

NEDO水素・アンモニア成果報告会2025

発表No.P2-16

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/ 共通課題解決型基盤技術開発/ 導電性ナノファイバーネットワークによる自立MPLの研究開発

団体名：日本バイリーン株式会社

発表日：2025年7月16日

はじめに

開発の位置づけ

事業概要

開発コンセプト

NEDOプロジェクトでは、2030年目標の達成に向けて各構成部材に対して必要な性能向上の積み上げ値が示され、ガス拡散層（GDL・MPL）への期待値として、出力3A/cm²で約0.08Vの向上が示された（図1）。

FCCIのFCV課題共有フォーラム資料（2019年1月22日）では、当該IV特性向上のためにはガス拡散層に対してシミュレーションから、貫層抵抗2.5mΩ・cm²、分子拡散抵抗14s/mの達成が必要とされた。

導電性ナノファイバーネットワークによる自立MPLの開発を行い、連続生産性と低コスト化が可能な自立MPLの供給体制の構築を目指し、基礎となる素材及び構造特性の研究開発を行う。

本研究開発では、耐熱性有機樹脂の選択と、有機樹脂中に分散しやすい導電性材料を原料とした導電性ナノファイバーを開発し、導電性ナノファイバーネットワークの基本骨格を完成させる。

一つの層でMPLとカーボンペーパー（CP）層の役割を担う自立MPLの開発を目的とした。高温焼成工程を無くし、ガス拡散層のコスト低減も狙う。ナノファイバー技術をベース技術として、導電性繊維からなる厚さ50μm以下の自立可能な薄層を作製する事で達成を目指す。

薄層化のメリットとして、貫層方向の抵抗低減、ガス拡散性の向上が期待できる。

一方、薄層化により流路のリブ下部分のガス拡散性低下が予想される。

これらの課題に対して、ナノファイバー材料の選定、ナノファイバー構造の工夫さらにはガス流路形状との関係を明確にすることで解決を目指した。自立MPLのコンセプトのイメージを図2に示す。

