

発表No.A-48

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

燃料電池の多用途活用実現技術開発

高信頼性炭化水素系補強電解質膜の
低コスト・革新的生産技術開発

新宅 有太
東レ株式会社
2022年7月28日(木)

東レ株式会社 HS事業部門
E-mail : Yuta.Shintaku.k5@mail.toray
TEL : 077-533-8515

1. 期間

開始 : 2020年7月
終了 : 2022年6月

2. 最終目標

20万m²/年以上の高信頼性炭化水素系補強電解質膜を供給可能とする製造プロセス技術と検査・品質管理技術を開発し、その電解質膜の性能を実証することを目標とする。
また、2035年以降の大量普及期に求められる達成性能レベルを念頭におき、高温発電性能と耐久信頼性のポテンシャル検証を進める。

3. 成果・進捗概要

- ・低コスト・革新的生産技術の開発・実証として、電解質ポリマーのスケールアップ重合設備および電解質膜のスケールアップ製膜設備の設計・導入を完了し、生産量20万m²/年の供給能力を達成した。
- ・発電性能と耐久信頼性の両立として、スケールアップ設備を用いて補強電解質膜を作製し、基準を上回る発電性能と目標とする化学的・機械的耐久性を達成した。
- ・高温発電性能と耐久信頼性のポテンシャル検証として、基準を上回る高温作動化性能と目標とする高温化学的耐久性を確認した。

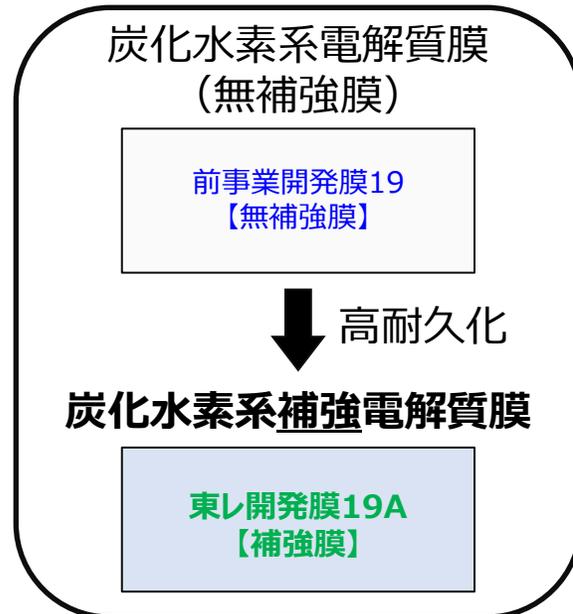
1. 事業の位置付け・必要性

背景

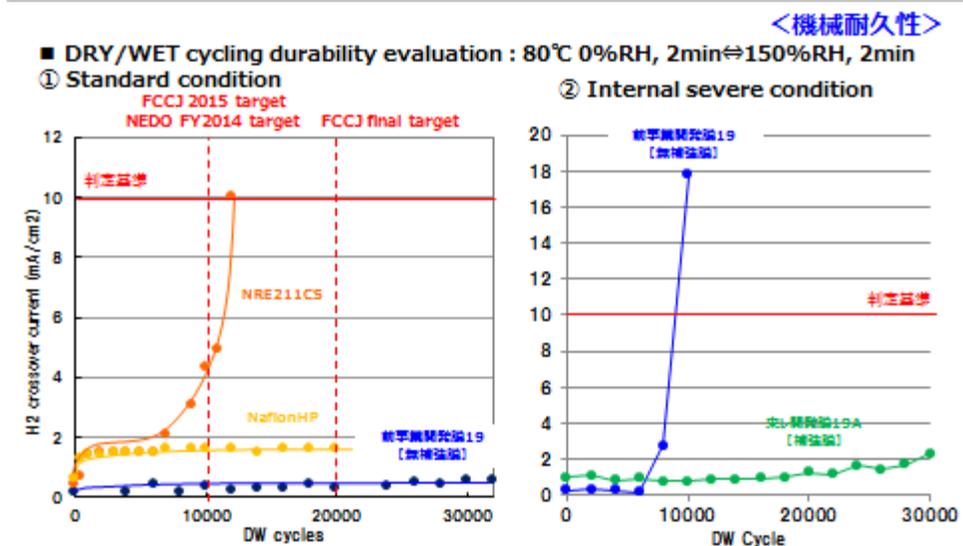
2030年以降の燃料電池自動車の自立的普及拡大に向け、高品質の燃料電池スタックを大量に適切なタイミングで供給可能とする必要がある。そのためには、高品質の燃料電池スタックを短タクトで大量生産可能な新たな製造プロセス技術の確立・導入が不可欠である。特に、燃料電池スタック、MEAの性能を決める重要な構成材料である電解質膜について、低コストで大量生産可能な製造プロセス、品質管理・検査方法を開発する事は、燃料電池の普及拡大において不可欠である。

事業者は、2013～2014年度NEDO事業「次世代技術開発事業」にて高信頼性炭化水素系電解質膜を開発した。また、2015～2019年度NEDO事業「プロセス実用化技術開発事業」の開発を行った。開発前期では高信頼性炭化水素系電解質膜の発電性能と耐久信頼性を維持しながら、電解質膜10万m²/年以上を供給可能とする広幅・高速化製造プロセス技術と検査技術を開発し大量供給の足掛かりを作った。開発後期では、更なる生産性向上と、燃料電池の運転に影響を与える不純物低減を両立できるプロセス技術開発により、電解質膜20万m²/年以上を供給可能な高品質・高信頼性の炭化水素系電解質膜（前事業開発膜19【無補強膜】）を開発した。

また、前NEDO事業である「プロセス実用化技術開発事業」と平行して、商用車用途等では電解質膜における長期耐久性が要求される事から、補強材適用により炭化水素系電解質膜の更なる高耐久化を検討し、高信頼性の炭化水素系補強電解質膜（東レ開発膜19A【補強膜】）を自社で開発した。



