

燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業/ 燃料電池材料探索・プロセス検討に向けた自動自律実験装置の適用範囲と装置仕様に関する調査

団体名：みずほリサーチ&テクノロジー株式会社

発表日：2025年7月15日

■ 背景と目的

【背景】

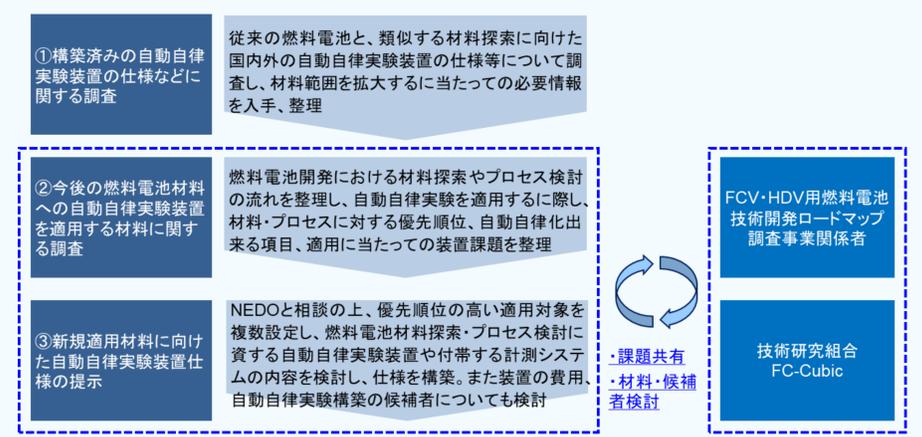
NEDOが2023年に策定したHDV用燃料電池技術開発ロードマップでは、2030年までに達成すべき材料特性として、非常に高い目標値が設定されている。しかし、従来の試行錯誤型アプローチでは開発速度が不足しており、材料探索を飛躍的に高速化する手段が不可欠である。

【目的】

- 自動自律実験（ロボティクス+AI）を活用して材料開発サイクルを短縮し、目標年度内の性能達成を可能にする。そのために本調査では、以下を実施した。
・既に自動自律実験の適用実績のあるカソード触媒・バイポーラプレートに加え、MEA材料（電解質膜、ガス拡散層、アイオノマ、ラジカルクエンチャ）、シール材、水素貯蔵材・高圧タンク材料、関連プロセスの中から、自動自律実験の適用優先度の高いアイテムを設定
・設定したアイテムに対し、各材料・工程に必要な自動自律実験装置の仕様を調査・具体化
・関係研究者との議論を通じて、実装に向けた課題を整理

■ 体制

調査のフローおよび体制は下図の通り：



■ 成果

【国内外における自動自律実験の適用事例調査】

- 国内外の自動自律実験の適用事例を約30件調査した結果、自動・自律実験装置は多岐にわたる分野で活用され、研究開発の効率化と加速化に大きく貢献していることが判明
・一方で、試料交換の頻度増加や基板・ターゲットの高消費率、開発人材の不足、システムの継続的なアップデートとメンテナンス、ロボット動作の複雑さ、失敗時のリカバリーの難しさ、実験手順変更への柔軟な対応など、多くの課題が指摘されている
・自動自律実験を活用して、日本が燃料電池開発で競争優位性を確立するために、以下の戦略を検討・提案

Table with 2 columns: Strategy (戦略) and Content Details (内容詳細). It lists strategies for accelerating development, strengthening cross-sector collaboration, and standardizing equipment.

