

発表No.B-10

水素社会構築技術開発事業/地域水素利活用技術開発/(イ)地域モデル構築技術開発/
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：樋口 和弘(kazuhiro.higuchi.j7r@jp.denso.com)

株式会社デンソー

トヨタ自動車株式会社

株式会社デンソー福島

発表日時：7月13日 15:10-15:30

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】

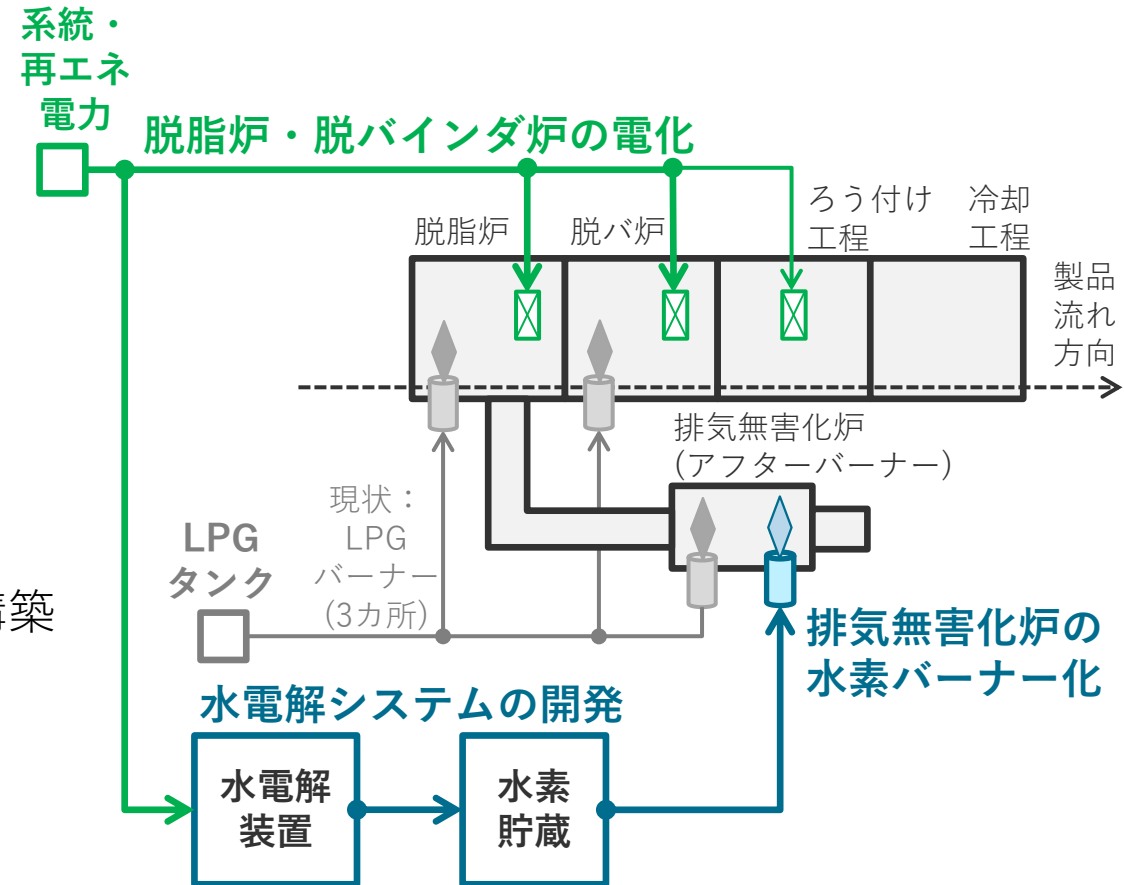
- ・ 工場脱炭素の手段・量を導出するシミュレーションモデル構築

【水電解システム】

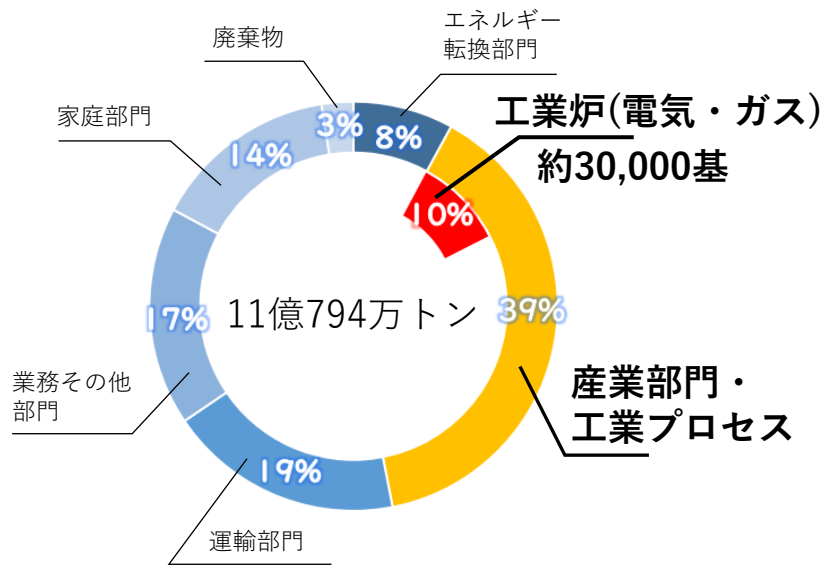
- ・ 実証に使用する水電解セル・スタックの製作完了
- ・ 水電解装置及び水素貯蔵設備のデンソー福島への実装完了

【ガス炉CN技術開発】

