

背景

水素製造用水電解装置の普及に伴う
イリジウム（触媒）の不足・価格高騰

- Ir価格 5,000円/g(2019年)
→20,000円/g以上

新規水電解酸素発生触媒IrMnOxの発見
(2018～2022年度NEDO事業*)

- Ir量を95%以上削減**
- IrはMnO2内で高分散、高活性
- 高活性な6価Irを形成**

*「水素利用等先端研究開発事業／水電解水素製造技術高度化のための基盤技術研究開発／非貴金属触媒を利用した固体高分子型水電解の変動電源に対する劣化解析と安全性向上の研究開発」（受託：国立研究開発法人理化学研究所、再受託：東ソー株式会社、日本カーリット株式会社、プラザー工業株式会社）
**Science 384, 6696, 666-670 (2024)

IrMnOx構造

セル構造

Pt担持カーボン

IrMnOx@PTL

カソードPTL (カーボンペーパー)

膜-電極接合体 (MEA)

PEM:Nafion®-115

Pt担持カーボン(カソード触媒)をPEMに塗布

開発目標

IrMnOxの工業化検討

- 大型化 (1x1cm→10x10cm)
- IrMnOxに適したセル設計
- IrMnOxに適した運転方法設定

成果 1：開発触媒の作用機構

Ir-Mnの相互作用

- 微視的にはコアシェル構造であることを確認
- MnO2がIrを高活性化、シェル部の高Ir/Mn比が溶出を抑制と推定

酸素発生
2H2O → O2 + 4H+

● Surface Ir atoms
● Bulk MnO2

粒子サイズ 20 nm

厚さ2 um

Nafion membrane

Pt/Ti mesh

成果 2：触媒スケールアップ

10x10cm触媒作製、電解セル評価へ (成果3)

- Ir価数 偏差少を確認 (5.77±0.26)
- 電流密度 偏差少を確認 (2680~3300mA/cm2)

成果 3：セル設計

セルの大型化(4×4cm、10×10cm触媒用)と IrMnOxに適したセル設計

- 本触媒はPEM膜との面圧制御が重要であること明らかにした
- セル構造の最適化により、2～3.5A/cm2@2Vの電解セル性能が得られ、大型化してもIrO2系電解セルと同等性能を確認
- 高電流密度特性に優れた水電解セル
- 1000時間の耐久性を確認 (1.5A/cm2@80℃)

成果 4：運転方法設定

変動電源・定常電源評価

- 30 secごとの矩形繰り返し低・高電圧変化による最高電流変化評価
- 一定電圧印加による電流変化評価
- 1.4 - 1.8 (1.9) Vの電圧範囲であれば安定動作することを確認

見通し・課題

- 製法、セル設計技術、運転方法の基礎技術を確立した。
- 開発触媒は公知Ir酸化物よりも高活性・高耐久性であり、省Ir触媒として有望。東ソー株式会社・株式会社カーリットでそれぞれ事業化を検討中。