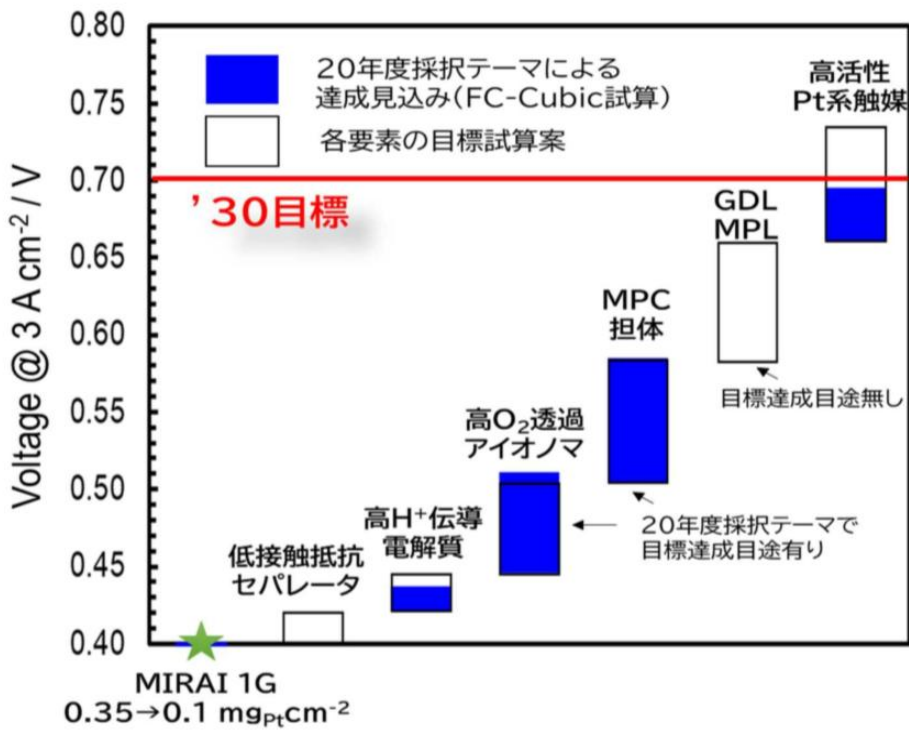


図1 ガス拡散層に対して設定された改善目標値

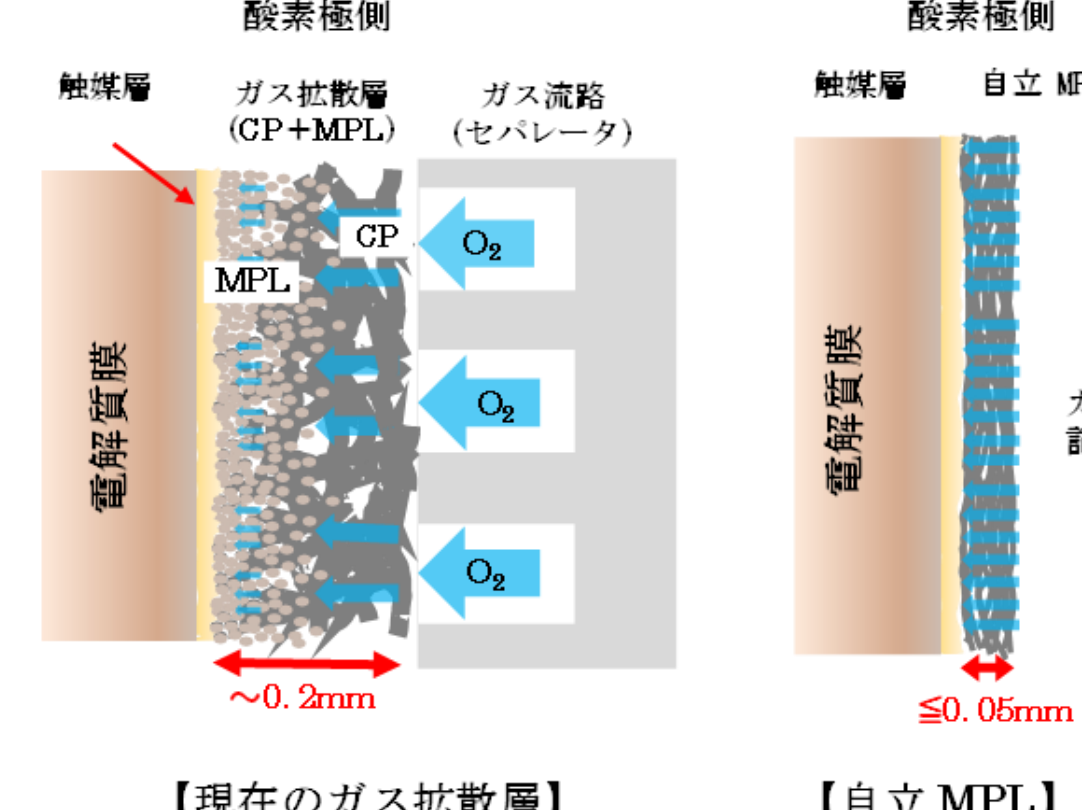


図2 自立MPLのコンセプトを示すイメージ図

開発成果

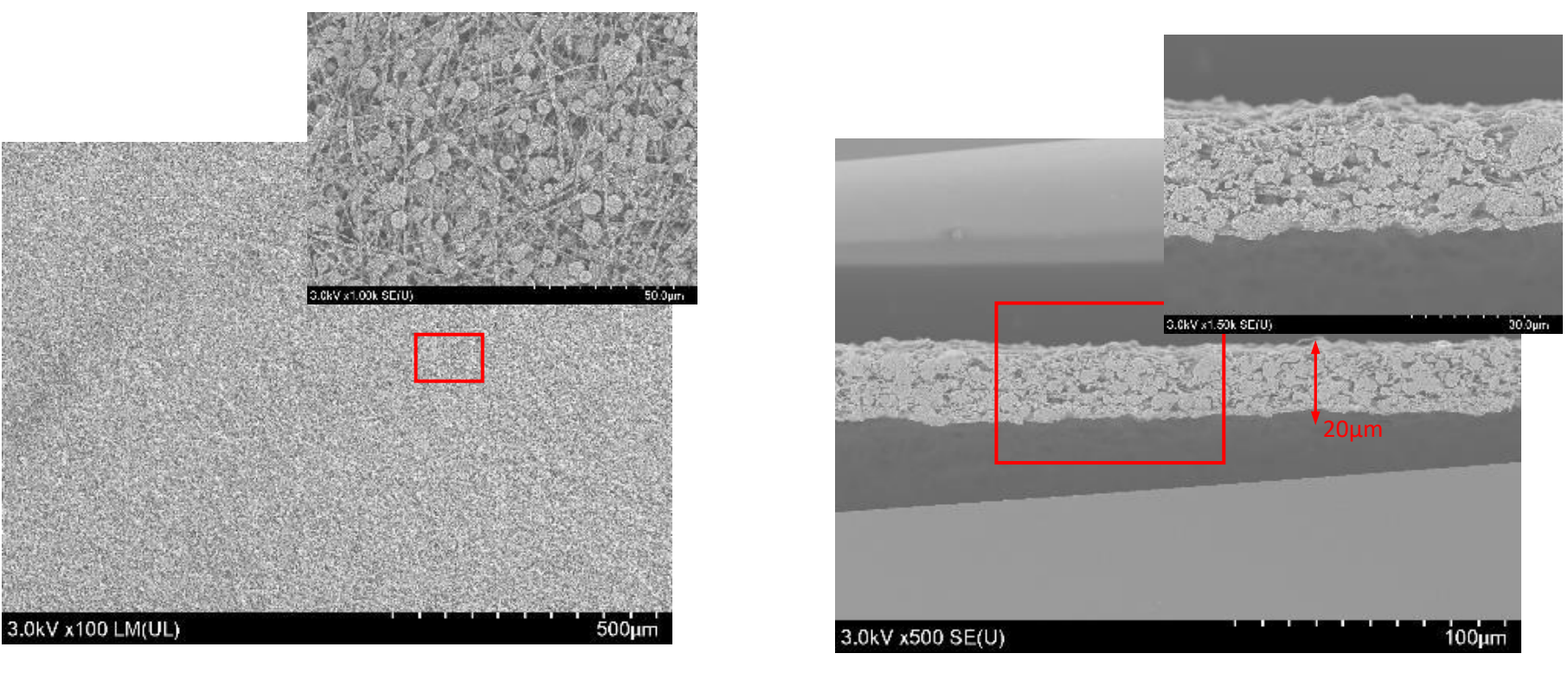
分子拡散抵抗の低減

主要な物性達成目標の分子拡散抵抗はロードマップ目標18s/mを十分に達成できた。貫層抵抗については2.5mΩ・cm²をほぼ達成できた。

一方発電性能との相関においてはこれらのMPLが薄くなることによる物性値とトレードオフの関係がみられ、比抵抗の低減および曲げ剛性の課題が明らかとなった。

物性・発電性能指標	目標値（2024年度）	達成状況（2024年度）	課題
厚さ/μm	≤50	≤50	—
貫層抵抗（貫層方向）/mΩ・cm ² @2MPa	2.5	2.4-2.6（フッ素系樹脂）	非フッ素系で増加
分子拡散抵抗/sec・m ⁻¹	≤14	14 - 18	—
自立MPLの厚さ維持率 @ 2MPa	0.7≤	0.6- 0.8（非フッ素系）	長期耐久（塑性変形）の検証
自立MPLの接触角 °	150≤	150≤	非フッ素系で低下
セル抵抗/mΩ・cm ²	20（自社基準）	70程度	薄型化による曲げ剛性低下
St特性	Stフラット範囲をSt=2以下まで	Stフラット範囲：St=5程度まで（特殊多孔体流路）	St特性低下要因（フラiddiing等）の解明

