

宛先： 提出日 25 年 6 月 30 日

250702 改

三菱総合研究所 社会インフラ事業本部 トリチウム分離技術募集担当 御中

提案表題；トリチウム水分離濃縮の試運転として、PFAS の分離濃縮

提案者：

「トリチウム水クラスター懇話会」（市民団体）の有志

提案責任者、古野伸夫（京都大学工学博士 1869 号）元(株)ファインクレイ

住所： 〒660-0063 尼崎市大庄北 1-3-8 連絡先：furuno.nobu@gmail.com

貴社の公募 [東京電力福島第一原子力発電所 多核種除去設備等処理水（ALPS 処理水）に対するトリチウム分離技術の募集 | MRI 受託事業 公募・公開情報](#)

に関連して、下記 5 件の提案を出しています。

- ① 主文 2024 年 5 月 31 日付、カスケード型複式求心沈降分離装置ピタクロン、
[20240531_proposal.pdf](#)
- ② 副 同日付、公募について東京電力(株)、三菱総合研究所宛て応募した資料
[PowerPoint プレゼンテーション](#)
- ③ 補 2024 年 6 月 18 付。公開されたアルプス処理フローの化学収支について、
[20240618_alps.pdf](#)
- ④ 補 2025 年 3 月 26 付、福島のアルプス処理水のトリチウム水分離濃縮方法
[20250324_mitsubishi.pdf](#)
- ⑤ 補 2025 年 5 月 7 付 「トリチウム水の分離濃縮保存の全工程表」、
[20250507_mitsubishi.pdf](#)

今回は

この実施工程表に於ける **トリチウム分析に先行して**、
上水道施設で濃度測定が行われている **PFAS 含有水**による試運転を提起します。

1. 有機フッ素化合物、PFAS 濃度を採択する意義

2011 年の福島原発事故に関わる汚染水がいわゆる **ALPS 処理水**が千 t 規模のタンクで千基以上蓄積し、10 余年後これを海水希釈して海洋放出されていますが、より良い対策技術が公募されており、上記を提案した。

「複合複式カスケード型求心沈降分離濃縮装置、ピタクロンズ A~Z」の濃縮分離技術は、トリチウム分析が困難な事業者でも PFAS 水準での試験を通じて実行可能であり、両課題の技術対応を兼ね備えます、

2. トリチウム水、PFAS の濃度表示の統一※とその規制値

トリチウム水	飲料水基準	60,000Bq/L	⇒	60g/1000t	ppb
PFAS	暫定目標値	50ng/L	⇒	50g/1000t	ppb

※本換算は、1Lの水の質量を約1kg（比重1）と仮定し、放射能濃度[Bq/L]や化学物質濃度[ng/L]を質量ベースに換算したものです。たとえば、60,000Bq/Lのトリチウム水は、1000tで60gに相当し、同様に50ng/LのPFASは1000tで50gに換算されます。これは、放射能強度（Bq）がトリチウムの質量に比例するという前提に基づいています（参考：生成AIコパイロットの技術的支援を受けて作成）。このような単位の統一により、**環境負荷の比較や装置評価が直感的に可能となります。**

Bq/Lを換算する際の仮定の比重差についてこの補正は必要時、換算後に行えます。因みにng/Lは微量分析における容量分析データの尊重に由来します。

3. 所定濃度以下の厳守を、長期に安定維持できるシステム装置

ピタクロンズA～Zのタンク群では軽重差、濃度差、濃淡差に比例した直線に並びますので、「タンクBの水質が規制値以下であれば、タンクAの濃度は絶対にこれ以下である」というロジックになります。規制値以下のタンクを複数段常備すればその安全性は確固たるものになり、これより処理水を飲料水として絶対安全に利用できて、安心して環境に放出できます。未知の事が多いトリチウム水についての試運転としてPFASでの実績は双方に有意義です。

- ・ミネラルウォーターのボトル製品の事業者の場合、出荷前の貯水タンクにピタクロンズを採用してPFASの安全性確保を図りえます。これは規制値が同じレベルのトリチウム水対策になるので、現在福島県で行われているトリチウム水を海水希釈する方法に替えられて、多数の事業者が参入できる事になります。

- ・より利便性を考えると、先行して電気伝導度の測定が好ましい。因みに理論純水の電気伝導度は $0,054\mu\text{S}/\text{cm}$ であり、この値はアレニウスプロットに従います。気泡の介在でこの値が乱れますので**気泡対策の確認**になります。

- ・ピタクロンズにおける分別助剤※としてイオン交換体を的確に使用した複合の理想値であって実際の市民生活では個々、具体的にPFAS等の分析が有意義です。トリチウム水は重さのある化学物質ですが、12年余でヘリウムガスになる事で**微細気泡が徐々に絶え間なく発生するやっかいな物質**です。これが福島で海水希釈して海洋放出せざるを得ない理由かもしれません。

※分別助剤 底域の旋回流を可視化でき、イオン交換機能、吸着機能を持ち、その重さ毎に分別、分級を大きく加速する素材です。現実の万能材として活性炭を推奨します。アニオン型カチオン型各種のイオン交換体の併用で化学元素す

べてにわたる高度の分別をめざしうるので、これを複合型と呼ぶゆえんです。復式の復は往復で、カスケード、棚田が流下と汲み上げの往復回路を示します。

4. 試運転用の略式装置 (現有施設の利用を図る実施例)

参考資料

(株)ファインクレイ <http://www.fineclay.co.jp/> に掲載の、

「水循環」「循環システム」「貯水槽、複数個直列」の図、50 t 槽型を引用します。これはピタクロンズの基本型で、様々に応用できます。この作図運転等の関係者は、浦田廣志、西川繁明、坂本勝、川口信一、稲垣寛、大藪権昭、西村義邦、野原博です。

