

令和 7 年 6 月 11 日

各報道機関 御中

国立大学法人山梨大学

水素社会の実現に向けた本学を代表とする
次世代燃料電池の要素技術開発の開始について

(NEDO「水素利用拡大に向けた共通基盤強化のための研究開発事業」の採択決定について)

本日、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）から「水素利用拡大に向けた共通基盤強化のための研究開発事業」の選定結果が公表（*）され、本学を代表とする産学連携チームの提案が5件採択されました。この事業は、令和7年度から令和11年度までの5年間で実施されます。

本学では、水素・燃料電池ナノ材料研究センターとクリーンエネルギー研究センターを中心に、上記事業の研究開発項目Ⅱ「次世代燃料電池・水電解の要素技術開発」として、以下の5つの事業に取り組むこととしています。

- ① 自動実験を用いた燃料電池用次世代触媒・触媒層の研究開発
- ② 高効率・高出力・高耐久を兼ね備えたPEFC用セラミックス系カソード触媒（層）の研究開発
- ③ 広温湿度域にて作動可能な高プロトン伝導性電解質膜の研究開発
- ④ 次世代燃料電池のポーラスリブGDL/MPLに関する要素技術の研究開発
- ⑤ 次世代燃料電池の革新的な生産技術に資する静電スプレー法に関する要素技術の研究開発

本事業を通じ、本学の燃料電池システム等の高性能や低コストに向けた技術を開発し、2035年（令和17年）以降のNEDOロードマップ目標の実現に資する要素技術を開発します。

* 本事業採択に関する公表は、NEDO ホームページ
(https://www.nedo.go.jp/koubo/SE3_100001_00107.html) をご覧ください。

1. 概要：

地球温暖化防止を目的としたカーボンニュートラルに向けた鍵となるエネルギーとして水素が注目されています。我が国では、平成 29 年に世界で初めてとなる水素の国家戦略「水素基本戦略」が策定され、世界の水素社会構築への牽引役となってきました。また、NEDO では、産学官が長期的視野を共有して技術開発に取り組むために、平成 17 年から「燃料電池・水素技術開発ロードマップ」を公表しており、目標を達成するために取り組むべき技術開発課題等がとりまとめられてきました。

水素利用の鍵となる燃料電池においては、令和 7 年 2 月には同ロードマップにおける「F C V・H D V用燃料電池」のロードマップが改訂され、航続距離・稼働時間の長さや搭載性・重量等の観点から燃料電池適用の期待が大きい大型・商用モビリティ（H D V）をターゲットとして、2035 年（令和 17 年）頃に達成すべき燃料電池の目標が新たに設定されました。

本学では、平成 20 年度から NEDO の Hi-PerFC プロジェクト^{注2}（～平成 26 年度）、平成 27 年度から NEDO の SPer-FC プロジェクト^{注3}（～令和元年度）、令和 2 年度から NEDO の革新 FC プロジェクト（～令和 6 年度）を受託し、燃料電池の高出力化、高耐久化、高効率化に資する触媒や電解質材料およびそれらの性能を極限まで発揮させる触媒層の研究に取り組み、世界でも注目される多くの成果を挙げてまいりました。

今回採択された 5 つの事業では、これまでの成果を活かしながら、自動実験等の新たな発想を取り入れることにより、NEDO 戦略ロードマップ等で定められる高性能・高耐久・低コストを実現するための技術を開発します。

これら 5 つの事業の成果を適用することにより、燃料電池の普及拡大による CO2 削減、産業競争力の強化による市場獲得が可能になるものと期待されます。

2. 採択された5つの事業について：

①「自動実験を用いた燃料電池用次世代触媒・触媒層の研究開発」

研究代表：柿沼 克良 教授（水素・燃料電池ナノ材料研究センター）

研究開発概要：先端分野の技術力は国の産業競争力の基盤であり、競争力を維持・向上させてゆくために、研究開発のDXが期待されています。

燃料電池・水素技術開発は物理的な実体を対象とした技術の開発であるため、研究開発の中で実施される実験の自動化はDXとして欠くことができない重要な要素であり、このための拠点として山梨大学を整備する採択がなされました。

これまでの研究開発の速度を大幅に向上させるため、触媒等の材料の合成・利用の最適化及び触媒層の最適構造の検討を加速的に進め、発電性能までを一気通貫に評価する自動実験装置を構築します。