開発した自立MPL



SEM写真1 開発した自律MPLの表面および断面

発電評価と得られた課題

図5 MIによる抵抗最小化

図6 発電評価と発電後の形状観察（右）

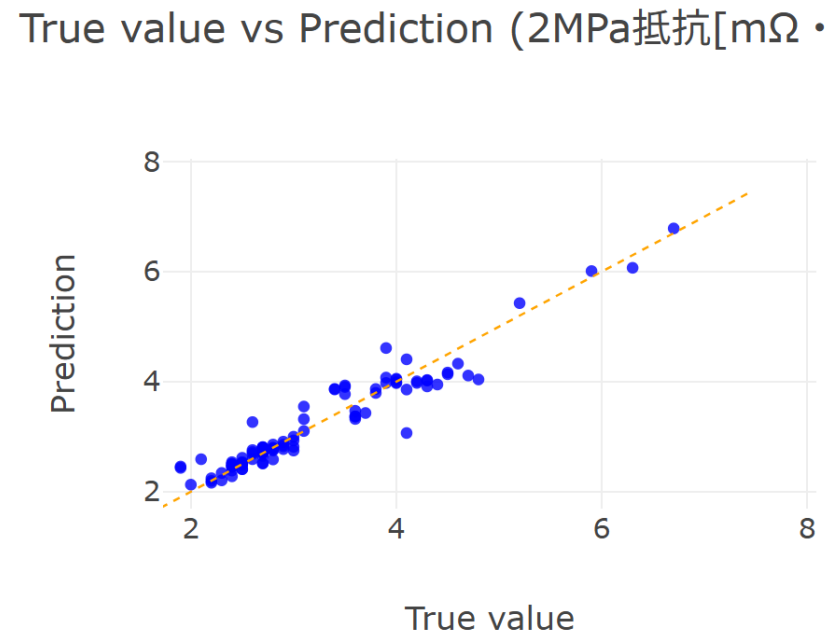


図5 MIによる抵抗最小化