- ・ シミュレーション・実験機を用いた電気炉熱伝達率向上の目途付け
- ・ シミュレーションによるアフターバーナー炉の仕様決定



1. 事業の位置付け・必要性

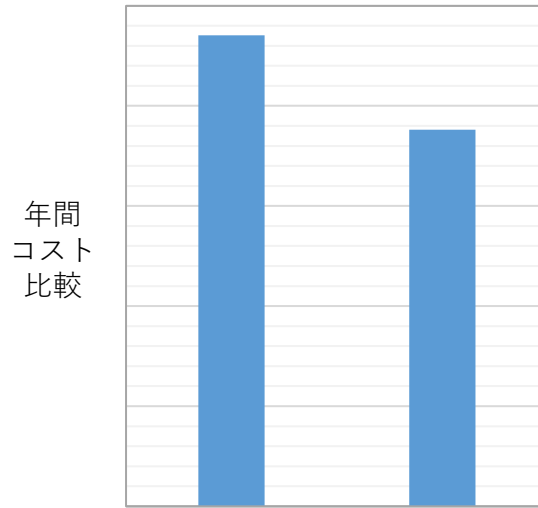


2019年度日本のCO2排出量 (電気・熱配分後)

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

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作りに挑戦、経済性実証と課題出しを行う



デンソー福島工業炉において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



福島新エネ社会構想

「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)

【共同研究先】
株式会社デンソー福島
(ライン及び製品への影響検証)

