

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/次世代燃料電池・水電解の要素技術開発
/機能性ナノファイバーフレームワークからなる高伝導性・高耐久性 複合電解質超薄膜の開発

団体名 : 東京都立大学法人 東京都立大学(委託先) 岩手大学(再委託先) 秋田大学(再委託先)
発表日 : 2026年7月22日

事業の目的・目標

【研究開発の目標】
「機能性伝導性ナノファイバーフレームワーク(Nf)」を導入したNf複合電解質超薄膜を作製し、(i)高プロトン伝導性(2035年度目標値の達成)、(ii)高耐久化(50,000時間に達する電解質膜の耐久性)、(iii)超薄膜化(膜厚5μm以下の達成)の実現を目標とする。

【研究開発の概要】
電解質膜で要求される2035年度燃料電池ロードマップ目標値を達成するため、プロトン伝導性をアシストし、ガスバリア性を向上させる(化学的安定性)、さらに5μm膜厚以下の超薄膜でも機械的安定性を有する機能性ナノファイバーフレームワーク(Nf)を開発する。加えて、マトリックスとなる新規非フッ素系高分子材料の開発も進め、これら3つの要素技術を組み込んだ5μm膜厚以下の複合電解質超薄膜を作製できる成膜装置を開発し、最終的には電解質膜評価までを繋げた自動自律測定装置の開発とその運営を行う。

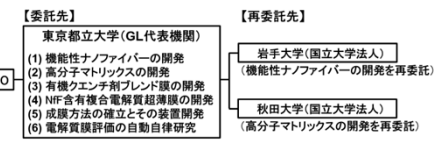


事業の位置づけ・必要性

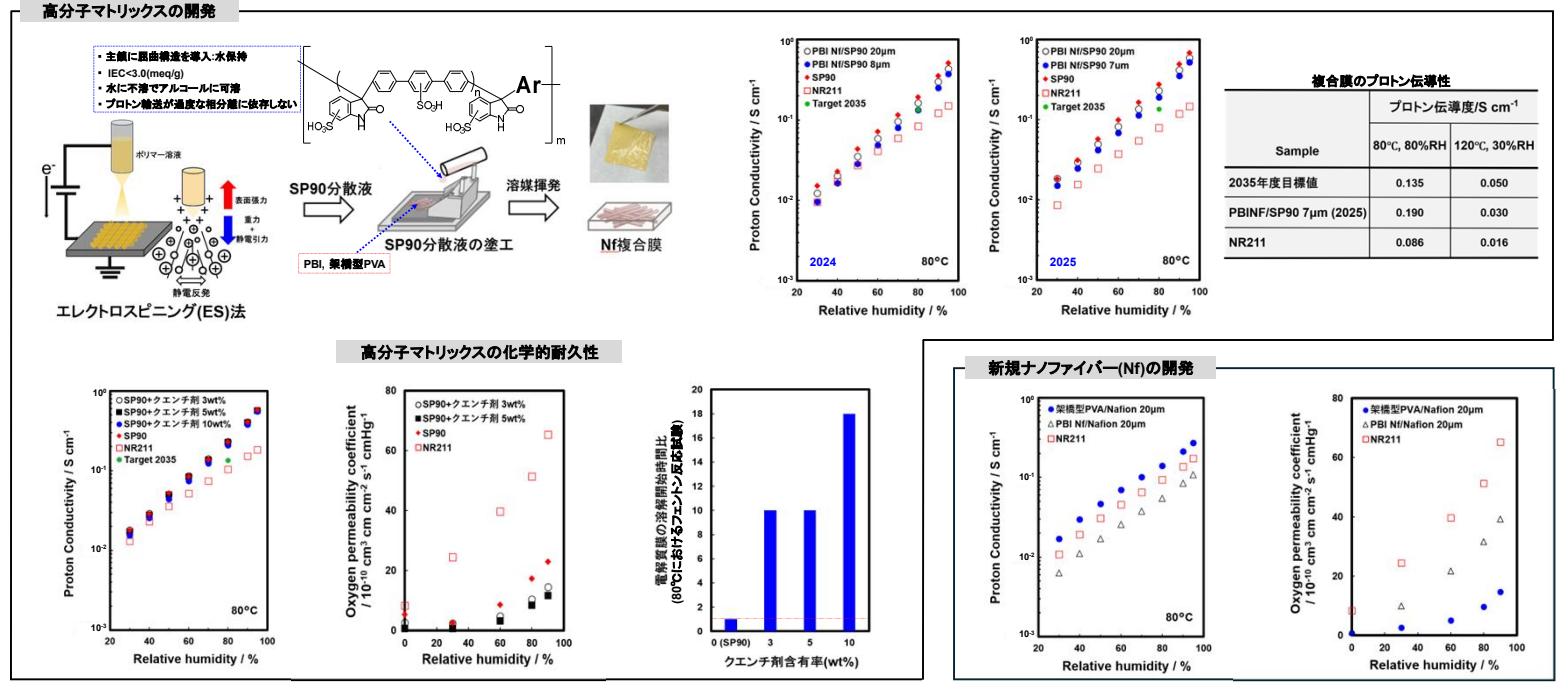
本事業では、電解質膜で要求される2035年度燃料電池ロードマップ目標値を達成するため(下表)、プロトン伝導性をアシストし、ガスバリア性を向上させる(化学的安定性)、さらに5μm膜厚以下の超薄膜でも機械的安定性を有する機能性ナノファイバーフレームワーク(Nf)を開発する。加えて、マトリックスとなる新規非フッ素系高分子材料の開発も進め、これら3つの要素技術を組み込んだ5μm膜厚以下の複合電解質超薄膜を作製できる成膜装置を開発し、最終的には電解質膜評価までを繋げた自動自律測定装置の開発とその運営を行う。

