

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026 プログラムNo.602-2-07

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CGS※の地域モデルにおける水素燃料供給システムの効率化・高度化 に向けた技術開発

※ CGS：コージェネレーションシステム

発表：2026年7月22日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名： 川崎重工業(株) 黛 健斗

団体名（企業・大学名など）： 川崎重工業(株) ・ (株)神戸製鋼所

問い合わせ先： 川崎重工業(株) TEL: 078-361-7250

事業概要

1. 期間

開始 : 2023年6月
終了（予定） : 2027年3月

2. 最終目標

- 液化水素ポンプによる昇圧と冷熱回収ができる中間媒体式液化水素気化器（IFV : Intermediate Fluid Vaporizer）を組み合わせた燃料供給システムを実際のガスタービン発電設備に適用し、その有効性について検証する。
- 将来的なガスタービン発電の大型化に向け、本燃料供給システムにおける各種のデータ取得とともに、システム構成や運用に関するノウハウを獲得する。
- 臨界圧以上における液化水素気化器の伝熱挙動を確認し、幅広い運転圧力範囲における課題点の抽出・検証する。

3. 成果・進捗概要

- 2025年12月に「神戸水素CGS実証設備」に「液化水素ポンプ」、「IFV」を設置する工事ならびに試運転が完了。
- 2026年1月より実証試験（運転試験）を開始。2026年3月までにガスタービンの各運転パターンに対する設備の運転安定性や追従性の確認が完了。
- 2026年1月末にIFVの実証運転試験を実施。各運転条件において臨界圧以上の液化水素を安定して気化させ常温まで加温できること、狙い通りの冷熱が安定して取り出せることを確認。

1. 事業の位置付け・必要性

- これまで水素専焼・混焼運転が可能な「水素ガスタービン発電装置」の開発を進め、社会実装に耐え得るレベルまで開発の目途付けが完了済み。
- 社会実装を進める上で「水素燃料供給系」を含めたシステム全体での経済性やCO₂排出量低減を考慮する必要がある。

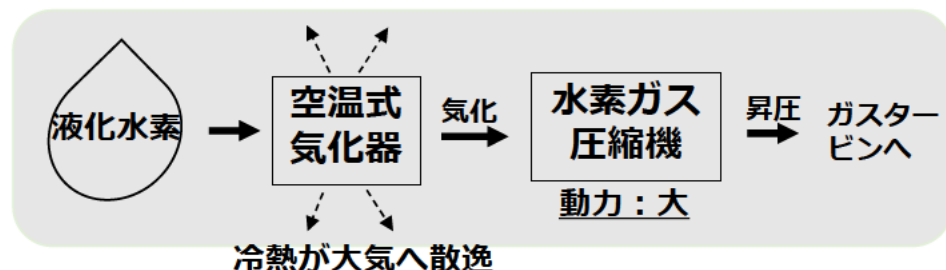
① 液化水素ポンプによる圧縮動力低減

ガスタービンに必要な供給圧力まで昇圧するのに従来は「水素ガス圧縮機」を使用しており、多大な電力消費によりシステム全体の効率・経済性が悪化していた。キャリアとして有効性が見込める「液化水素」の特性を活かし「液化水素ポンプ」で昇圧することで、動力低減が期待できる。

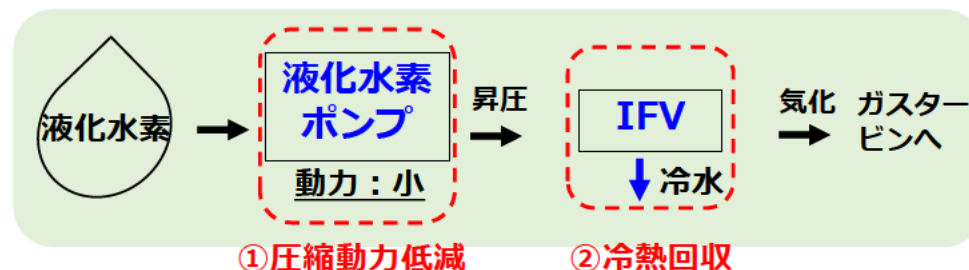
② 中間媒体式液化水素気化器（IFV）による冷熱回収

従来の「空温式気化器」では回収できていなかった液化水素の保有する冷熱を、「中間媒体式液化水素気化器（IFV）」を用いて、冷凍・冷蔵・冷却等に利用するために回収できれば、付加価値として収入やCO₂の低減が期待できる。