炭化水素系補強膜の機械耐久性



2. 研究開発マネジメントについて

開発目標

前提① 「基本計画」：燃料電池スタックの製造に必要な工程時間として現行の1/10以下を見通す

前提② 「現行生産能力」：2000 (台/年) × 400 (セル/台) × 0.025 (m²/セル) = 2万m²/年

項目	評価基準	最終目標 (2023/2)		
			基準対比	
開発項目 1： 低コスト・革新的 生産技術の 開発・実証	補強膜 生産性	2万m ² /年 (FCV2000台/年)	>20万m ² /年 (FCV2万台/年)	10倍以上に 生産性向上
	製造プロセス技術開発 (ポリマー生産技術)	現スケール	重合 10倍スケールアップ°	10倍 スケールアップ°
	製造プロセス技術開発 (製膜生産技術)	現スケール	補強製膜 10倍スケールアップ°	10倍 スケールアップ°
開発項目 2： 発電性能と 耐久信頼性の 両立	初期発電 ¹⁾ (FCCJ条件, 100°C30%RH)	NafionHP (0.24V@0.9A/cm ²)	>NafionHP	基準以上
	化学的耐久性 ²⁾ (NEDOプロトコル)	NafionHP (225h)	>1350 h	6倍以上に 耐久信頼性向上
	機械的耐久性 ³⁾ (FCCJプロトコル)	NafionHP 目標20,000回	>120,000回相当 (4倍加速 ⁴⁾ > 30,000回)	目標対比6倍以上に 耐久信頼性向上
開発項目 3： 高温発電性能と 耐久信頼性の ポテンシャル検証	高温作動化 (120°C高加湿)	NafionHP	>NafionHP	基準以上
	高温化学的耐久性 (110°COCV)	NafionHP (150h)	>900 h	6倍以上に 耐久信頼性向上

1) 「固体高分子形燃料電池の目標・研究開発課題と評価方法の提案」(H23年1月FCCJ発行)5頁記載の2015目標条件参照

2) 平成25年度～平成26年度NEDO技術開発機構の委託事業「固体高分子形燃料電池実用化推進技術開発／次世代技術開発／高信頼性炭化水素系電解質膜の研究開発」の化学耐久性プロトコル参照

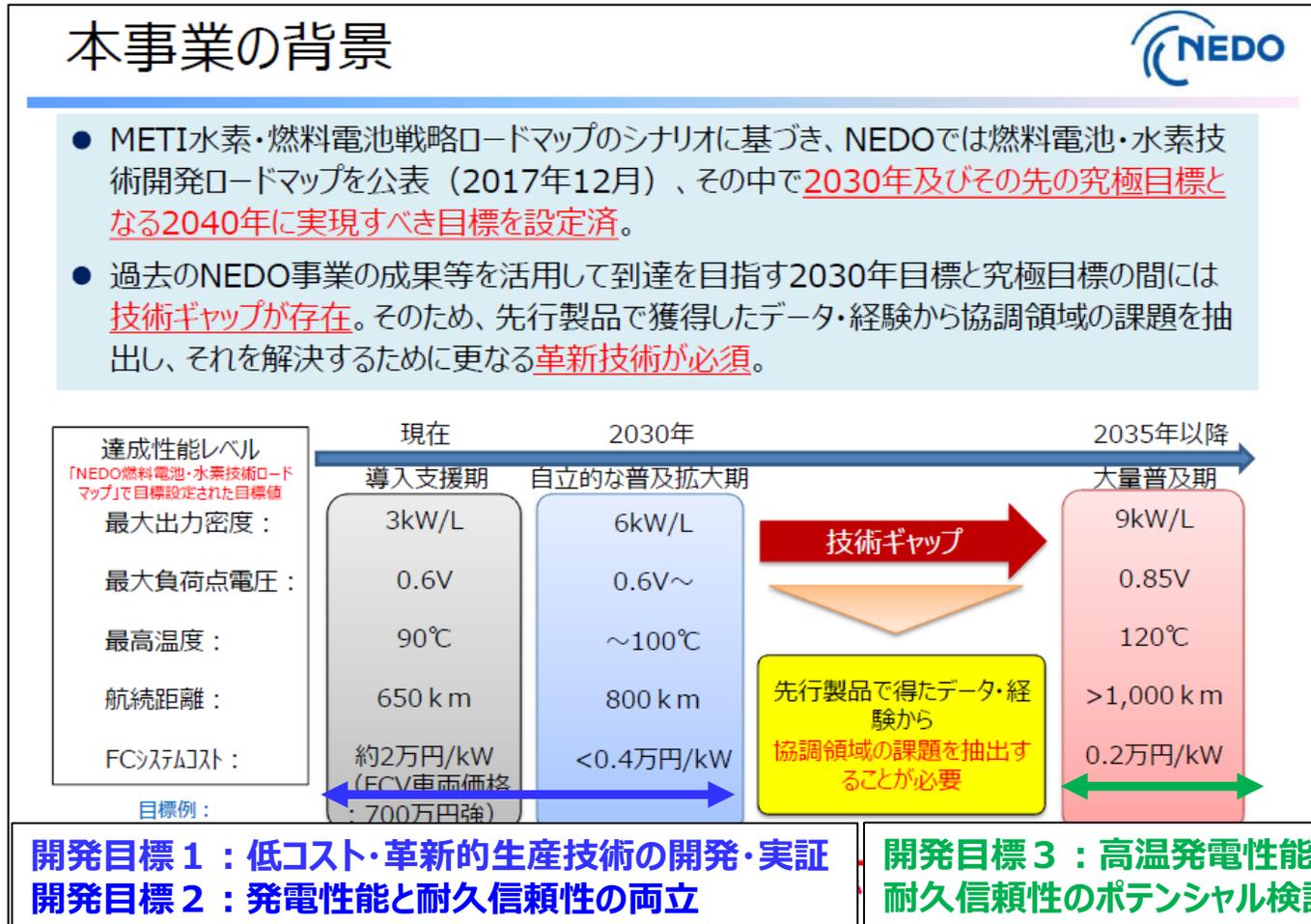
3) 「固体高分子形燃料電池の目標・研究開発課題と評価方法の提案」(H23年1月FCCJ発行)15頁記載の最終目標条件参照