表1 2035年、2040年に求められる電解質膜の目標値				
項目	目標値		実測値	
	物性値	仕様・物性値	第二世代 PEMFC	一般PEMFC (Nafion®) (2015)
膜厚 (μm)		5.0	8.5	25
H ⁺ 伝導率 (S/cm)	at 120°C, 20%RH	0.028		
	at 120°C, 30%RH	0.050	0.018	0.016
	at 100°C, 40%RH	0.057	0.027	0.024
	at 80°C, 60%RH	0.135	0.106	0.086
	at -20°C, 0%RH	今後決定		
膜厚 (μm)		1.0	8.5	25
H ⁺ 伝導率 (S/cm)	at 120°C, 12%RH	0.15		

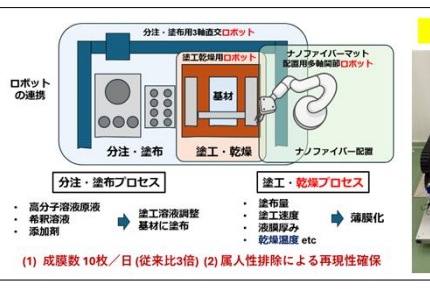
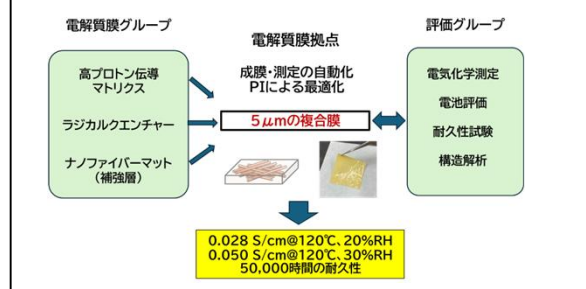
実施体制



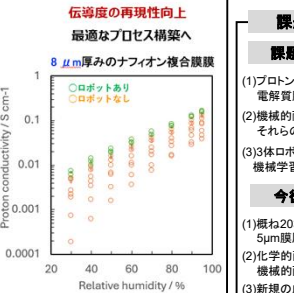
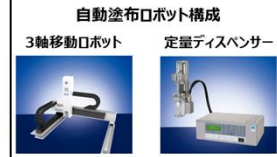
2025年の主な成果



複合電解質膜の開発



溶媒乾燥プロセスが膜物性を大きく支配
(1) 溶媒蒸発速度
(2) ゲル化点
塗布工程へのロボット導入は極めて有効



課題と今後の取組
課題
(1) プロトン伝導性の課題は、120°C/20%RHで目標値を達成することである。その為の新規電解質膜用マトリックスポリマーの合成を行う。
(2) 機械的耐久性は、電解質膜用マトリックスポリマーとナノファイバーにより決まってくる。それらの組み合わせ情報を収集し、目標の達成を目指す。
(3) 3体ロボットと連動した成膜装置を稼働させ、その成膜条件の収集とその情報を用いた機械学習から最適な成膜条件を導く。

今後の取組
(1) 概ね2035年度目標に上げた伝導度や膜厚は個別には達成することができたが、5μm膜厚からなる電解質膜での伝導度の達成には至っていない。
(2) 化学的耐久性は膜のガスバリア性向上により目標達成の可能性を見通すことができたが、機械的耐久性には課題があり、湿潤-乾燥サイクルでは膜の破断が認められた。
(3) 新規の成膜用ロボット開発は終了したが、まだそれらの連動性の確認が行っていない。2026年度には3体のロボットを連動した成膜装置を稼働し、成膜条件の最適化に取り組む。

実用化・事業化の見通し
本事業では以下の研究開発成果が期待される。事業実施を行わない大学としては、基本的に先ずは特許による権利化を行い、各製造方法については必要に応じてノウハウの形成も検討する。さらに成果に関してはオープンソース戦略を採って、共同研究開発企業と積極的な連携をはかる。

(1) 新規機能性ナノファイバーフレームワーク
(2) 高プロトン伝導性高分子マトリックス
(3) 有機系ケイ素系
(4) Nf含有複合電解質超薄膜
(5) 自動成膜装置
(6) Roll to Roll成膜装置

また、本事業で開発するNfを用いた高伝導性・高耐久性の複合電解質超薄膜の試作品提供については、事業期間内において関心表明企業に対し提供する。Nfに関しては東京都立大学と岩手大学、非フッ素系高分子材料に関しては東京都立大学と秋田大学、そして岩手大学と秋田大学の協力を得ながら高伝導性・高耐久性の複合電解質超薄膜を東京都立大学にて作製する。将来的には、Nfおよび新規非フッ素系高分子材料のサイエンスを行うことで国内メーカーでの生産を検討し、複合電解質超薄膜の純度向上へと繋げる。また同時に、関心表明企業との連携により自動成膜装置の改良を行い、最終的にはRoll to Roll装置開発に繋げる。