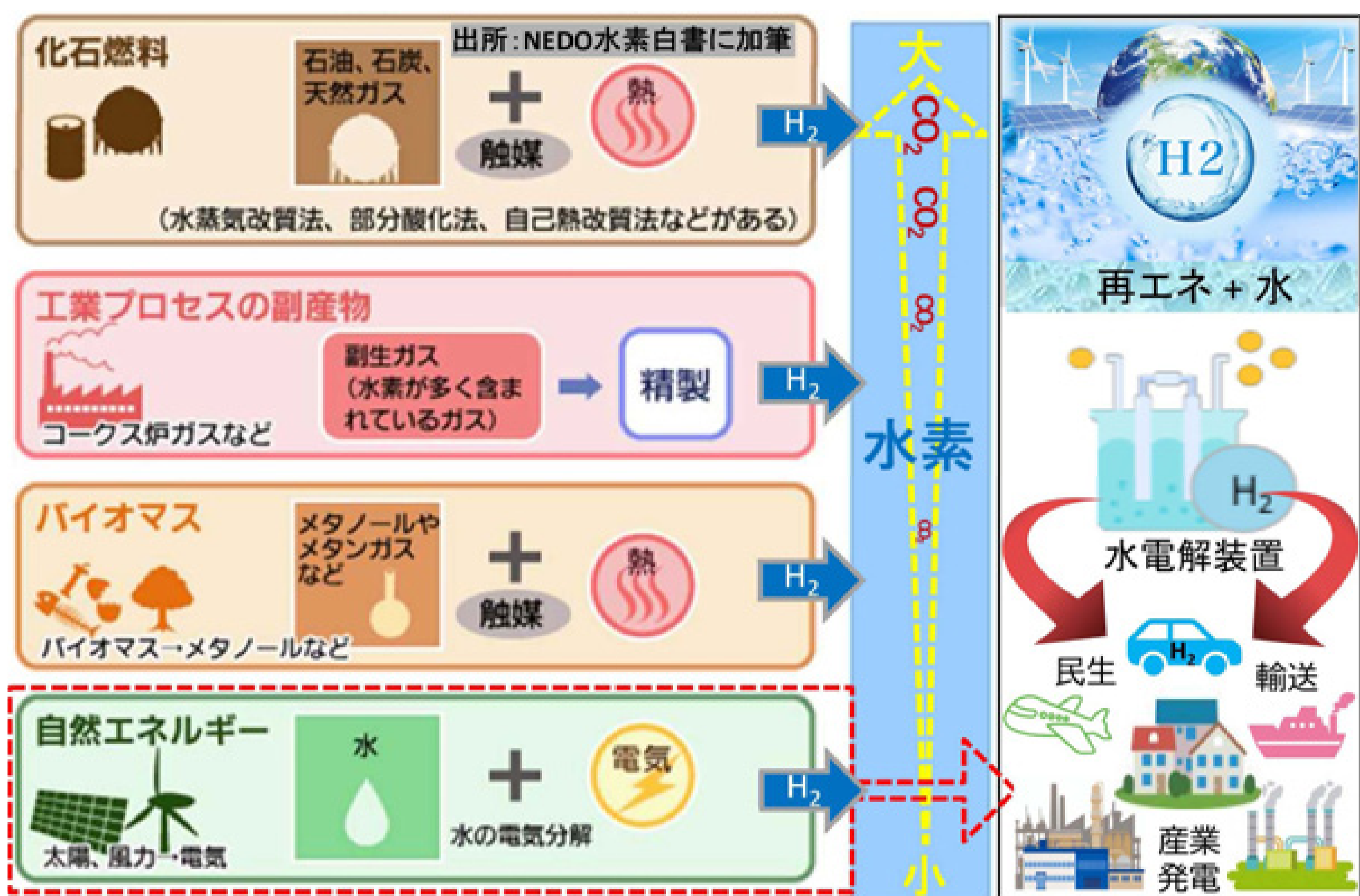


1. 水素の製造方法と将来展望

■ 水素は種々の方法により製造できるが、環境への影響と資源の観点から、無尽蔵にある水原料から水素を得ることは非常に価値があり、また、再生可能エネルギーの不安定な出力の対策として、水の電気分解による水素を製造、貯蔵・利用は将来の有力な候補として注目されている。