4) HC無補強膜をベースに加速倍率を設定

2. 研究開発マネジメントについて

開発目標の位置付け

◆ 開発目標の設定背景 ◆ ※NEDO様公募説明資料より（添付資料1、P3図20に記載）



- NEDO燃料電池・水素技術開発ロードマップの目標に基づき、開発目標を設定している。本事業の開発目標 1・2 は、2030年、開発目標 3 は2035年以降がターゲットとなる。

2. 研究開発マネジメントについて

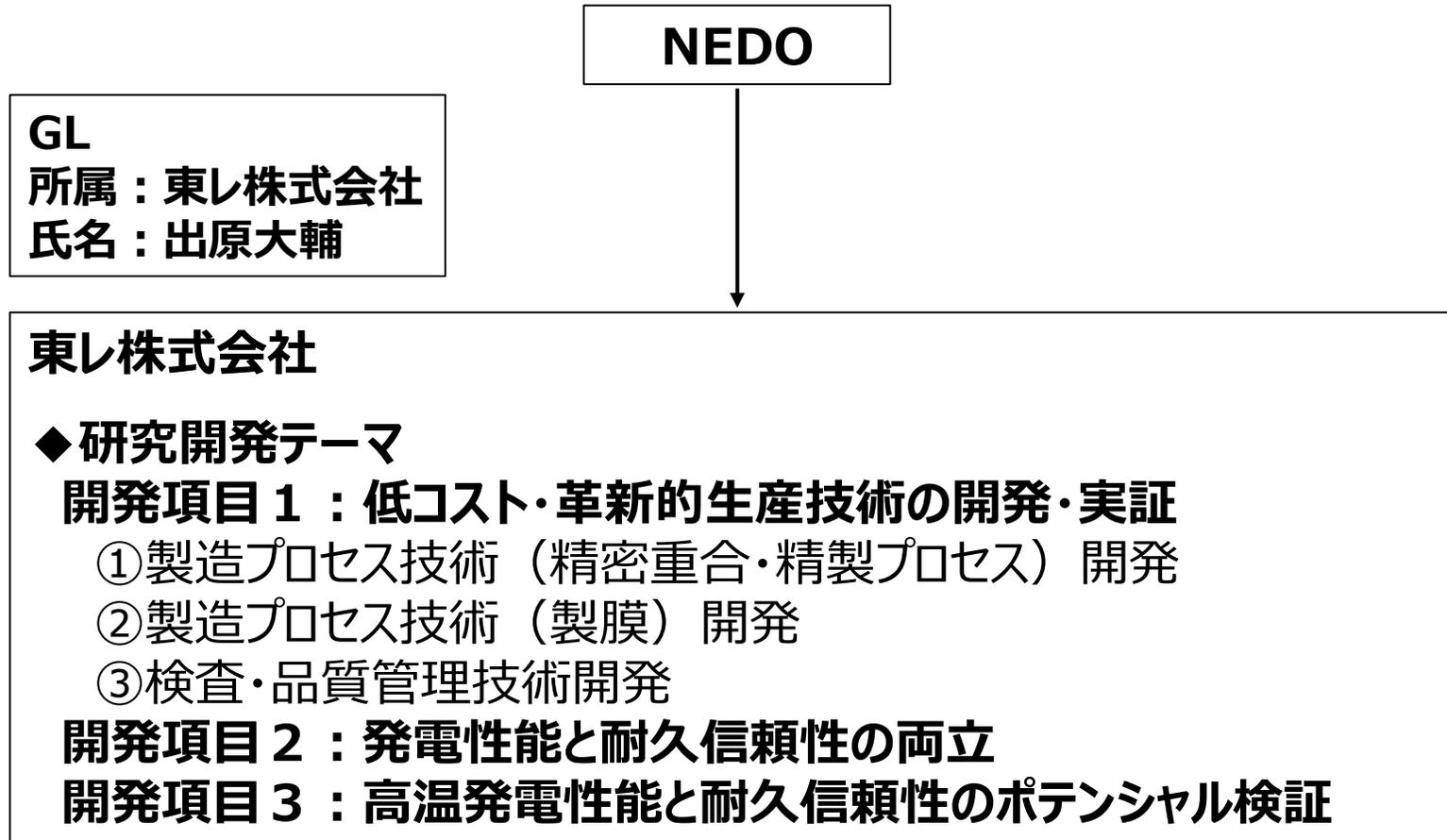
スケジュール

…すべての研究開発項目にて前倒して目標を達成し、2022年6月をもって前倒して事業終了

	2020年度	2021年度	2022年度
開発項目1 低コスト・革新的生産技術の開発・実証 ①製造プロセス技術開発 (ポリマー生産技術) 計画比：前倒し	計画	設計▽ 発注	導入▽ 実証▽
	進捗	設計▽ 発注	導入▽ 実証▽
	計画	発注▽ 導入	製膜実証 実証
②製造プロセス技術開発 (製膜生産技術) 計画比：前倒し	計画	設計▽ 発注	製膜実証 実証
	進捗	設計▽ 発注	製膜実証▽ 実証▽
	計画	設計▽ 導入	導入▽ 実証▽
③検査・品質管理技術開発 計画比：前倒し	計画	設計▽ 導入	導入▽ 実証▽
	進捗	設計▽ 導入	実証▽ 実証▽
	計画	プロセス条件検討品評価	実証
開発項目2 発電性能と耐久性の両立 高耐久信頼性実証 計画比：前倒し	計画	スケールアップ 評価開始	スケールアップ実証 (製膜) スケールアップ実証 (ポリマー+製膜)
	進捗	スケールアップ 評価開始	スケールアップ実証 (製膜) スケールアップ実証 (ポリマー+製膜)
	計画	設計▽	導入▽ 実証▽
開発項目3 高温発電性能と耐久信頼性の ポテンシャル検証 計画比：前倒し	計画	設計▽	導入▽ 実証▽
	進捗	設計▽	導入▽ 実証▽

