

1. 調査の目的

RO 膜 (逆浸透膜、Reverse Osmosis Membrane) は、分子レベルでイオンや塩類など水以外の不純物は透過させない性質を持ち、真水と塩分などを分離する機能を発揮する半透膜である。

浸透とは、半透膜を經由して希薄溶液から濃厚溶液に溶媒が移行する現象であり、浸透作用が収まり平衡に達した時点で両液間に生じた圧力差のことを浸透圧と呼ぶ。逆浸透は、濃厚溶液側に浸透圧以上の圧力をかけることで溶媒が濃厚溶液側から希薄溶液側に移行する現象である。この原理を利用し、塩分などの除去対象物質を含む溶液 (海水など) に圧力をかけ、逆浸透膜を介して水のみを透過させて淡水を得ることが可能であり、海水の淡水化技術として利用されている。

本事例は RO 膜法による淡水化技術の CO₂ 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。



図 50. RO 膜

①CO₂ 排出削減貢献の内容

加熱を必要としないためエネルギー消費量が少ない。

②海水淡水化プラントの種類

- ・ 蒸発法 : 海水を蒸発させて蒸留水を作る方法
- ・ 膜法 : RO 膜により塩分を除去する方法

③海水淡水化プラントのトレンド

かつては蒸発法による海水淡水化が主流であったが、膜法は造水に要するエネルギー消費量

が少なく、現在、大型プラントにおいて膜法の採用が主流となっている。

世界的な淡水需要の増加を反映し、海水淡水化プラントの大型化傾向は続くと考えられ、エネルギー消費量の小さい膜法は、低ランニングコストで大きな造水量を実現するとともに、エネルギー起源の CO₂ 排出量が少ないといった環境配慮性の優位性もあるため、今後さらに主要な方式としての地位を固めていくことが予想される。

2. バリューチェーンにおけるレベル

本事例は海水から淡水を造るための技術を対象としたものであり、そのバリューチェーンを下図に示す。

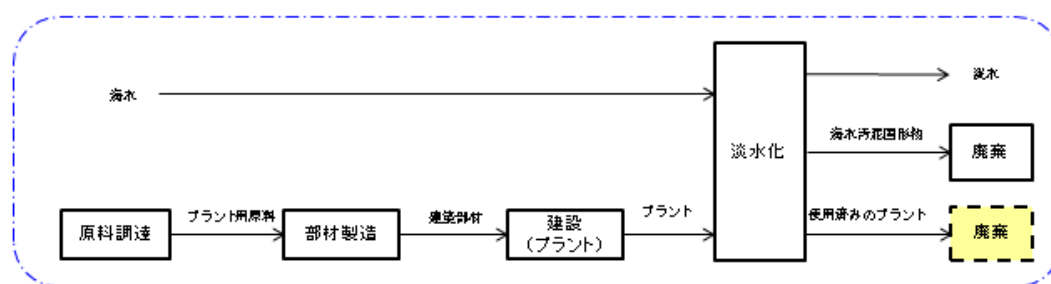


図 51. 本事例のバリューチェーン

3. 製品の比較

本事例は、RO 膜法による海水淡水化技術と蒸発法による海水淡水化技術を対象としたものである。

2012 年に使用されている評価対象技術のシェアは約 80%であり、2020 年においてもこれを維持するものと考えられる。

表 48. 評価対象技術と比較技術

評価対象技術	比較技術
RO 膜法による海水淡水化技術	蒸発法による海水淡水化技術

4. 機能単位

4.1 機能及び機能単位の詳細

本事例は海水を淡水化する技術を比較しており、どちらの製法によっても生産された水の

機能は同じである。機能単位は RO 膜エレメント 1 本分の生涯造水量である 2.6 万 m³ の造水とした。

RO 膜法によって生産された水を使用することによって便益を受けるユーザーは水の利用者である。

- ・機能
淡水の提供
- ・機能単位
水 2.6 万 m³
- ・便益を受けるユーザー
水の利用者

4.2 品質要件

評価対象技術は RO 膜法による海水淡水化技術、比較技術は蒸発法による海水淡水化技術であり、海水から同じ品質の淡水を得る技術である。RO 膜法を使用することによって淡水化を行う際のエネルギー消費量を低減することができる。

