

260212 ① 軽水リッチ水 × 円筒型隔膜電極による水素製造の新システム

－ 平行平板型電極の限界を超える三位一体の構造革新 －

トリチウム水クラスター懇話会 主宰 古野伸夫

1. はじめに:水電解の“構造的限界”が水素社会のボトルネック

現在主流の平行平板型電極は、

- 電流分布の偏り
- 気泡滞留による過電圧増大
- スケールアップ時の性能劣化

といった構造起因の欠陥を抱えています。

材料や触媒を改良しても、構造的欠陥が改善効果を相殺してしまい、「水」の電解そのものの本質的な進歩が阻まれていると考えます。

2. 本提案:三つの構造革新を統合した“軽水電解システム”

本提案は、以下の三技術を統合し、

気泡ゼロ化・過電圧低減・電極寿命延長・軽水リッチ化

を同時に達成する新しい水電解システムです。

① 円筒型隔膜電極 (Cylinder Membrane Electrode)

水性塗料の電着塗装で国際標準となっている円筒型隔膜電極を水電解に応用。

主な効果:

- 形状として明白で、電流分布が自然に均一
- 循環電解液が垂直に上向き、気泡が電極側面から自然離脱 → 過電圧低減
- 円筒内部の通液冷却により、さらに過電圧低減
- 隔膜電極室の気密化が容易 → 水素ガスの取り扱い安全性が向上
- 軽水が優先的に分解され、重水濃縮の可能性を現場感覚で認識
- ユニット化製品が既に存在し、大規模施設にも柔軟対応

② 複合複式カスケード型求心沈降分級装置「ピタクロンズ」

円筒型電極の循環槽に「ピタクロンズ」を組み合わせることで、**電解液の質を根本から改善**します。主な効果：

- 気泡ゼロを徹底した新鮮な電解液を上向流で安定供給 → 過電圧を確実に低減
- 求心沈降濃縮液を上段へ汲み上げる独自技術(パスカルフィルター)
- 特許(4959018、6666176)に基づく**薄層旋回流の剪断効果**で軽水リッチ化
- 水分子クラスターの剪断分別が促進され、軽水リッチ水の選別がさらに進む
- 電磁攪拌・羽根攪拌とは**全く異なる新しい電解環境**を形成
- 求心沈降は**大型化するほど強力で**、ALPS 処理水 100 万トン級を千 t タンク水深 10m 以上で処理し、水素同位体の分別を提案中(資料に掲載)

③ 炭素階層構造 (Carbon Hierarchical Layer) 電極

多孔質炭素 → 中間層 → CNT／グラフェンの三層構造。主な効果：

- 多孔質炭素で反応面積を最大化
- 中間層で電子伝導を安定化
 - CNT／グラフェンで触媒効率を最大化
- 金属劣化を抑制し、電極寿命を延長

3. 軽水リッチ水 × 電解の相乗効果

「ピタクロンズ」と FFOF (Final Frontier Osmosis Filtration) を組み合わせることで、**軽い成分の分別採取を定量化し、軽水リッチ化を加速**します。

- 沈降速度 v (m/h) で浄化度を評価
- 越流法では扱えない PFAS 規制値 (50 ng/L) の希薄域に対応 (別途提案)
- 越流堰・堤防の損傷回避など、治水・防災にも波及効果 (別途詳細提案)

軽水リッチ水の電解は、**過電圧低減と反応効率向上を同時に実現**する。

4. 期待される成果：水素製造コストを 20～35%削減

三つの構造革新を統合することで、

- 過電圧の大幅低減

- 気泡ゼロ化による反応効率向上
- 電極寿命の延長
- 軽水リッチ水による電解効率の向上

が同時に進み、水素製造コストは 20～35%削減。

さらに、自主的な技術競争の進展により、
50%以上の飛躍的削減も視野に入ります。

※開催案内

大阪駅前第2ビル6階 大阪公立大学文化交流センター(セミナー室等)

問い合わせ: furuno.nobu@gmail.com

資料: <http://www.fineclay.co.jp/>