

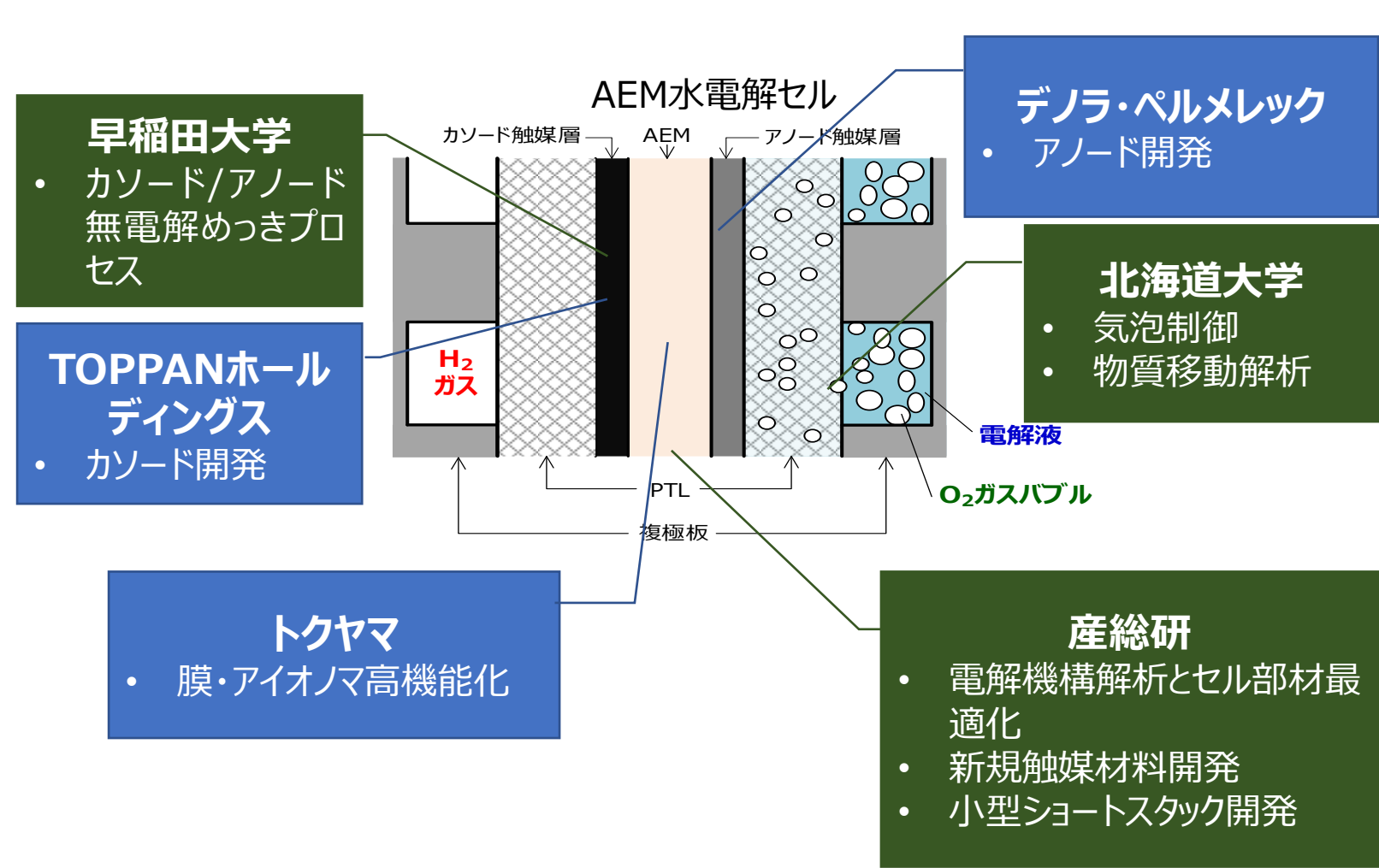
燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業
／水素利用等高度化先端技術開発／アニオン交換膜水電解装置の大面积化に備えたMEA開発

団体名：産業技術総合研究所，早稲田大学，北海道大学大学院，(株)トクヤマ，デノラ・ペルメレック(株)，TOPPANホールディングス(株)
発表日：2025年7月15日