4.3 製品のサービス寿命

本事例では RO 膜の使用年数は、平均的な使用実態から 5 年とした。

4.4 時間的基準と地理的基準

CO₂ 排出量の算定に用いたデータは 2009 年のデータを使用した。2020 年の需要については 2016 年の市場予測値を横這いとして用いた。

排出削減貢献量は、対象年(2020 年)1 年間に製造された製品をライフエンドまで使用した際の CO₂ 排出削減貢献量として算定されている。

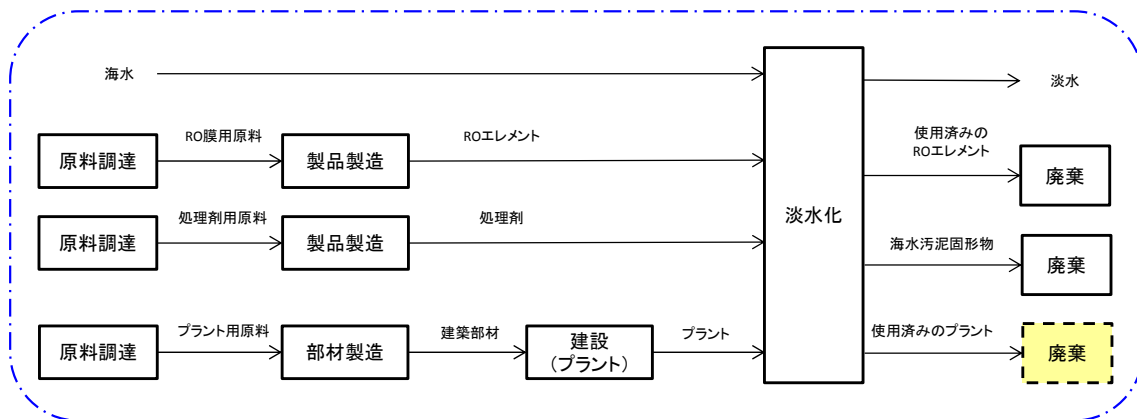
対象地域は世界での使用とした。

5. 算定の方法論

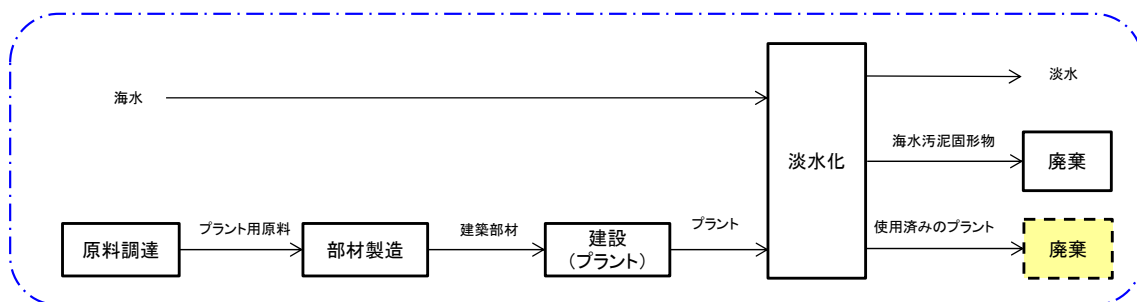
5.1 システム境界

原料の製造から海水淡水化プラントの材料製造、プラント建設、使用(淡水化プロセス)に係る段階を、RO 膜法による海水淡水化技術と蒸発法による海水淡水化技術のそれぞれについて評価を実施した。ただし廃棄に関しては、RO 膜利用による CO₂ 排出量を評価するため、RO 膜エレメントは、産業廃棄物として埋立処分するものとした。また RO 膜エレメント以外のプラント構成材料の廃棄処理に関するプロセス、及び材料の輸送プロセスはシステム境界に含めていないが、それぞれ CO₂ 排出量は相対的に小さく、無視できるレベルである。

