

発表No.602-2-12

水素社会構築技術開発事業/地域水素利活用技術開発
**水素のオンサイト製造と燃焼利用による工場脱炭素化技術の開発と
地域展開原単位の提案**

発表者：渡辺 正浩(masahiro.watanabe.j3r@jp.denso.com)
株式会社デンソー
トヨタ自動車株式会社
発表日時：7月22日 14:50-15:10

事業概要

1. 期間

開始：2022年2月（交付決定日） 終了：2026年3月

2. 最終目標

- ・ 燃料電池車両の開発で培った技術や知見を応用した水電解システムを新たに開発し、デンソー福島に実装、工場のガス炉において水素を自家消費する地産地消モデルを構築、工場脱炭素化の道筋を立てる
- ・ 地域での水素地産地消モデル構築へ拡張するための原単位の導出を行うとともに、地域社会に向けた積極的な情報発信を実施

3. 成果

【シミュレーション】

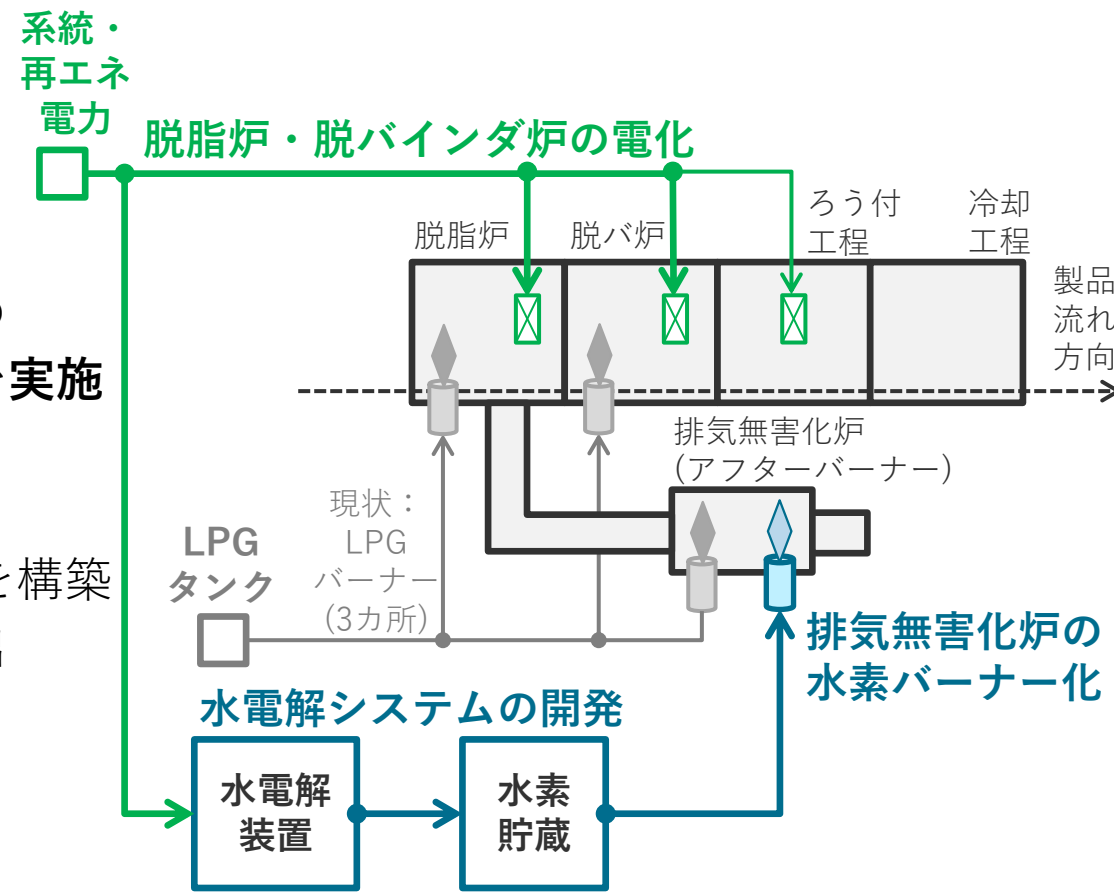
- ・ 実工場データを反映した工場CN化のシミュレーション基盤を構築
- ・ 経済合理性と実現可能性を両立した具体構成、原単位を導出