また、他の研究グループの利用も可能とし、得られたデータも公開するなどし、新材料開発の拠点となるものです。これらを通して、2035年以降に目指すべき目標性能を達成するための触媒・触媒層の性能向上を達成させ、産業界の持つ共通課題を解決する高効率・高出力・高耐久を両立した新たな触媒・触媒層材料を産業界と共に実用化につなげていきます。

参加機関：山梨大学（1大学）

②「高効率・高出力・高耐久を兼ね備えたPEFC用セラミックス系カソード触媒（層）の研究開発」

研究代表：柿沼 克良 教授（水素・燃料電池ナノ材料研究センター）

研究開発概要：NEDO技術開発ロードマップを実現するためには、燃料電池の高性能化、高耐久化、低コスト化を実現する新しい触媒を実現する必要があります。本学がこれまで、高出力・高耐久・高効率なセラミックス材料を担体とする触媒の研究開発を行ってきました。これまでの研究成果をもとに、更に高性能化と高耐久化を図りながら、低コスト化に挑戦するものです。

そのため、導電性を持ち耐久性に優れるセラミックス材料を更に進化させると共に、形状を多孔性とした新規のセラミックナノ粒子を開発します。このセラミック粒子を担体として、高活性なPt系ナノ粒子を担持した触媒材料を開発します。更に、この新規触媒を用い高性能な触媒層を実現

するためには、触媒とアイオノマーの界面が重要な役割を示すため、ナノスケールでの物質移動を、分子動力学シミュレーションを用いて解析します。これらの結果をもとに界面構造・修飾効果・界面プロトンダイナミクスなどの新たな技術を導入し、高性能で高耐久性のカソード用のセラミックス系電極触媒を開発するものです。

参加機関：山梨大学、東北大学、田中貴金属工業、日本化学産業、関東化学、東レリサーチセンター（4社2大学）

③「広温湿度域にて作動可能な高プロトン伝導性電解質膜の研究開発」

研究代表：柿沼 克良 教授（水素・燃料電池ナノ材料研究センター）

研究開発概要：NEDO 技術開発ロードマップを実現するためには、低温から高温、低湿から高温でも、高いプロトン伝導性、高い機械的強度、更に長期間の耐久性が必要です。

本学ではこれまでに、高分子電解質に様々な材料を複合化したコンポジット膜の作成に成功しています。これまでの知見をもとに、2035 年以降の高性能化、高耐久化、低コスト化目標の実現に資する新規な電解質膜の研究開発を実施するものです。

具体的には、ナノファイバー材料や連珠構造を有する無期ナノ粒子を、炭化水素系及びフッ素系電解質材料に添加することにより、電解質材料内部の構造変化を発生させ、高いプロトン伝導性を有する部分を生み出します。このために、水の挙動に関する分子動力学シミュレーションも活用し、材料設計を行っていきます。ここれらを通して、2035 年以降に目指すべき目標性能を達成する電解質膜を開発するものです。

参加機関：山梨大学、東北大学、東レリサーチセンター（1社2大学）

④「次世代燃料電池のポーラスリブGDL/MPLに関する要素技術の研究開発」

研究代表：内田 誠 教授（水素・燃料電池ナノ材料研究センター）

研究開発概要：燃料電池性能で発電を行うためには、反応物質である酸素や水素は反応場である触媒層にはガス拡散層（GDL/MPL）を通じて届けられます。目標となる燃料電池性能を実現するには、GDL/MPL の物質輸送性能の向上が不可欠です。

先行研究において GDL に流路を形成しリブ下に強制伏流ガスを発生させ触媒利用率を飛躍的に向上するセル構造を提案してきました。また、高温焼結法にはよらず製造自体は簡易・安価に実施できることも見出してきました。

本提案ではこれまで提案してきたポーラスリブ GDL/MPL について 2035 年目標を達成する高性能化に取り組むものです。その実現のために、各種セル性能、中性子線や X 線イメージング、気液二相流動の時空間変動、反応輸送モデル等の解析技術で GDL 内部の酸素や水の動的変化を多角的に解析し、導電性・ガス拡散性、水マネジメント機能の性能発現/劣化メカニズムを解明していきます。これらにより、HDV 目標の実現に資する要素技術を確立します。