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

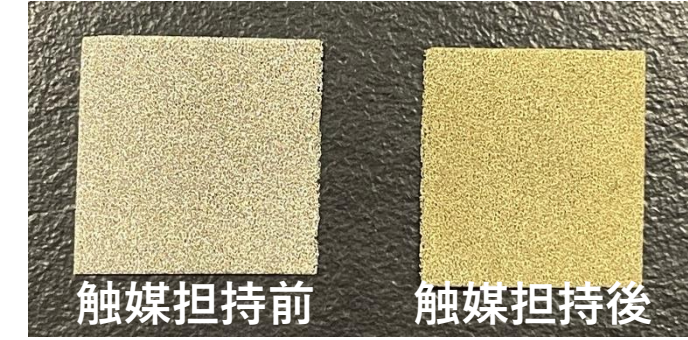
小型セル(25cm²)において
電解性能：1.80V以下@1.5A/cm²

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】

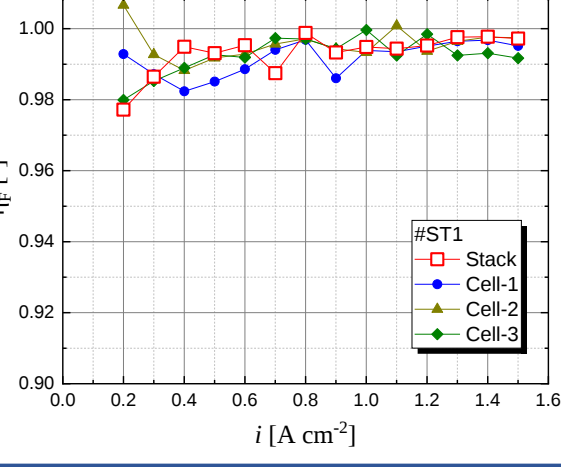
複極板(BPP)材料選定のため連続運転(1,000h)前後のセパレータ観察
→・Ni基板およびNi被覆銅材をセパレータ材料に使用。
・連続運転前後のSEM-EDX解析においては、両材料ともに顕著は腐食劣化は観察されず。
・連続運転中の電圧，抵抗挙動もほぼ合致した。

1-2. 非貴金属系触媒の開発【産総研】



PTL上に触媒を直接担持したFeNi系アノードの開発に取り組み，セル電圧1.79 V@1.5 A cm⁻²を達成（事業目標：1.80 V@1.5 A cm⁻²）
1000サイクルの起動停止試験で電圧上昇<1%であることを確認

2-1. 小型セル・スタックを用いた課題抽出【産総研】

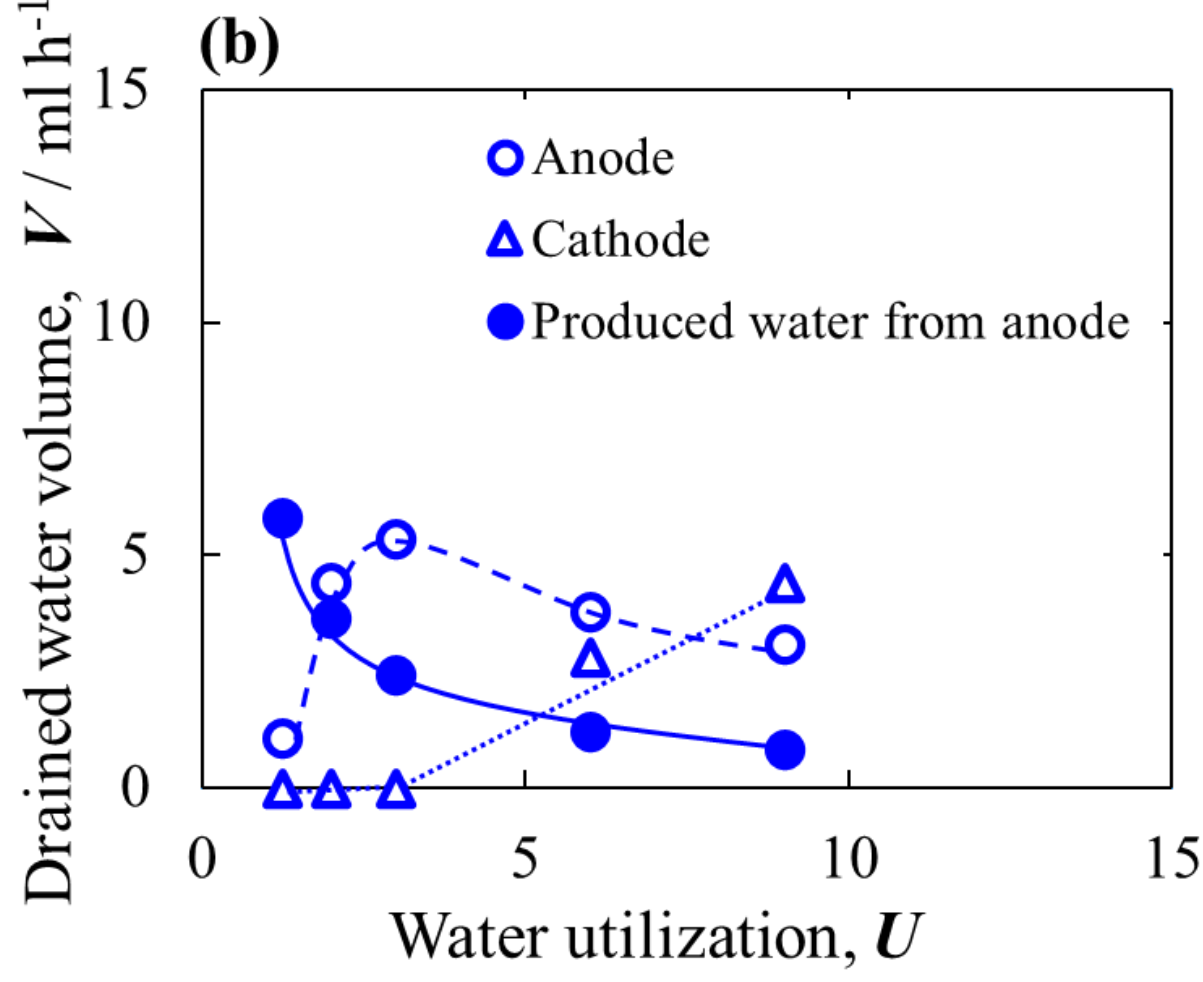


漏れ電流を定量化するため小型セル(25cm²)を用いた3セルショートスタック運転試験を実施
・健全なセル・スタックではファラデー効率はおおよそ99%以上を維持できる。
・3セル中1セルに膜の損傷が発生した場合には，スタックの電解性能やファラデー効率からそれを判断するのは困難。O₂中H₂濃度の測定は必須か