評価解析PFに依頼し貫層抵抗最小化のため組成条件の検討を実施

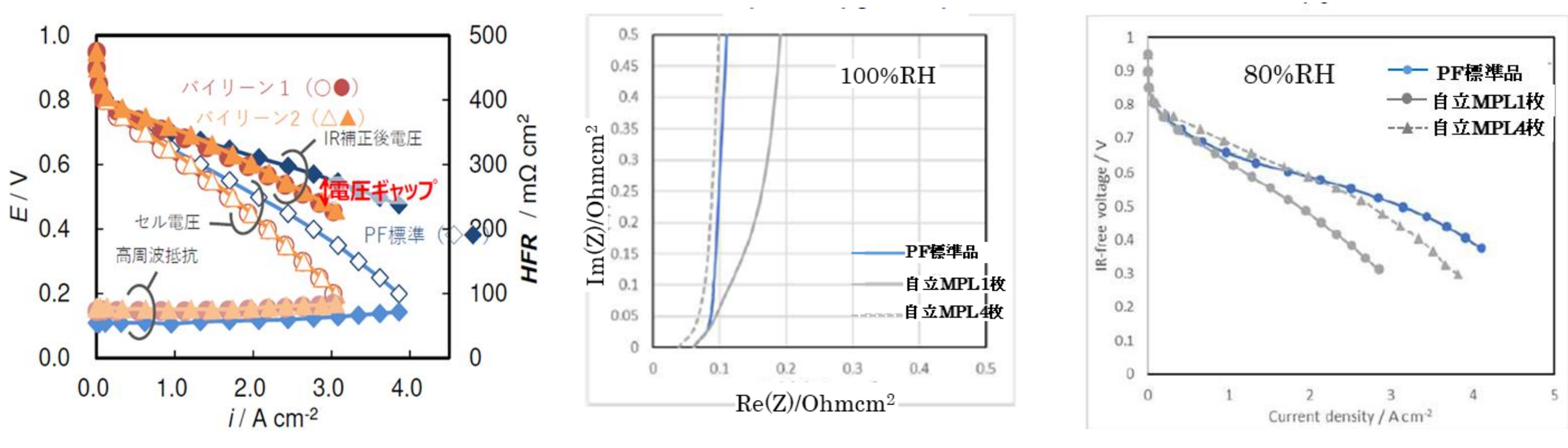


図6 発電評価と発電後の形状観察（右）
発電試験はPF標準を下回る結果となり、その要因として面内導電性並びに曲げ剛性の改善が必要と考えられた

図3 分子拡散の最適化条件