参加機関：山梨大学、大阪大学、エノモト（1社2大学）

⑤「次世代燃料電池の革新的な生産技術に資する静電スプレー法に関する要素技術の研究開発」

研究代表：内田 誠 教授（水素・燃料電池ナノ材料研究センター）

研究開発概要：各材料の理想的な触媒層構造を実現し、高い性能を引き出すには触媒層生産プロセスが重要です。

貴金属である白金（Pt）触媒の有効性を向上させる精密塗工と、従来の生産プロセスにある乾燥工程をなくす業界初のマルチノズル式静電スプレー（ES）法を開発します。ES 法により理想的触媒層構築を実現し、将来の大量生産を可能とする革新的プロセスへ進化させるための要素技術を構築するものです。そのため、PEFC 用触媒層の理想構造実現と ES 安定塗工メカニズム解明を目指し、高次構造、傾斜構造形成技術構築、新触媒/アイオノマー材料対応、マルチノズルデバイス塗工、触媒層成型・アイオノマー結晶化等の各要素技術のメカニズムを、計算科学と実験解析を駆使し解明していきます。

参加機関：山梨大学、大阪大学、メイコー（1社2大学）

注1 PEFC：固体高分子形燃料電池（Polymer Electrolyte Fuel Cell）のこと。高分子電解質膜を用いて、作動温度が 80°C～100°Cである。家庭用や自動車用に実用化されてきているが、大量普及のために更なる高出力化、高耐久化、高効率化や低コスト化が期待されている。技術課題の一つとして、作動温度の高温化が NEDO 技術マップに目標とされている。

注2 Hi-PerFC プロジェクト：

NEDO 固体高分子形燃料電池実用化技術開発事業（平成 20～27 年度）「劣化機構とナノテクノロジーを融合した高性能セルのための基礎的材料開発」（Hi-Per-FC プロジェクト）。反応・劣化メカニズムに係る知見ならびにナノテクノロジー等の最先端技術の融合により、触媒・電解質膜・膜電極接合体などの材料研究を実施し、目標を達成しました。

注3 SPer-FC プロジェクト：

NEDO 固体高分子形燃料電池利用高度化開発事業（平成 27～令和元年度）「セル・スタックに関わる材料コンセプトの創出／高出力・高耐久・高性能燃料電池材料のコンセプト創出」（SPer-FC プロジェクト）。このプロジェクトでは、触媒や担体および電解質材料の新規創出とその機能を極限まで発揮させる触媒層の評価・解析を通じて、出力性能の向上・貴金属使用量の低減・耐久性の向上に取り組み、総合的効果で性能を 10 倍程度向上させる目標を達成しました。

