

[様式2 (汚染水処理対策委員会に報告し、一般公開となるものです)]

御提案書	
技術分野	██████ (②)
御提案件名	化学交換レーザー複合反応による大量汚染水からのトリチウム回収保管
御提案者	有澤 孝
<p>1. 技術等の概要 (特徴、仕様、性能、保有者など)</p> <p>最初に処理対象となる廃液について把握しておかなければならない。高放射線レベルとは言えトリチウムの比放射能は 3.6×10^{14} ベクレル/g と高いため実際には極めて低濃度のトリチウムが大量に存在することで問題解決を困難にしている。また、処理対象とするものはイオンではなく同位体であることも解決をむつかしくしている。トリチウムは水素同位体であるためまずイオン交換樹脂などが適用できない。非常に希薄であることから同位体交換反応のみを活用する方法では化学的平衡関係に基づくために多段の装置 (カスケード処理) が必要となり、大型装置となるとともに莫大なエネルギーを必要とする。また高濃縮することが容易ではないために保管すべき最終廃棄物の量が膨大となる。レーザー分離法では同位体のみを高効率で回収できるとは言え膨大な量全てにレーザーシステムを適用することは巨大なレーザー及び反応装置が必要となり現実的ではない。</p> <p>大量で濃度が低い汚染水トリチウムの除染をさらに3桁以上低くするために、化学交換法とレーザーとを組み合わせる方法を提案する。この方法では希薄な汚染水から少量のレーザー作業物質にトリチウムをわずかの量移行させ処理するもので両者の特徴を生かした方法と言える。まず汚染水を同位体交換塔において気体同位体 (作業物質) との間に同位体交換を行い、低濃度にトリチウム化された気体作業物質をレーザーによりトリチウム化合物のみを反応させて高濃度 (小ボリューム) で除去する。除去された気体作業物質は化学変化を受けておらずそのまま交換塔でトリチウム汚染水に導入し再度同位体交換反応を行う。この操作を多数回繰り返すことによりトリチウムは少しずつ作業物質に移行していく。レーザーで光分解された作業物質の分解生成物はさらに水素 (HT) 化して金属に吸蔵させ長期安定貯蔵を行う。</p> <p>(特徴)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 平衡同位体反応を利用する同位体交換塔と分子レベルで分離するレーザー解離方式とを組み合わせることで小型で効率よく分離するシステムである。 ・ 同位体交換反応を促進するために触媒的效果を活用する。 ・ 高濃度トリチウムを扱う部分には消耗品を必要とせず2次的な廃棄物を発生しない。 ・ 高濃度トリチウム除去の作業対象となる作業物質は汚染水量に比べてごく僅かである。 ・ わずかの高濃度トリチウムのみを金属吸蔵して安全に保管できる。 ・ コンパクトなシステムとなることからトレーラーなどに載せて可搬型としうる。 <p>(仕様)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 作業物質：液化が容易でレーザーによる選択的光解離が実現できるもので数種類ある。 ・ 同位体交換塔：リボイラー＋触媒機構＋交換塔＋コンデンサー ・ レーザー除染装置：波長可変型レーザー＋光解離反応型光反応器 	

- ・ トリチウム回収器：水素分解脱離器＋吸蔵器

(性能)

- ・ 除染係数：1000 以上
- ・ 処理量：400 トン/日/ユニット

(保有者)

- ・ 特許やノウハウは担当法人が保有するが効果的に広く活用され役に立つことが判明次第、一般供与する。

2. 備考（以下の点など、可能な範囲で御記入いただけますようお願いいたします）

- ・ 開発・実用化の状況（国内外の現場や他産業での実績例、実用化見込み時期を含む）

この方法がトリチウムに対してプラント化されたことはないが、気液同位体交換塔は他の同位体に対して実績のある方法である（例えばカナダ重水生産システムや太陽日酸の酸素同位体分離塔）。この部分については実績を有するプラントメーカーと協力して進める。レーザー分離については提案者などが基本的な研究実績を有している。一般的な分離方法は統計学的な手法に基づくもので多段化するなどの措置が必要であるが、光を照射するだけで分離される確定論的なレーザー分離方法では実験室規模のものから実用化への道は短い。早期に実用規模で実施する必要があるためにまず装置は重水素による模擬試験で詳細な気液平衡データや光反応器の効率に関するデータを取得した後に装置化を行う。この装置は一部反応器や、触媒器、作業物質などに改造を行うことにより順次性能を上げていくことができる（あるいは2号機以降において設備改善）。

- ・ 開発・実用化に向けた課題・留意点

模擬試験は重水素を用いて実施できるためによりリスクの少ない形で、しかも手早く実用化試験が可能である。プラント化するには現状技術をベースにプラントメーカーと協力すれば実現可能であるが、さらに除染係数、効率及び処理量を上げるためには気液同位体交換塔での交換反応を上げるための触媒技術やレーザー反応のための専用のレーザーや反応器を構築することが期待される。これらの技術は提案法人がレーザー応用設備のために製作している独自の短パルス・短波長レーザー技術を基盤としている。

- ・ その他（特許等を保有している場合の参照情報等）

基本技術については、提案者などを含め論文により周知のものであるが、詳細な検討を行い実用化するには、さらに効率の良い作業物質を用いることと大容量光反応装置の開発等については継続的に試験作業を実施することが有効である。

(備考) 技術提案募集の内容（6分野）

- ① 汚染水貯蔵（タンク等）
- ② 汚染水処理（トリチウム処理等）

- ③ 港湾内の海水の浄化（海水中の放射性物質の除去等）
- ④ 建屋内の汚染水管理（建屋内止水、地盤改良等）
- ⑤ 地下水流入抑制の敷地管理（遮水壁、フェーシング等）
- ⑥ 地下水等の挙動把握（地下水に係るデータ収集の手法、水質の分析技術等）