2. 研究開発マネジメントについて

実施体制



3. 研究開発成果について

目標の達成状況

前提①「基本計画」：燃料電池スタックの製造に必要な工程時間として現行の1/10以下を見通す
 前提②「現行生産能力」：2000（台/年）×400（セル/台）×0.025（m²/セル）=2万m²/年

項目	評価基準	最終目標 (2023/2)	基準対比	達成度	進捗状況	
開発項目1： 低コスト・革新的 生産技術の 開発・実証	補強膜 生産性	2万m ² /年 (FCV2000台/年)	>20万m ² /年 (FCV2万台/年)	10倍以上に 生産性向上	○	補強製膜20万m ² /年の 生産性に目途
	製造プロセス技術開発 (ポリマー生産技術)	現スケール	重合 10倍スケールアップ ^o	10倍 スケールアップ ^o	○	ポリマースケールアップ完了 目標達成
	製造プロセス技術開発 (製膜生産技術)	現スケール	補強製膜 10倍スケールアップ ^o	10倍 スケールアップ ^o	○	補強製膜のスケールアップ完了 目標達成
開発項目2： 発電性能と 耐久信頼性の両立	初期発電 ¹⁾ (FCCJ条件, 100°C30%RH)	NafionHP (0.24V@0.9A/cm ²)	>NafionHP	基準以上	○	東レ実証膜で目標達成
	化学的耐久性 ²⁾ (NEDOプロトコル)	NafionHP (225h)	>1350 h	6倍以上の 耐久信頼性向上	○	東レ実証膜で目標達成
	機械的耐久性 ³⁾ (FCCJプロトコル)	NafionHP 目標20,000回	>120,000回相当 (4倍加速 ⁴⁾ >30,000回)	目標対比6倍以上の 耐久信頼性向上	○	東レ実証膜で目標達成
開発項目3： 高温発電性能と 耐久信頼性の ポテンシャル検証	高温作動化 (120°C高加湿)	NafionHP	>NafionHP	基準以上	○	東レ実証膜で目標達成
	高温化学的耐久性 (110°COCV)	NafionHP (150h)	>900 h	目標対比6倍以上の 耐久信頼性向上	○	東レ実証膜で目標達成

1) 「固体高分子形燃料電池の目標・研究開発課題と評価方法の提案」(H23年1月FCCJ発行)5頁記載の2015目標条件参照
 2) 平成25年度～平成26年度NEDO技術開発機構の委託事業「固体高分子形燃料電池実用化推進技術開発/次世代技術開発/高信頼性炭化水素系電解質膜の研究開発」の化学耐久性プロトコル参照
 3) 「固体高分子形燃料電池の目標・研究開発課題と評価方法の提案」(H23年1月FCCJ発行)15頁記載の最終目標条件参照
 4) HC無補強膜をベースに加速倍率を設定

3. 研究開発成果について

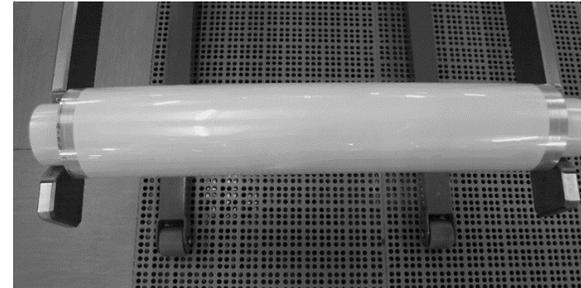
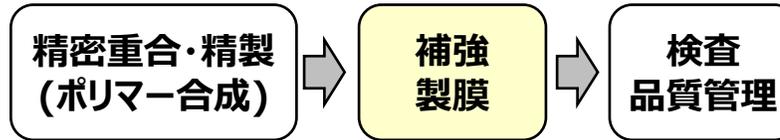
研究開発成果の詳細

開発項目 1 : 低コスト・革新的生産技術の開発・実証

■ 製造プロセス技術開発（製膜生産技術）



製膜プロセス開発設備



巻皺・巻ズレなく
巻姿良好

スケルアップ[°]補強電解質膜

条件	生産性		外観	基礎物性
従来（スケルアップ [°] 前） 【開発膜19A】	2万m ² /年	-	○	○
10倍スケルアップ [°] 【実証膜】	20万m ² /年	○	○	○

- 前事業で導入した製膜プロセス開発設備に生産性向上のための機能付与を進め、スケルアップ[°]（生産性：20万m²/年以上）の実証を行った。
- 東レの製膜技術、精密塗布技術を駆使し、広幅・増速の設備設計・導入が完了した。
- 導入設備にて、プロセスマージンを確認し、スケルアップ[°]前後で諸物性が規準内であることを確認し、スケルアップ[°]目標（生産性：20万m²/年）の供給能力を達成した。

