

事業名：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／非貴金属触媒を利用した固体高分子型水電解の変動電源に対する劣化解析と安全性向上の研究開発
 発表者名：国立研究開発法人 理化学研究所、東ソー株式会社

○事業概要

・背景と目的

変動電源下における水素転換エネルギー貯蔵方法として利用が期待されている固体高分子型水電解セルの問題点である貴金属触媒を非貴金属系とすることで水電解セルの低価格化を目指す。

・研究開発の概要

理研で開発されたマンガン酸化物系触媒を酸素生成（OER）触媒として用いた、固体高分子膜（PEM）を使った非貴金属触媒固体高分子型水電解（PEEC）セルを設計し、実用に向けたエネルギーシステムに組み込むことで変動電源下における性能発現・劣化機構解析を行い、その利用指針を確立する。

・主な成果

工業電解を用いたMEA合成技術を開発。

電解法によるIr含有Mn酸化物系酸素生成触媒の生成法を開発。

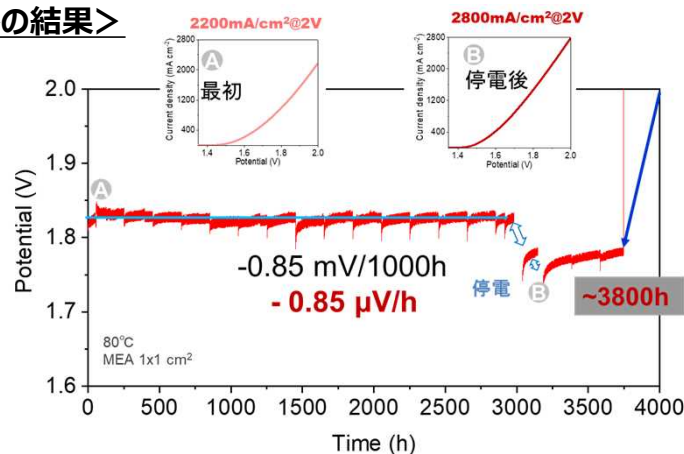
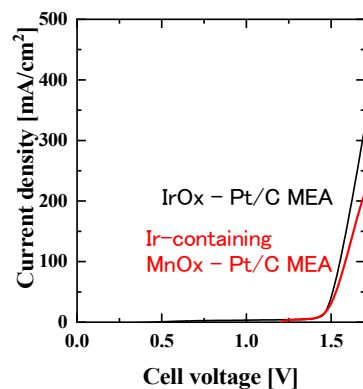
Ir含有Mn系触媒にて、貴金属IrOx系の50%以上の電流値を達成。