図4 ガス透過率シミュレーション

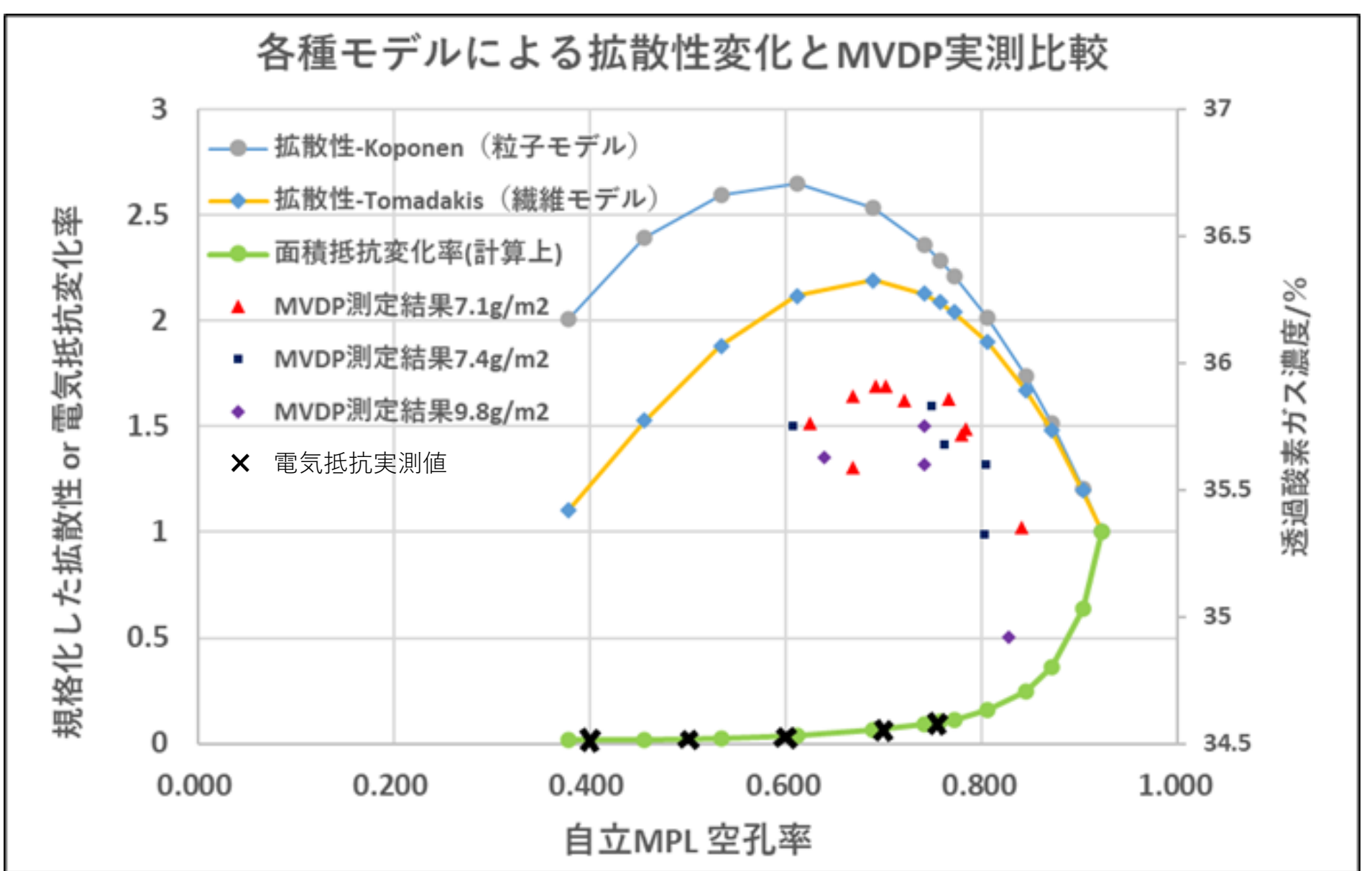
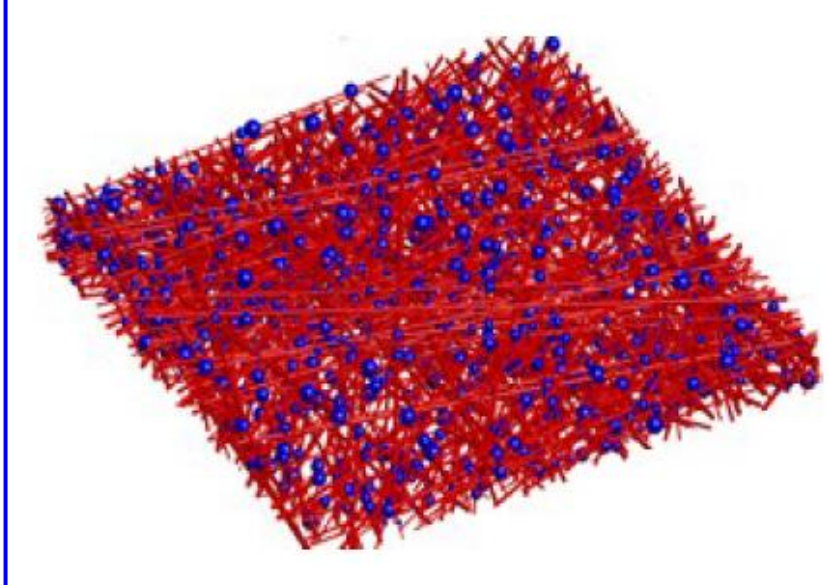
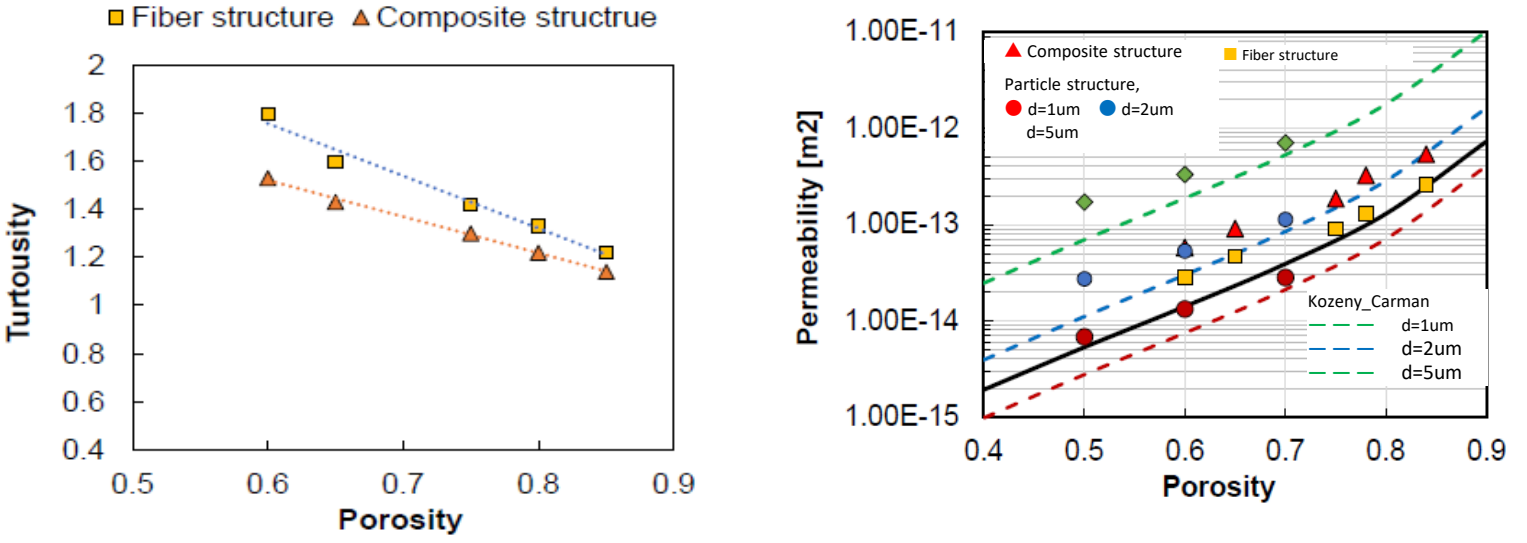