従来の水素燃料供給系

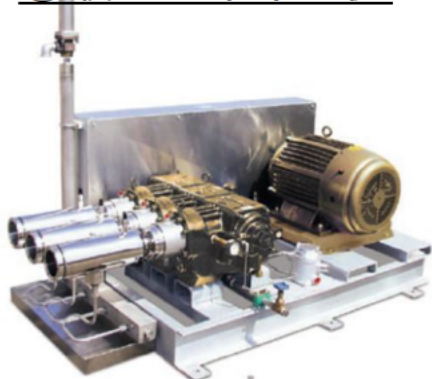


新たな水素燃料供給系



1. 事業の位置付け・必要性

①液化水素ポンプ 日機装ACD製



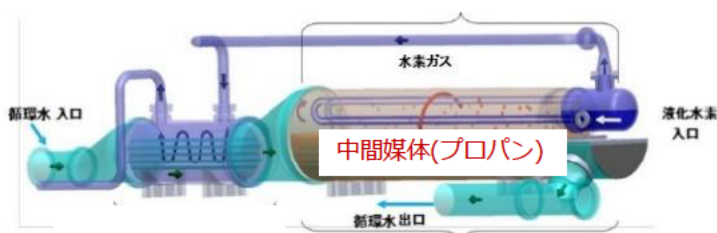
主要スペック

シリンダ数	3
ボア×ストローク	50mm×35mm
流量	225kg/h
吐出圧力	2.0 MPaG

- 運転安定性や流量変化への追従性（ガスタービンの起動・停止、負荷・混焼率の変更など）
- 低流量域でのターンダウン技術
- キャビテーション発生抑制
- 運転前の予冷方法

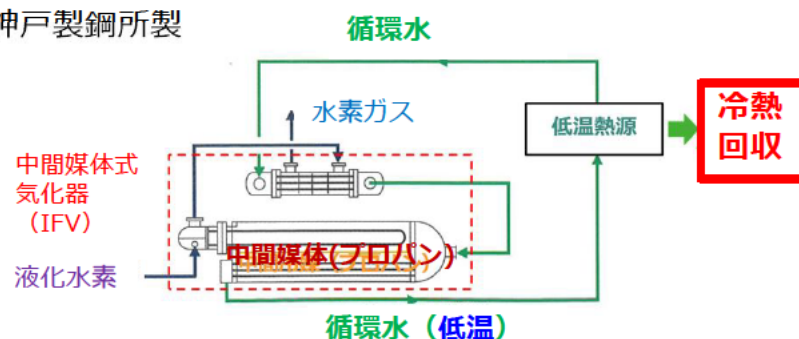
②中間媒体式液化水素気化器（IFV）

神戸製鋼所製



主要スペック

水素流量	225kg/h
循環水流量	16ton/h
循環水温度	入口 20℃ → 出口7℃



- ガスタービンへの水素燃料供給系における基本性能や冷熱の取出し能力の確認
- 臨界圧以上における液化水素気化器の伝熱挙動の確認

2. 研究開発マネジメントについて（1/3）

研究開発の目標と目標設定の考え方（川崎重工業）

<目標>

- 「液化水素」のポンプ昇圧と冷熱回収ができる中間媒体式液化水素気化器を組み合わせた燃料供給システムを実際のガスタービン発電設備に適用し、その有効性について検証。
- 将来的なガスタービン発電の大型化に向けて、本燃料供給システムにおける各種のデータ取得とともに、システム構成や運用に関するノウハウを獲得。

<目標設定の考え方>

- ① 新たに液化水素ポンプ、中間媒体式気化器を適用するため設備改修が必要となる。
- ② 新たな水素供給システムの有効性を確認するため、既設の燃料供給システムについても、運転時の消費動力等のデータを取得が必要となる。
- ③ ガスタービン発電の大型化に向け、ガスタービンの各種運転条件に要求される燃料供給能力に問題がないことを確認が必要となる。
- ④ ガスタービンへの安定的な燃料供給を実現するための水素供給システムのシステム構成ならびに運転におけるノウハウを獲得が必要となる。

2. 研究開発マネジメントについて (2/3)

研究開発の目標と目標設定の考え方 (神戸製鋼所)

<目標>

- 水素の臨界圧（約1.3MPa）以上の圧力における伝熱性能および熱歪の検証を行い、将来的なガスタービン発電向中・大型液化水素気化器の最適化設計を目的としたデータの蓄積を図る。
- 実際のガスタービン発電設備の運用パターンに応じた中間媒体式液化水素気化器の気化性能、熱歪、冷熱取出量等の挙動を検証し、商業機運転に向けたノウハウを獲得する。