水電解セルの劣化要因に原料水中の金属イオン濃度があることを確認。

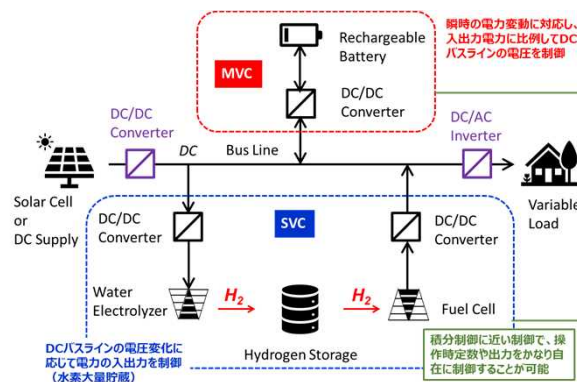
電圧範囲を規制したON/OFF繰り返しでは大きな劣化がないことを確認。

実際のシステムに組み込んだ水電解セルの評価の準備を実施。

＜Ir含有Mn系触媒水電解セルの結果＞



＜水電解セルを組み込む予定のシステム概要＞

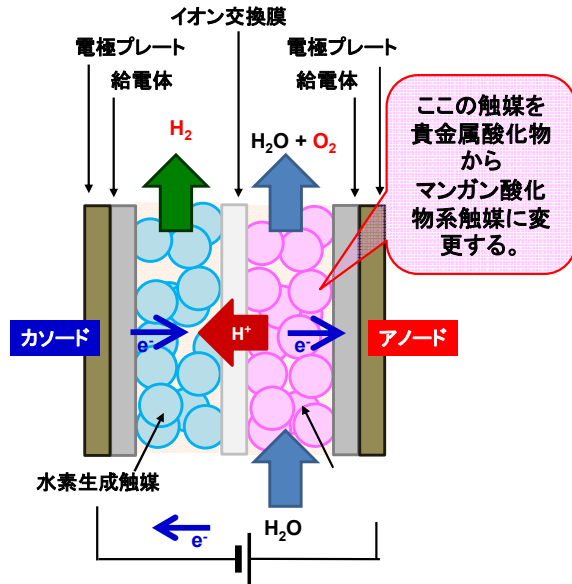


連絡先
 国立研究開発法人 理化学研究所
 E-mail: Katsushi.fujii@riken.jp
 TEL: 048-462-1111 ex.4418

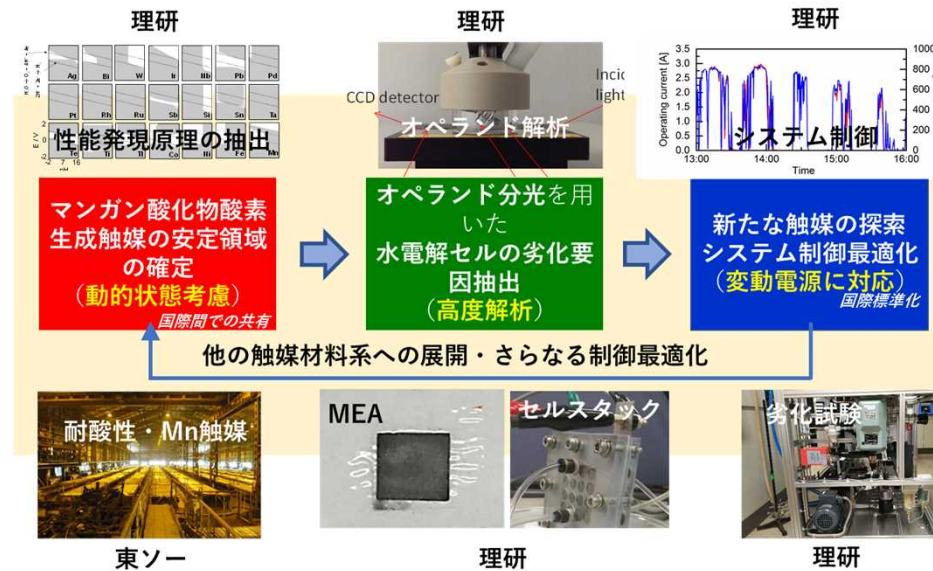
<事業の目的>

陽イオン交換型の固体高分子型（PEM型）水電解セルにおいて、
マンガン酸化物等を酸素生成（OER）非貴金属系触媒として用いた、PEM型水電解セルを設計し、変動電源下における性能発現・劣化機構解析を行う。

PEM電解技術の大規模普及に向けたボトルネック



触媒・MEA・システムまで考慮に入れた開発研究



<開発目標>

理研で開発されたマンガン酸化物系触媒を酸素生成（OER）触媒として用いた、固体高分子膜（PEM）を使った非貴金属触媒固体高分子型水電解（PEEC）セルを設計し、実用に向けたエネルギーシステムに組み込むことで変動電源下における性能発現・劣化機構解析を行い、その利用指針を確立する。

1. 非貴金属系触媒等の安定電位-pH領域の特定
2. 非貴金属系MEA劣化機構の直接的要因の確認
3. 電力変動環境下の非貴金属系水電解セルの劣化機構の評価

考え方：

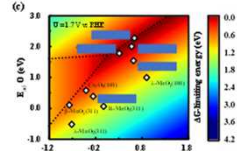
**貴金属系と異なる特性を持つ非貴金属系触媒を用いた水電解セルについて、その触媒特性を理論及びオペランド分光による解析を用いて設計し、その特性に合わせたセル設計を行うとともに、実際のエネルギーシステム等を用いて評価することで、
利用方法を含めた非貴金属系水電解セルの提案を行う。**