外部・有識者からの指導・助言

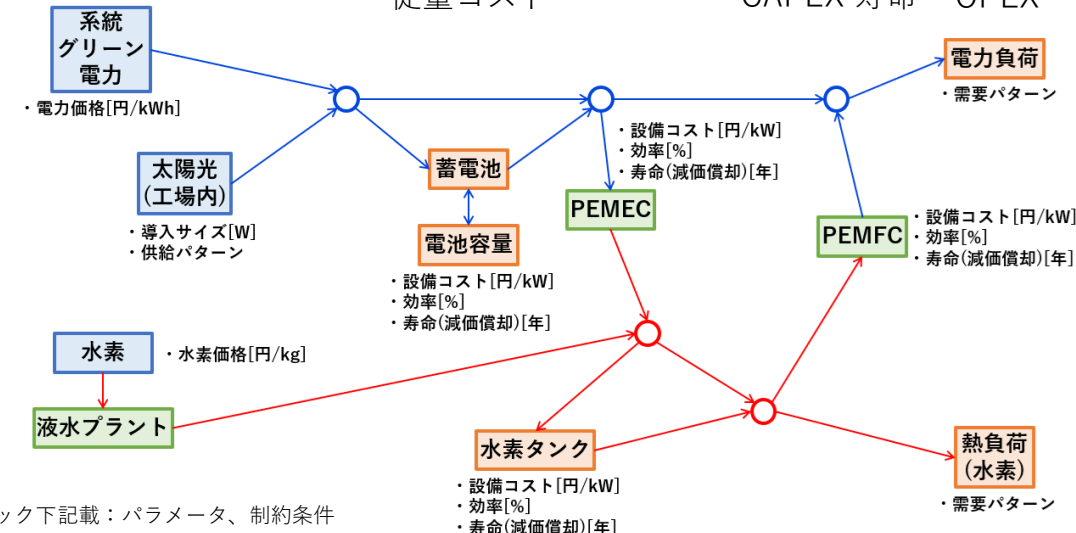
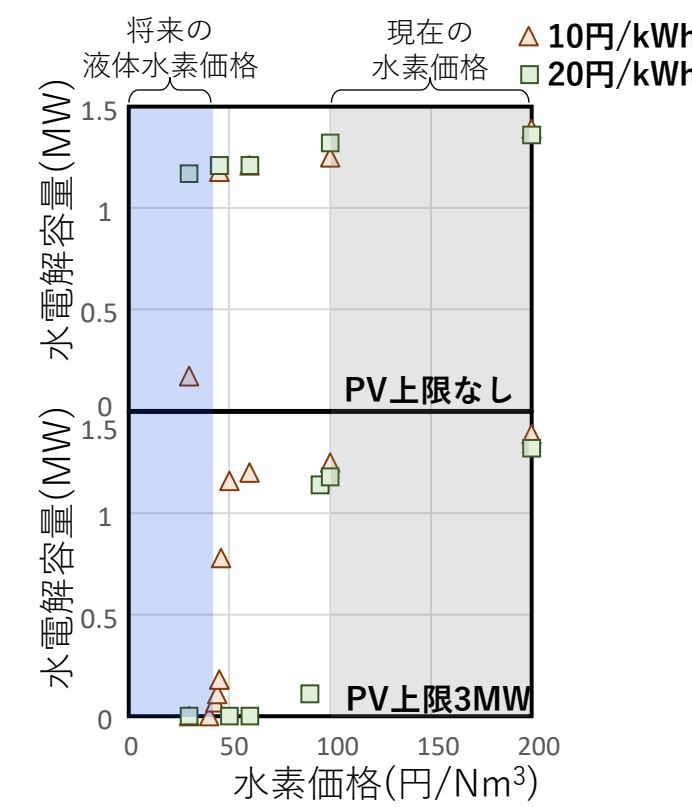
福島県企画調整部 齊藤 紀明 次長
 福島県商工労働部 鈴木 章文 課長
 福島再生可能エネルギー研究所 古谷 博秀 所長代理
 株式会社豊田中央研究所 志満津 孝 取締役
 豊田通商株式会社 鈴木 来晃 部長

■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																			
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											
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				#2水電解装置 製作・立上げ				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											

自主開発

3. 研究開発成果 (シミュレーション)

<p>開発目的</p>	<p>工場特性・再エネ量・消費エネルギーパターンに応じた工場CNシナリオ検証</p>
<p>開発目標</p>	<p>22年度：シミュレーションモデル構築及びパラメータスタディ</p>
<p>進捗状況</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・デンソー福島の需要に対応したシミュレーションモデルを構築 ・調達する水素価格及び電力価格をパラメータとしたシミュレーションを実施
<p>実績・成果</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・調達水素価格、再エネ電力価格とオンサイト水電解容量の関係をシミュレーション一例として見える化 (水素購入vs水素自家製造) <p>目的関数：$f_{cost}(x) = \sum_{i,t} (\underbrace{COM_i}_{\text{従量コスト}} \cdot x_{i,t}) + \sum_j \{ (\underbrace{CAP_j}_{\text{CAPEX}} / \underbrace{T_j}_{\text{寿命}} + \underbrace{OP_j}_{\text{OPEX}}) \cdot y_j \}$</p>  <p>各ブロック下記載：パラメータ、制約条件</p> <p style="text-align: center;">シミュレーションモデルイメージ</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1809 471 2497 1270">  <p style="text-align: center;">シミュレーション結果一例</p> </div> </div>


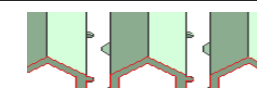

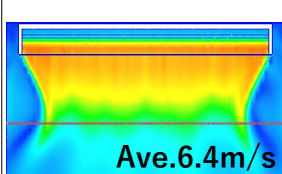
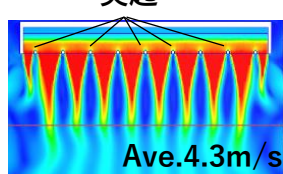
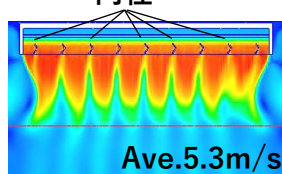
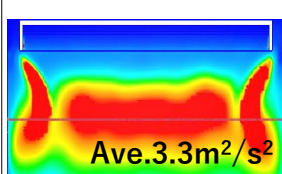
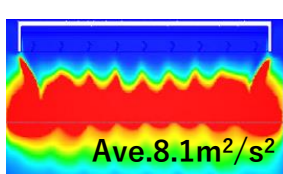
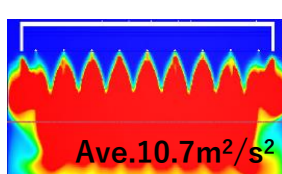
3. 研究開発成果（水電解システム）