<目標設定の考え方>

- ① 水素社会構築技術開発事業 大規模水素エネルギー利用技術開発「液化水素冷熱の利用を可能とする中間媒体式液化水素気化器の開発」において、臨界圧以下における伝熱性能等の基礎データが取得出来たが、ガスタービン発電で必要とされる臨界圧以上でのデータが必要となる。
- ② 臨界圧以上でのデータ取得のためには、液化水素ポンプが設置される設備に組み込むための中間媒体式液化水素気化器を製作する必要がある。
- ③ 将来的な中・大型ガスタービン発電に向けて、実際のガスタービンの運転パターンにおける気化特性、熱歪挙動および冷熱取出量の安定性を確認する必要がある。
- ④ 得られたデータを基に、商業規模のガスタービン向中間媒体式液化水素気化器の試設計を行い、設計的課題の有無を検証する必要がある。

2. 研究開発マネジメントについて (3/3)

「神戸水素CGS実証プラント」概要



国際展示場



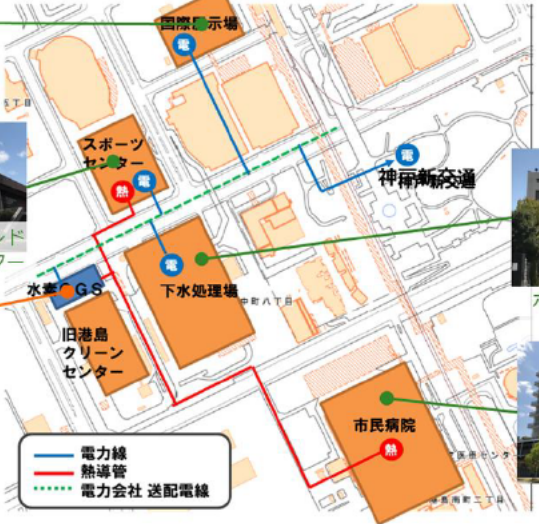
ポートアイランドスポーツセンター



水素CGS
エネルギーセンター

エネルギー供給先

(H30年11月時点)



液化水素貯蔵供給設備	
液水タンク容量	24m ³ 、47m ³
供給流量 (最大)	2,500Nm ³ /h 225kg/h
供給圧力	2MPaG
圧縮方法/気化方法	①水素ガス圧縮機/空温式 ②液化水素ポンプ/IFV

ガスタービン発電設備	
使用ガスタービン	M1A-17
最大発電能力	1,800kW
発電電圧	6,600V

※天然ガスと任意の混焼率で運転可能

排熱ボイラ設備	
ボイラ形式	水管式
ボイラ伝熱面積	150m ²
最大蒸気発生能力	5 ton/h
定格蒸気圧力	0.95MPaG

神戸市ポートアイランド地区

地図出典：国土地理院ウェブサイト
(<https://maps.gsi.go.jp>)

