

研究目的・概要

アカデミア3者と企業3者が共同でAEM水電解大規模システム構築のための基盤技術確立を目指す。具体的には大型スタック用大面积セル開発を視野に入れ、水電解装置の心臓部となるMEA(電解質膜-電極接合体)の開発に重点を置き、MEAの高性能化に資する電解質膜や電極触媒の開発、電極構造の最適化を行い、さらにMEA大面积化に関する技術開発を行う。またMEA部材の事業化に向けた指針を策定するためフィジビリティスタディを実施する。本事業で開発した大面积MEAは事業外スタックメーカー協力のもと評価を行い、2030年頃までの事業化を目指した開発を実施する。

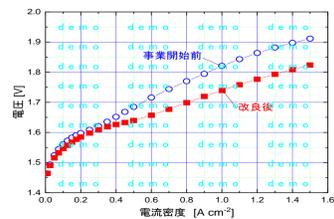
実施項目	担当
1. AEM水電解セル高機能化に関する研究	
1-1 AEM水電解機構の解明とセル部材最適化	産総研
1-2 非貴金属系触媒の開発	産総研
1-3 カソード触媒形成用電気化学反応プロセス開発	早大
1-4 アノード触媒形成用電気化学反応プロセス開発	早大
1-5 アノード気泡制御技術の開発	北大
1-6 アニオン交換膜物質移動特性解析	北大
1-7 アニオン交換膜およびアイオノマの高機能化	トクヤマ
1-8 アノードPTLおよびPTEの開発	デノラ・ペルメレック
1-9 カソード触媒塗工技術の開発	TOPPAN
2. AEM水電解中型スタック用MEAの開発	
2-1 小型セル・スタックを用いた課題抽出	産総研
2-2 中型セル用MEA開発と中型セル・スタックを用いた性能評価	全機関
3. AEM水電解大面积セル構成部材の事業化に向けた指針策定	
3-1 大面积セル構成部材の事業化に向けた指針策定	全機関

主要研究目標

MEA高性能化により事業開始時性能(約1.90V@1.5A/cm²)に対して膜抵抗 : 30mV以上減@1.5A/cm² アノード活性化過電圧 : 30mV以上減@1.5A/cm² 濃度過電圧 : 70mV以上減@1.5A/cm² 合計 : 120V以上減@1.5A/cm² の性能向上を図り、
小型セル(25cm²)において電解性能 : 1.80V以下@1.5A/cm² 中型セル(200~300cm²)において電解性能 : 1.80V以下@1.4A/cm² を実現する。

1-1. AEM水電解機構の解明とセル部材最適化【産総研】

カソード触媒材料および構造の最適化を行い、小型セル(25cm²)において、アノードに1wt.%-KOH溶液(pH13.2)を用い、カソードドライ運転条件下で約1.83V@1.5A/cm²の性能を実現した。(右図i-V特性比較)



1-2. 非貴金属系触媒の開発【産総研】

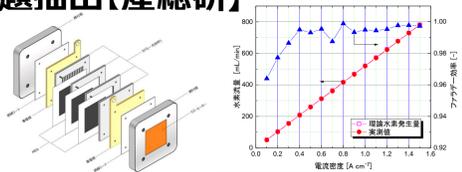
図左：触媒未担持 右：FeNi系触媒担持後



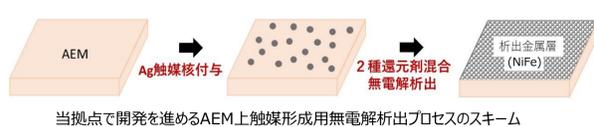
FeNi系触媒の開発に取り組み、アノード過電圧202 mV@10 mA cm⁻²を達成(2023年度目標：200 mV@10 mA cm⁻²)

2-1. 小型セル・スタックを用いた課題抽出【産総研】

小型セル(25cm²)の3セル・スタックにおける電解試験を実施し、単セル時と概ね同じ電解性能であり、ファラデー効率も99%以上であることを確認した。(右図ファラデー効率実測値)



1-3, 1-4. カソード/アノード触媒形成用電気化学反応プロセス開発【早大】

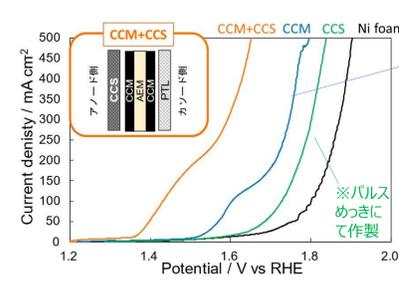


当拠点で開発を進めるAEM上触媒形成用無電解析出プロセスのスキーム

・アイオノマー(バインダー)フリーの高密着性/高密接の助触媒を形成可能
・非PGM利用プロセスを確立しカソード触媒への適用可能性を検証済

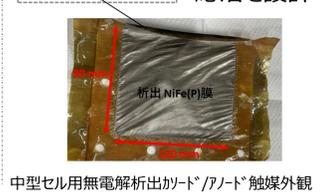
年度課題：アノード触媒への適用可能性の検証、及びCCS触媒との併用による性能向上の検証