【水電解システム】

- ・ 既存FC量産技術を活用した低コスト水電解システムを開発
- ・ システム効率、季節影響を含む長期耐久性の実証

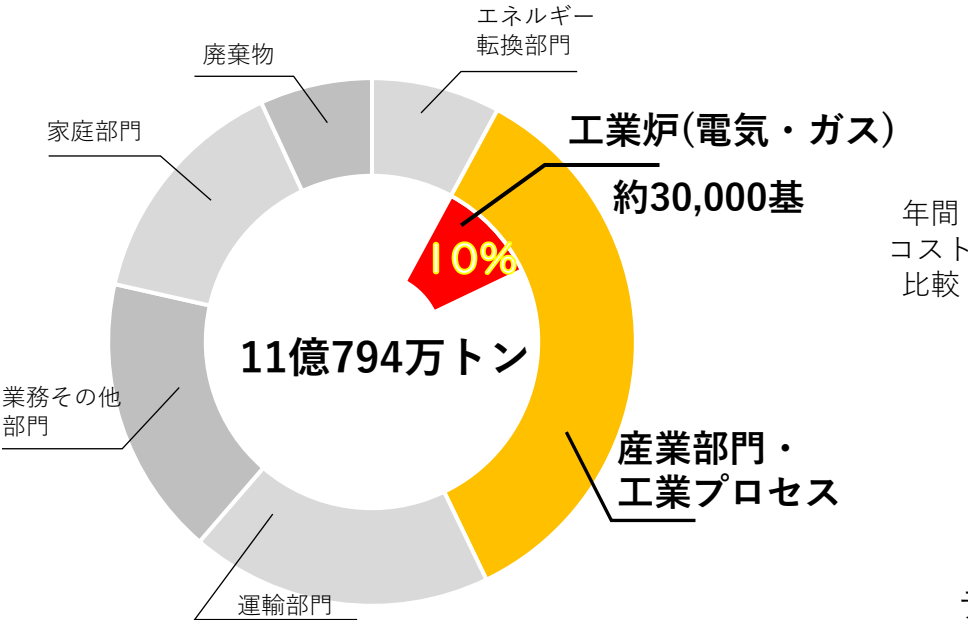
【ガス炉CN技術開発】

- ・ 量産活用時の水素炉構造部品の耐久性・経年変化確認
- ・ 水素、LPG炉の燃料切替の実証



CN：カーボンニュートラル

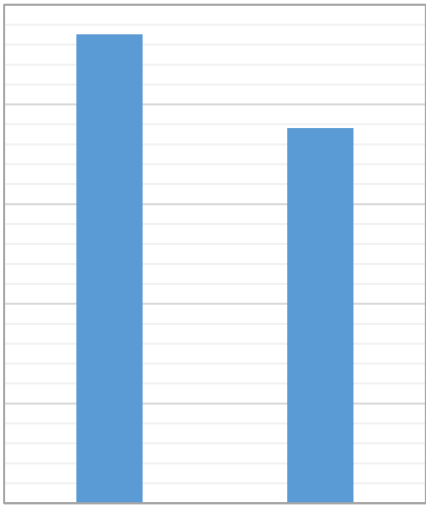
1. 事業の位置付け・必要性



出典：国立科学研究所「日本の温室効果ガス排出量データ」
(<https://www.nies.go.jp/gio/archive/ghgdata/index.html>、PDL1.0)
を加工して作成

カーボンニュートラルを目指す日本にとって製造業（熱需要）の脱炭素化に向けた道筋の提示が必要

工場オンサイトにて水素を製造して自家消費する仕組みを構築し、経済性の実証および課題の抽出を実施



水素購入 水素製造
デンソー福島の工業炉においてLPGを水素に置換えた場合の年間コスト概試算(30年目線)

輸送費：トレーラ費・水素輸送費など既存輸送費を参照
エネ費：デンソー福島実績値を参照(LPG価格、電力価格)
水素価格：30円/Nm3
出典：経済産業省 資源エネルギー庁「水素基本戦略の概要」
(https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/pdf/20230606_3.pdf、PDL1.0)を加工して作成

デンソー福島にて水素利用の場合、輸送コストの影響により水素購入はオンサイト水素製造に対しコスト高



福島新エネ社会構想

出典：経済産業省 資源エネルギー庁「福島新エネ社会構想」
(https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/fukushima_vision/、PDL1.0)

「水素社会実現のモデル構築」や「新しいエネルギー社会を福島から世界へ」の想いに共感

水素利活用技術の「核」を作り、官民一体での水素社会モデル構築への「伸展」を目指す



株式会社デンソー
ニュースリリース



トヨタ自動車株式会社
ニュースリリース

2. 研究開発マネジメントについて

■研究開発の実施体制

【助成先：幹事事業者】
株式会社デンソー
(取り纏め・ガス炉CN化技術)

