

水素利用等先導研究開発事業／水電解水素製造技術高度化のための基盤技術研究開発／

アルカリ性アニオン交換膜を用いた低コスト高性能水電解装置の開発

発表者：国立研究開発法人 産業技術総合研究所, 学校法人 早稲田大学,
国立大学法人 北海道大学大学院工学研究院

NEDO

産業技術総合研究所

早稲田大学

北海道大学

○事業概要

●背景/研究内容・目的

グリーン水素の需要が高まる中、低コストかつ高性能水電解装置の開発が求められている。アルカリ性アニオン交換膜(AEM)を電解質膜に用いるAEM水電解装置は、セル部材に用いる材料の選択肢が広く低コストを実現できる一方で高い電解性能を発揮できる可能性を持つ新しい水電解装置である。

しかし同装置は開発の歴史が浅く、電極材料や構造にまだ改善の余地を多く残し、電解性能もプロトン交換膜(PEM)水電解に及ばない。さらに使用部材選定に必要な材料の電解環境下での腐食性に関する情報が十分ではない。

これらの技術的課題を克服し、アニオン交換膜(AEM)水電解装置の設計指針を獲得し、実用化に向けた橋頭保を築くべく、3実施機関により包括的研究開発を行う。

●研究実施項目および目標

研究項目	最終目標
1. アニオン交換膜(AEM)水電解装置の高効率化	
1-1. 電解性能の改善 (産総研)	1.8V@1.0A/cm ² 以下
1-2. カソード触媒層開発 (早大)	産総研電極同程度電圧値 @-0.5 A/cm ²
1-3. アノード触媒層開発 (早大)	同上@ +0.5 A/cm ²
1-4. 気泡離脱挙動解析 (北大)	過電圧への影響評価
2. アニオン交換膜 (AEM) 水電解装置の耐久性評価	
2-1. セル耐久性評価 (産総研)	電圧上昇率25μV/h以下
2-2. 部材耐食性評価 (北大)	腐食速度 30μm/y 以下
3. 水素製造コスト評価	
3-1. 装置コスト評価 (産総研)	水素製造コスト見積

●成果サマリ

- 小型単セルにおける電解性能において、中間目標値(1.90V以下@1A/cm²)を約1年前倒しで達成した。
- 触媒層形成に無電解メッキ法を適用し、AEM上への種々の合金層の直接形成に成功した。
- 電解中に発生するナノバブルの核発生から成長過程に至る動的挙動のその場観察に成功した。
- 耐食性評価により、セル部材としてステンレスがそのまま使用可能である見通しを得た。