以上

<研究についてのお問い合わせ先>

山梨大学クリーンエネルギー研究センター

TEL：055-220-8618 FAX：055-220-8618

山梨大学水素・燃料電池ナノ材料研究センター

TEL：055-254-7092 E-mail：fchnano-as@yamanashi.ac.jp

<広報についてのお問い合わせ先>

山梨大学総務企画部総務課広報・渉外室

TEL：055-220-8006 E-mail：koho@yamanashi.ac.jp

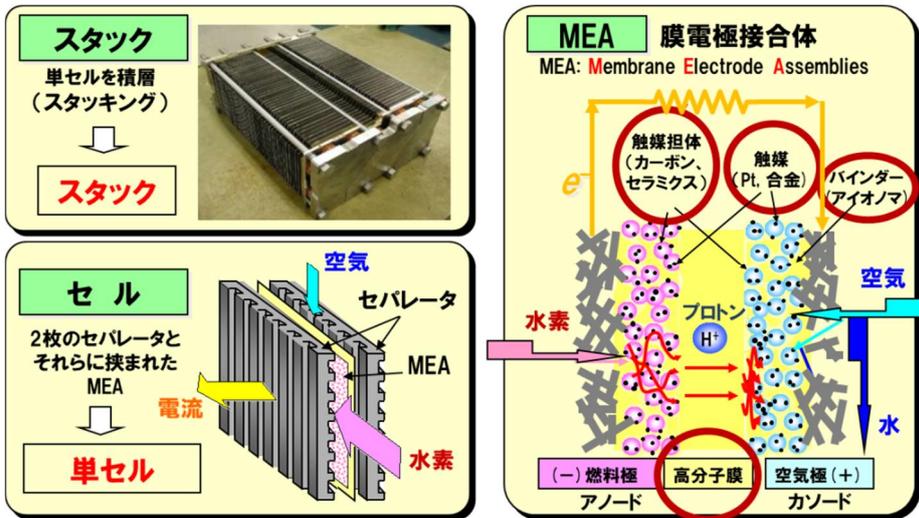
【参考資料】

1. 本研究開発の対象

①、②、③：固体高分子形燃料電池において、実際に発電を行う膜電極接合体（MEA）の主たる構成材料の、

- ・触媒（Pt、合金）
- ・触媒担体（カーボン、セラミクス）
- ・高分子やバインダーなどの電解質

などの材料の研究を行います。



2. 採択された5つの事業の位置づけ

今回採択された5事業は、2035年頃に達成すべき燃料電池（FCV、FCトラック等）の目標（NEDO 燃料電池・水素技術開発ロードマップ）を達成するために取り組むテーマです。

		現在～	2030年～	2035年～	2040年～
市場規模 (年間)	FC容量ベース	2GW程度 (2021～2023年平均)	60GW程度 (2030年頃)	160GW程度 (2030年頃)	420GW程度 (2040年頃)
	FCV台数	約1.3万台	約23万台	約60万台	約150万台
	FCトラック台数	約0.2万台	約17万台	約45万台	約120万台

※2025年2月 NEDO 燃料電池・水素技術開発ロードマップ より

3. 採択された5事業の内容

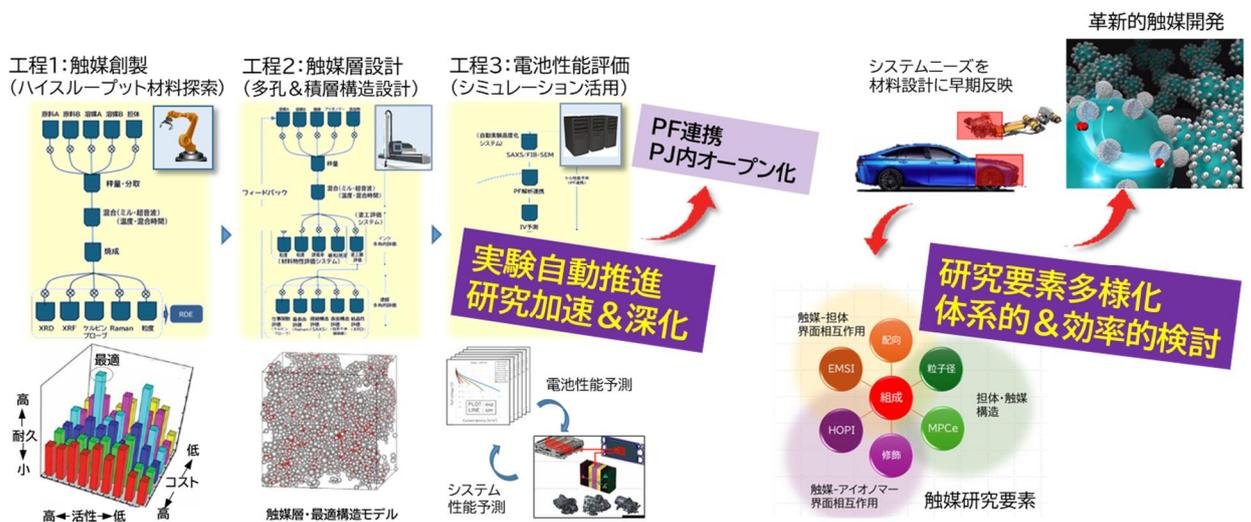
3. ①「自動実験を用いた燃料電池用次世代触媒・触媒層の研究開発」

【参加機関】 山梨大学

【研究開発の概要】

2035年以降の触媒・触媒層設計の研究拠点として、水電解も視野に入れつつ主に燃料電池のガス拡散電極触媒の研究加速化&深化をすすめて、革新的な電極触媒を開発する。各種ガス拡散電極・触媒のオープンデータの蓄積を通じ、プロジェクト成果の早期実用化をめざす。

触媒創製～電池性能評価までの自動・自律実験装置を構築し、一気通貫&ハイスループット研究環境を構築する。評価解析プラットフォーム等とも連携し、NEDOプロジェクト内にてオープンデータ蓄積&活用する環境整備に貢献する。各データとシミュレーションの連携を進め、システムニーズに直結する材料シーズも明確化し、材料の探索のみならず実用化の加速に貢献する。