【助成先：共同提案事業者】
トヨタ自動車株式会社
(水電解装置・水素貯蔵)

外部・有識者からの指導・助言

福島再生可能エネルギー研究所 古谷 博秀 所長
福島県企画調整部 エネルギー課
福島県商工労働部 次世代産業課
株式会社豊田中央研究所
豊田通商株式会社

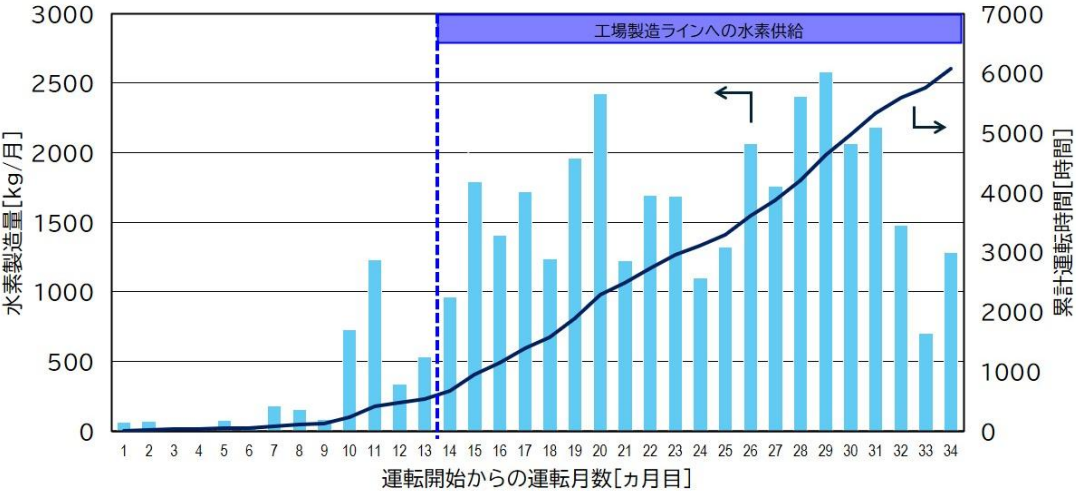
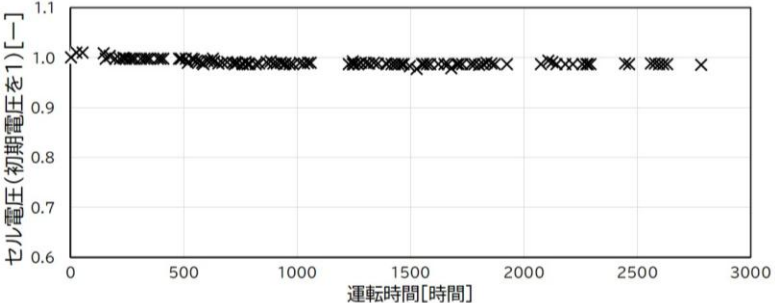
■研究開発スケジュール

実施項目	21年度		22年度(令和4年度)				23年度(令和5年度)				24年度(令和6年度)				25年度(令和7年度)			
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
研究開発マネジメント (節目管理・情報発信)			・ 四半期毎に進捗報告（エネ庁関係者様向け/福島県産学官連携会議/など） ・ 地域発信															
							☆23/3 水電解運用開始				☆24/4 工場実装開始（量産）							
1) シミュレーション ・ シミュレーションモデル構築 ・ 国内再エネ調査,パラメータスタディ ・ 導入原単位提案			モデル構築・ パラメータスタディ				モデル 検証				原単位 導出				ケース スタディ			
2) 水電解システム ・ システム検証と効率目標達成 ・ 季節間実証			#1水電解装置 設計・製作・立上げ				#1水電解装置 性能検証・季節間実証				生産設備としての 運用(実証)・検証							
3) ガス炉CN技術開発 ・ 電化/水素化検討及び検証 ・ 小型炉によるシステム機能確認 ・ 生産ラインへの実装と検証			CN炉設計・ シミュレーション				設備立上げ ・ 燃焼テスト				生産設備としての 運用(実証)・検証							