4-1 装置改造の要点

底域からの採水方法装置、ピタクロンのベース (基盤)

底域の中心から採水手段としての開口が必要です。応用にあたって既存の水槽で開口が無ければ水中ポンプを利用しますが、フィルター、ストレーナー、呼び水、圧力調整等のノウハウを厳守すると、規模場所を問わず地下タンクにも採用できます。これは低い位置の水を使う逆利水をかなえる核心で、下記に例示する多種多様な施設に応用できます。フィルターは圧力ろ過にならない事が絶対的※に必須で、具体的素材がビジネスチャンスで競争原理に委ねます。ピタクロンズ A~Z と示すように、段位ごとに最適構造が異なり、この設計技術と基本原理を分けて議論することが重要です。特定の場所にウエッジワイヤーを使うことが大変有意義ですが万能でなく、分別助剤の選択的組み合わせで決められることであり、当事者の技術ノウハウを尊重する特許技術案件だと思います。

※ 圧力がかかると、水面からの吸入、気泡の吸入がおこり竜巻状、播り鉢状の乱流になって分別は起こりません。薄い盤状の旋回流の積層を成すことが必須で、活性炭投入等で目視観察できますので底盤に各種工夫します。この旋回流が千 t タンクの水深 10m に波及する過程で起こる分別は水深 2m で観察しています。10m にわたって波及するか、純水の中で軽水が優先することを期待します、分別助剤として活性炭に吸着した重水と軽水で沈降速度差を分別するか否かは、技術課題であって、100 m²大の円形槽での旋回を確認できる貴重な機会ではないでしょうか。

例えば

- ・超巨大な原油備蓄タンク (備蓄中で脱水、油成分の分別、精油の兼用)、
- ・都市の洪水対策用の調整池、雨水利用の貯水槽、各種防災用の貯水槽 (貯蔵で発生する滓を定常的に排出するので、滓の清掃業務が無用になります。この効果は実証済ですが、PFAS の分析で安全性が各段に高まります)
- ・小さくは塗装スプレーブースの貯水槽等から、各種化学反応槽、中継槽、特に

セツリングタンクに好適で沈降滓を的確に分別し、資源化が図れます。

- ・これら経験が多数ありますが、これらの採否、実績は企業秘密になって時を経てノウハウは埋没しています。今回の事業では公開して技術が共有化されうる良い機会です。 (株)ファインクレイのホームページ参照
- ・超小型設備での取り組みと成否、その詳細ノウハウは非公開です。

要点 2. ピタクロンズの高い位置の槽に濃縮される液の扱いの事前協議

- ・浄水場、雨水利用とか、自然環境用水では、自然乾燥で放置できます。
- ・セシウム、ストロンチウム等の危険かつ有価資源の場合は、ピタクロンズ A~Z に至る適所のタンクの底域から採取し、ピタクラッサー®と呼ぶ遠心機で所定の粒度（沈降速度表示ないし、ファインクレイの沈降式で粒径 μm 換算表示）別に分別できますので、隔離保管を的確にできて資源化が図れます。
- ・PFAS の場合は、公知の活性炭吸着後所定の高温焼却を推奨します。在来法に比べて高濃縮でき、かつ脱水できるので処分量が激減するでしょう。イオン交換体で吸着したものは再生工程で回収して処置する方法をめざします。活性炭の焼却処分は暫定手段とし、トリチウム水の場合も回収して資源化を図ります。

要点 3, 分別助剤（旋回流が目視できる各種吸着材）の選択

- ・ピタクロンズ A~Z の旋回駆動は底域に設置した渦巻型のポンプ手段であり、この攪拌で各種凝集体、クラスターの解砕がおこります。クラスターは解砕されても速やかに再編されて見かけ上解砕しないように見えますが、隣のタンクに移す際の上下分離を経てでは同じ組成であるはずがありません。分別助剤が肉眼で識別できるのでこの分別が観察できます。水クラスターの場合水温が高くなるほどに旋回流が上方に波及する際、軽い成分が分離分別しうるので「分別が生じる可能性は高く、公開の場で技術的確認と発展が望まれます。

・水と類似構造のアルコールの場合、完全に混和するとの主張がありますが、こうした旋回流の薄層の多くをくぐり抜けるので分別しないと云えない。例えばビールをピタクロンズタンクに貯蔵した場合、エタノールが優先的に旋回し、表層からの揮発が優先し、いわゆるノンアルコール製品に近づくと予測します。

・我が国の原油の備蓄量は 7,000 万 t 以上あり、ピタクロンズを採用すると含有水分の除去、つまり石油精製が備蓄中に叶います。アルプス処理水の 100 万 t 規模の 70 倍ですから予備実験というより軽油と重油に分別する本命でしょう。

- ・水素 1 と 2 と 3 の分別については、各種の吸着材、例えば活性炭、イオン交

換体を投入して分散すると、軽水の**水和物**と重水の水和物の質量差に応じた分別を期待します。この可否はピタクロンズの旋回流の薄盤の精度、技術課題であって、無限に発展するもので、分別できないという理論はあり得ません。特殊な炭素材、各種の合成炭素化合物とか、粘土鉱物、セルロース、ペーマイトとかがカラム法での同位体分別の事実成果が報じられており、これらは大量供給され次第、数万 t、数千 t 規模の分離濃縮の実働で花形素材になるでしょう。

本提案書の記述にあたっては、Microsoft Copilot の技術的支援と論理補強の助言を活用しました。この場を借りて謝意を表します。