

NEDO水素・アンモニア成果報告会2025

発表No.P1-8

燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業

／水素利用等高度化先端技術開発

／アニオン膜型アルカリ水電解セルの要素研究と実用化技術の確立

団体名：国立大学法人山梨大学、タカハタプレジジョン(株)、日本化学産業(株)、パナソニックホールディングス(株)、富士電機(株)

発表日：2025年7月15日

事業の最終目標と成果・進捗概要

開発体制

項目	最終目標	成果・進捗概要
① アニオン膜・イオノマーの高性能化・高耐久化と量産技術	高アニオン導電率、機械強度、アルカリ安定性、気体透過性、水透過性、を併せ持つアニオン膜・イオノマーを開発する。また、本研究で開発するアニオン膜・イオノマーの量産技術と薄膜形成能の改善を行う。	アニオン導電性高分子およびその親水性酸化物複合膜を作製し、高アニオン導電率を達成した。高品質なアニオン膜・イオノマーの量合成およびロール製膜に成功した。
② 非貴金属触媒の高性能化・高耐久化と量産技術	現状の貴金属系触媒と同等以上の活性、耐久性を併せ持つ非貴金属系酸素発生触媒および水素発生触媒を開発する。また、本研究で開発する非貴金属系触媒の量産工程を確立する。	高活性なNiFeO系の酸素発生触媒および水素発生触媒の開発に成功し、その活性向上因子を明らかにした。それら触媒の量合成を達成した。
③ アニオン膜型アニオン膜型アルカリ水電解MEAの設計と高性能化・高耐久化	本事業で開発されたアニオン膜・イオノマーと非貴金属触媒を組み合わせたMEA構造の最適化を行い、電解性能としてセル電圧1.7 Vにて2 A/cm ² の電流密度、1000時間の耐久性を達成する。	本プロジェクトで開発したアニオン膜・イオノマー・非貴金属アノード触媒を用いて高性能・高耐久なアニオン膜型水電解セルを達成した。触媒塗布方法を検討し、膜電極接合体(MEA)の大判化に成功した。
④ アニオン膜型アルカリ水電解セルの構築とスタック化の検討	アニオン膜型アルカリ水電解セルの大判化のための課題抽出を行う。また高温(〜80℃)かつ低濃度のアルカリ環境(〜1M KOH)、酸化雰囲気・還元雰囲気に耐えるセル構成を明らかにする。	中規模サイズのMEAの作製と単セル特性評価に成功した。さらに、中規模サイズMEAのスタック化を行い、単セルと同程度の性能を得ることができた。

委託
NEDO
国立大学法人山梨大学 ①②③④
タカハタプレジジョン株式会社 ①
日本化学産業株式会社 ②
パナソニックホールディングス株式会社 ③
富士電機株式会社 ④

①アニオン膜・イオノマーの高性能化・高耐久化と量産技術

QC6BA (高気体透過性アニオンイオノマー)

新型電解質膜QBM-2.1がアルカリ耐久性1325時間を達成

親水性酸化物の担持により、導電率の大幅な増大を達成

混合溶媒と高温乾燥の併用の検討

乾燥時間短縮のための方針

①良溶媒+低沸点溶媒の混合溶媒を使用

②乾燥温度の高温化

懸念点

・分解が生じないか(特にイオン基)

・良好な高次構造が形成できるか

評価用サンプルの作製

30cm

21cm

作製した膜は、CCM作製・セル評価に使用

時間をかけて安定した品質を達成、品質を保持したまま製造速度を向上

②非貴金属触媒の高性能化・高耐久化と量産技術

HER活性を大幅に向上 メカニズムを検討

HER律速反応の促進 (DFT計算からの予測)

結果: HER活性向上

HER活性向上

現状触媒よりP t 担持量削減、活性は向上

逆スルーパーによる水素生成促進

ポイント1) 酸素欠陥にてH₂O/OH吸着・H生成

ポイント2) 金属サイト等へH原子の逆スルーパー

酸化物層形成(②最表面)が重要

高活性触媒

低活性触媒

蛇媒表面制御 (熱処理条件検討)

活性2倍向上 (vs.初年度)

3倍向上 (vs.市販触媒)

表面酸化物による水吸着促進

逆スルーパー活用

OER活性を大幅に向上 メカニズムを検討 実用濃度の電解質

NiO/NiFeOxのOER活性比較

・OER活性向上

NiOナノ粒子担持・熱処理検討

従来触媒よりOER活性5倍向上

低濃度アルカリにて高活性維持

…実用触媒として重要

各電解質でのOER評価

OER活性の電解質濃度依存性

Ni/NiFeO

NiFeO

OH coverage

②触媒化熱処理

量合成のポイント

・品質を制御する因子の抽出と最適化

・製造中、製造後の触媒品質の安定化

・スケール因子に直結する製造パラメータの定量化

量合成したNiFeOx触媒(数百g/バッチ)

RDE触媒活性評価

非貴金属触媒(NiFeOx)を100g/日以上に安定に量合成する技術の確立

触媒作製フロー

原料調査

前駆体合成 (量合成技術確立済)

①前駆体後処理

②触媒化熱処理

量合成した前駆体

①前駆体後処理

量合成のポイント

・スケールアップに伴う粒子粗大化の抑制

→効果的な前駆体の後処理技術を確立

NiFeOx触媒微粒子の収率を大幅に向上

③アニオン膜型アルカリ水電解MEAの設計と高性能化・高耐久化

初期性能

起動停止加速耐久試験

耐久試験後性能

高負荷⇔電解停止サイクル

分極曲線

iR-free Tafelプロット

セル抵抗変化

連続電解：セル電圧@1.0 A cm⁻²

大判化：ダイコーター塗工プロセス検証

項目	FY24目標値	最終
インク化プロセス	インク粘度 100 cps以上	132 cps ○
	分散安定性 60min 以上	180min ○
	塗布面積 10cm×10cm	10cm×10cm ○
塗工プロセス (ダイコーター塗工)	担持量バラつき ±15.0%	±11.4% ○
	電解性能 (1cm×1cm) 1.7V @2.0A/cm ²	1.7V @2.0A/cm ² ○

インク化プロセス

塗工プロセス (ダイコーター)

電解性能@1V初期特性

・NiFeOxアノード触媒とQPAF-4電解質膜およびアイオノマーの構成で、目標劣化率を達成

・1cm²セルサイズではあるが、PEMWEの電流密度目標3A/cm²よりも高い電流密度4A/cm² & 起動停止模擬耐久試験で開発触媒と電解質材料の高い耐久性能が検証できた。

④アニオン膜型アルカリ水電解セルの構築とスタック化の検討

H₂O利用率影響評価 (カソードドライ、25cm²)

1mL/min時の過渡応答曲線

5セルスタック写真

Sim.によるスタック内圧力分布計算例

Sim.によるセル間流速ばらつき

今後の見通し

社会実装

要素材料・技術 基礎研究・開発

山梨大学

2023〜2024年度

2025年度〜2029年度

スタック/水電解システム 研究開発

社会実装 実証研究

社会実装

サポート体制

・研究開発の指針を示すFCCJ、FC-Cubicなどの団体

・開発事業を推進する業界 (JH2AのサブWG) 等

連絡先：国立大学法人山梨大学

TEL: 055-220-8618