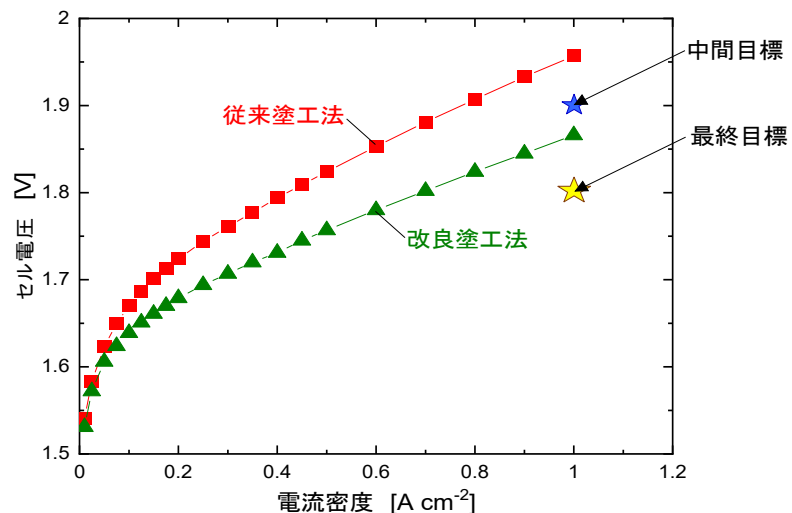
連絡先

(国研) 産業技術総合研究所

E-mail: ito.h@aist.go.jp

TEL: 029-861-7262

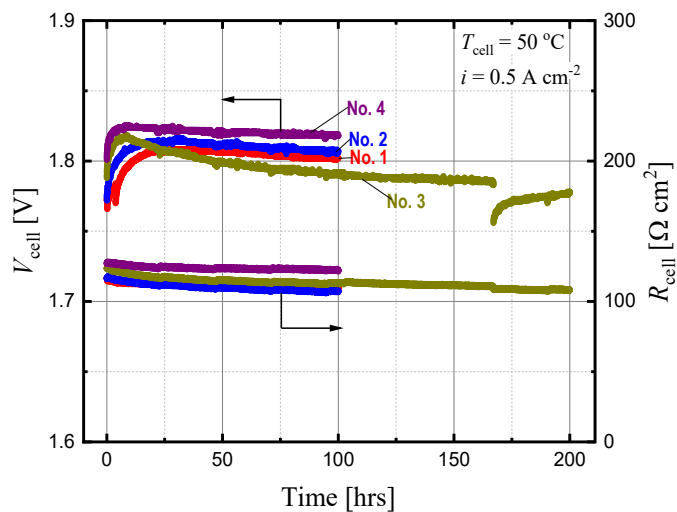
1-1. 電解性能の改善



触媒インクの塗工方法を改良し、アノードPTL表面に緻密な触媒層を形成させることにより、 $1A/cm^2$ における電圧を約0.1V低減させることができた。（中間目標達成）

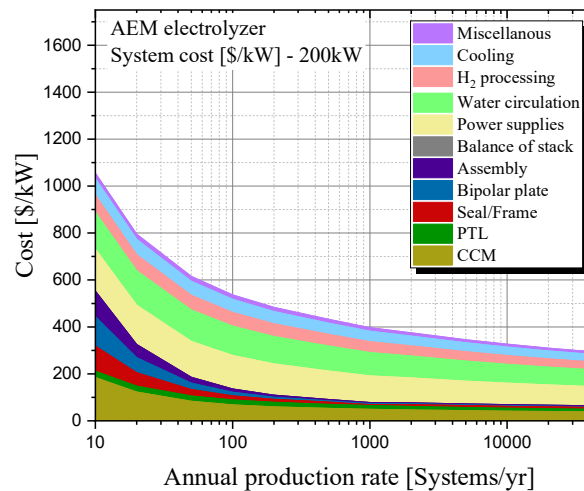
さらなる性能向上を目指し、アノードに加えて、電解液、カソード電極の最適化研究を実施中。

2-1. セル耐久性評価



100~200時間のセル初期運転安定性を確認。 → 性能劣化は観測されず

3-1. 装置コスト評価



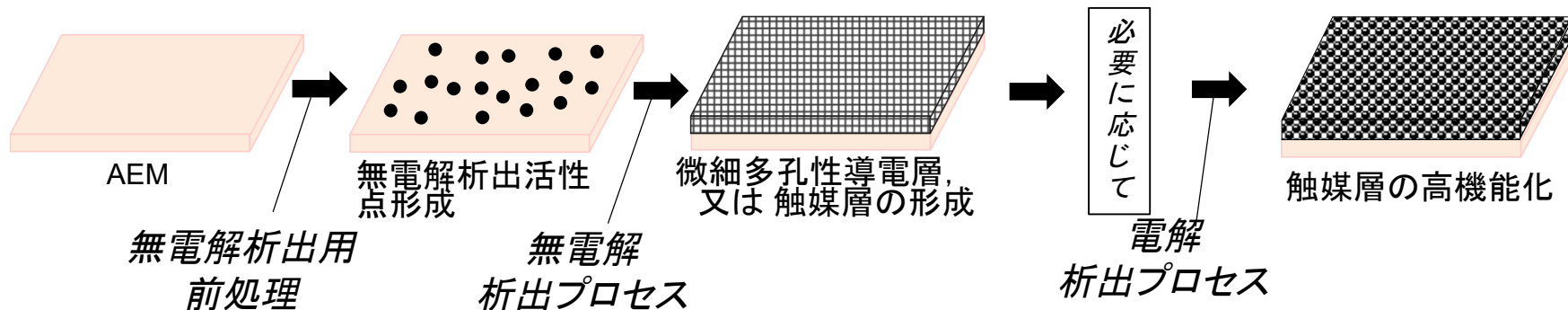
AEM水電解システム(200kW)製造コストを試算

参照：NREL report(NREL/TP-6A20-72740)