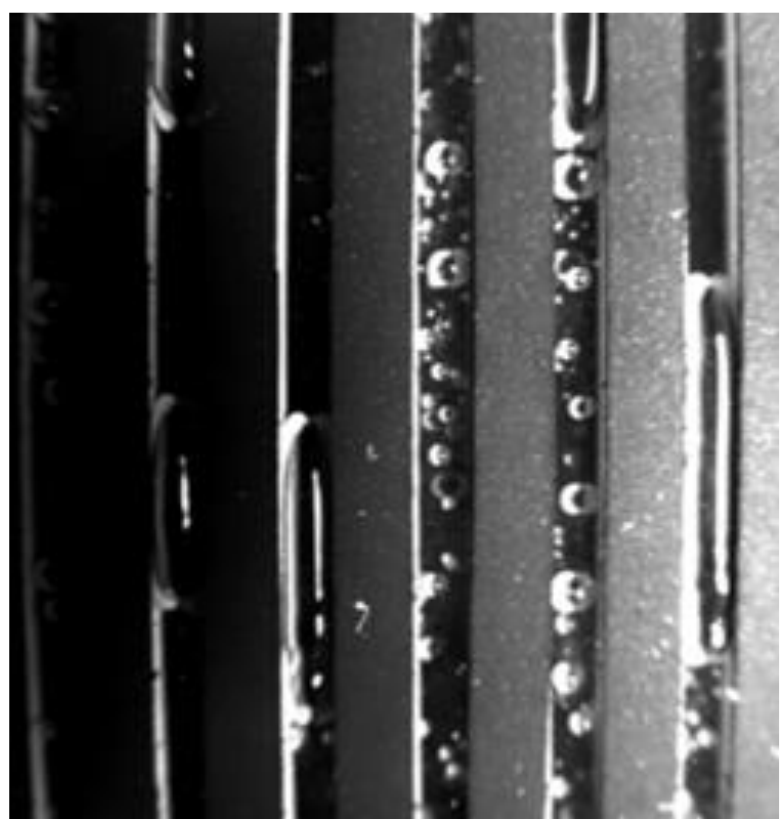
1-5. アノード気泡制御技術の開発【北大】

1-6. アニオン交換膜物質移動特性解析【北大】

水量論比と排出量の関係



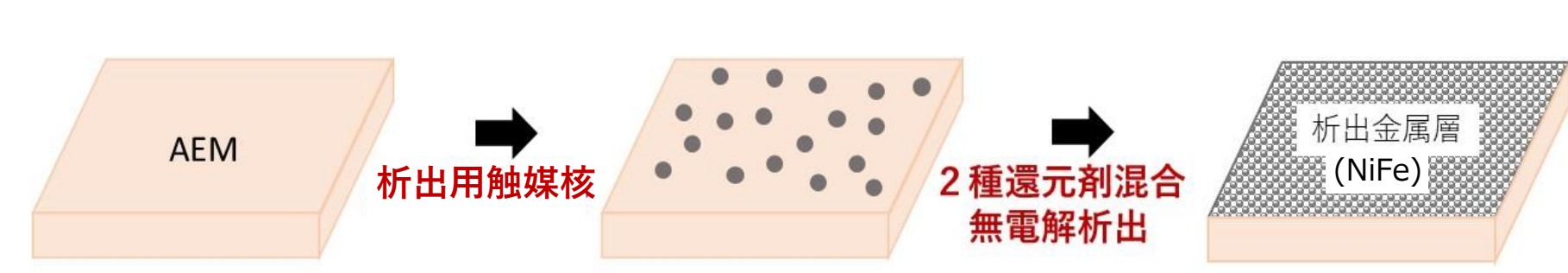
流路内の挙動



セルに供給する電解液量を一定にし、電流密度を増加させると（Uが低下方向）、逆拡散の影響によりアノード排液量が顕著に低下した（U<2）。

カソード流路内の気液混相流を観察した。水量論比を変化させることで、様々なマクロスケールの気泡発生が観察された。