<結果>

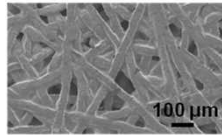
<Mn系酸化物の酸素発生触媒特性の向上>

Mn酸化物触媒による特性

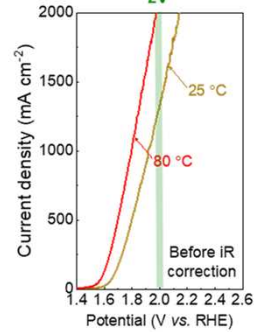
計算科学



触媒合成(Co含有Mn)



1A cm⁻² を 1.79V (vs. RHE) で達成



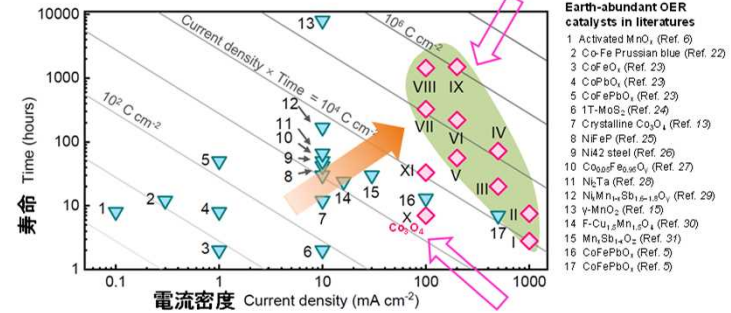
➤ 非貴金属で世界最高の活性と安定性を達成

論文：Nature Catalysis (査読中) 知財：出願済

非貴金属OER触媒の特性*を、2桁以上も引き上げることに成功

*特性：触媒が劣化するまでに生成する酸素量(総電荷量)

Mnがあると、触媒の安定性が飛躍的に向上



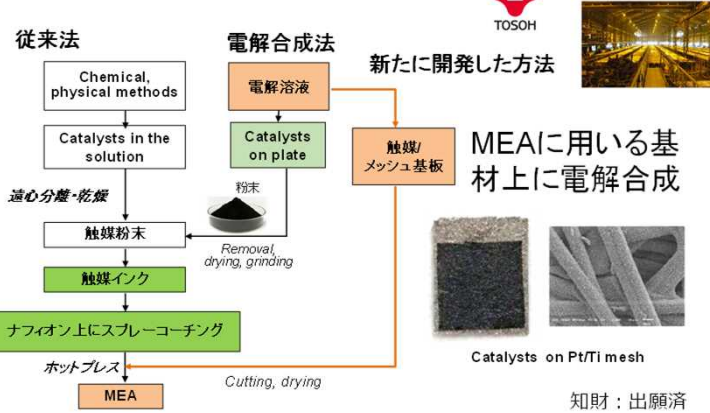
◇:本プロジェクトで開発した触媒(Co-Mn系)

