

発表No.B3-2

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：山田 貴史(takashi.yamada.j5s@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17日 10:20-10:40

事業概要

1. 期間

開始：2022年2月（交付決定日） 終了（予定）：2026年3月（25年度末）

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、**地域への積極的な情報発信**

3. 成果・進捗概要

【シミュレーション】

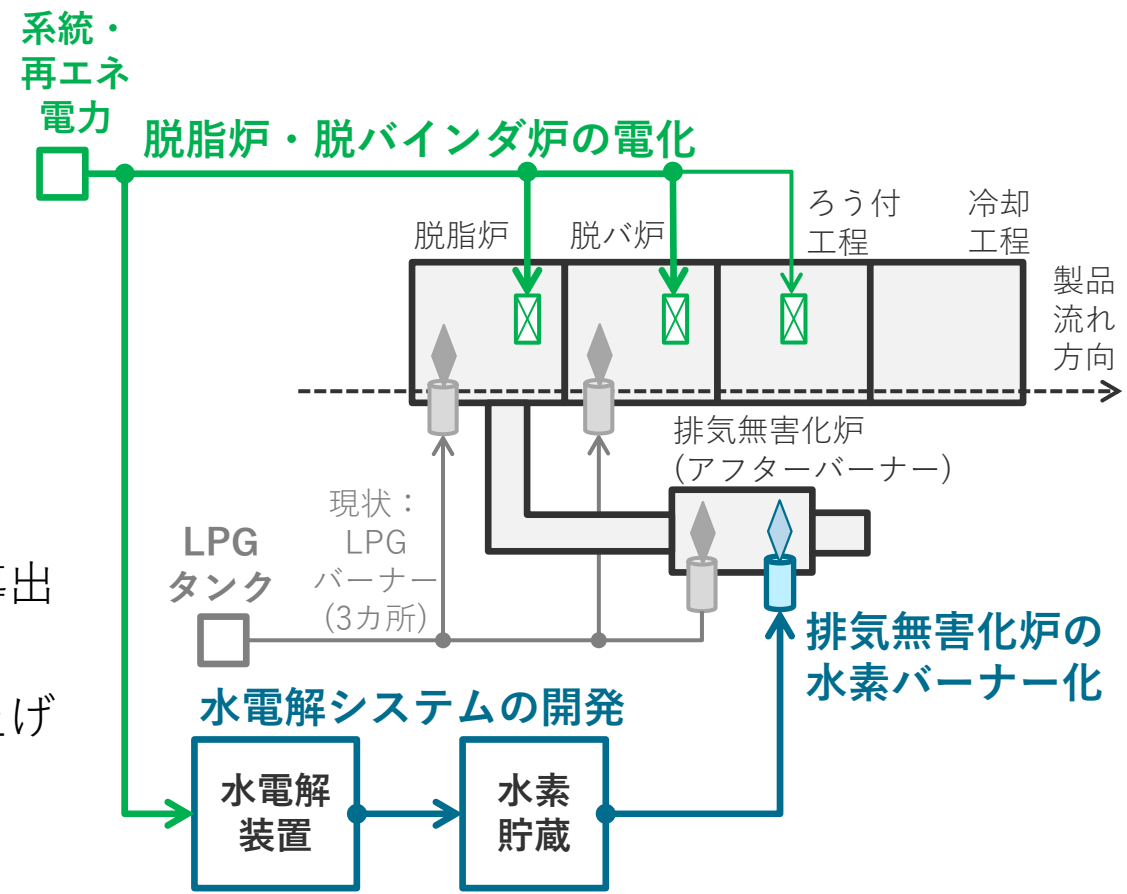
- ・ 福島県内の水素活用設備の構成と容量検討、動作パターン導出

【水電解システム】

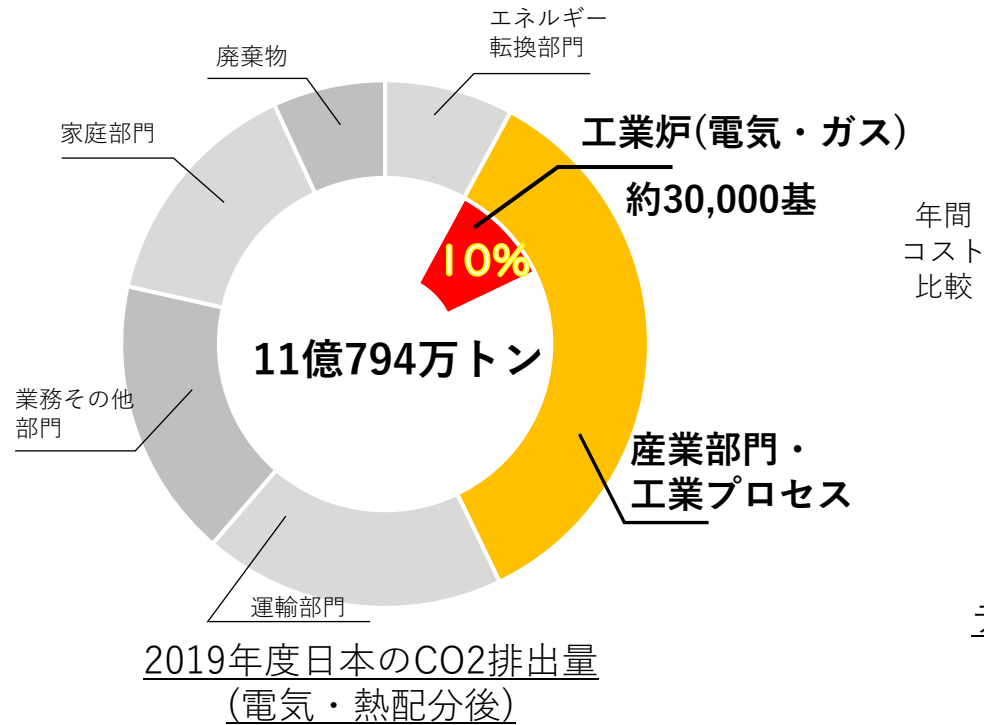
