

提出先： 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO） 水素製造技術関連部門 御中

提出者： 古野伸夫（京都大学工学博士 1869 号）

260712

所属：トリチウム水クラスター懇話会（2020 年より大阪駅前第 2 ビル 6 階、大阪公立大学文化交流センター、小セミナー室、他にて開催の市民団体） 主宰： 東電(株)、三菱総研の公募、
[アルプス処理水対策] に多数回応募して <http://www.fineclay.co.jp/> に掲載

経歴：元(株)ファインクレイ（2018 年清算済）創業者・代表、 湿式分級・水簸事業、 粉体工学会誌 32, 644（1995）。 元(株)日本ペイント勤務（電着塗装・防錆技術担当、水素透過関連技術を経験） 1985 年 学位論文「電着塗装の電気化学的研究」

住所：〒660-0063 兵庫県尼崎市大庄北 1-3-8 連絡先：090-3928-1348 /
furuno.nobu@gmail.com

1. 提言の名称

軽水リッチ水・円筒型隔膜電極・薄積層旋回流を基盤とした「水電解コスト」の本質的低減

2. 提言の要旨

本提言は、既存の水電解技術が抱える構造的な非効率（重水 150ppm 混在水の電解、平板積層電極による電力線集中、電極温度上昇、気泡滞留、高圧水素直接生成の過大要求）を解消し、既存技術の再構成によって水電解コストを本質的に低減する方法を示すものです。

提案する技術体系は以下の三本柱から構成されます。

1. **軽水リッチ水の利用（RO／FFOF／薄積層旋回流ピタクロンズ）** → 電解反応速度向上、気泡離脱改善、電力消費低減
2. **円筒型隔膜電極（電着塗装で国際標準）の採用** → 気泡滞留の解消、電極有効面積の最大化、温度調整可能、装置の大型化が容易
3. **連通管構成による気泡非生成型電解槽** → 電極表面での気泡発生を抑制し、気体成分採取効率を根本的に改善

これらはすべて既存の産業装置・膜技術・電極技術で構成可能であり、新素材や新規設備を必要としません。軽水素製造は、1 企業・1 業種・1 国が独占できる領域ではなく、国際的に取り組むべき喫緊課題です。軽水素社会の基盤となる「水電解コスト」の大幅低減に資するものとして、検討をお願い申し上げます。

3. 提言の背景

3-1. 現行水電解方式の構造的非効率

平板型積層電極の問題点

- 平板の角部位に電力線が集中し、重水（150ppm）の分解が不問となっている
- 電極温度上昇が軽視され、電気抵抗が増加
- 電極表面に気泡が滞留し、有効面積が減少
- 装置大型化に多大な経費
- 高圧水素を直接生成するための過大要求が不問

重水混在水の電解

天然水には約 150ppm の重水（ D_2O ）が混在しており、軽水素（ H_2 ）に比べて重水素（ D_2 ）の生成は以下の問題を生じます。

- 電解反応速度の低下
- 必要加電圧の上昇
- 気泡離脱の悪化
- 電力消費の増加

社会的影響

これらの構造的非効率により「電解水素は高価である」という社会的認知が固定化し、脱炭素の実現可能性に疑念が生じています。

4. 提言内容（技術体系の詳細）

4-1. 軽水リッチ水の積極的利用（RO／FFOF／ピタクロンズ）

軽水リッチ化の原理

RO 膜・UF 膜による浸透ろ過では、軽水（ H_2O ）が浸透しやすく、重水（ D_2O ）が残留しやすい。この性質を利用し、圧力ろ過を排除して浸透ろ過を強調する構成を提案します。

- 既存の RO 膜カートリッジを活用して開始可能
- 水頭を利用した正浸透強調型 FFOF（Final Frontier Osmosis Filtration）へ段階的移行

- ピタクロンズ（複合複式カスケード求心沈降分離）を組み合わせ、軽水比率を段階的に、格段水準に高めうる

実装性

R0 膜は海水淡水化設備向けに大量生産されており、FFOF は既存浸透ろ過装置の転用が可能。ピタクロンズの連通管構成は特許 4495918・6666176 に基づく公開技術です。

4-2. 円筒型隔膜電極の採用（電着塗装で国際標準）

技術の原点

円筒電極は、日本ペイント㈱における電着塗装黎明期（1969 年）の研究が原点であり、同心軸に隔膜を設けたエレメント製品として自動車産業で国際標準となっています。

水電解への転用効果

- 隔膜室内液を外部タンクと循環させることで気泡滞留が起きにくい
- 円筒電極管内から電解液を注入でき、電極温度を制御可能
- 電極表面の上昇流が気泡を速やかに除去し、有効面積を常に最大化
- カートリッジ増設により、装置の大型化が容易

5. 期待される効果

- **水電解コストの本質的低減** 設備投資・営業経費の両面で大幅な削減が可能
- **余剰電力の有効利用** 太陽光発電の出力抑制問題を解決し、ペロブスカイト太陽電池など新技術の普及を後押し
- **地域内水素循環モデルの実現** 軽水リッチ水 → **軽水素ガス生成を旗印**に、地域電力網・ガス事業との統合が可能
- **水素社会の早期実装** 「水素は高価」という社会的認知を転換し、脱炭素化・「**軽水素社会**」を加速

6. 結論

水電解は本来高価ではなく、現行方式が非効率なだけです。既存技術の再構成により「水素製造コスト」は根本的に低減でき、水素社会の基盤整備に大きく寄与します。本提言について、ぜひご検討をお願い申し上げます。