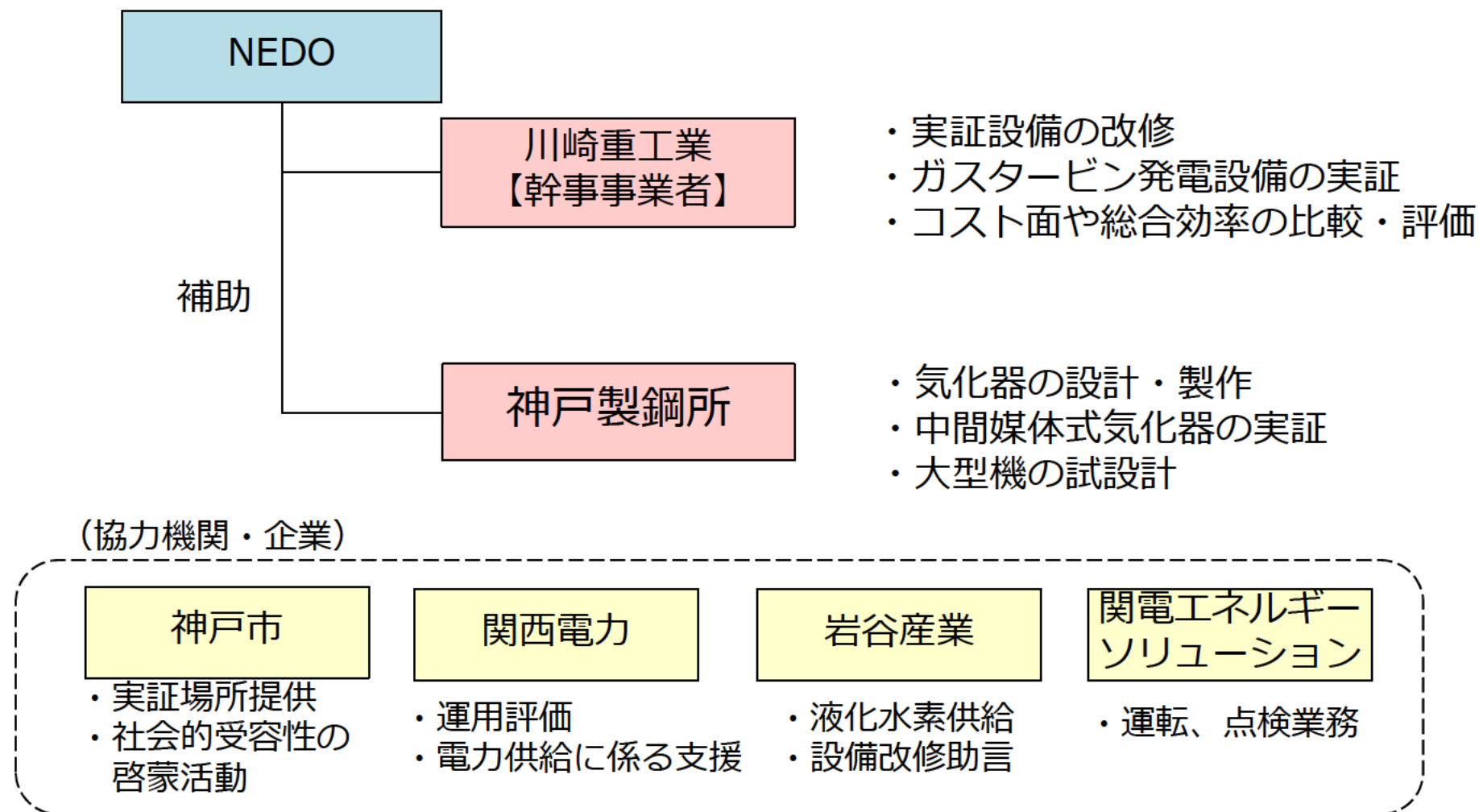
2．研究開発マネジメントについて

研究開発のスケジュール

	2023年度				2024年度				2025年度				2026年度			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
① 気化器の設計・製作 (神戸製鋼所)		設計及び材料調達			製作											
② 実証設備の改修 (川崎重工業)					設計及び機器調達				設備改修・試運転							
③ 気化器の実証 (神戸製鋼所)				応力解析							気化性能確認・計測・評価 冷熱利用の可能性確認					
④ ガスタービン発電設備の実証 (川崎重工業)		4半期毎のデータ取得（既設）									運転試験 データ取得・検証 冷熱供給モデル検討					
⑤ 大型機の試設計 (神戸製鋼所)											大型機の試設計					
⑥ コスト面や総合効率の比較・評価 (川崎重工業)					コスト面や総合効率の比較・評価											
⑦ 水素CGS事業化および他地域への横展開に向けた要件の整理 (川崎重工業)					水素CGS事業化および他地域への横展開に向けた要件の整理											