2. 水電解水素製造技術の現状課題と研究の目的

■ 水電解方法には、電解質によってアルカリ(AE)型、プロトン膜(PEM)型、アニオン膜(AEM)型、固体酸化物(SOE)型の4種類があり、AE型とPEM型の2種類が実用化されている。AE型は高効率・低コスト・大型化が容易で、PEMは小型化しやすく、負荷追従性が高い特徴があるが、大規模商業化の鍵は更なる高効率化、低コスト化、大型化、変動負荷対応性の向上等にある。本研究開発では、高活性、高耐久性、非貴金属系触媒と電極の開発を通じAE型の普及と拡大を目標とする。

水電解の方式	特徴		AEの課題	研究開発目標
	主な触媒 (HER/OER)	メリット		
アルカリ水電池 (AE)	Ni / Ni, Co	長寿命、低コスト、大型化が容易	電圧変動応答が遅い	高性能化 低コスト化 長寿命化
プロトン膜型 (PEM)	PtC / IrO ₂	電圧変動応答が速い	酸性電解質を用いるため触媒劣化が早い	方法 高活性高耐久性 非貴金属系触媒と高性能化技術の開発
アニオン膜型 (AEM)	NiMo / NiCrMo	電圧変動応答が速く、触媒劣化も抑えやすい	アニオン移動が遅く、膜の劣化も比較的早い	
固体酸化物型 (SOE)	Ni-YSZ / LaSrMnO ₃	高温動作するため、水電解速度が大きい	劣化が早い、研究開発段階	