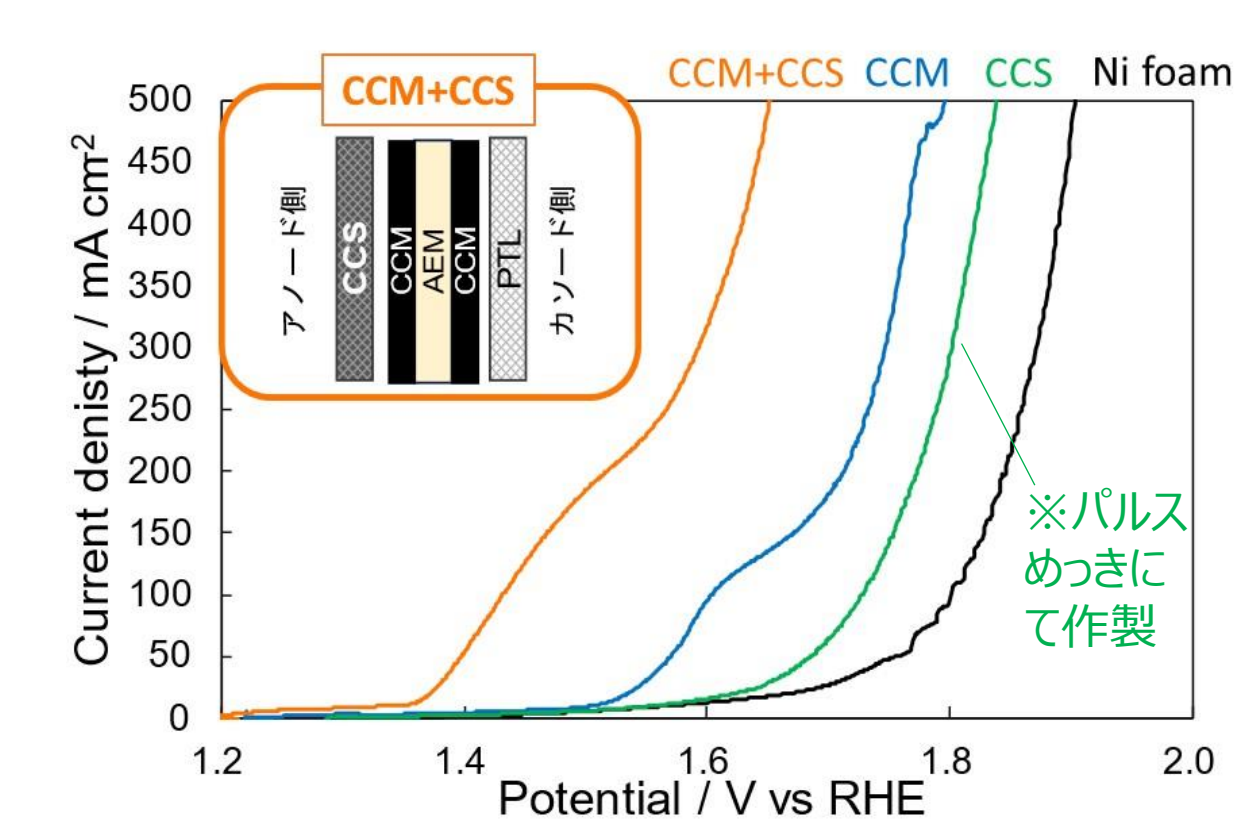
1-3, 1-4. カソード/アノード触媒形成用電気化学反応プロセス開発【早大】



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

課題：アノード触媒への適用可能性，CCS触媒との併用による性能向上の検証，及び面積拡大

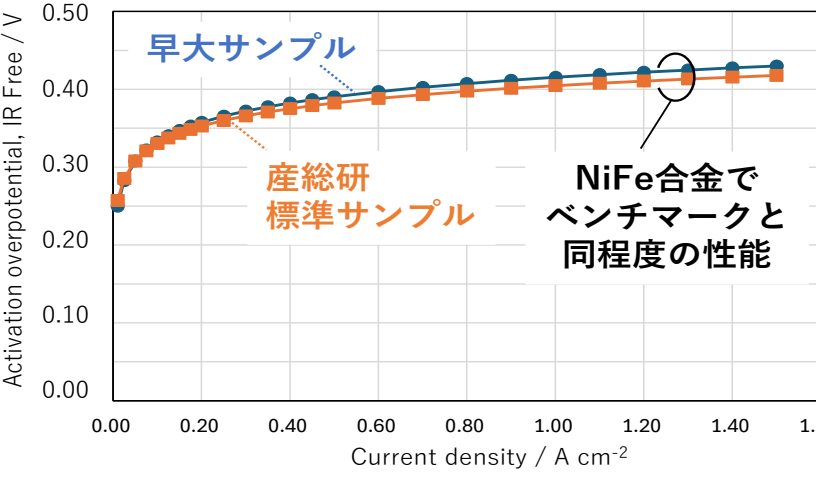
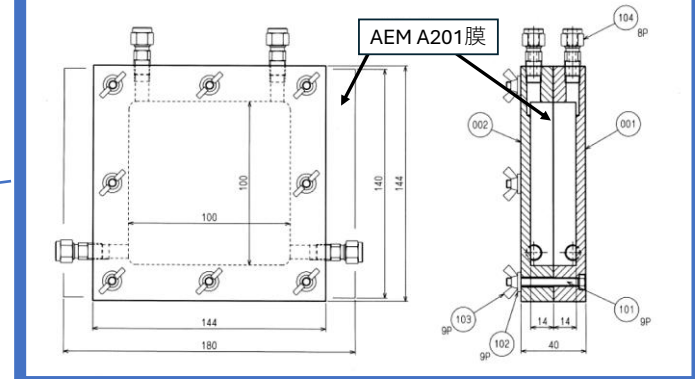
■ 触媒性能評価