2. 研究開発マネジメントについて

研究開発の実施体制



3. 研究開発成果について

② 実証設備の改修（川崎重工業）



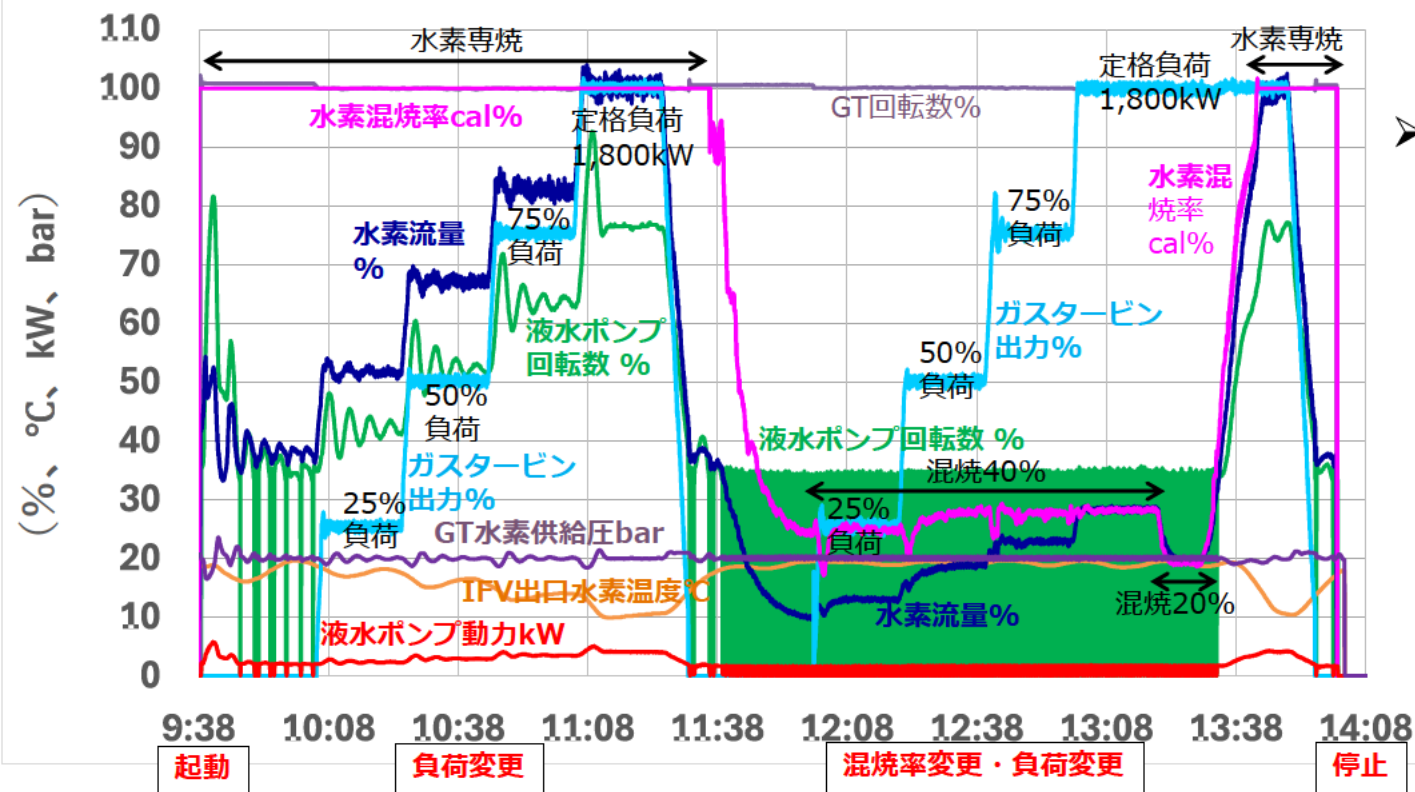
- 2025年6月から機器の据付、配管、電気工事を開始。
- 2025年11月に高圧ガス保安法に基づく完成検査に合格。
- 設備試運転が2025年12月に完了。
- 実証試験（運転試験）を2026年1月より開始。



3. 研究開発成果について

④ ガスタービン発電設備の実証（川崎重工業）

期間	26/1/13～26/3/26
運転回数	43回
総運転時間	188時間



試験の一例 ドライ燃焼器（2026年2月17日）

- 水素ガスタービン（ウェット燃焼器・ドライ燃焼器）の全ての運転パターン（起動・停止・混焼率変更、負荷変更・負荷遮断など）で**安定した運転を実現**。
- 液化水素ポンプの回転数をインバータ制御により**流量変化に追従**。低流量域では、「**間欠運転**」で問題なく対応。
- 液化水素ポンプの動力は最大で約4kW。水素ガス圧縮機の約160kWに比べ1/40と大幅な削減。⇒**送電電力**（発電電力－所内動力）は約**150kW（約10%）向上**。