AEM水電解装置の高効率化のためのカソード/アノード触媒層形成プロセスの開発

【開発戦略】無電解・電解析出法による触媒電極形成プロセス

無電解析出法によりAEM上に微細多孔質導電下地層を形成。その後、適宜電解析出法等の応用により機能最適化



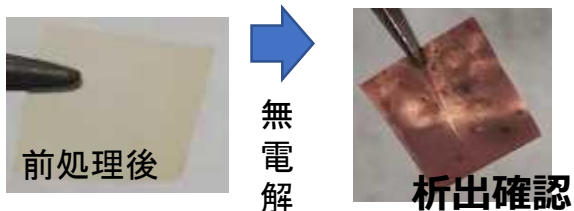
AEM上への金属層形成が可能な無電解析出法の開発が課題

AEM上無電解析出プロセスの開発

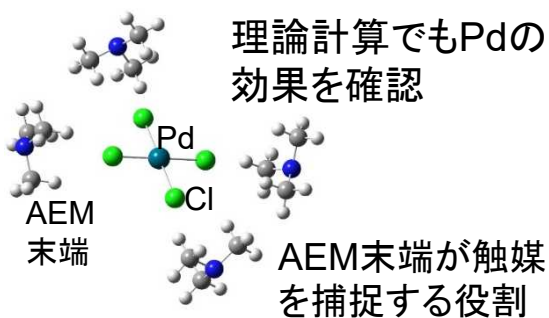
Sn+Pd浸漬前処理→無電解析出



Pd浸漬前処理→無電解析出



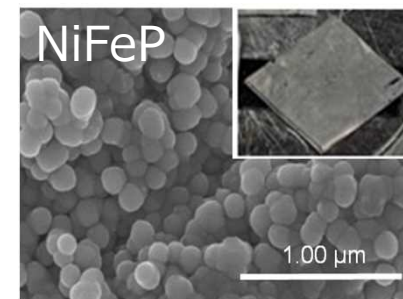
Pd触媒化過程のみで
AEMへ安定な触媒化



AEM表面上への無電解析出
プロセスの確立を達成

AEM上触媒形成への応用

カソード触媒能が報告されている
NiFeP層をAEM上に合成

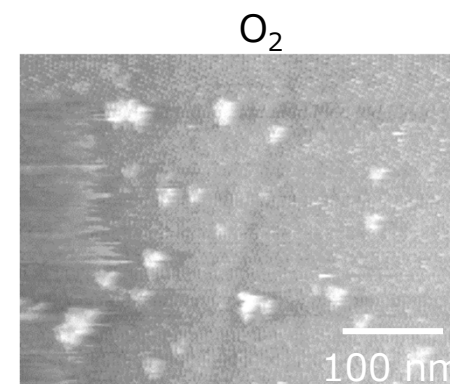
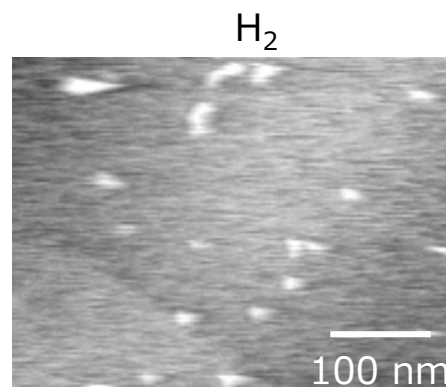
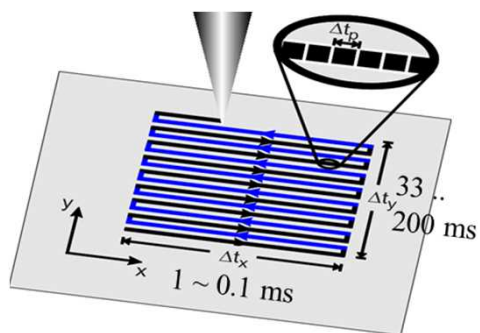


従来触媒に匹敵の性能を確認、
今後更なる最適化へ

●研究成果 – 北海道大学

1-4. 気泡離脱挙動解析

高速原子間力顕微鏡 (HS-AFM) の活用



HS-AFMによるカーボン電極上での、水電解中のH₂およびO₂ナノバブルの成長および離脱過程の様子

2-2. 構成部材の耐食性評価および防食技術開発

NaOH溶液(pH=13)、KOH溶液 (pH=13)、K₂CO₃溶液(pH=12)の中で SUS304Lステンレス鋼を試験極として用い、60℃で1000時間電解を行う。

(対極 : Pt板、参照極 : Hg/HgO、電解電位 : 1.0V)

10000時間の予想溶出量をステンレス鋼の減少厚さに換算(1年間は8760時間)

NaOH溶液	1.1 μm
KOH溶液	1.4 μm
K ₂ CO ₃ 溶液	16.2 μm
K ₂ CO ₃ >> KOH > NaOH	