CCS触媒との併用による高性能化を実現

■ 中型セルへの展開と複合触媒層形成

中型セル用触媒形成無電解析出反応浴を設計

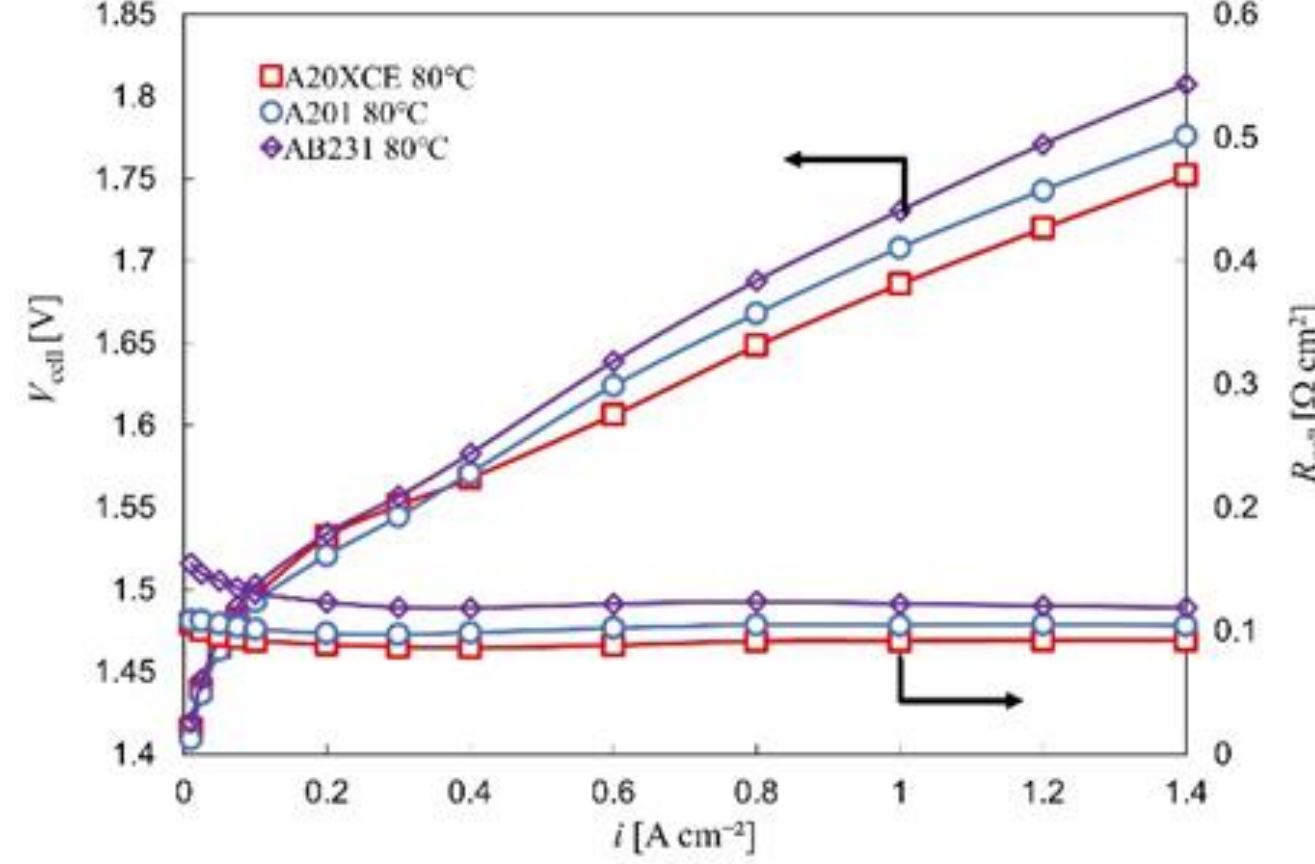


・AEMを隔膜にした2室型電解液連続供給式の反応浴を設計して膜形状を制御。
・塗工製触媒層（TOPPAN製）と複合化，性能を実証。

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】

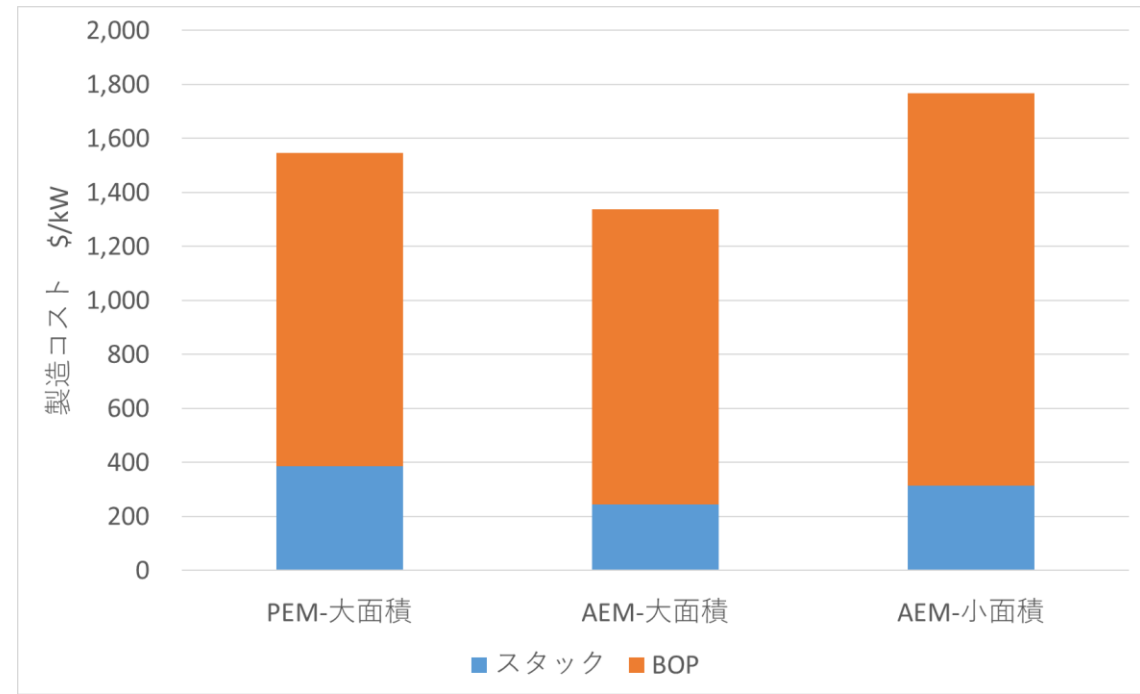