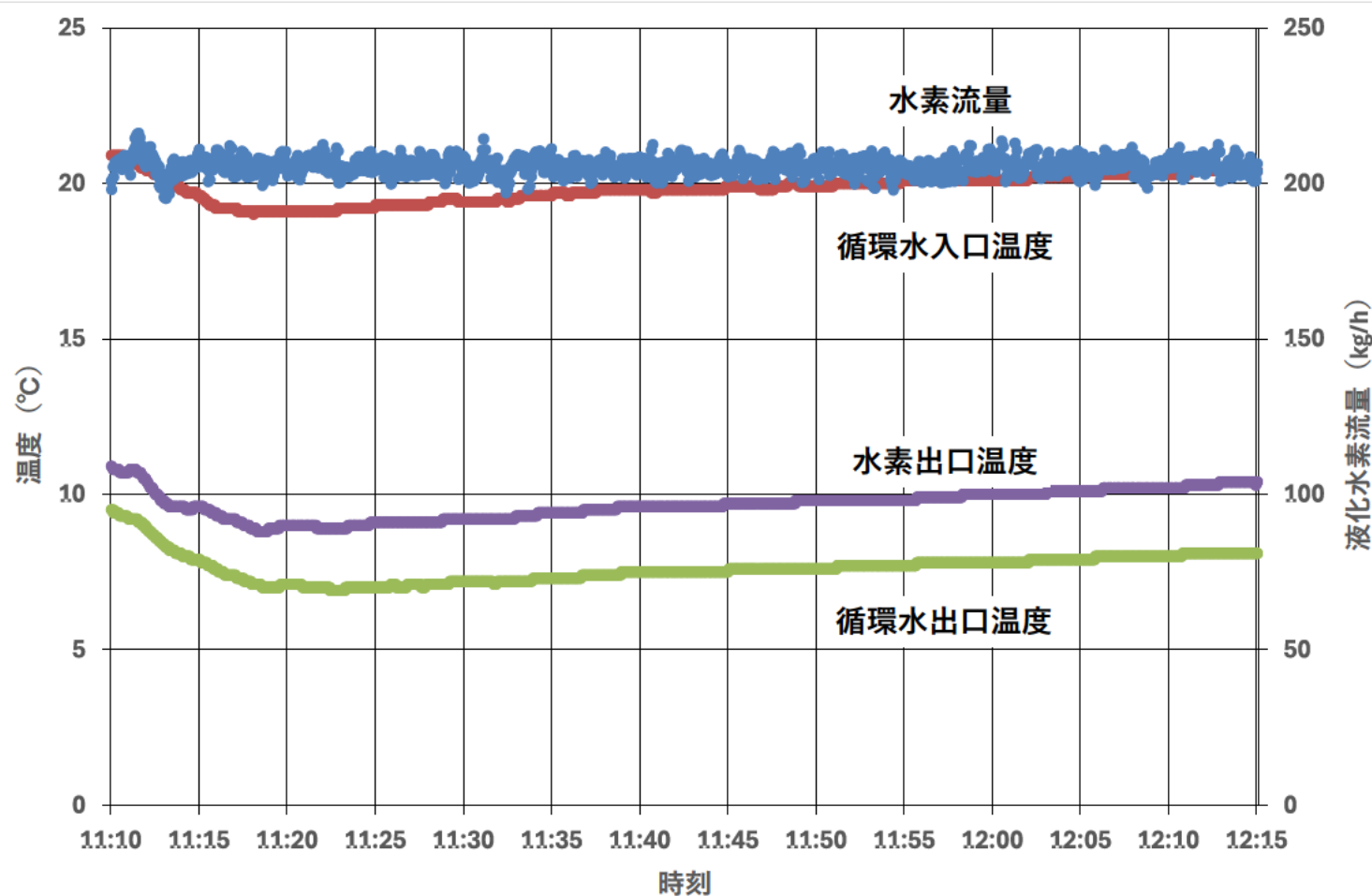
液化水素ポンプの技術を確立

- ✓ 水素GT運転パターンへの追従性
- ✓ 低流量域でのターンダウン技術
- ✓ キャビテーション発生抑制技術
- ✓ 運転前の予冷方法
- ✓ シミュレーション技術

3. 研究開発成果について

③ 気化器の実証(神戸製鋼所)

IFVが安定して臨界圧以上の液化水素を常温まで加温、冷熱回収できることを確認



- 臨界圧以上の液化水素 200kg/h以上を1時間以上安定して常温まで加温できることを確認
- IFV出口温度が安定して循環水入口温度より10℃程度以内となることを確認
- 循環水入出温度差が10℃以上かつ10℃以下の冷水を安定して供給できることを確認
- 回収可能冷熱量が約 1.1kW/kg-LH2となることを確認

3. 研究開発成果について

③ 気化器の実証(神戸製鋼所)

IFVが安定して臨界圧以上の液化水素を常温まで加温、冷熱回収できることを確認

運転中のプロパン凝縮の様子
(サイトグラス)