AEの課題: セルスタックのコスト比重が大きい。スタック技術は電極(触媒)・電解質が鍵。低コスト化・高効率化には電極触媒の高性能化が必須である。

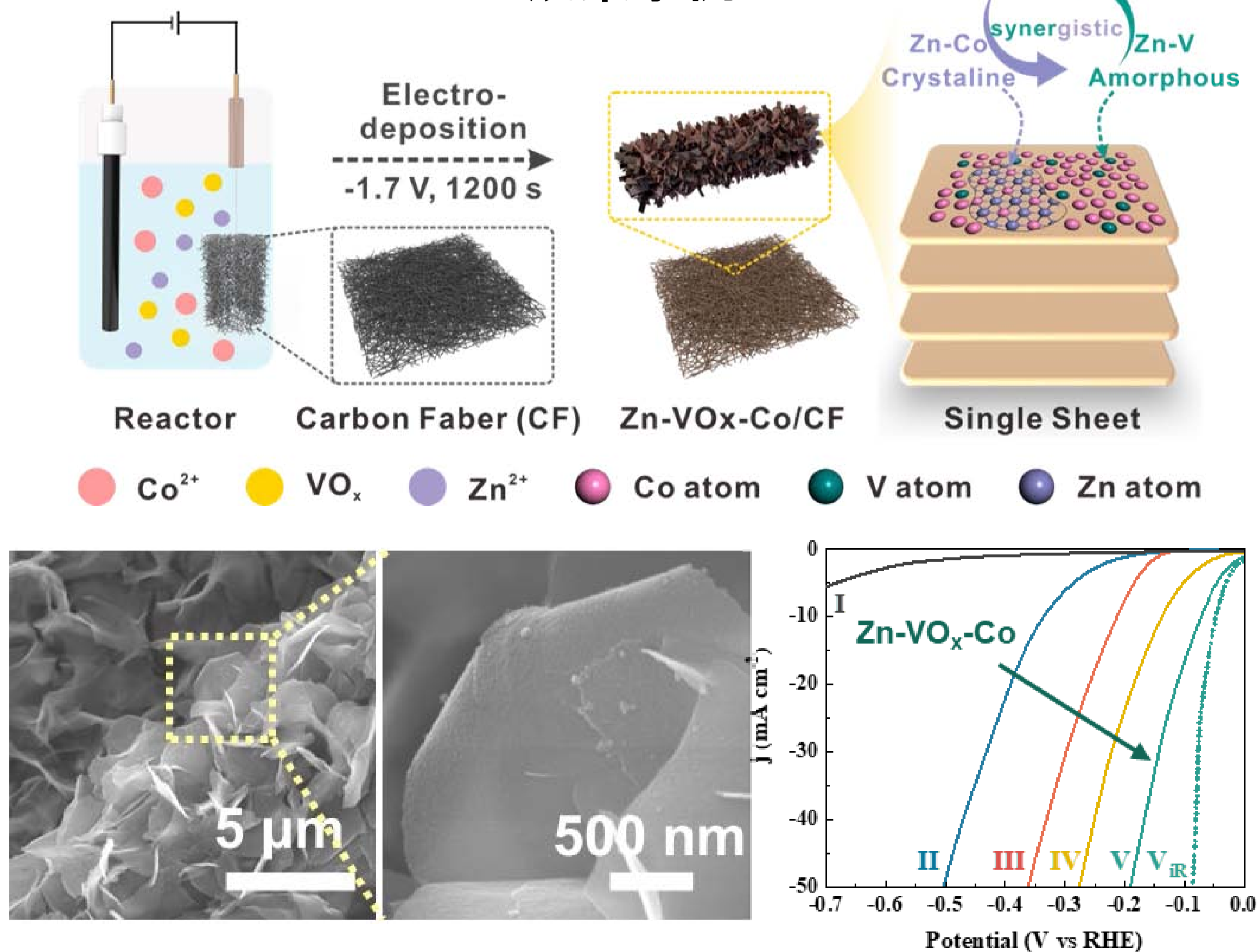
研究開発目標: 高性能化, 低コスト化, 長寿命化

方法: 高活性高耐久性, 非貴金属系触媒と高性能化技術の開発

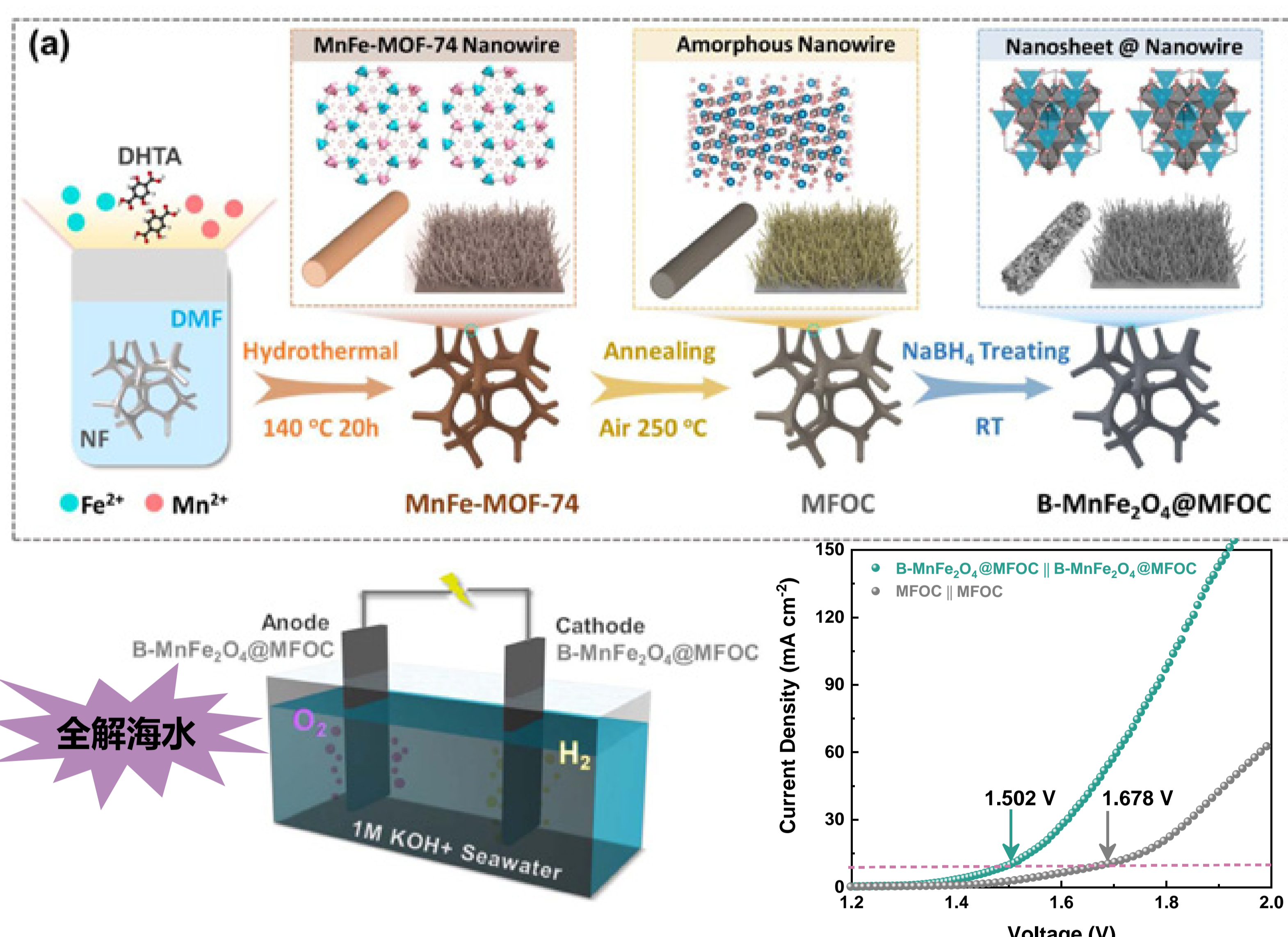
出所: 経産省資料に加筆
⇒ 低コスト化・高効率化には電極(触媒)の高性能化が必須である。