3-1. 大面积セル構成部材の事業化に向けた指針策定

水電解実験（80℃）



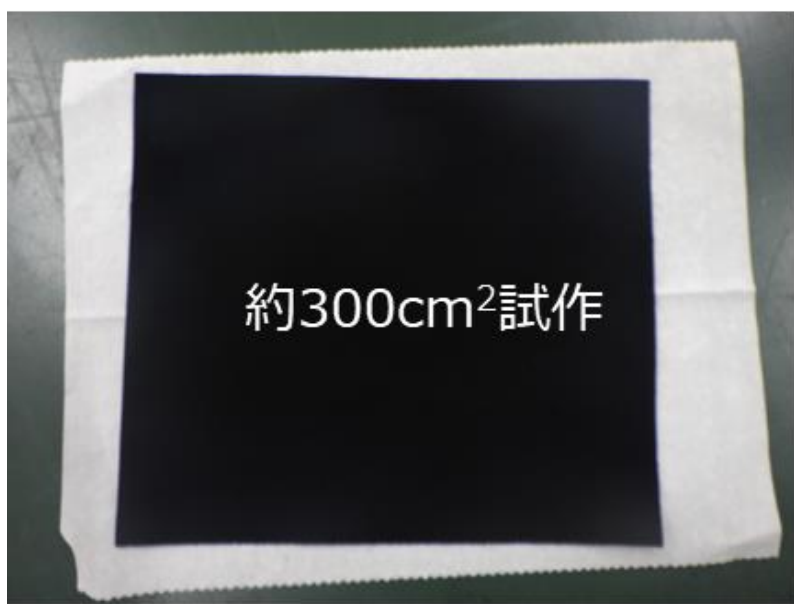
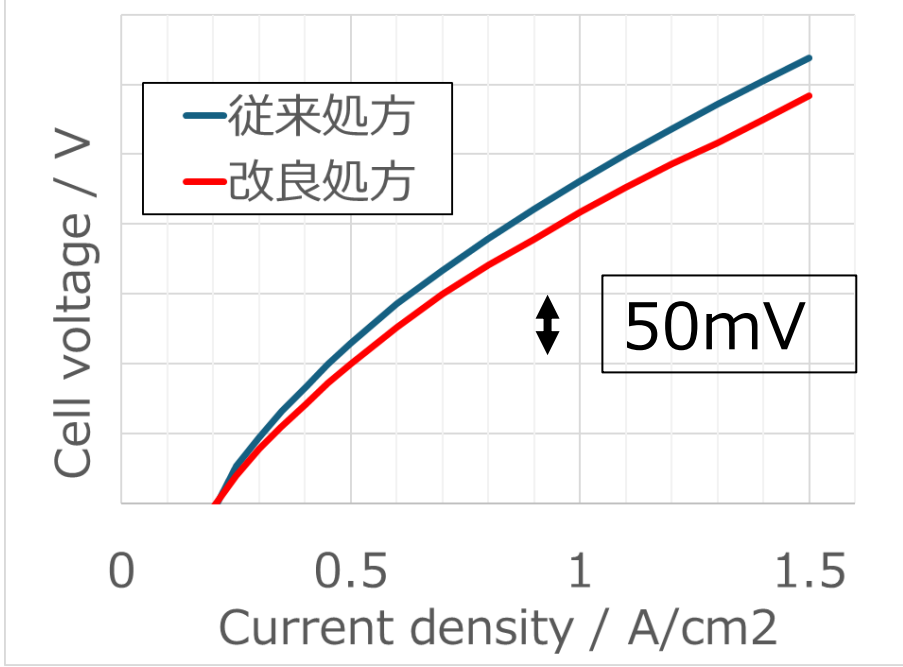
開発したAEM(A20XCE)及びアイオノマを用い、1.75V@1.40A/cm²を実現した。Ex-situ試験では、乾燥環境において膜の劣化が促進するが、同膜は、80℃ 乾燥状態においても1,000時間以上、性能を保持できる膜である。