- ・ 量産実証を継続する季節間を含む水素製造、供給の実績積上げ
- ・ 量産活用時の水電解システム効率、スタック耐久性の確認

【ガス炉CN技術開発】

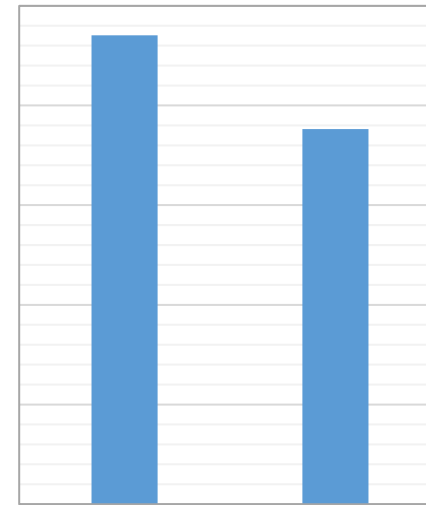
- ・ 量産活用時の水素炉構造部品の耐久性・経年変化確認
- ・ 水素、LPG炉の燃料切替の実証



1. 事業の位置付け・必要性



国立環境研究所「日本の温室効果ガス排出量データ」より抜粋
科学技術振興機構プレスリリース(2017年6月26日)より一部引用



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)

水素製造：効率・設備費など経産省ガイドラインを参照
輸送費：トレーラ費・水素輸送費など既存輸送費を参照
水素：30円/Nm³（経産省ガイドラインより）
エネ費：デンソー福島実績値を参照（LPG価格、電力価格）