3. ②「高効率・高出力・高耐久を兼ね備えた PEFC 用セラミックス系カソード触媒

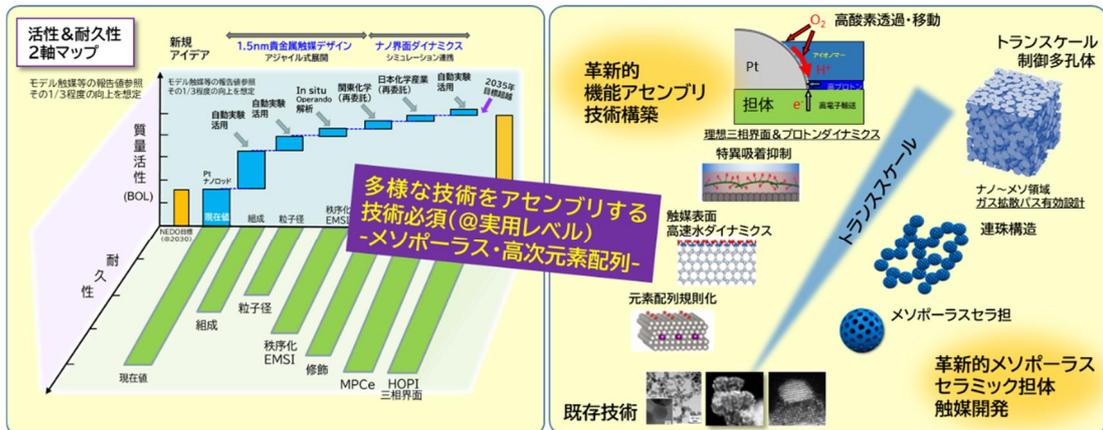
（層）の研究開発」

【参加機関】 山梨大学、東北大学、（田中貴金属工業、日本化学産業、関東化学・再委託）、（東レリサーチセンター・共同実施）

【研究開発の概要】

幅広い温度・湿度域にて高酸素還元活性&高耐久性を有する燃料電池に用いる革新的電極触媒（層）の性能向上・量合成を実施する。

メソポーラス構造と連珠構造を兼ね備える新規セラミック担体の量合成、遷移金属以外を主な添加物とする Pt 合金触媒の開発と担持触媒の量合成、それらの酸素還元活性を最大化する新規界面設計（三相界面・修飾含）、耐久を含む性能向上のメカニズム解明を実施する。



3. ③「広温湿度域にて作動可能な高プロトン伝導性電解質膜の研究開発」

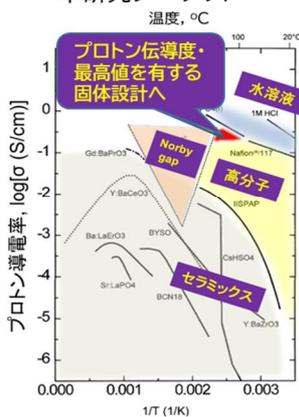
【参加機関】 山梨大学、東北大学、(東レリサーチセンター・共同実施)

【研究開発の概要】

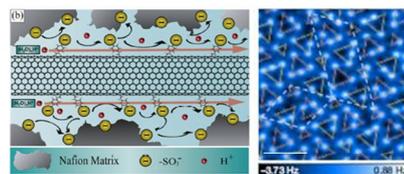
2035年以降の高性能化、高耐久化、低コスト化目標の実現に資する新規な電解質膜に関する研究開発を実施する。

炭化水素系電解質及びフッ素系電解質について、無機・有機化合物の微量添加により、固体（無機材料）/固体（高分子）の新たな界面（固固界面）を形成させる。マルチスケール&マルチタイムにて固固界面特有の中間水を制御及び積極利用して、固相で最大のプロトン伝導度を示す電解質を設計する。

現状のプロトン伝導体
本研究ターゲット



特殊な制限場(固固界面)
特徴的な水・ダイナミクス



ACS Appl. Mater. Interfaces
10 (2018) 14026.