コスト積算結果



本試算においては、PEM水電解システムに比べてAEM水電解システムは14%安価に製造でき、AEM大面积水電解システムはAEM小面積水電解システムの24%安価に製造できることが確認できた。さらにコスト競争力をあげるためには、高圧化、高電流密度化、大面积化、IV性能向上を実現する部材開発が必要と考える。

1-8. アノードPTLおよびPTEの開発【デノラ・ペルメレック】



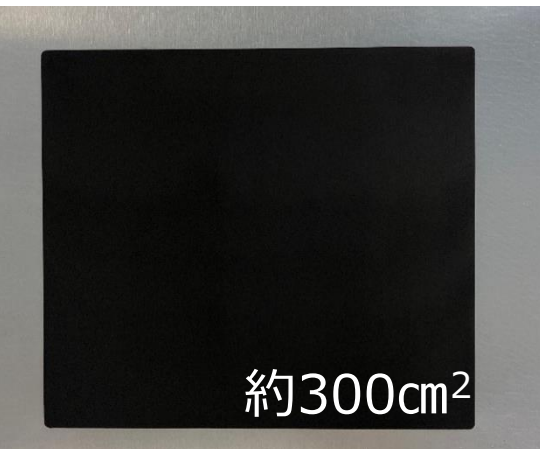
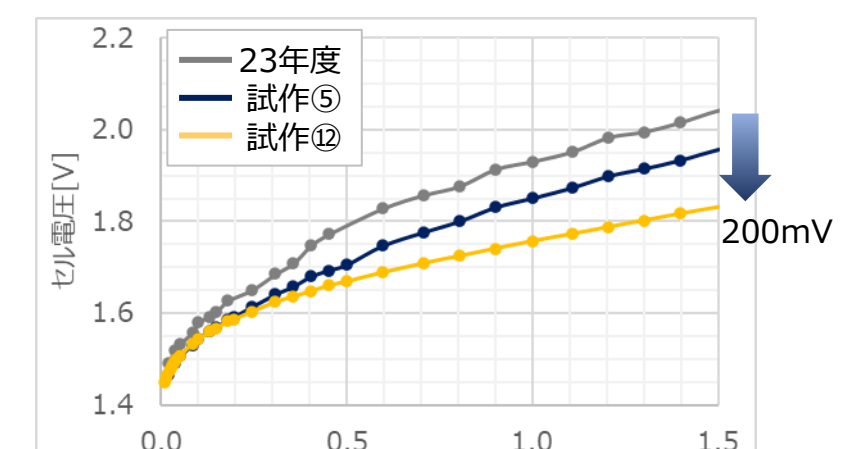
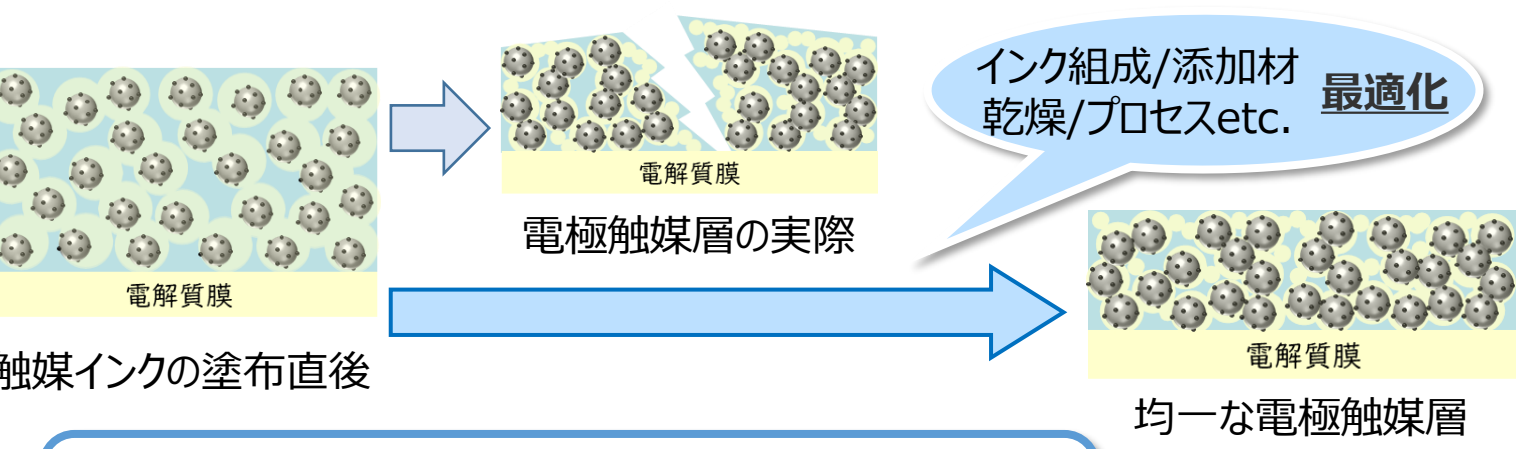
左図：
目標の30mV低減達@1.5A/cm²