図3 分子拡散の最適化条件



SEM写真を基に3Dモデル作成



屈曲率と透過率を推算（各線はTomadakis - Sotirchos (TS) model、粒子に関してはKozeny-Carman modelE（粒子）から計算

図4 ガス透過率シミュレーション
評価解析PFに依頼し九州大学、井上元 教授に実施いただいた

課題解決に向けて

図7 CCMとの一体化効果

図8 流路構造の影響

課題解決に向けて

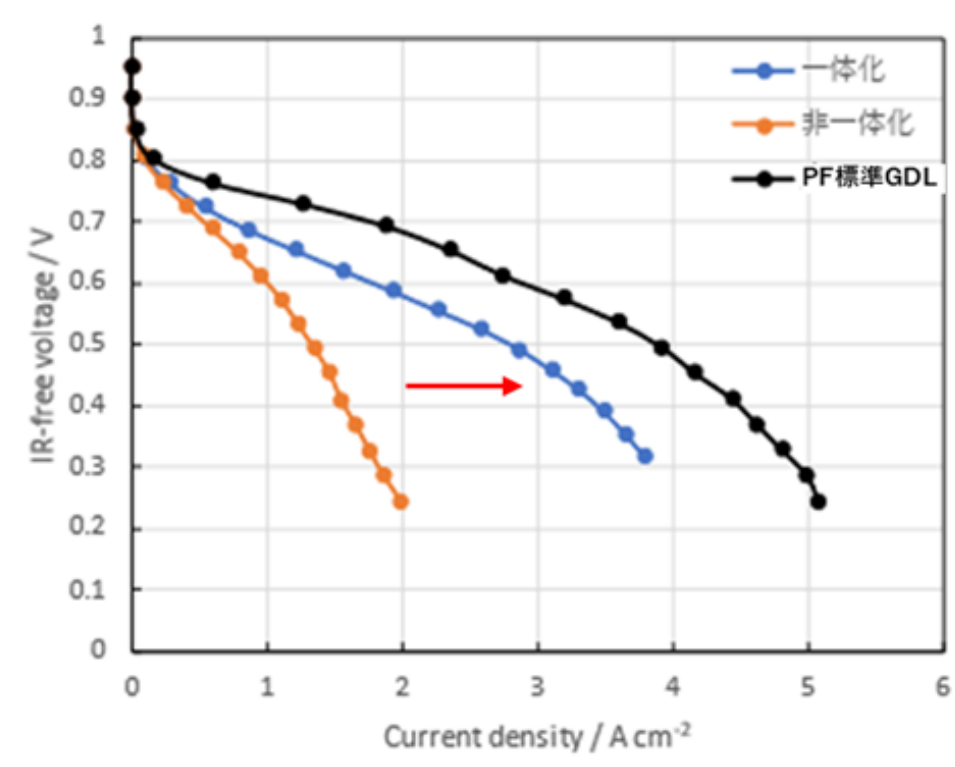
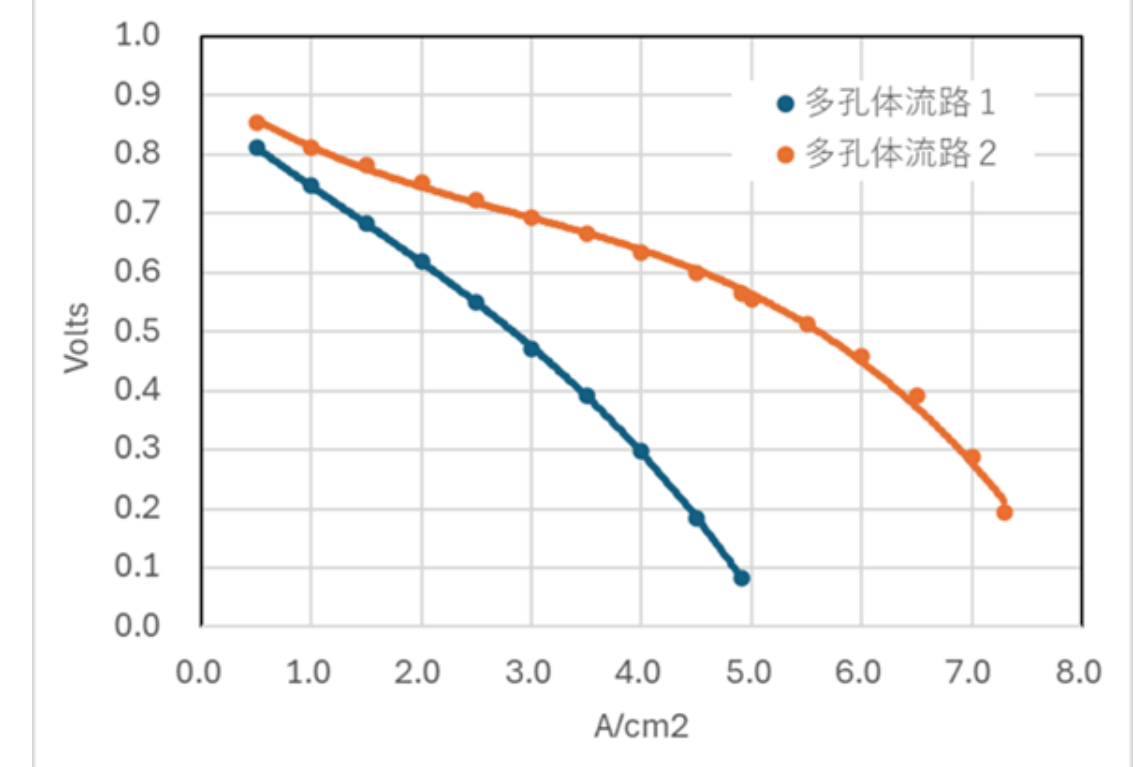


図7 CCMとの一体化効果
CCMの構造が異なるためPF標準は参考値

図8 流路構造の影響
多孔体流路2は流路1より微細構造（LOI企業の協力の下評価実施）



総括：導電性ナノファイバーネットワークにより拡散性、導電性を兼ね備えた自立MPLの製造が可能であった。個別の目標物性はほぼ達成し、本技術を自立MPLの今後の開発に適用できる可能性が確認できた。酸素ガス拡散について、既存の屈曲率推算モデルを適用し最適化を図ることができた。課題として、面内導電性および曲げ剛性の改善並びに、流路構造との組み合わせを考慮した構造と材料の一体開発が必要であることが明らかとなった。

謝辞：本研究開発を進めるにあたり、NEDO関係各位のご助言並びに、評価解析プラットフォームでの評価が開発推進に大いに役立てられました。また、LOI企業による評価と議論も開発の実施に重要な参考とさせていただきましたことをここに記載させていただき、感謝申し上げます。

連絡先：日本バイリーン株式会社

<http://www.vilene.co.jp/contact/>