://www.ccnejapan.com/?p=7900>

(*4) 2013年10月24日国会エネ調査会（準備会）向け資料より

ALPS汚染水処理～3つの選択肢比較

2019年10月3日

原子力市民委員会 原子力規制部会

	海洋放出案	長期保管案	モルタル固化案
概要	<ul style="list-style-type: none"> ■法令排出基準濃度レベルまで希釈の上、海洋放出する 	<ul style="list-style-type: none"> ■大型鋼製タンクに長期保管し減衰を待つ 	<ul style="list-style-type: none"> ■大型コンクリート製タンクの中へ汚染水をモルタル化して流し込み永久処分する
長所	<ul style="list-style-type: none"> ■特殊な技術、設備は不要 ■最も安価 	<ul style="list-style-type: none"> ■保管時間と共にトリチウムが減衰 ■既存技術で可能（大型原油備蓄設備等で多数の実績あり） 	<ul style="list-style-type: none"> ■海洋汚染の可能性なくなる ■既存技術で可能（米国サバンナリバー核施設の低レベル廃液設備にて運用実績あり） ■時間と共にトリチウムが減衰
短所	<ul style="list-style-type: none"> ■海洋汚染による実被害、風評被害 ■国際関係を含めた社会的影響 	<ul style="list-style-type: none"> ■破損した場合の漏えいの可能性（防液堤設置） ■タンクの耐用年数を考慮。場合によってはリプレースが必要 	<ul style="list-style-type: none"> ■モルタル混練時の水の容積比は約1/4のため水タンクよりも約4倍の敷地（空間）を要する ■耐用年数後、地下水との接触による汚染の可能性（但し、例えば100年後には数千Bq/kgに減衰）
数値評価	<ul style="list-style-type: none"> ■排出基準濃度6万Bq/Lまで希釈して放出 ■小委員会資料による排出期間は4.6 - 7.6年間（年率約5.5%の減衰、年間22兆Bqの放出管理、年間5 - 8万m³の汚染水追加発生を考慮）⇒検証が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ■排出基準濃度6万Bq/Lまでの減衰期間は、原水が100万Bq/Lの場合は約50年、450万Bq/Lの場合は約77年 ■運用目標濃度1,500Bq/Lまでの減衰期間は、原水が100万Bq/Lの場合は約115年、450万Bq/Lの場合は約142年 	<ul style="list-style-type: none"> ■原子力施設からの低レベル廃棄物（トレンチあるいはピット処分）と同様の取扱いで可と考える
概略コスト	<ul style="list-style-type: none"> ■公聴会資料では「34億円」の見積り 	<ul style="list-style-type: none"> ■10万トンクラスで一基20-30億円と思われる。当面10基（100万トン）で200-300億円規模か 	<ul style="list-style-type: none"> ■公聴会資料は「地下埋設案」は「1,624億円以上」との見積り。地上置き（半地下）とすることなどで1,000億円規模か
建設期間	<ul style="list-style-type: none"> ■タスクフォース報告書（2016年6月）によると放出開始までに19 - 22か月必要と 	<ul style="list-style-type: none"> ■建設期間は1基あたり1.5-2年、順次建設を続ける 	<ul style="list-style-type: none"> ■最初のコンクリートタンク建設までは1.0-1.5年
備考		<ul style="list-style-type: none"> ■保管期間についての合意が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ■タスクフォースによる「地下埋設」案に類似。しかし、地下水位レベルより深い位置への埋設は不要と考える。

(*1) 本表における濃度は全てトリチウム濃度を示す。

(*2) 原水のトリチウム濃度は公聴会にて提示の100万Bq/L（但し、500万Bq/Lとの報道もあることに注意）、総量105万トン、トリチウム総量約1000兆Bqとしている。