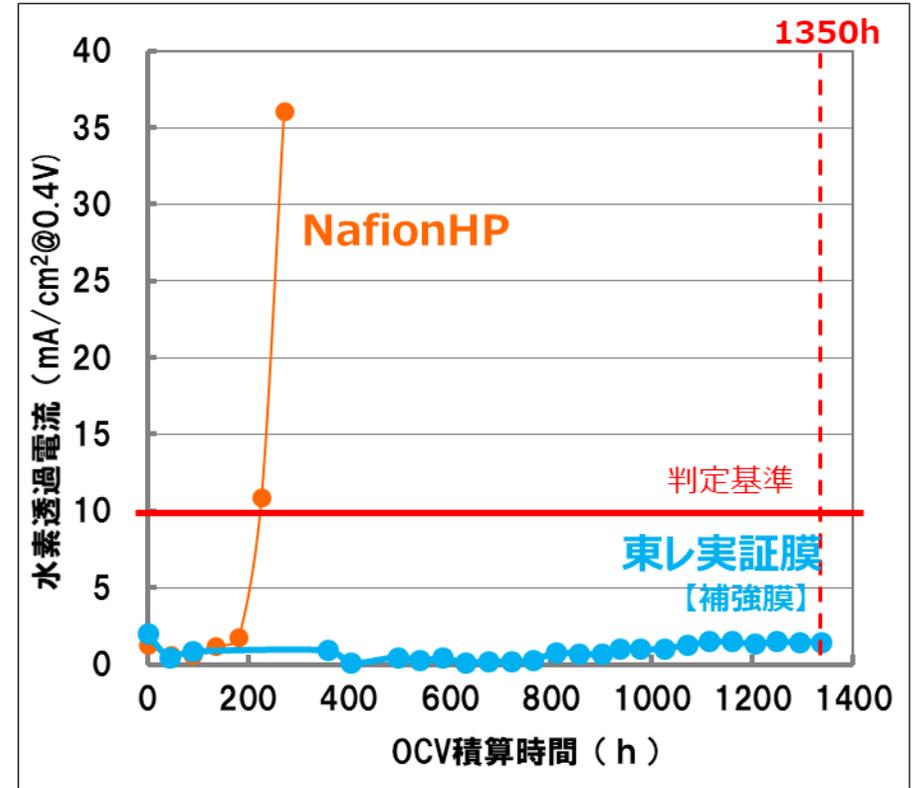
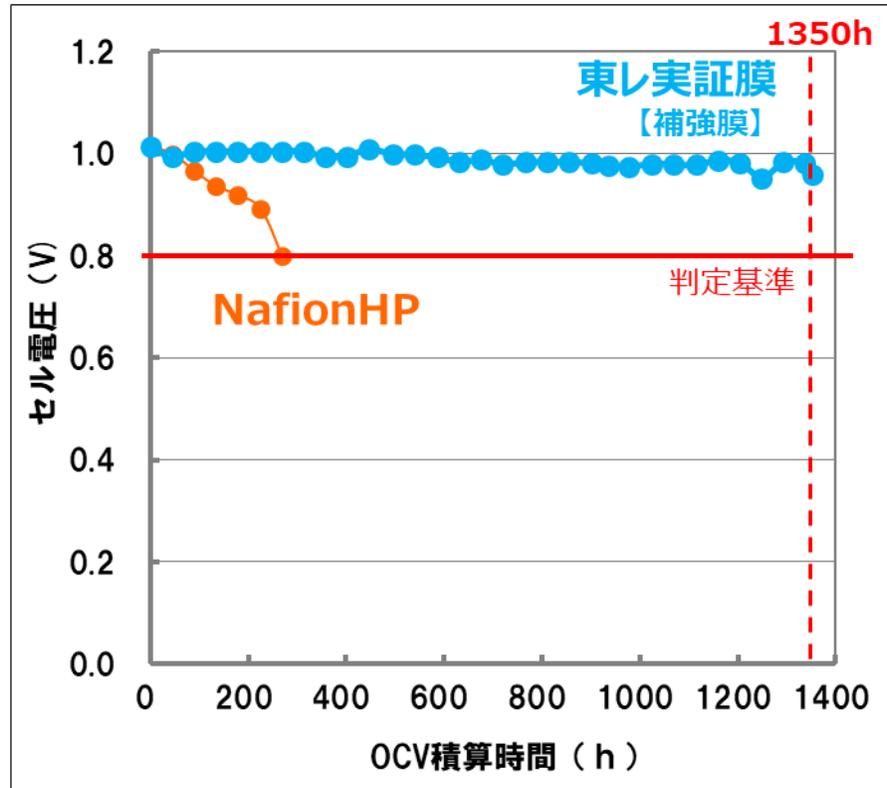
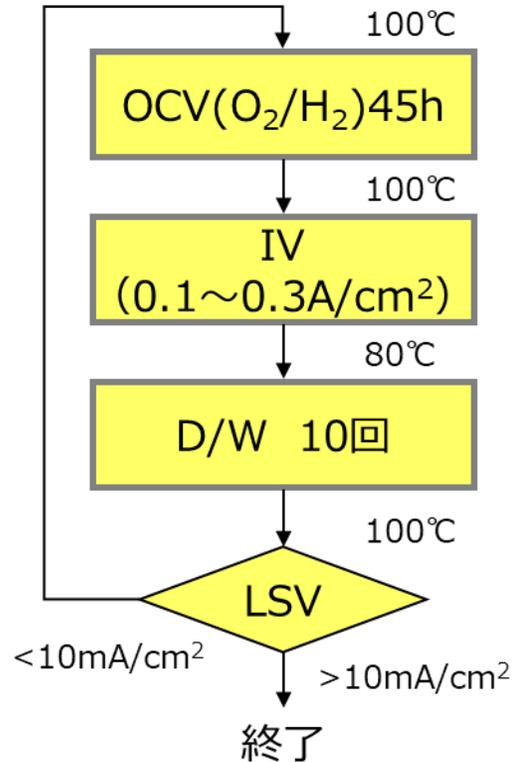
3. 研究開発成果について

研究開発成果の詳細

開発項目2：発電性能と耐久信頼性の両立

■ 化学的耐久性*）（NEDOプロトコル）

化学耐久性評価フロー図



<化学耐久性>

● 東レ実証膜は、基準膜（NafionHP：225時間）の6倍である、1350時間以上の化学耐久性を示し、目標を前倒し達成した。

*）平成25年度～平成26年度NEDO技術開発機構の委託事業「固体高分子形燃料電池実用化推進技術開発／次世代技術開発／高信頼性炭化水素系電解質膜の研究開発」の化学耐久性プロトコル参照