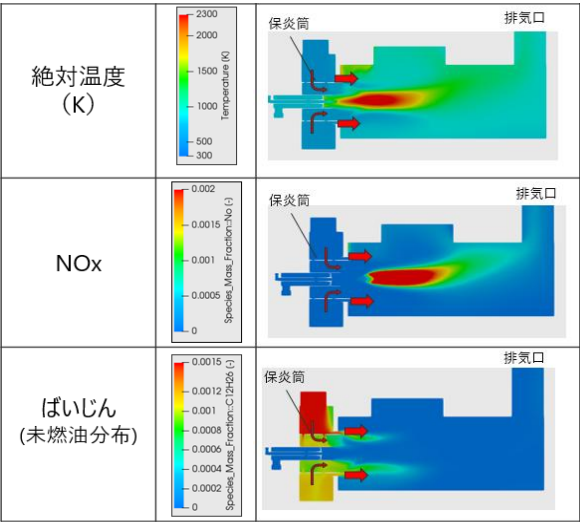
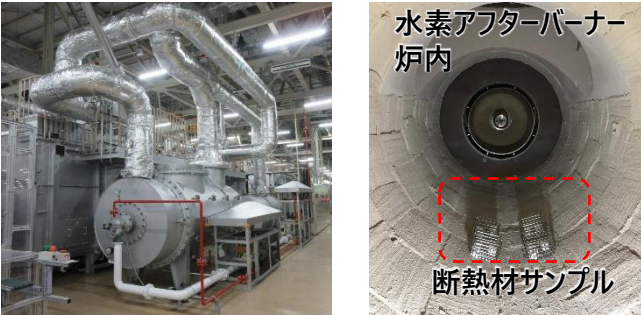
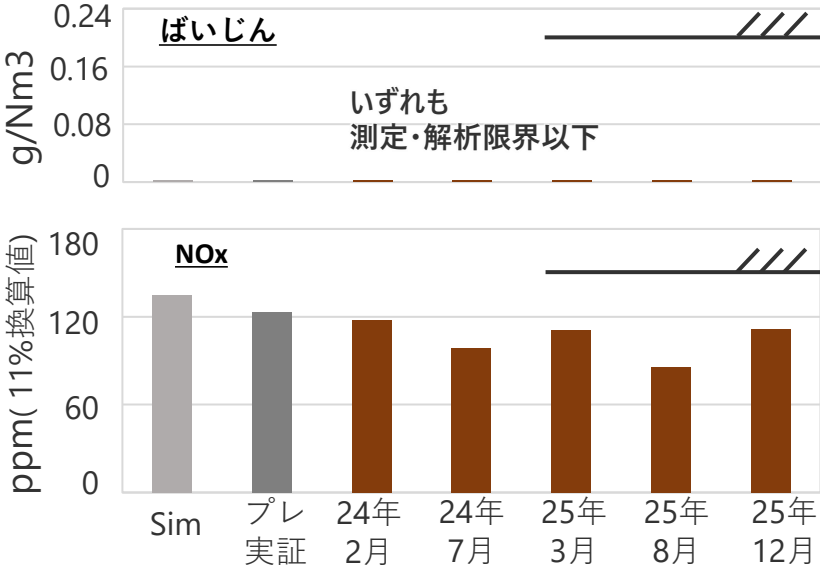
3. 研究開発成果（シミュレーション）

開発目的	工場の水素のオンサイト製造・利用システムについて最適な導入組合わせと量を導出するシミュレーション
開発目標	- 線形計画法に基づく最適導入量シミュレーションの構築と、工場実装・運用結果との比較による検証 - 水素需要に対し設備容量・運用条件を計算、最適な設備構成と運用方法を導出
達成状況	- 実工場の水素製造パターンとシミュレーション結果を比較し、モデルの妥当性を検証 - モデルを他事業所(水素ステーション等)へ適用、運用コストMINとなる設備原単位、運転パターンを導出
実績・成果	線形計画法によるシミュレーション構築 目的関数：$f_{cost}(x) = \sum_{i,t} (\underbrace{COM_i}_{\text{従量コスト}} \cdot x_{i,t}) + \sum_j \{ (\underbrace{CAP_j/T_j}_{\text{CAPEX}} + \underbrace{OP_j}_{\text{OPEX}}) \cdot y_j \}$ エネルギーの供給・転換・貯蔵・需要からシステムの運用コスト・原単位を導出 シミュレーションモデル検証、活用結果 タンク有無による水素製造パターン 実工場データと比較 モデル妥当性を検証 水素ステーション 設備構成・運用最適化検討 1750kW 5000kWh★ パラメータスタディ 400kW★ 400kW 500kg 50t/年 他の水素製造事業所へ適用 ⇒設備構成最適化、運用コストMIN