Nature, 630
(2024) 375

高分子/化合物界面にある特殊な水に注目
・100°C以上-30°C以下でも液体
・プロトン・水が高速移動
→幅広い温度・湿度域にてプロトン伝導付与

研究方針
マルチタイム&スケール制御

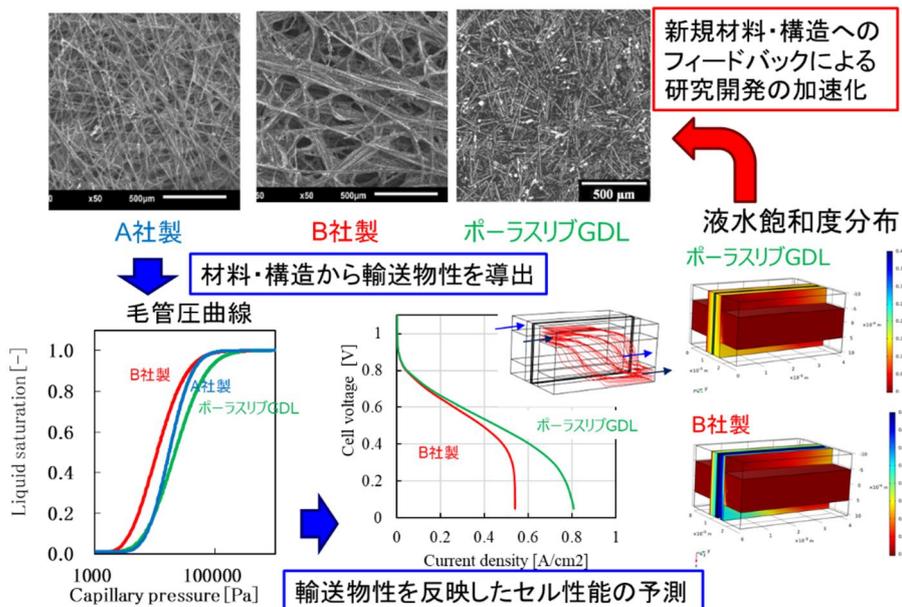
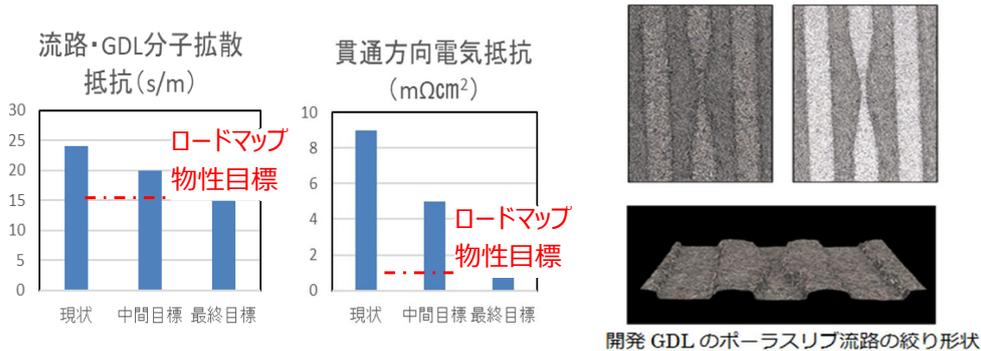


3. ④「次世代燃料電池のポーラスリブGDL/MPLに関する要素技術の研究開発」

【参加機関】 山梨大学、大阪大学、エノモト

【研究開発の概要】

ポーラスリブ GDL/MPL について各種セル性能、中性子線や X 線イメージング、気液二相流動の時空間変動、反応輸送モデル等の解析技術で GDL 内部の酸素や水の動的変化を多角的に解析し、導電性・ガス拡散性、水マネジメント機能の性能発現/劣化メカニズムを解明する。GDL/MPL にかかわる 2035 年頃の HDV 目標の実現に資する要素技術確立、産業界の求める高性能化・高耐久化を両立した新デバイスを産業界と共に実用化につなげる。



3. ⑤「次世代燃料電池の革新的な生産技術に資する静電スプレー法に関する要素技術の研究開発」

【参加機関】 山梨大学、大阪大学、メイコー

【研究開発の概要】

PEFC 用触媒層の理想構造実現と ES 安定塗工メカニズム解明を目指し、高次構造、傾斜構造形成技術構築、新触媒/アイオノマー材料対応、マルチノズルデバイス塗工、触媒層成型・アイオノマー結晶化等の各要素技術のメカニズムを、計算科学と実験解析を駆使し解明する。生産技術としての優位性・成立性の他、層状構造等による発電特性の優位性を原理面から明らかにし、従来の塗工方法を変革する新手法を開発する。