3. 研究開発成果について

研究開発成果の詳細

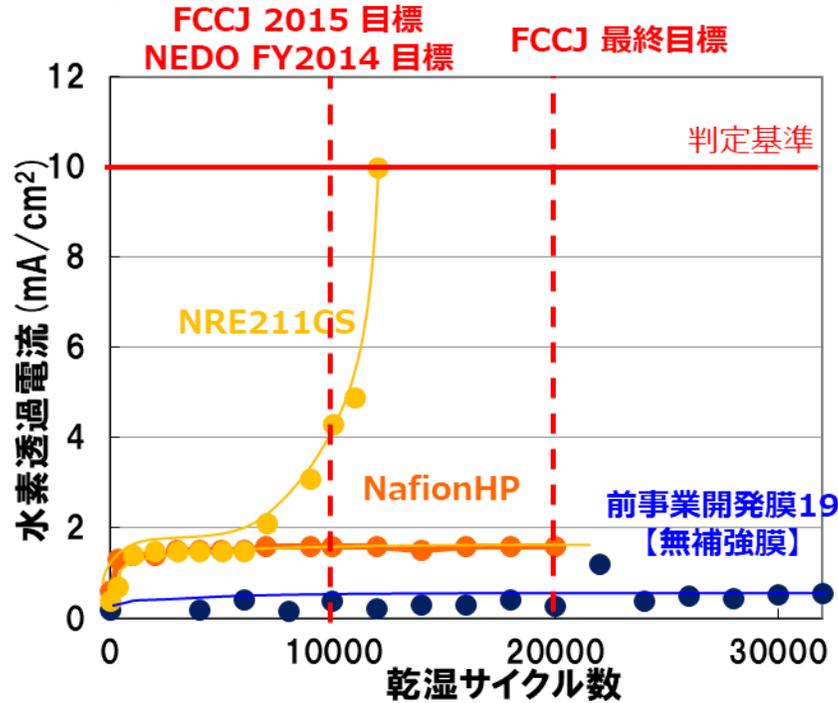
開発項目2：発電性能と耐久信頼性の両立

■ 機械的耐久性*1) (FCCJプロトコル)

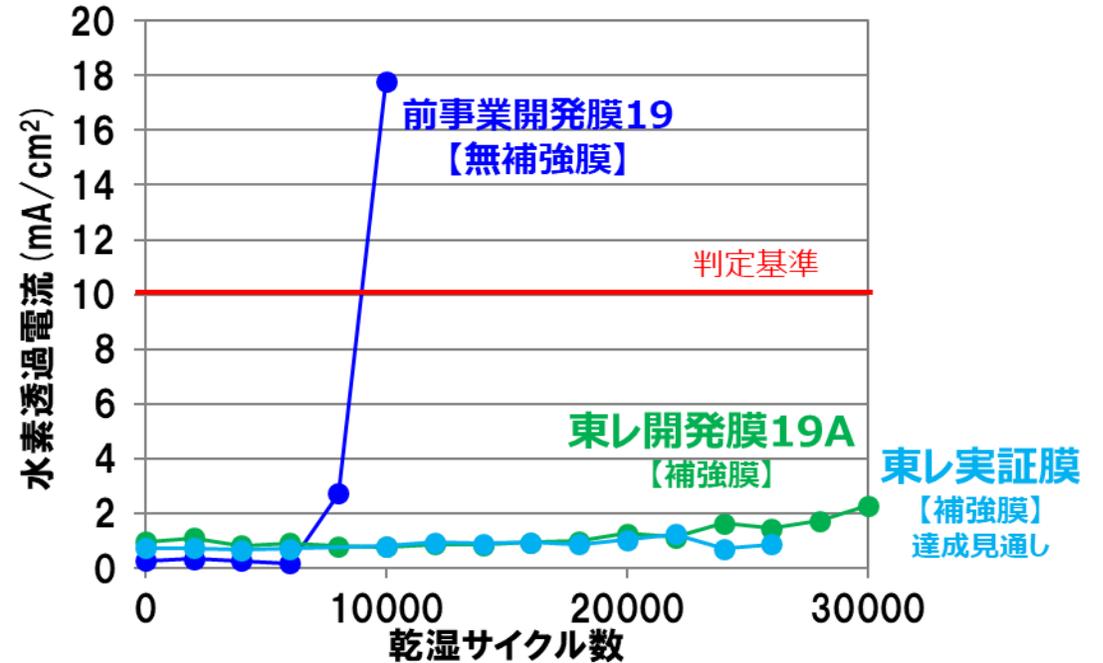
■ 乾湿サイクル評価：80℃ 0%RH, 2min⇔150%RH, 2min

<機械耐久性>

① 標準条件



② 4倍加速*2)条件



● 東レ実証膜は、過酷な乾湿サイクル評価（FCCJプロトコル対比4倍加速評価）にて、前事業開発膜19【無補強膜】の3倍以上の3万回（FCCJプロトコル換算12万回）を示し、目標を前倒し達成した。