3. 研究開発成果（水電解システム）

開発目的	量産FCEVの燃料電池セルを流用した信頼性のある安価な水電解スタックの開発		
開発目標	・ 量産実証に要求される季節間の水素製造実績及び安定性、水電解システムの効率の確認 ・ 工場実証を通した耐久性(80,000h)の目途付け 及び メンテ性向上		
達成状況	・ 水電解システム効率53kW/kgを確認、凍結対応が不十分だった部分を改良し運用、通年で運転可 ・ 工場への水素供給を開始。初期の数千時間では劣化はなく耐久性ポテンシャルがあることを確認		
実績・成果	 図1. 水電解システム運転実績 延べ運転時間：6,070時間、延べ水素製造量：38.6トン  水電解水素製造貯蔵システム  水電解スタック セル電圧経時変化		
今後の展開	・ 耐久目標80,000hに対してはまだ運転実績時間が短く、今後も実績を積み増しする		

3. 研究開発成果（ガス炉CN技術開発）

開発目的	ガス炉電化及び水素専焼化の技術確立		
開発目標	排出ガス規制等へ適合した工業炉の電化・水素化の実現と、既存工場の生産性を維持したCN化手段を示す 量産工程内での長期運用実績により耐久性・経年変化を検証、運用成立性を検証する		
達成状況	水素燃焼Simモデルを構築し設計したCN炉を量産工程内で実証、その成果は以下の通り ・ 既設の工場ラインのLPG設備を量産稼働を止めることなくレトロフィット（CN設備化）を実現 ・ NOxとばいじん排出量の経年変化、水素特有の腐食等なき事を確認（約6150hr稼働、約27.5tの水素を使用）		
実績・成果	Simモデル構築とCN炉設計  水素燃焼Simモデル構築し 排ガス基準を満たす炉設計完	生きた工場への実装、量産実証結果  投入前 778hr(24年8月) 1950hr (24年12月)  水素特有の腐食や体積減少が無き事 を実機炉で検証完了	 NOx、ばいじん量は法規要件内で 長期的に安定していることを確認

3. 研究開発成果（普及に向けた仕組みづくりと仲間づくり）

オンサイト水素製造・貯蔵 と工場内活用の実装が完了

- ・ 安定量産の実績をレベルアップ

工場生産とメンテナンスを事前予測した製造貯蔵
バックアップ切替までの安全代を実績用いて適正化

- ・ 水電解運用ノウハウの整備

他事業所へも展開可能なメンテナンス方法の標準化



つくる・ためる・つかうが揃い 現物をみることで議論できる場

- ・ 量産運用で見た課題の共有

運転手順書、メンテナンスリストの実績積み上げ
従来設備との比較を通じて、技術・法規の課題を議論

- ・ 専門家に限らない異業種の交流

保険～調達～法律など見て感じることで深い議論に発展



実証の成果を地域・社会に広く 発信し、水素を身近に感じる場

- ・ 社会貢献、見学・視察受入れ

地域の小学生2500人以上の見学
企業・自治体1500人以上の視察

- ・ 国内外の講演内など仲間づくり

福島県の水素重点地域選定へ寄与
県内事業者へ影響、水電解装置実装の拡大



3. 研究開発成果（実証機へ向けた展開）

水電解実装へ向けたMW級実証機への展開

本実証を通じ得られた実績

- ・ 実工場運用で水素製造・供給の安定運用成立と課題を把握
- ・ 屋外環境・保全・手順まで含めた実装技術・運用ノウハウを蓄積
- ・ 耐久性・季節影響・信頼性改善と長期運転実績を確立

スタックを複数台ユニット化した
MW級の水電解システムの商品化の検討

- ・ トヨタ自動車本社工場 5MW水電解装置実証（26年度稼働予定）
- ・ 2030年政府価格差支援採択プロジェクトで15MW規模での採用検討進行中



トヨタ自動車本社工場5MW実証機（26年3月設置）

4. 実証期間を通じた成果、今後の取り組み

シミュレーション

- ・ 実工場データを反映した工場CN化のシミュレーション基盤構築
 - ・ 経済合理性と実現可能性を両立した具体構成、原単位の導出
- ⇒ エネルギー統合評価可能なモデルを汎用化、水素ステーション等への適用範囲を拡張、最適化

水電解システム

- ・ 既存FC量産技術を活用した低コスト水電解システムを開発
 - ・ システム効率、季節影響を含む長期耐久性の実証
- ⇒ 季節間の環境変化を踏まえたシステム効率の目標達成に向け最適化、耐久目標80,000時間に向け継続運転、劣化傾向の確認

ガス炉CN技術開発

- ・ 量産活用時の水素炉構造部品の耐久性・経年変化の確認、運用実績積み上げ
 - ・ 量産運用の中で水素、LPG炉の燃料切換え検証完了
- ⇒ 実証継続により実績を積み上げつつ、メンテナンス・管理標準化と運用コスト低減を進め経済合理性を確立