

1. 期間 開始：2023年6月 終了(予定)：2025年3月 2. 最終目標 2030年以降の高効率、高耐久、低コストの水電解システムを実現するための協調領域の基盤技術のプラットフォームを開発し水電解技術の競争力を強化することを目的とし、材料及びセル評価技術、電極触媒の高度解析及び材料開発手法、ならびにマルチスケールシミュレーション手法を開発し、これらの協調領域の基盤技術を共有する体制を構築する。

3. 成果・進捗概要 材料及びセル評価技術の開発では、開発済の起動停止模擬の加速劣化試験を応用し、剥離モードの劣化耐性を向上する電極を開発し試験法の有効性を確認するとともに、多孔質隔膜に接する実機と同じ形状の電極で発生気泡の観察しながら電気化学計測する手法を開発し、オーム抵抗、拡散抵抗、電荷移動抵抗を区別して評価する等価回路モデルと測定方法を提案した。また、耐久評価拠点整備や高圧水電解試験装置の開発も進めた。

電極触媒の高度解析及び材料開発手法の開発では、強制対流により発生気泡を除去しながら50 msの時間分解能で加速劣化プロトコルに対応した運転パターンで高輝度X線をプローブとした材料構造・電子構造のオペランド計測を実施し、PDF解析により触媒表面構造を抽出した。オペランド軟X線吸収法により触媒表面上の含酸素中間体の検出に成功した。これらの結果を用いたデータ駆動型材料開発も進行中である。

マルチスケールシミュレーション手法の開発のシステムレベルでは、60 kWの太陽光発電電力の変動特性を明らかにするためにデータ取得間隔を10 msまで短縮し、0.2~1 kW/sの比較的早い変動が半分を占めることを明らかにした。また、水電解槽シミュレーションでは、気泡生成スケールと多孔質電極を透過する気泡輸送モデルを接続することを目的としたPTL構造中のガス飽和度とキャピラリー圧の関係を求めるモデルを開発した。

1. 事業の位置付け・必要性ーカーボンニュートラルに必要な水電解産業

IEAの水電解の規模のシナリオ 2030年までの発表済計画 134 GW NZEシナリオ 2030年 850GW 2045年 3,000GW

水素基本戦略：2030年までに日本関連企業(部素材メーカーを含む)の水電解装置の導入目標：15GW程度

2050年以降、日本がカーボンニュートラルを達成したときの状況

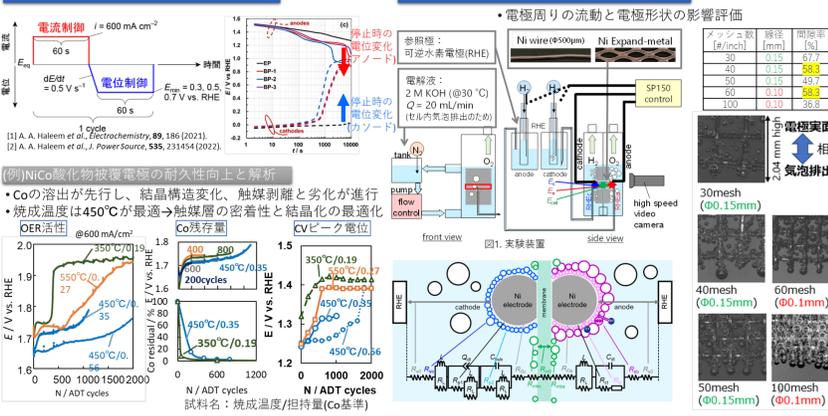


水電解分野に必要なこと
・再生電力の変動耐性
・低コスト化
・量産
工業電解の基盤技術
(燃料電池の)量産化技術
・基盤技術の確立
・業界の共通認識の共有
・新規参入障壁の低減

\*) 光島, 黒田, 大久保, 大屋, 辻上, 石本, 松岡, 白崎, 河野, 越智, 濱崎, 里川, 水素エネルギーシステム, 49(2), 68 (2024)

3-2. 研究開発成果について - 材料及びセル評価技術①

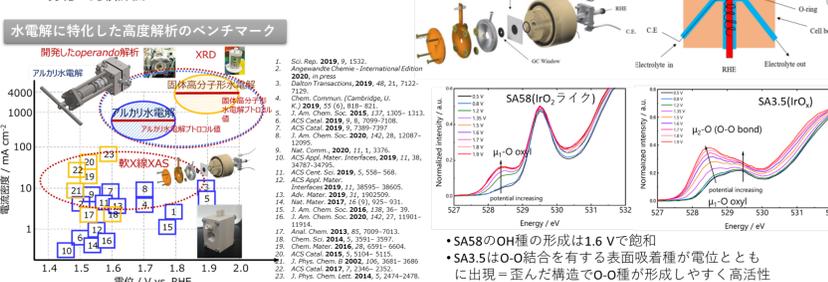
起動停止模擬耐久試験法と耐久性向上 セル構造での気泡による抵抗成分の評価



3-4. 研究開発成果について - 電極触媒の高度解析及び材料評価手法①

活性支配因子の理解 高度解析により加速劣化プロトコルのバリデーション

再生可能エネルギーを用いた起動停止&変動運転モードでの劣化因子の解析
劣化中の触媒の構造・電子構造変化の解析
起動停止、変動、定常運転での劣化と加速劣化プロトコルの劣化の比較評価