*1) 「固体高分子形燃料電池の目標・研究開発課題と評価方法の提案」(H23年1月FCCJ発行)15頁記載の最終目標条件参照

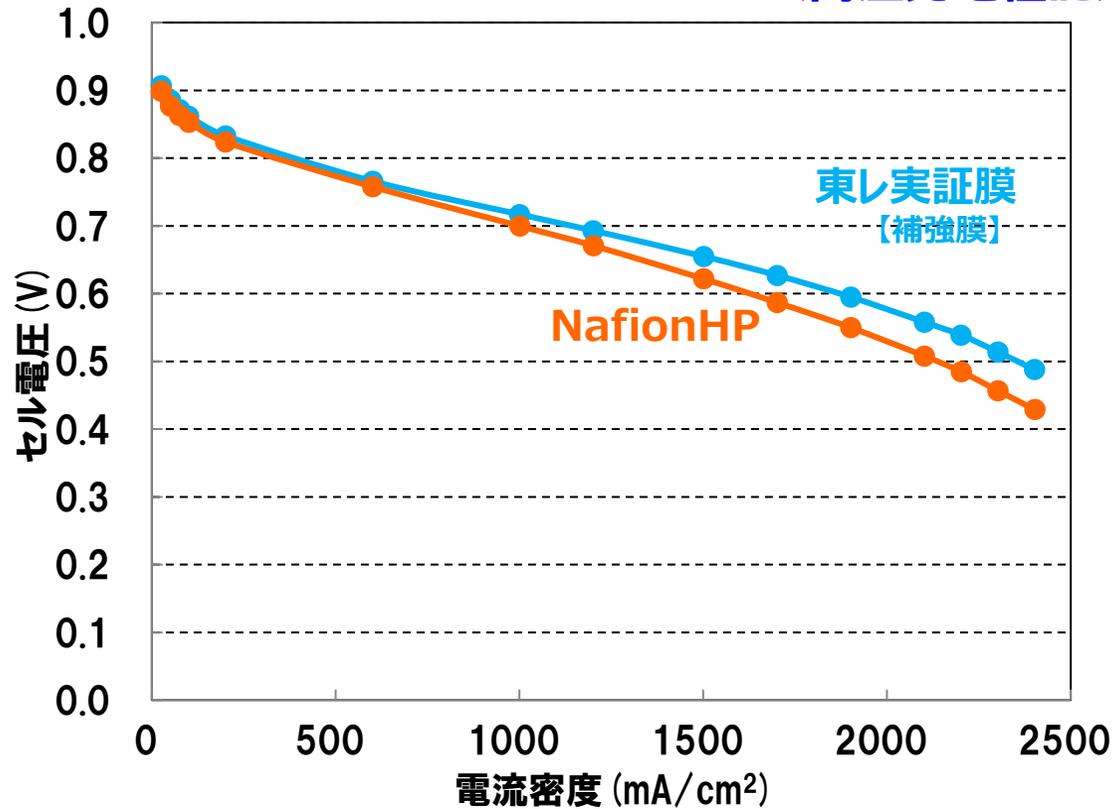
*2) HC無補強膜をベースに加速倍率を設定

3. 研究開発成果について

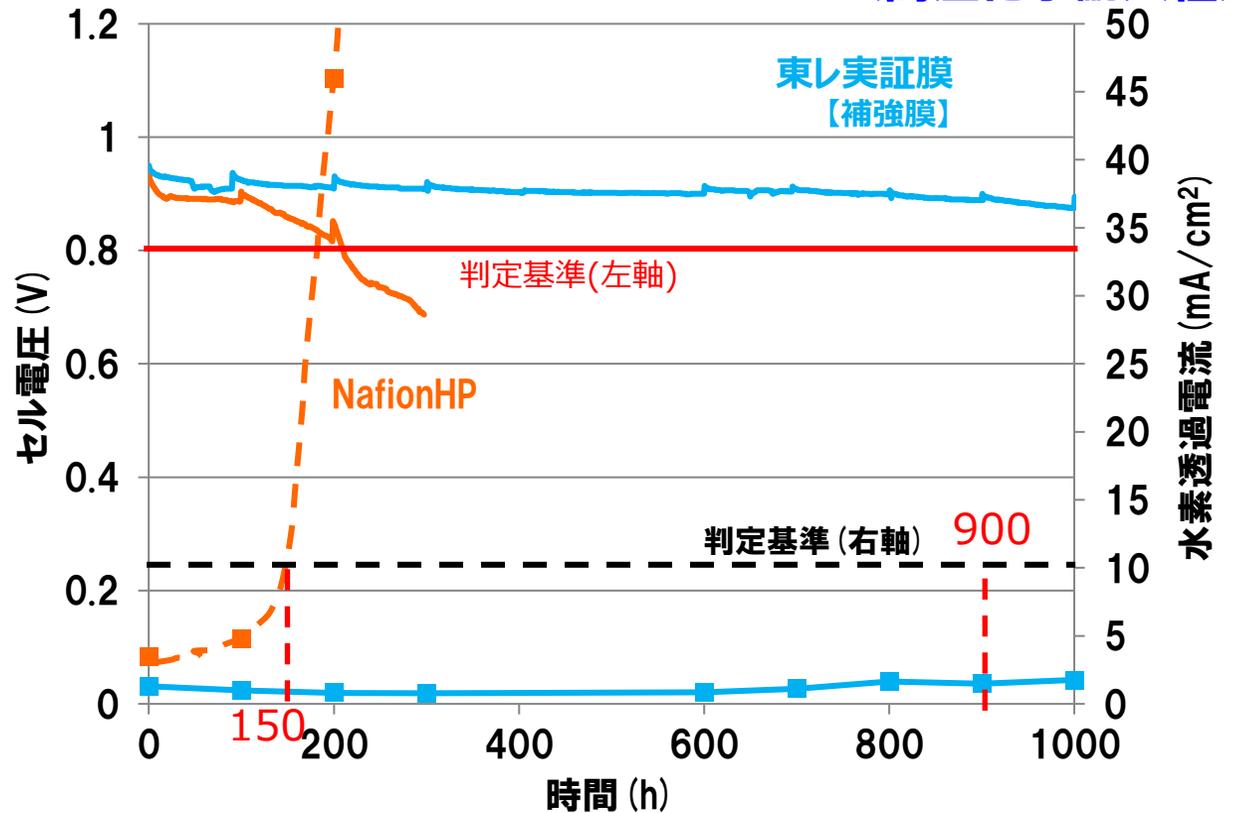
研究開発成果の詳細

開発項目3：高温発電性能と耐久信頼性のポテンシャル検証

■ 高温作動化（120℃、高加湿） <高温発電性能>



■ 高温化学的耐久性（110℃OCV） <高温化学耐久性>



- 東レ実証膜は、基準膜（NafionHP）よりも高い高温発電性能を示し、目標を前倒し達成した。
- 東レ実証膜は、基準膜（NafionHP：150時間）の6倍である、900時間の高温化学耐久性を示し、目標を前倒し達成した。