Coのみだと、すぐに劣化

▽:既報の非貴金属触媒

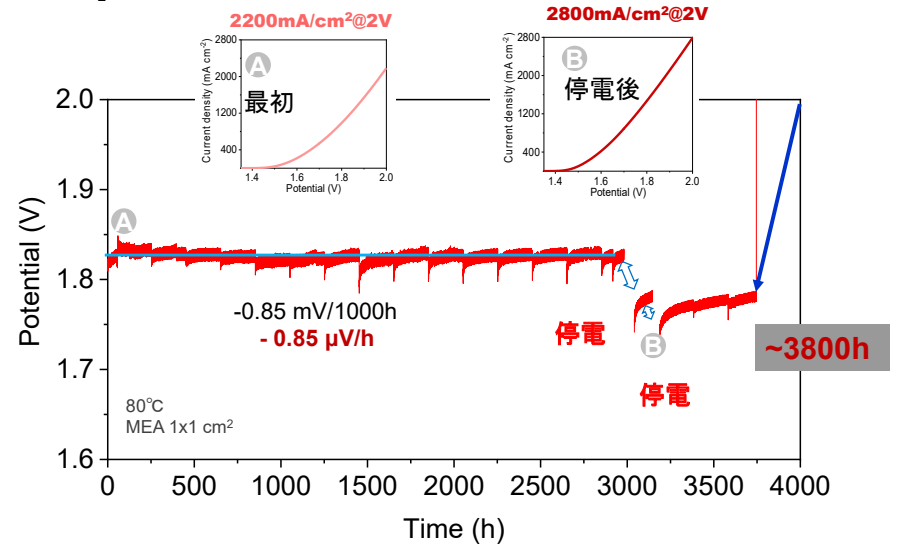
<Mn系酸化物の酸素発生触媒として用いたPEM型水電解>

工業電解法を用いたMEAの作成



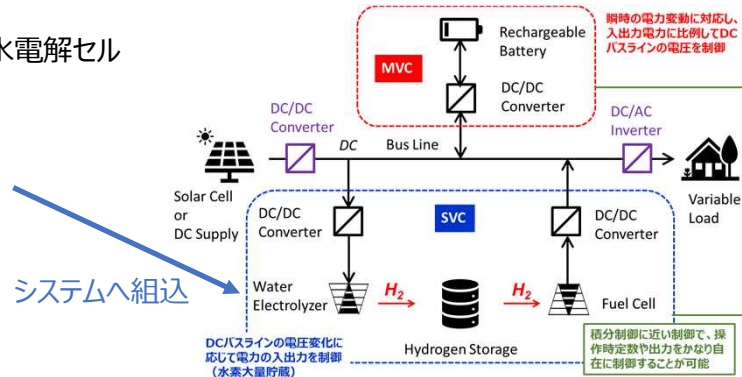
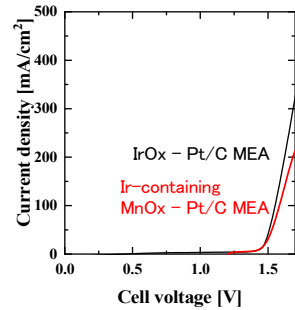
特徴：スプレーコーティング等を用いる必要が無い、MEAの量産・大面積化が可能。

Ir含有MnO₂を用いたPEM型水電解の特性

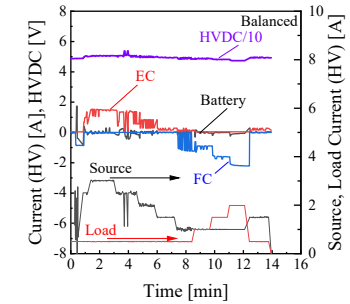


<システムへの展開>

Ir含有MnOx触媒を用いた水電解セル



システム動作としてのデバイス評価へ



<現状の課題>

Mn酸化物単体よりも化合物の方がより良い電圧耐性・電流密度を達成できていることがわかりつつある
→ より良好な特性を持つMn化合物の探索によりより良い特性を追求する

触媒安定性がまだ十分でなく、安定して特性を達成できない
→ 製造方法を含め再現性の検討を行う

水電解セルの高温耐性やマルチスタック化の検討が十分できていない
→ 高温耐性の確認とマルチスタック化へ向けた構造確認を継続する

水電解セルを評価するシステムの基本動作は確認できたが、非貴金属系水電解セルに合わせた操作の準備が不十分である
システム制御動作の見直しを行う

<実用化・事業化に向けた見通し>

貴金属系よりも安価になる非貴金属系触媒を用いるとともに、安価に作製可能なセル構造を含めた水電解全体の最適設計を行うことで安価な水素製造を目指す。

非貴金属系触媒を用いた水電解セルの特性は貴金属系のもものと異なるため、その特性に合わせたセル設計を行うとともに、実際のエネルギーシステム等を用いて評価することで、利用方法を含めた非貴金属系水電解セルの提案を行う。