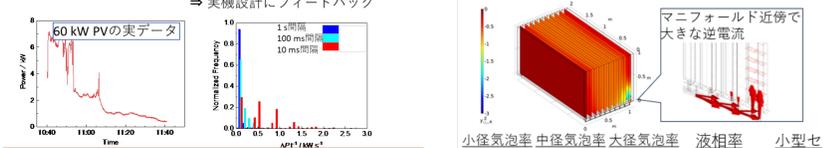


3-1. 研究開発成果について - マルチスケールシミュレーション手法

様々なスケールでの現象の関連理解 => 電解槽及びシステム設計支援

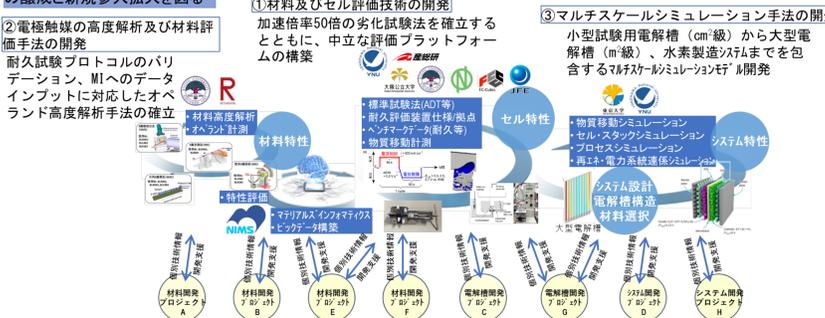
再生可能エネルギー水電解システムモデル

測定間隔毎のΔP・r(1/kW s)と頻度の関係
10 ms 間隔測定では約1/3が1.7%/s(100%/min) (比較的早い変動速度)で、約1/2が3~16%/s(速い変動速度)
速い変動は1 s未満で1 s間隔ではみえない/継続時間は短い => 実機設計にフィードバック



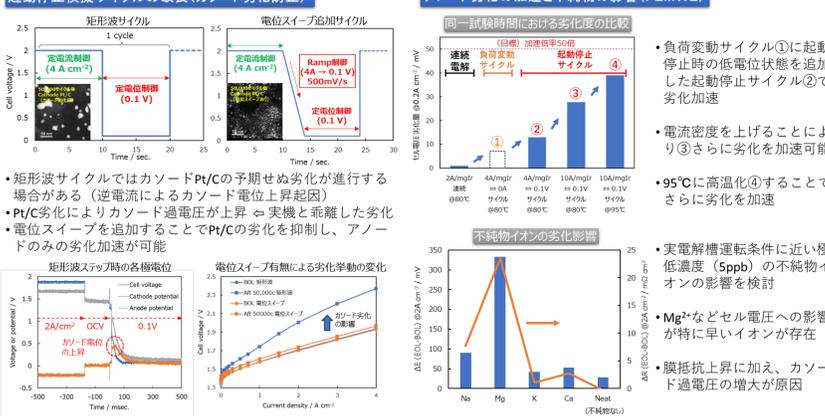
2. 研究開発マネジメントについて---プラットフォームの目的と実施体制

Table with 5 columns: Material Level, Electrode/Catalyst, Membrane, Single Cell, Electrolysis System, and Connected System. It details the platform's goals and implementation structure.



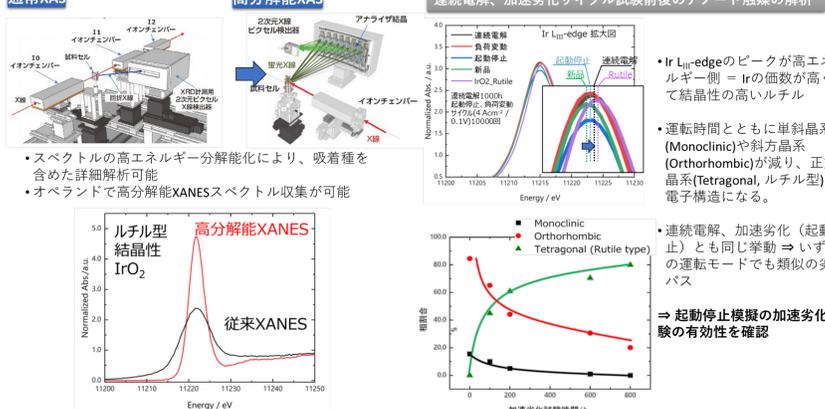
3-3. 研究開発成果について - 材料及びセル評価技術②

起動停止模擬サイクルの改良(カソード劣化防止) アノード劣化の加速と不純物の影響(PEMWE)



3-5. 研究開発成果について - 電極触媒の高度解析及び材料評価手法②

通常XAS 高分解能XAS 連続電解、加速劣化サイクル試験前後のアノード触媒の解析



4. 今後の見通しについて

水電解水素製造システムの開発には材料/機器/システムを水平分業で研究開発や社会実装がすむ
ベンチマーク試験を中心とした性能発現や劣化機構の理解、試験評価法の共有などの協調領域の基盤技術のプラットフォームが必要である
本プロジェクトでプラットフォームに必要な要素開発を行い、来年度以降の本格的なプラットフォーム構築につなげる