【評価対象製品のシステム境界】



【比較製品のシステム境界】



注：本図ではプロセス間の輸送を省略している。

- CO₂排出量を考慮しているプロセス
- CO₂排出量が少なくカットオフしたプロセス
- システム境界

図 52. システム境界

5.2 前提条件

- ・単位導入量

RO 膜エレメント 1 本分の生涯造水量である 2.6 万 m³

- ・使用済み RO 膜エレメントの廃棄

RO 膜利用による CO₂ 排出量を評価するため、RO 膜エレメントは、産業廃棄物として埋立処分するものとした。

5.3 主要パラメータ

CO₂ 排出量全体のほとんどは淡水化プロセスにおけるエネルギー使用に伴う排出である。したがって、CO₂ 排出量全体に与える影響が大きいパラメータは淡水化プロセスの電力使用量と化石資源の使用による熱エネルギー使用量である。

5.4 不確実性と将来的進展シナリオの統合

シナリオ分析：将来何の変化も起こらないと想定(2009年時のCO₂削減貢献量を使用)した2020年のCO₂排出量の算定をベースケースとして行った。

6. 貢献の度合い(重要性)

評価対象技術であるRO膜法による海水淡水化技術は、RO膜が分子レベルでイオンや塩類など水以外の不純物を透過させない性質を使ってライフサイクルで使用されるエネルギー消費量が蒸発法よりも小さく、CO₂排出削減に貢献している。ただし、CO₂排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達から淡水プロセス、廃棄プロセスまでバリューチェーン全体に帰属している。

7. CO₂排出量の算定結果

評価対象製品と比較製品のCO₂排出量を以下に示す。

評価対象製品の造水量2.6万m³あたりのCO₂排出量は52.96t-CO₂、比較製品は335.9t-CO₂である。

●原料調達・プラント製造段階のCO₂排出量

評価対象製品の原料調達からプラント建設段階のCO₂排出量は造水量2.6万m³あたり2.2t-CO₂、比較製品のCO₂排出量は12.4t-CO₂である。

●製品製造(淡水化)段階のCO₂排出量

評価対象製品の製品製造(淡水化)段階におけるCO₂排出量は造水量2.6万m³あたり50.5t-CO₂、比較製品のCO₂排出量は323.5t-CO₂である。

●廃棄段階のCO₂排出量

廃棄段階においてはプラント解体、RO膜エレメント以外の原材料廃棄はシステム境界外としたため算定していない。

評価対象技術の廃棄段階におけるCO₂排出量はRO膜エレメントの廃棄処理において0.15t-CO₂である。

・造水量2.6万m³当たりCO₂排出削減貢献量

評価対象製品と比較製品のCO₂排出量の差から算出したCO₂排出削減貢献量は282.9t-CO₂となる。

表 49. 淡水 2.6 万 m³ 当たり (RO 膜エレメント 1 本分) の CO₂ 排出量と
CO₂ 排出削減貢献量⁶³⁾

単位：トン-CO ₂ /造水量 2.6 万 m ³ (RO 膜エレメント 1 本分)		評価対象技術	比較対象技術
原料調達	RO 膜エレメント製造	0.01	—
	プラント製造	0.1	—
	RO 膜エレメント以外の原材料製造、 プラント建設	2.2	12.4
製品製造 (淡水化)		50.5	323.5
廃棄	RO 膜エレメントの廃棄処理	0.15	—
	プラント解体、 RO 膜エレメント以外の原材料廃棄	(システム境界外)	
合計 (トン-CO ₂ /造水量 2.6 万 m ³)		52.96	335.9
CO ₂ 排出削減貢献量 (トン-CO ₂ /造水量 2.6 万 m ³)		▲282.9	

