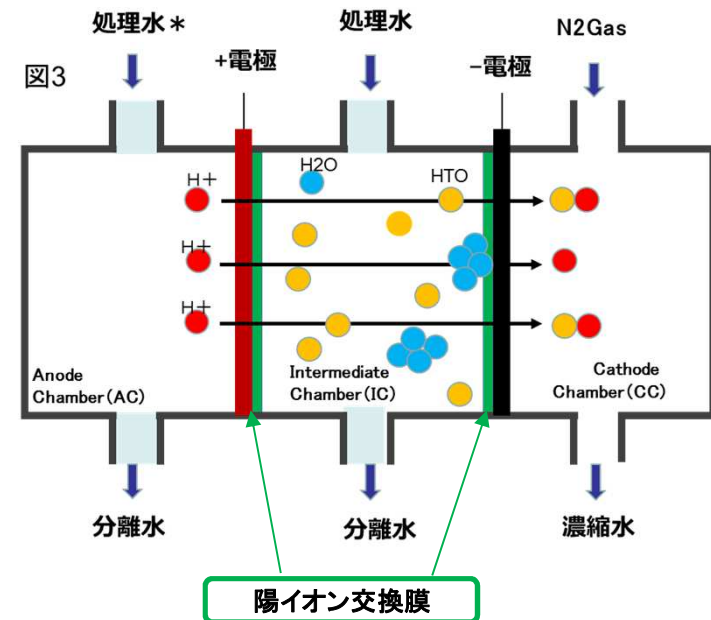


目的と目標

- * 目的：3室型の電気分解装置を用いた新しい技術(Advanced Detritiation Method - 先進脱トリチウム法(AD法))によるトリチウム分離法が多核種除去装置処理水からのトリチウム分離に適用可能であるか、この技術を用いたカスケードシステムの性能の技術的検証試験をラボスケールで行い、さらには、400m³/dayの処理能力を持つ実用機への拡張について検討する。
- * 目標：ラボスケールでの試験でトリチウムの抽出・濃縮、分離に係るデータを取得し単体セルによる分離係数1.3以上、カスケードシステムによる分離係数100以上を得られることを検証する。また、カスケード段数の最適化を検討し、実用機拡張の場合のシステム構成とそのコスト見積もりを提示する。

分離技術の原理／事業の概要

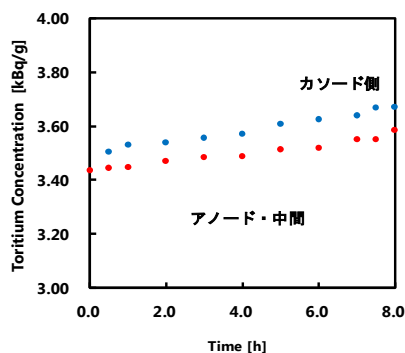
- * 原理：通常の軽水分子は大変大きなクラスターを形成し、その一方でトリチウム水分子は基本的にクラスターを形成せずに単独で存在するものと考えられ、この分子の大きさの違いによりH⁺イオンによる担送に差が発生することが期待できる。
分離セルの基本的な構成は、トリチウム水を抽出・濃縮するためのカソード室と、汚染水を入れてトリチウム減弱を行うための中間室、トリチウム水を担送するH⁺を発生させるためのアノード室から成る。各セルの間は陽イオン交換膜で遮り、アノード室側に電解用陽極、カソード室側に電解用陰極を備える。電解によってアノード室中の純水から発生したH⁺イオンが陽イオン交換膜を通過してイオン交換樹脂を充填してある中間室に入り、陰極に引かれて移動する際に、クラスターを形成していないトリチウム水を優先的に担送し、陽イオン交換膜を介してカソード室へ抽出されることで、中間室内汚染水のトリチウム減弱、カソード室へのトリチウム濃縮が生じる。
- * 事業の概要：単体セルによるカソード室へのトリチウム抽出・濃縮、中間室のトリチウム減弱を重水を用いたラボスケールの試験によって原理的検証を行なった後、トリチウムを用いたラボスケール試験でトリチウム抽出・濃縮率および、中間室のトリチウム減弱率を確認・評価し、カスケードシステムによる実験で、分離係数100以上を得られることを検証する。



試験結果

重水を用いた試験、トリチウムを用いた試験で、アノード室から中間室への純水の流入、中間室からアノード室へのトリチウムの漏出が見られ、結果として、汚染水量を増大させてしまうことが判明したこと、また、カソード室への抽出・濃縮率が想定した濃縮度に比べて小さいことから、実施計画を変更し、アノード室と中間室に同濃度のトリチウム水を流し、また、並列に置いた電解セルの電極電流を変化させて、目標とする抽出・濃縮度を得られるかの原理的検証試験を行うことにした。アノード室・中間室のトリチウム濃度を同じにした試験では、カソード室へは、ある程度のトリチウムの抽出・濃縮(下図)が見られたが、目標を大きく下回る結果となった。電解によってガス化した水素および酸素を放出してしまったために、中間室のH₂O量が減少し、中間室のトリチウム濃度は増大する結果となった。

単体セルを用いたこれらの試験結果から、カスケードシステムの検証試験は中止として、単体セルの分離性能の評価を行うにとどめた。



得られた成果

アノード室・中間室の同濃度のトリチウム水を流した場合の実験データからは、分離係数は1以下となった。これは中間室のH₂O量が電気分解によるガス化で減少したために濃縮が生じていることが原因であると考えられるので、ガス化したH₂Oをすべて復水して中間室に戻したと想定して補正を加えると、その補正分離係数は1.015と1.021となり、カソード室へのトリチウム分離が生じていると評価することができた。

	カソード室濃縮係数	分離係数	補正分離係数
MS6004	1.045	0.957	1.015
MS6005	1.050	0.952	1.021

分離係数1.015の電解槽をカスケードとして実機に求められる分離係数100にするには、直列にした場合で、分離セルが310台必要であり、処理能力400m³/日を達成するには次の規模の施設となるため、実現は難しい。

- * 直列に310台で8時間で775g処理できる。
- * 1台で1日に2325g(773gX3サイクル)処理できる。
- * 1日400トン処理するには172千系統必要。
- * 分離セルの数にして約5330万台必要。
- * 1台あたりの消費量電力を225Whとすると、約287.2百万kWh必要。

上記の評価は今回の実験結果によるものであるが、左記のような実験系の課題があるため、実験系の更なる適正化、及び、機構・構造の更なる検討を行った上での試験によって、より厳密な性能評価を実施しなければ、当該技術がトリチウム分離技術として有効であるか、十分な評価は難しいことが判った。

実機(1日400m³処理)の性能とコストの推定値

分離係数	:100	実機建設コスト(総額):	18兆円
		実機運転コスト(総額):	4,080億円
			(80万m ³ 処理の場合)

今後の課題／留意点

* 今後の課題：電極の面積・電極間距離・印加電圧・電流、イオン交換膜の種類・仕様、電解による発生ガス量の把握と復水機構の導入、各セル間の圧力差による水のセル間移動状況の把握・抑制、各セルの水流量、等の各種パラメータによる分離係数およびカソード室への濃縮率への影響を評価できる試験を行い、トリチウム分離技術としての原理的成立性の検証と分離性能の向上を検討し、試験データとして確認する必要がある。

* 留意点：当該分離技術は、そのトリチウム分離性能、装置製造(建設)コストの上から、更なる改良が行われた後に改めて検証・評価する余地は有るが、現時点に於いては実用機拡張を検討できる段階にないと判断せざるを得ないことに留意しなければならない。