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



経済産業省資源エネルギー庁HP「福島新エネ社会構想」より抜粋

「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

工場オンサイトにて水素を製造して自家消費する
仕組み作りに挑戦、経済性実証と課題出しを行う

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

福島県企画調整部 坂井 俊文 課長
福島県商工労働部 加島 優 課長
福島再生可能エネルギー研究所 古谷 博秀 所長
株式会社豊田中央研究所 志満津 孝 取締役所長兼CRO
豊田通商株式会社 鈴木 来晃 部長

■研究開発スケジュール

実施項目	実施時期		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・パラスタ ・ 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（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	24年度：工場内に設置した水素バーナーへ水素供給を行う実使用下での水電解スタックの耐久性検証 ：季節間の影響を加味した水電解システム効率の検証																																											
進捗状況	・ 2500時間経過した段階で性能劣化は確認されず、セル/スタックの次期設計検討向けに分解調査を実施。 → 触媒/PTL等に初期からの化学的/物理的変化は観測されなかった ・ 冬場の定格運転は凍結対応で効率は低下するが、通常の運転では53kWh/kg-H2以下（改善の余地あり）																																											
実績・成果	24年度月別水素製造量 <table><caption>24年度月別水素製造量 (推定値)</caption><tr><th>月</th><th>水素製造量[kg]</th></tr><tr><td>4</td><td>1000</td></tr><tr><td>5</td><td>1800</td></tr><tr><td>6</td><td>1400</td></tr><tr><td>7</td><td>1700</td></tr><tr><td>8</td><td>1200</td></tr><tr><td>9</td><td>2000</td></tr><tr><td>10</td><td>2400</td></tr><tr><td>11</td><td>1200</td></tr><tr><td>12</td><td>2500</td></tr><tr><td>1</td><td>2500</td></tr><tr><td>2</td><td>2500</td></tr><tr><td>3</td><td>1700</td></tr></table> 24年4月より工場へ水素を供給開始 25年3月までの実績：累計水素製造量 19000kg, 累計運転時間 2700時間	月	水素製造量[kg]	4	1000	5	1800	6	1400	7	1700	8	1200	9	2000	10	2400	11	1200	12	2500	1	2500	2	2500	3	1700	水電解スタック定格電圧挙動 <table><caption>水電解スタック定格電圧挙動 (推定値)</caption><tr><th>運転時間[時間]</th><th>定格電圧(初期1)[-]</th></tr><tr><td>0</td><td>1.00</td></tr><tr><td>2500</td><td>~0.98</td></tr></table> 2500時間運転（初期運転相当）、電圧の上昇は観測されず	運転時間[時間]	定格電圧(初期1)[-]	0	1.00	2500	~0.98	水電解システム効率 <table><caption>水電解システム効率 (推定値)</caption><tr><th>負荷</th><th>夏 [kWh/kg-H₂]</th><th>冬 [kWh/kg-H₂]</th></tr><tr><td>60%負荷</td><td>~52.5</td><td>~53.5</td></tr><tr><td>定格</td><td>~53.0</td><td>~54.5</td></tr></table> 夏季：システム機器の冷却空調 冬期：凍結対策の保温ヒータにより冬期効率は低いを確認 システム最適化の改善余地あり	負荷	夏 [kWh/kg-H ₂]	冬 [kWh/kg-H ₂]	60%負荷	~52.5	~53.5	定格	~53.0	~54.5
月	水素製造量[kg]																																											
4	1000																																											
5	1800																																											
6	1400																																											
7	1700																																											
8	1200																																											
9	2000																																											
10	2400																																											
11	1200																																											
12	2500																																											
1	2500																																											
2	2500																																											
3	1700																																											
運転時間[時間]	定格電圧(初期1)[-]																																											
0	1.00																																											
2500	~0.98																																											
負荷	夏 [kWh/kg-H ₂]	冬 [kWh/kg-H ₂]																																										
60%負荷	~52.5	~53.5																																										
定格	~53.0	~54.5																																										

