



## 重水再濃縮装置

### Re-enrichment Apparatus for Heavy Water

#### 1. はじめに

重水は水分子 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) を構成する水素原子 ( $^1\text{H}$ ) が、安定同位体である重水素 ( $^2\text{H}$ ,  $\text{D}$ ) に置き換わったものである。その用途は、原子力発電用重水炉の減速材のほか、NMR 分析用溶媒やタンパク質・DNA の構成分析など多岐に渡る。近年、重水を原料に製造される重水素化合物が、半導体分野向け材料等に使用され需要が高まっている。当社は重水素化アンモニアをはじめとする多種多様な重水素化合物を製造・販売し、その需要に対応している<sup>1),2)</sup>。

我が国は重水を全量輸入に頼っているが、世界需要の高まりと製造国の輸出政策から重水の国際価格は上昇している<sup>3)</sup>。また、国際環境と地政学的な状況から、将来的に安定的な調達が可能になる可能性が考えられる。そこで重水の効率的な利用のため、重水素化合物製造の際に生じる重水素濃度が低下した重水（以下、低濃度重水）を、輸入重水と同じ濃度まで再濃縮する装置を開発した。

#### 2. 重水再濃縮

##### 2.1 再濃縮プロセス

低濃度重水の再濃縮は図 1 に示すフローに沿って行われる。まず前処理により微細な固形物や溶存物質などの不純物を取り除き（精製工程）、低濃度重水を再濃縮する（濃縮工程）。再濃縮した重水は濃度と不純物の分析を実施し（品質検査）、社内基準を満たしたものを重水素化合物の製造に利用する。

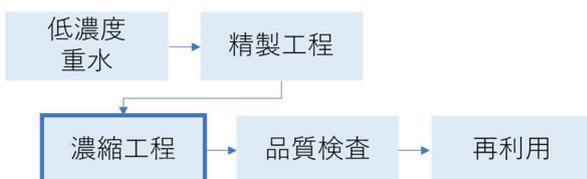


図 1 低濃度重水の再濃縮プロセス

##### 2.2 重水再濃縮装置

本重水再濃縮装置は蒸留法を採用しており、重水は液相側に濃縮される。表 1 に重水再濃縮装置の仕様を示す。

一般に、同一元素および化合物の同位体種の間における物理化学的性質上の差は小さい。水と重水においても同様で、大気圧下における沸点の差は  $1.4\text{ }^{\circ}\text{C}$  と小さい。そのため、1 段あたりの分離係数が小さく多段化が必要になる。蒸留は多段化が容易な分離法であり、気・液の状態が得やすい軽元素の同位体分離でよく用いられている。本装置は濃縮の効率化を図るため、当社の酸素同位体分離<sup>4)</sup> で培われた技術・知見に基づき、複数の蒸留塔によるステップカスケードプロセスを採用した（図 2）。このプロセスでは重水濃度が高くなるにつれて塔径が細くなり、塔径を同一とした方形カスケードと比較して装置内部に抱える液の量が少なくなる。その結果、装置立上げ後の濃縮待機期間が短縮されるというメリットがある。

また、水は液化空気と比較して金属に対する濡れ性が悪いので、蒸留塔内の金属製充填物を十分濡らし蒸留性能を最大化するために高蒸気負荷をかけて立ち上げる等、操作条件を工夫している。

装置の立上げ後は蒸留が安定的に行われる濃度分布が形成されるまで全還流運転を行う。その後、原料を定量ポンプで蒸留塔に連続供給し、濃縮側に接続されたリボイラタンクから重水を抜き出し製品タンクに採水する。同時に回収側末端のコンデンサ凝縮液の一部を低濃度重水タンクに採水し、全体のマスバランスを維持する。なお、この回収側末端から採水した低濃度重水は原料重水よりもさらに低い重水素濃度となっている。これを再度原料とすることも可能である。

また、低濃度重水の濃度に合わせて最適な収率を得られるよう複数の原料導入ポートを用意しており、幅広い原料濃度に対応可能である。

表 1 装置仕様

項目	仕様
製品濃度	>99.0 atom%D
生産量	150 kg/年
装置サイズ	幅 4×奥行 3×高さ 5 m

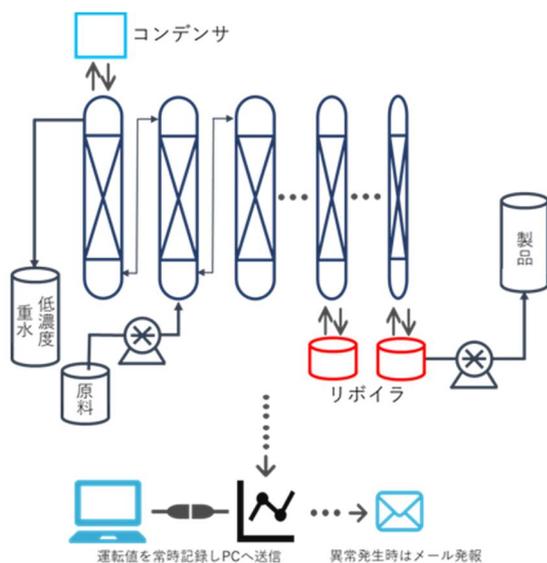


図 2 再濃縮装置 模式図

### 2.3 監視、記録システム

本装置を構成する蒸留塔と周辺機器は全て自動制御され、無人での 24 時間連続運転が可能である。運転状態は一定間隔でデータ収集されており、設定された警報点を超過した場合はアラームメールが発報される。この状況が継続・進行した場合は安全に装置が自動停止される。本装置制御盤を図 3 に示す。



図 3 重水再濃縮装置制御盤

### 3. まとめ

低濃度重水を再利用するための重水再濃縮装置を国内企業で初めて開発し、運用を開始した。これにより新品重水の使用量抑制とともに、廃棄される重水素量が削減された。また、国内での重水生産により、工業用途向け重水素化合物のニーズの高まりに対する安定供給力の強化に貢献している。

### 参考文献

- 1) 大陽日酸ニュースリリース. “重水素化アンモニア販売開始のお知らせ ～国内初の量産体制を構築～”.2023-5-31.  
<https://www.tn-sanso.co.jp/LinkClick.aspx?fileticket=xrACsDFt%2foM%3d&tabid=206&mid=951>.
- 2) 大陽日酸 SI 事業部  
[https://stableisotope.tn-sanso.co.jp/Stableisotope\\_Products/Stableisotope/NMR\\_Solv/index.html](https://stableisotope.tn-sanso.co.jp/Stableisotope_Products/Stableisotope/NMR_Solv/index.html).
- 3) 財務省貿易統計  
<https://www.customs.go.jp/toukei/info/> (参照 2023-12-07)
- 4) 木原均, 神邊貴史, 林田茂, 川上浩, 酸素同位体  $^{18}\text{O}$  分離装置—プロセスの開発—, 大陽日酸技報, No.23 (2004).

(技術開発ユニット つくば開発センター  
 深冷分離開発部 SI 開発課 佐藤 諒)

問い合わせ先  
 イノベーションユニット SI 事業部  
 Tel. 03-5439-5897