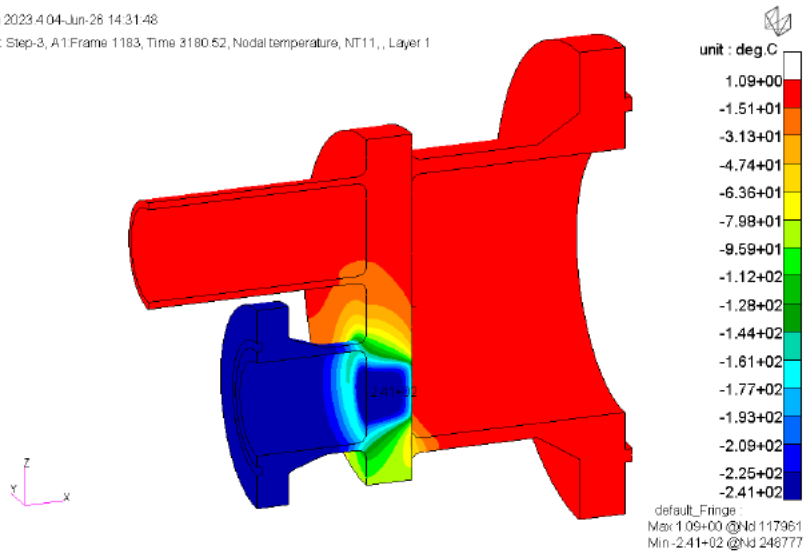
- 臨界圧以上の液化水素 200kg/h以上を1時間以上安定して常温まで加温できることを確認
- IFV出口温度が安定して循環水入口温度より10℃程度以内となることを確認
- 循環水入出温度差が10℃以上かつ10℃以下の冷水を安定して供給できることを確認
- 回収可能冷熱量が約 1.1kW/kg-LH2となることを確認

3. 研究開発成果について

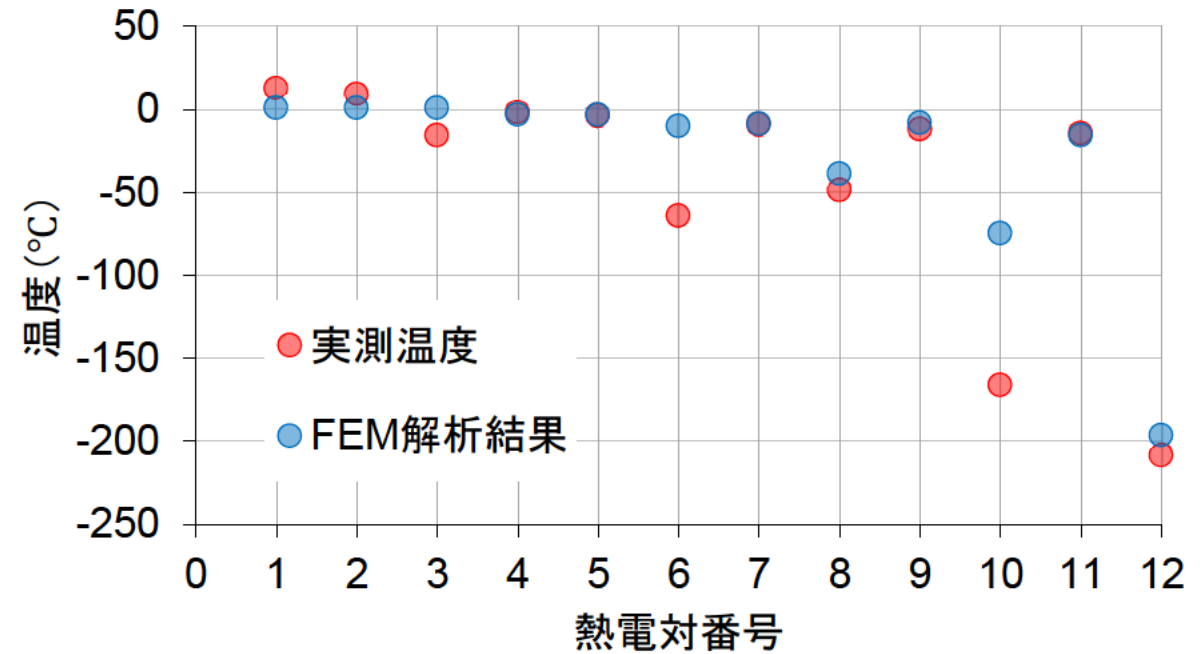
③ 気化器の実証(神戸製鋼所)