右図：
300cm²にて均一な塗工を実現
小サイズと同等の電解性能を確認済

1-9. カソード触媒塗工技術の開発【TOPPAN】

CCM構造：電解質膜上に直接触媒層形成

膜直接塗工による電解性能改善と大型化



膜直接塗工による均一性の高いカソード触媒層形成を目指す

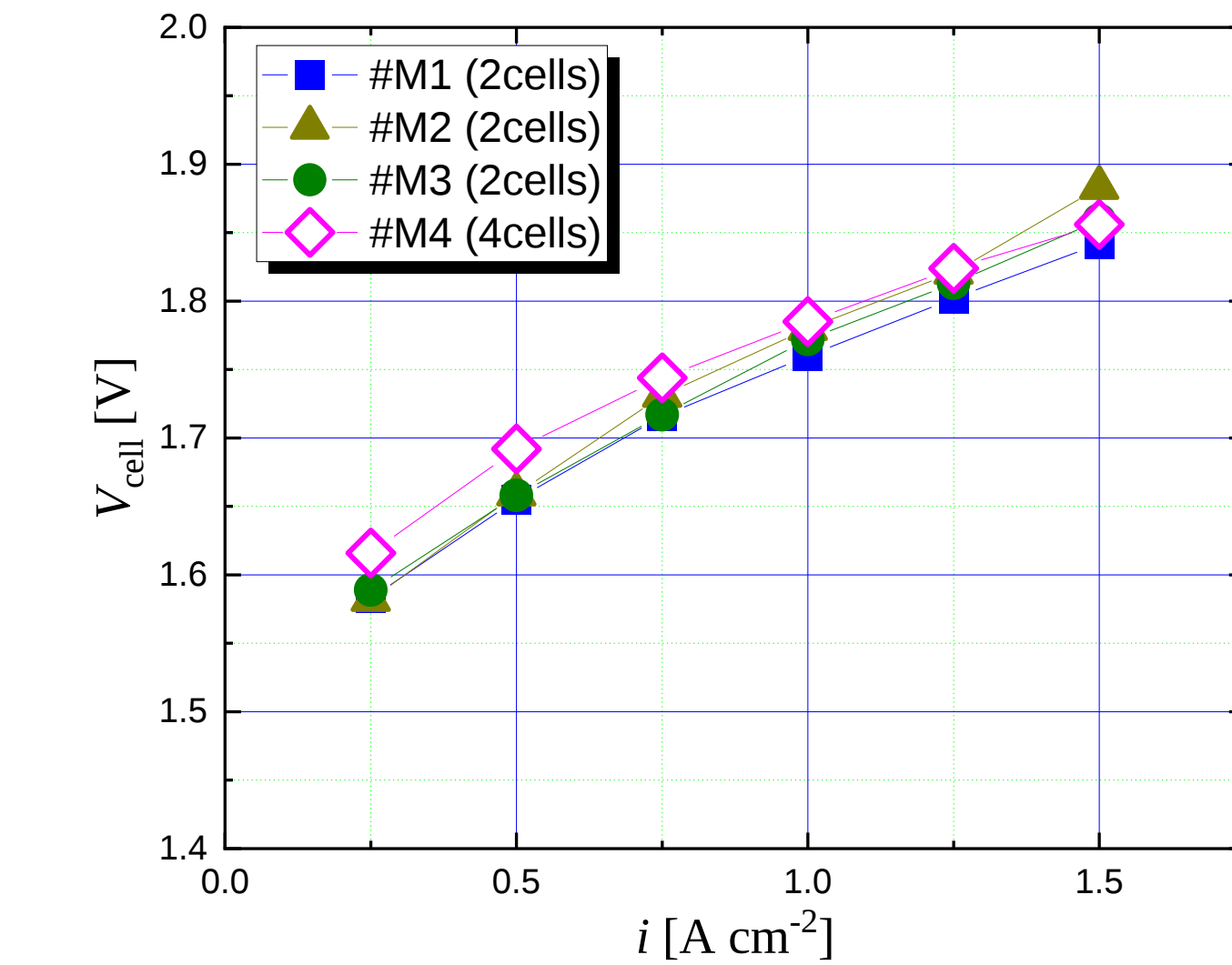
インク組成最適化/貴金属量低減

プロセス最適化より大型化実現

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

	# M1	# M2	# M3	# M4
セル数	2	2	2	4
電解質膜	トクヤマ (A201)	トクヤマ (A201)	トクヤマ (A201)	トクヤマ (A201)
アノード	DNJ (CCS)	DNJ (CCS)	DNJ (CCS)	DNJ (CCS)
カソード	TOPPAN (CCM)	TOPPAN (CCM)	AIST (CCS)	TOPPAN (CCM)

運転条件	
運転温度	50℃
アノード電解液	KOH 1wt.%溶液
カソード電解液	-
運転圧力	大気圧（両極側）
コンディショニング	1A/cm ² ×5h



4種類のMEAを組み込んだ中型セル・スタック（200～300cm²）を用いた電解性能評価試験を実施。その結果
✓ カソードドライ条件下で1.5A/cm²までの安定挙動を確認。
✓ 1.80V@1.0A/cm²はクリアしたものの，目標としていた1.80V@1.5A/cm²には届かなかった。
✓ 同仕様のMEAでは小型セルとほぼ同様の電解性能が得られた。
✓ 面積拡大においては，電解質膜の機械的強度向上が課題