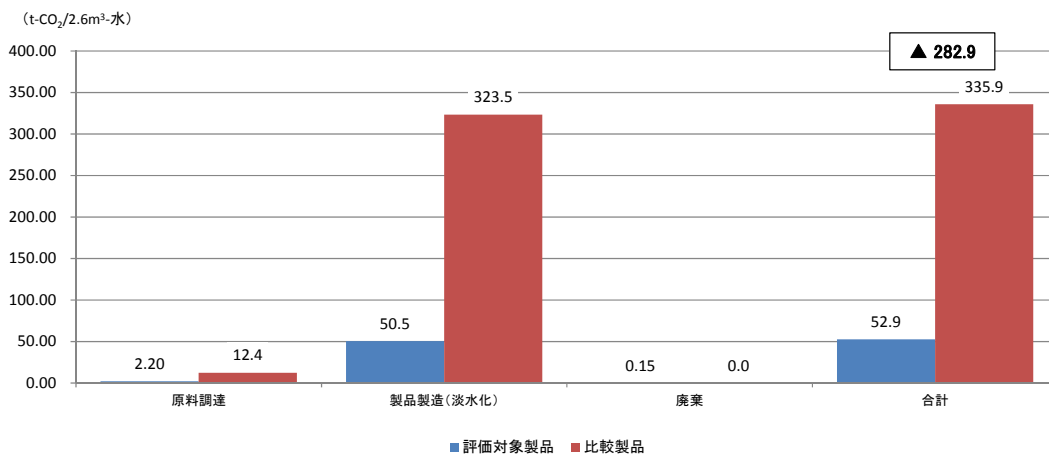


図 53. 淡水 2.6 万 m³ 当たり (RO 膜エレメント 1 本分) の CO₂ 排出量と
CO₂ 排出削減貢献量

8. 今後の予測

世界での導入効果

海水淡水化プラントは日本国内での導入規模は小さく、導入の大半が海外であることから、RO 膜に関しては世界全体での導入効果の評価を行った。2020 年の導入規模に関する客観的な資料がないため、最も近辺のデータである 2016 年の導入規模⁶⁴⁾の資料データ⁶⁵⁾を 2020 年のデータとして用いた。

世界の 2020 年における CO₂ 排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

①淡水化量 2020 年 159 億 m³

2016 年に新たに付加される世界の RO 膜淡水化能力は約 870 万 m³/日である。RO 膜の淡水化量は 5 年間で 159 億 m³ (870 万 m³/日×365 日×5 年間) となる。

②RO 膜エレメントの造水量 2.6 万 m³/本

③RO 膜エレメント需要 2020 年 610 千本

(淡水化量 158 億 7,750 万 m³ ÷ 2.6 万 m³)

④淡水 2.6 万 m³ 当たり (RO 膜エレメント 1 本分) の CO₂ 排出削減貢献量

282.9t-CO₂/本

⑤CO₂ 排出削減貢献量

淡水 2.6 万 m³ 当たりの CO₂ 排出削減貢献量 × RO 膜エレメント需要

= 282.9t-CO₂/本×610 千本

= 172,569kt-CO₂

表 50. 2020 年に世界で建設される海水淡水化プラントによる CO₂ 排出削減貢献量

1) 2020 年の需要予測と CO ₂ 排出削減貢献量		
・ RO 膜エレメント数需要	(千本)	610
・ RO 膜エレメントによる CO ₂ 排出削減量 差分 (t-CO ₂ /本)		▲282.9
2) CO ₂ 排出削減貢献量	(万 t-CO ₂)	▲17,257

淡水 2.6 万 m³ 当たり (RO 膜エレメント 1 本分) の CO₂ 排出量は 52.96t-CO₂ であり、RO 膜エレメントの需要は 610 千本であることから、評価対象製品の CO₂ 総排出量は 3,231 万 t-CO₂ (52.96t-CO₂/本×610 千本=32,306 kt-CO₂) となる。

9. 調査の限界と将来に向けた提言

本事例は生涯造水量 2.6 万 m³ タイプの RO 膜エレメントによる海水淡水化技術と蒸発法による海水淡水化技術を評価しており、2016 年の需要予測を横這いとして設定した 2020 年の CO₂ 排出削減貢献量を算定したものである。したがって比較対象技術が異なるケース、処理能力が大きく異なる設備については個別の評価が必要であり、その結果によっては CO₂ 排出削減貢献量の算定結果が異なる。

【参考文献】

63) 東レ(株)提供データ 2010年度推定

64) Desalination Markets 2010, P54

65) 産業競争力懇談会報告書

「水処理と水資源の有効活用技術【急拡大する世界水処理市場へのアプローチ】」（2008年3月18日）