4. 今後の見通しについて

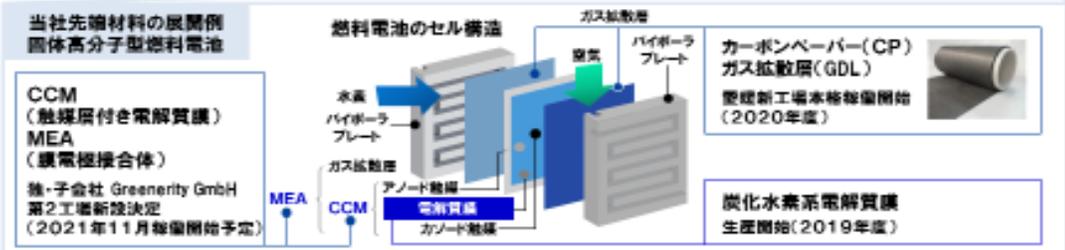
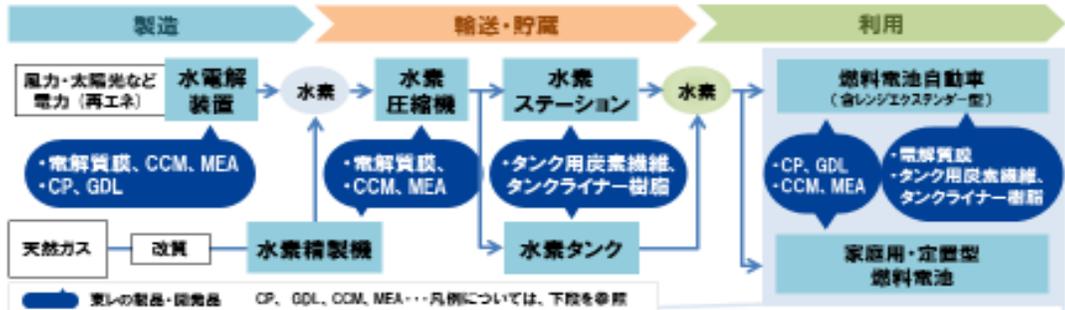
本研究開発が活用された製品・サービス等の概要

東レGは、水素製造、輸送・貯蔵、利用（本事業）の全てで、幅広く基幹素材を開発・市場へ提供し、カーボンニュートラル社会を実現していく計画である。

1. 研究開発の概要・目的 研究開発の研究目的と実施する意義

(1) 水素社会実現に向けた東レの取り組み

低炭素・循環型社会の実現を目指し、様々な製品の研究・技術開発を推進



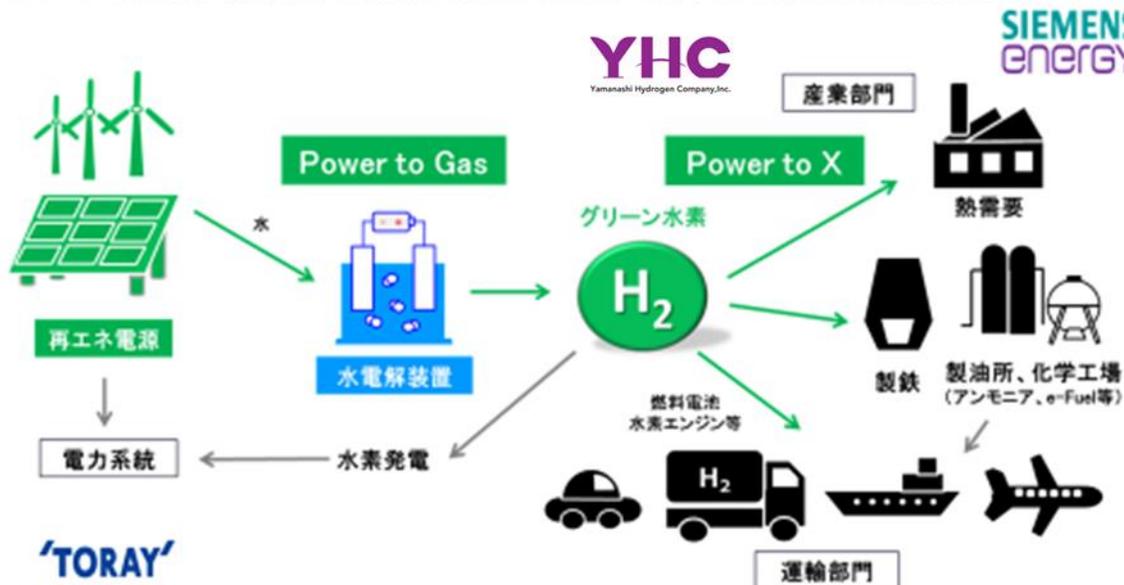
中期経営課題「プロジェクトAP-G 2022」(2020～2022年度)

東レGは、水素製造、輸送・貯蔵、利用の全てで、幅広く基幹素材を開発

1. 研究開発の概要・目的 研究開発の研究目的と実施する意義

(1) 水素社会実現に向けた東レの取り組み

カーボンニュートラル社会における水素の位置づけ
グリーン水素を熱・輸送燃料・産業用途で活用するセクターカップリングにより、脱炭素化を実現



TORAY
Innovation by Chemistry



'TORAY'

Innovation by Chemistry

**MATERIALS CHANGE OUR LIVES.
素材には、社会を変える力がある。**