3. 研究開発成果について（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	24年度：量産工程内での実績積上げと耐久性・経年変化の検証 万が一に備えたバックアップ機構の有効性の検証																		
進捗状況	量産工程内で約2500hr稼働し、その成果は以下の通り ・ NOxとばいじん発生量は経年変化および、CN炉特有の断熱材の腐食なき事を確認確認 ・ バックアップ（水素→LPG）機構は量産を止めることなく、機能することを手順を含めて確認																		
実績・成果	NOxとばいじんの経年変化 ばいじん いずれも 測定・解析限界以下 NOx <table><tr><th>項目</th><th>解析</th><th>プレ実証</th><th>24年 2月</th><th>24年 7月</th><th>25年 3月</th></tr><tr><td>ばいじん (g/Nm³)</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>NOx (ppm)</td><td>130</td><td>120</td><td>120</td><td>100</td><td>110</td></tr></table> NOx、ばいじん量は法規要件内で安定していることを確認 炉内断熱材の腐食耐久 水素アフターバーナー炉内 断熱材サンプル 投入前 778hr(24年8月) 1950hr (24年12月) 要素評価同様に、水素特有の腐食や体積減少が無き事を実機炉で検証 バックアップ切り替え機構検証 切り替え機構 LPG アフターバーナー炉 水素アフターバーナー炉 量産工程作業内、1時間程度でLPGに切り替えを完了	項目	解析	プレ実証	24年 2月	24年 7月	25年 3月	ばいじん (g/Nm³)	0	0	0	0	0	NOx (ppm)	130	120	120	100	110
項目	解析	プレ実証	24年 2月	24年 7月	25年 3月														
ばいじん (g/Nm³)	0	0	0	0	0														
NOx (ppm)	130	120	120	100	110														

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）

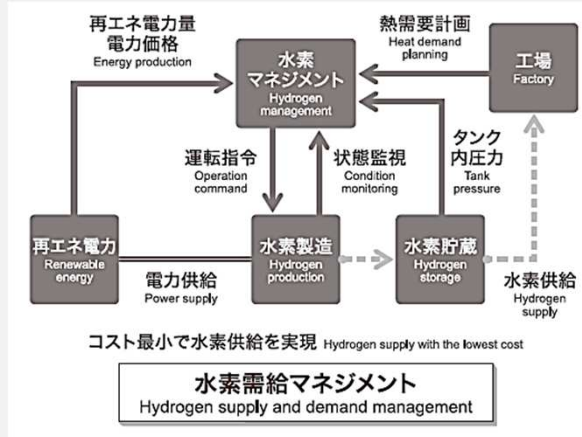
「製品納入を止めない」仕組みとコスト最適な水素製造・貯蔵

- ・ 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

- ・ 水素需給の最適マネジメント

シミュレーションを活用した製造制御と実機実装



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750人以上の見学
企業・自治体1000人以上の視察

- ・ 国内外の講演内などなかまづくり

主要展示会、講演で活動実績を発信



4. 今後の見通しについて

「生産設備としての運用（実証）・検証」に向けて シミュレーション

- ・ 安価な電力時間帯の考慮、水素貯蔵範囲を拡大した最適水素製造マネジメント試算
- ・ シミュレーションと工場実装、運用結果と比較した精度検証

水電解システム

- ・ スタック性能の耐久性確認を踏まえた稼働時間延長
- ・ 供給安定性を確保したスタック運転範囲を拡大した水素製造と、システム効率耐久性影響の確認

ガス炉CN技術開発

- ・ 生きた工場実証中で、水素バーナーの炉体構造の耐久性検証の継続
- ・ CN炉の量産運用課題を抽出し、生産を止めないプロセス確立

「地域への積極的な情報発信」について

- ・ 導入を検討する事業者に向けた地産地消の水素活用モデル、最適原単位および動作パターンの導出
- ・ 水素社会実現に向けたなかまづくり、社内外授業、講演、展示会を通じた活動を幅広く発信