【燃料電池の材料開発におけるボトルネック特定】

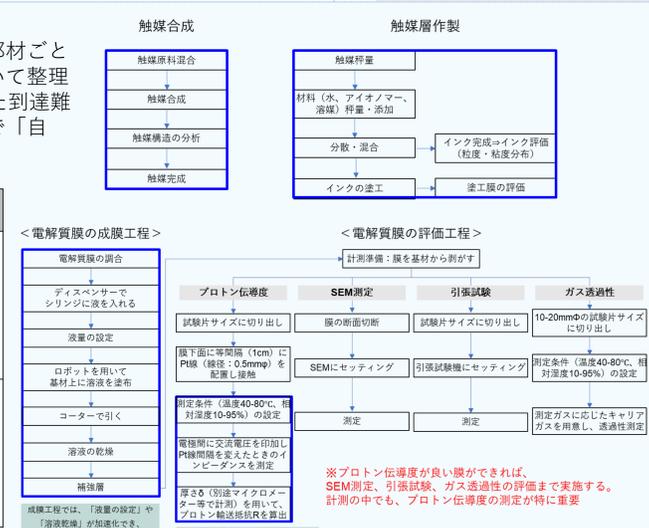
- 研究開発のボトルネックとなり得る開発工程を特定するため、車載向け燃料電池材料、及び生産工程全般に詳しい民間企業研究者にヒアリングを実施。ヒアリング結果は以下の通り
・燃料電池技術開発ロードマップの材料目標達成に向けた課題解決の難易度が高いものの方が開発の優先度は高いとして、材料開発におけるボトルネックを設定
⇒電解質膜・カソード触媒層
・プロセス開発では、生産工程の中で順序が早い工程が必要となるプロセスや、目標達成に向けた課題解決の難易度が高いものが開発優先度が高い。加えて、工程がマニュアル化されているものの方が自動化しやすい。以上を踏まえてプロセス開発におけるボトルネックを設定
⇒「インクペースト調合」・「CCM, GDL形成/塗布乾燥」



【自動・自律実験装置の適用可能性】

- 燃料電池部材ごとの材料研究者へのヒアリングを通じて、各種部材ごとの材料開発・評価工程や自動・自律実験装置の適用可能性について整理
・カソード触媒・触媒層、電解質膜の「NEDO2035年目標に向けた到達難易度」、「自動・自律化への期待」は下表、研究開発工程の中で「自動・自律化可能な工程」（青枠で可視化）は右図の通り

Table showing the difficulty of reaching NEDO2035 material targets and the expectations for automation. It compares cathode catalyst, electrolyte membrane, and bipolar plate components.



【自動自律実験の仕様検討】

- 有識者との議論を踏まえ、自動自律実験装置の適用対象として、優先順位の高い候補を以下の通り設定
・カソード触媒合成・触媒層作製
・電解質膜の成膜
・電解質膜の膜液合成（高分子）
・プロセス（生産技術）
・候補部材の材料研究者へのヒアリングを通じて、自動・自律実験装置の仕様を検討。以下は膜液合成（高分子）の装置構成例

Table detailing the specifications and functions of the automatic experiment equipment, including components like automatic mixing, coating/drying units, and transport mechanisms.

■ 今後の課題、見通し

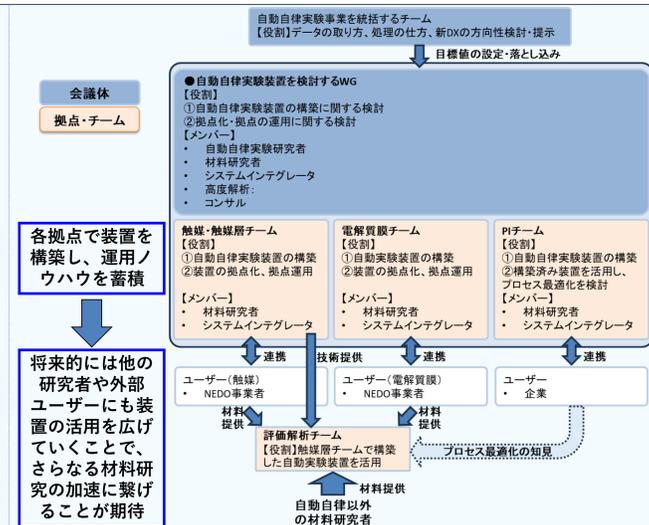
【研究開発拠点の必要性】

自動自律実験の研究開発への適用に際しては、データ・情報だけでなく、物理的な装置・資源を集約し、効率的かつ効果的に実施する必要がある⇒自動自律実験のための拠点形成が有効（拠点化）

- 各拠点での装置を構築し、運用ノウハウを蓄積
・多様な知識・技術を持った関係者が協働し、ノウハウの蓄積・共有を促進
・標準化により技術適用のハードルが下がる
・人材・企業の確保
・自動・自律実験を継続的に活用できる体制を維持

【今後の取り組み】

各拠点における運用上の共通課題を検討するとともに、材料研究者、自動自律実験研究者、システムインテグレータらが協力して議論を推進するためのWGの組成を検討（右図）



【拠点構築に向けた今後の課題】

- 1. 拠点間で共通化できる技術を集約して共通開発
2. データの標準化
3. 人材確保
4. 電気化学における計測手法の確立