

N E D O 先導研究プログラム/エネルギー・環境分野における革新的技術の国際共同研究開発
革新的水電解用多孔多元合金触媒の国際共同研究開発

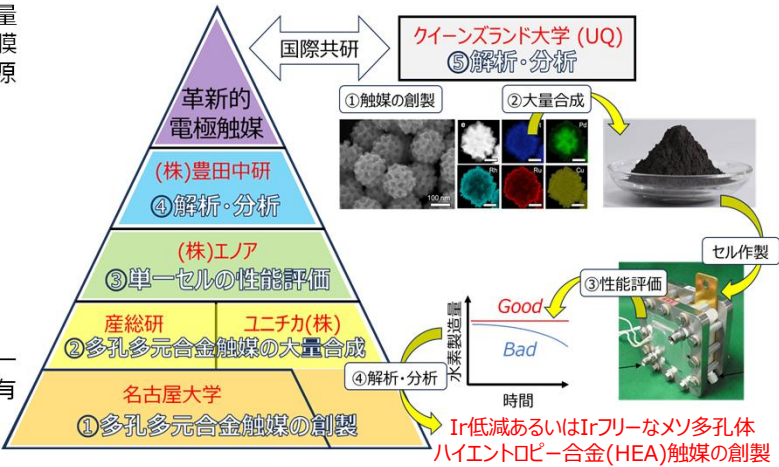
団体名：国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人東海国立大学機構、ユニチカ株式会社、株式会社エノア、株式会社豊田中央研究所
発表日：2026年7月23日

■ 事業背景と目標

・背景：2050年カーボンニュートラルの実現に向けて再エネ由来の水素大量生産を支える革新的な水電解技術の開発が望まれる。プロトン交換膜 (PEM) 形水電解槽のアノード電極には高価なIr触媒が不可欠であり、資源リスクやコストが普及拡大の障壁となっている。

NEDOロードマップ記載値	現在	2040年目標値
Ir目付量	0.4mg/cm ²	<0.1mg/cm ²
スタック性能	1.8V@2A/cm ²	1.8V@4A/cm ²
スタック交換時間	40000h (定常運転)	90000h (変動運転含む)
運転温度	50℃	80℃

・目標：Ir使用量を従来の1/4以下 (≦0.10mg/cm²) に抑えつつ、単一セルを用いた評価において高性能 (1.8V@2A/cm²) かつ高耐久性を有する多孔多元合金触媒を創製する。



■ 各研究項目の目的と2025年の主な成果、課題、今後の取組

研究項目	① メソ多孔体HEA触媒の創製	② メソ多孔体HEA触媒粉末の大量合成	③ 単一セルの性能評価手法の開発	④ 単一セルの性能評価結果の解析	⑤ メソ多孔体HEA触媒の特性評価
担当事業者	1. 名古屋大学 2. ユニチカ	1. 産総研 2. ユニチカ(2年目以降)	エノア	豊田中研	The University of Queensland (UQ)
目的	既存Ir触媒の1/4以下のIr使用量(≦0.10mg/cm ²)かつ同等以上の性能(1.8V@2A/cm ²)を示すメソ多孔体HEA触媒の探索	メソ多孔体HEA触媒粉末の小規模生産(≧10mg/h)と大規模生産(≧10g/h)のための技術開発	定常あるいは変動運転下における開発触媒を実装した単一セル(CCM=25cm ²)の性能評価	単一セル性能評価結果の解析、電気化学環境下における開発触媒のin situ安定性評価	In situ観察技術を用いた開発触媒の劣化要因解明
2025年の主な成果と取組み	1. 水溶液系でのメソ多孔体HEA触媒創製に向け、Ir-Ni系およびIr-Co系合金の電析を検討した。ミセル電析法により両系でメソポーラス合金薄膜の形成に成功し、特にIr-Co系では酸性条件下で高い構造保持性を示したことから、Ir-Co相互作用による耐食性向上の可能性が示唆された。 2. 文献データを用いて機械学習モデルを構築し、約600万組成の未探索材料に対する過電圧を予測した。予測に基づきIr含有量20 at%以下の39組成を合成・評価した結果、11組成で市販IrO ₂ 触媒より低過電圧を示した。	従来のバッチ合成では40mg/回ほどのHEA粉末合成に留まるため、スケールアップを目的として小規模生産のための専用合成装置を開発中である。	最大4 A/cm ² 対応の性能評価装置設計を進めている。EIS測定による反応・輸送抵抗解析や多チャンネル並列評価に対応した構成を検討しており、流路・計測・安全系を含めた詳細設計を実施中である。	金属の溶出メカニズムと熱力学的特性(電位-pH図)との相関を理解するため、候補となるHEA構成元素の標準溶解電位と酸性・塩基の広いpH範囲での特性を調査した。	試料仕様や実験条件の調整を進めている。
課題と今後の取組み	1. 多元系化には前駆体溶液の安定性や組成制御性に課題がある。そのため、まずIr-Co系を基盤に金属塩濃度、錯形成、ミセル形成、電析条件を最適化し、多元系への展開を進める予定。 2. 未学習領域では予測不確かさが大きく、今後はデータ拡充、モデル改善、耐久性・コスト評価を含む総合検証が課題。耐久性評価を実施予定。	合成場の均一な温度制御が課題。 既知のPtPdRhRuCuメソ多孔体HEAをモデルとして合成条件最適化を進める予定。	チャンネル数や非金属構成、電源・計測器仕様等を検討し、予算内における装置性能最適化が課題。 2チャンネルを基本に複数案を比較し、豊田中研・産総研と協議しながら最終仕様を決定する予定。	卑金属 (Co, Ni, Fe, Cr, Mn) は酸性環境下で溶解しやすいが、カテル効果による安定化の可能性や、元素間の溶解電位差に起因する溶出挙動の違いについて、in-situ ICPを用いて幅広いpH条件下で溶出ダイナミクスを包括的に検証する予定。	具体的な測定サンプルや実験条件等がまだ定まっていないのが課題である。ウェブ会議での打ち合わせを継続的に実施するとともに、日本側研究者がUQを訪問し、対面打合せにおいて測定サンプル候補や詳細な実験条件等に関して確認する予定。

■ 実用化・事業化の見通し

・ 今後、開発する合金触媒や大量合成技術の特許出願可能性を検討しながら実用化に向けた知財獲得に努める

<2040年以降の実用化イメージ>

- ・ 資源制約があるIrの使用量削減により、PEM形水電解槽の普及拡大に貢献
- ・ 豊富な再エネ資源を有するオーストラリア等の海外における水電解槽市場の獲得が期待される

<2040年に想定される経済効果>

- ・ PEM形水電解槽市場規模 = 3600億円/年 (1780万円/台/2MW級PEMWEを仮定)
- ・ アノード電極市場規模 = 120億円/年 (電解槽コストのおよそ3%を仮定)