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	水電解システム効率：53kWh/kg-H ₂
進捗状況	<ul style="list-style-type: none">・ 実証に使用する水電解セル・スタックの製作完了・ 22年4月より水素製造・貯蔵システムの製作を開始、23年3月にデンソー福島への実装を完了・ 地域皆様へのお披露目会を実施後、システムの運転開始
実績・成果	<ul style="list-style-type: none">・ デンソー福島に設置した水電解システムにおいて目標効率達成を確認 <div data-bbox="402 668 1034 1090"></div> <p data-bbox="519 1100 901 1143">水電解装置コンテナ</p> <div data-bbox="494 1158 927 1305"><p>水素製造量: 約8kg/h DC消費電力: 400kW 大きさ: 2.3m × 5.8m × 2.8m</p></div> <div data-bbox="1072 668 2448 1090"></div> <p data-bbox="1090 1033 2346 1072">水電解装置コンテナ 除湿器 圧縮機 水素貯蔵タンク</p> <p data-bbox="1523 1100 1989 1143">水素製造・貯蔵設備全体</p>

3. 研究開発成果（ガス炉CN技術開発）

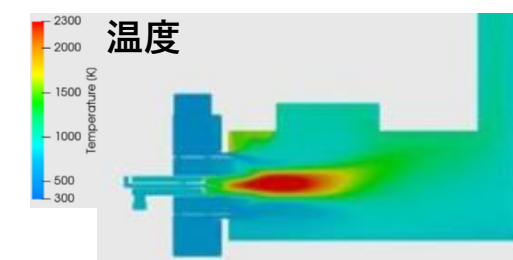
開発目的	ガス炉電化及び水素専焼化の技術確立
開発目標	電化：熱伝達効率の従来比20%向上をシミュレーションで確立（エネルギー費低減） 水素専焼化：NOx排出基準を満足する設備仕様の確立
進捗状況	・シミュレーションや小型テスト機を用い、電化炉・水素燃焼炉の仕様を決定

電化炉ノズル形状熱伝達率比較

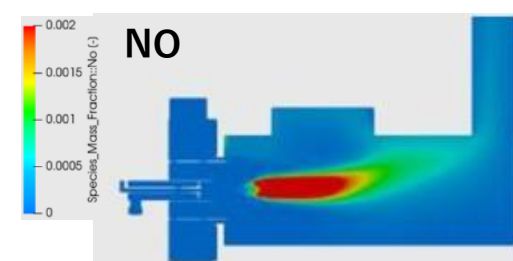
	ノーマル（現状）	突起VG	円柱VG
ノズル形状			
流速	 Ave.6.4m/s	 Ave.4.3m/s	 Ave.5.3m/s
乱流エネルギー	 Ave.3.3m ² /s ²	 Ave.8.1m ² /s ²	 Ave.10.7m ² /s ²
熱伝達率	0.284 kW/K	0.306 kW/K	0.346 kW/K

Vortex Generatorを用いた乱流促進を検討
→円柱VGを採用する事で熱伝達率21%向上を確認


水素アフターバーナー炉仕様検討



温度
Temperature (K)



NO
Species_Mass_Fraction:No (c)



水素燃焼式アフターバーナー炉
(中外炉工業株式会社HPより)

AVL FIRE Zeldvichメカニズムを用い計算

水素火炎に平行かつ均一に脱脂炉排ガスを導入する事で排ガス基準を満足できる事を燃焼解析で確認

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 水電解システム

- ・信頼性・耐久性向上に向けた水電解スタックの要素技術開発
- ・23年度実施の季節間実証による課題抽出
- ・24年度に信頼性・耐久性向上した水電解スタックへの置き換え

ガス炉CN技術開発

- ・工場への実装前に小型機を使った確実な技術検証完了ならびに詳細な設備設計完了
- ・“生きた工場（日々生産を行う工場）”での確実な設備置き換え

「地域への積極的な情報発信」について

- ・水電解システム及びガス炉CN化の課題共有、事業化に向けた要件確認
- ・水素社会実現に向けた仲間作り