3. 研究開発成果事例

成果事例1



成果事例2



技術ポイント: 幅広いpH領域で高効率かつ耐久性にも優れた水素発生電極触媒の開発

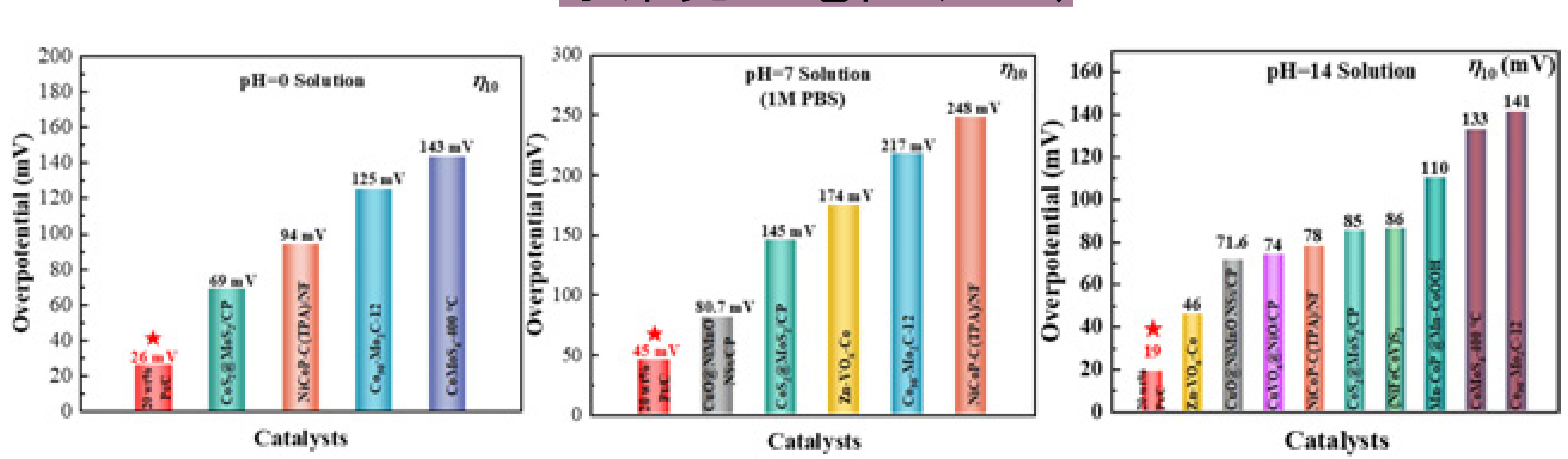
- 炭素基板上に金属ナノ粒子触媒を成長させることに成功した。
- 新技術は幅広いpH領域(0~14)での水電解において、水素発生反応(HER)が世界最高レベルの触媒活性と安定性を達成した。
- 新技術の製造方法は従来より簡便な工程であり低コスト化が期待できる。

技術ポイント: 正極と負極の両方に利用可能な高性能海水電解用触媒の開発

- 金属フォーム(例えばNi)上にナノワイヤ状の電極触媒を形成させることに成功した。
- 水熱合成法及び焼結法の組合せによって、高表面積を有する多孔質の配位ネットワーク構造三次元マイクロポラス電極材料B-MnFe₂O₄@MFOCを開発し、海水電解用の正極と負極に用いた結果、最高レベル触媒活性と耐久性を実現した。