■ アノード助触媒としての性能評価



■ 中型セルへの展開

中型セル用触媒形成無電解析出反応浴を設計



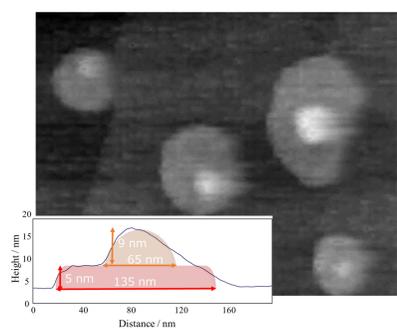
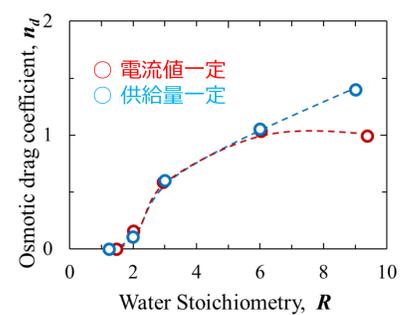
無電解析出NiFeのアノード適用可能性、及びCCS触媒との併用による性能向上を実現

1-5. アノード気泡制御技術の開発【北大】

1-6. アニオン交換膜物質移動特性解析【北大】

水量論比と電気浸透流の関係

高速AFMによるナノバブル観察



供給水量が十分なとき、OH⁻に配位する水分子数は約1~1.5であった。一方、供給水が電解消費量の3倍を下回ると、配位分子が急激に低下した。

高速AFM観察により、陽極電位では2層からなる、複雑なナノバブル形態に成長することが分かった。

1-7. アニオン交換膜およびアイオノマの高機能化【トクヤマ】

2-1. 中型セル用MEA開発と中型セル・スタックを用いた性能評価

3-1. 大面积セル構成部材の事業化に向けた指針策定

ドライカソード運転に適した膜材料の設計、試作、検証を進めている。また、他参画機関とともに中型セルへのスケールアップに必要なMEA設計検討を進めている。

特に、AEM型水電解に用いるアニオン交換膜は、セル性能と耐久性を両立する必要があるが、各要求性能は密接に関連しており、それらを高度にバランスした材料の設計、開発を進めている。

1MWクラスのユーザーを想定して大面积AEM型水電解システム、同面積PEM型水電解システムおよび小面積AEM型水電解システムのプロセス設計を行っている。

それぞれのコスト試算をすることで、大面积AEM型水電解システムの競争力を評価し、大面积セル構成部材の事業化に向けてより高い優位性を実現するための要件を検討する計画である。

FS前提条件

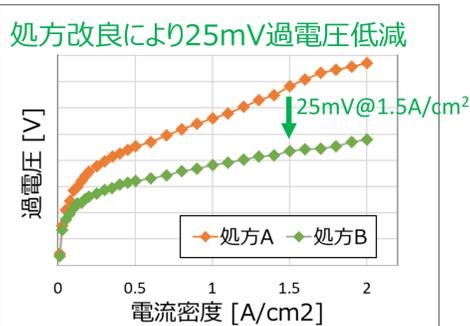


要求特性向上
・耐久性
・OH⁻伝導性
・水素バリア性
・水透過性

	セル面積	アノード触媒
大面积AEM	約900cm ²	CuCo系, FeNi系
大面积PEM	約900cm ²	Ir系
小面積AEM	約100cm ²	CuCo系, FeNi系

1-8. アノードPTLおよびPTEの開発【デノラ・ペルメレック】

目標：200~300cm²において、30mV@1.5A/cm²の過電圧低減
課題：大型化・高性能化に向け最適な触媒層形成のためのインク処方・塗工条件の最適化



面内ばらつき±3%を確認した

標準触媒にて大面积の基本製作条件を確立した産総研開発触媒を適用することにより更なる性能改善を狙う

1-9. カソード触媒塗工技術の開発【TOPPAN】

➢電解質膜への直接塗工にて標準的なカソード電極触媒層の作製手法を提案する。
➢電解性能として触媒の活性を最大限に引き出すことを目標に、触媒/導電材/アイオノマーの組成や、触媒インクの分散手法・条件等の調整プロセスの最適化検討を行う。

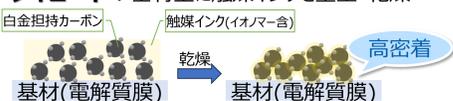
23年度目標

25cm²サイズの触媒担持量均一性：<3.0%

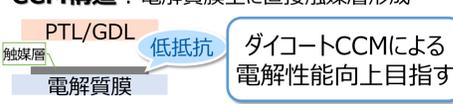
24年度目標

・貴金属使用量：20%削減
・カソード活性化過電圧：<150mV@1.5A/cm²

ダイコート：基材上に触媒インクを塗工・乾燥



CCM構造：電解質膜上に直接触媒層形成



23年度の目標達成