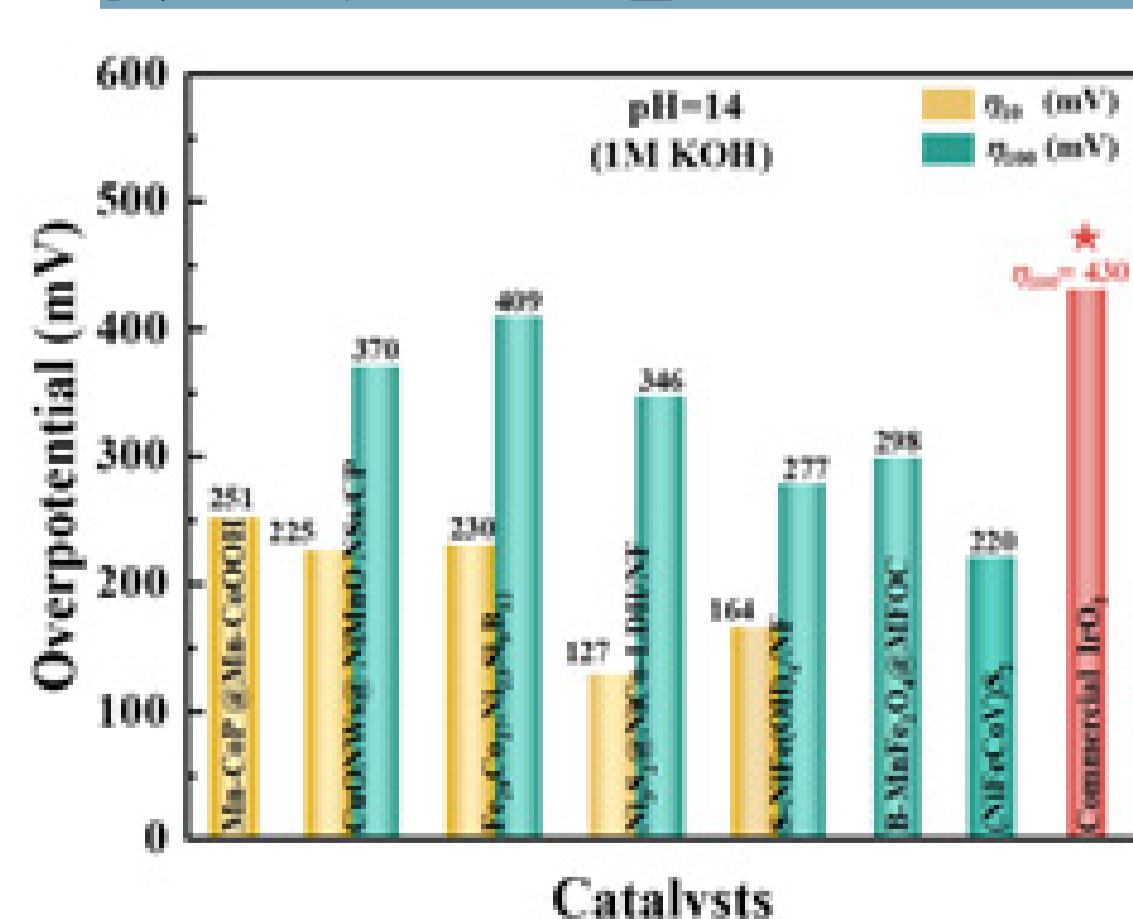
4. 新技術と従来技術との特性比較例

水素発生電極 (HER)



注: ① 赤色は最高レベルの性能を持つ触媒電極。② 他のは全ては新規開発した触媒材料で、同一触媒材料を同じ色で示す。

酸素発生電極 (OER)



5. 研究成果の概要

- 極めて安価な材料で世界トップクラスの活性を持つ水電解用触媒とその電極の製造するプロセスを開発した。
- 開発した触媒電極を応用することによって、既存の水電解技術よりも大幅なコストダウンの実現が期待できる。
- 再エネ向け水素製造システムの低コスト化に貢献し、再エネ導入促進費用の削減が期待できる。

謝辞: 本研究は時空化学株式会社と産学連携共同研究により実施されたものであり、その研究成果が2023年3月末までに計18件の特許を出願した他、トップレベルの国際学術誌に多くの論文が掲載され、ご支援頂いた時空化学株式会社に感謝の意を表します。