Patran 2023.4.04-Jun-26 14:31:48

Fringe: Step-3, A1Frame 1183, Time 3180.52, Nodal temperature, NT11,, Layer 1



液化水素気化器管板近傍温度コンタ図

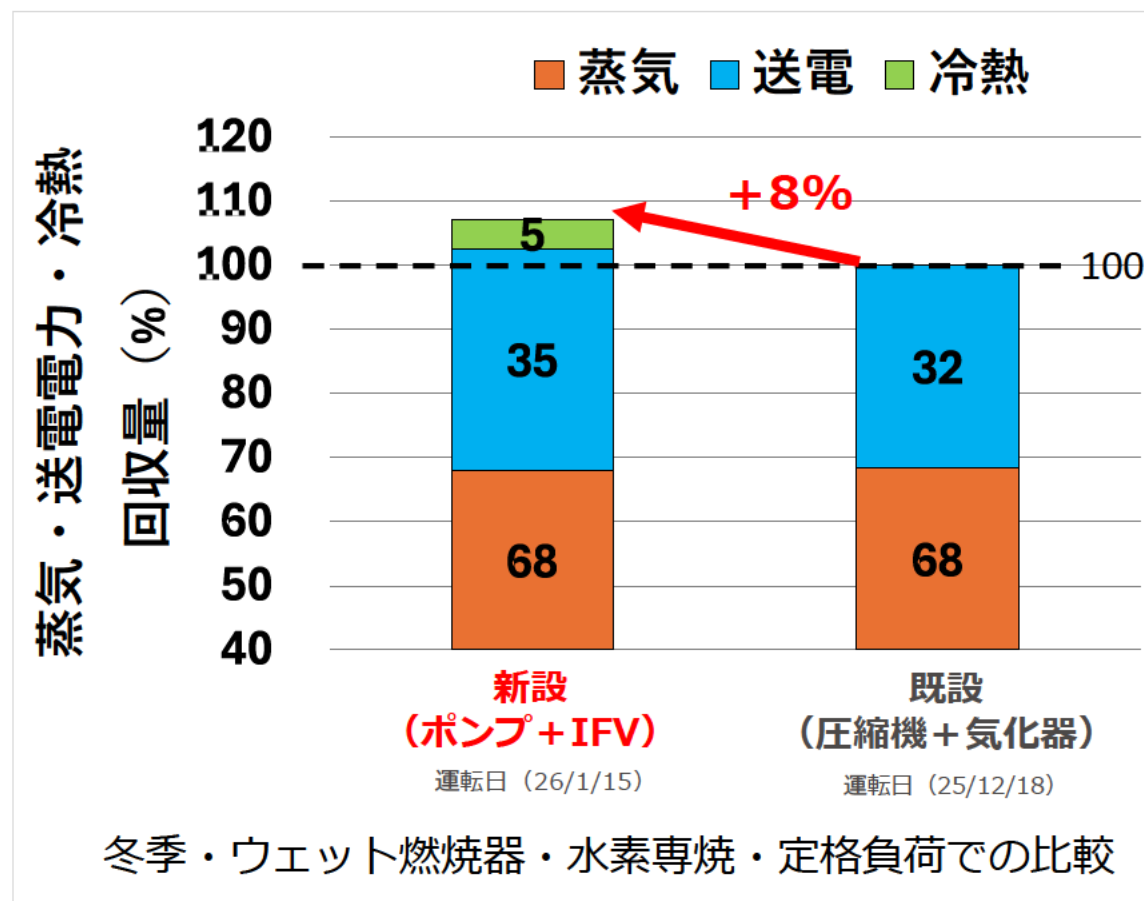


各部温度の実測値と解析結果の比較

- 各部温度の実測値と解析結果が概ね一致したことを確認
- 解析条件を調整することで、乖離している一部の計測点においても実測値に近づけ、解析精度の向上を図っていく

3. 研究開発成果について

④ ガスタービン発電設備の実証（川崎重工業）



- 新設設備【液化水素ポンプ+IFV】で得られる**蒸気・送電電力・冷熱**は、既設設備【水素ガス圧縮機+気化器】よりも**8%増加**（※蒸気は不変）を確認。

3. 研究開発成果について

成果の普及

種別	川崎重工	神戸製鋼
論文(査読付き)		1件
研究発表・講演	5件	9件
新聞・雑誌等への掲載	3件	1件
プレスリリース	1件	1件
展示会への出展		2件
受賞	1件	1件
現地視察	218件 (2,300名以上)	

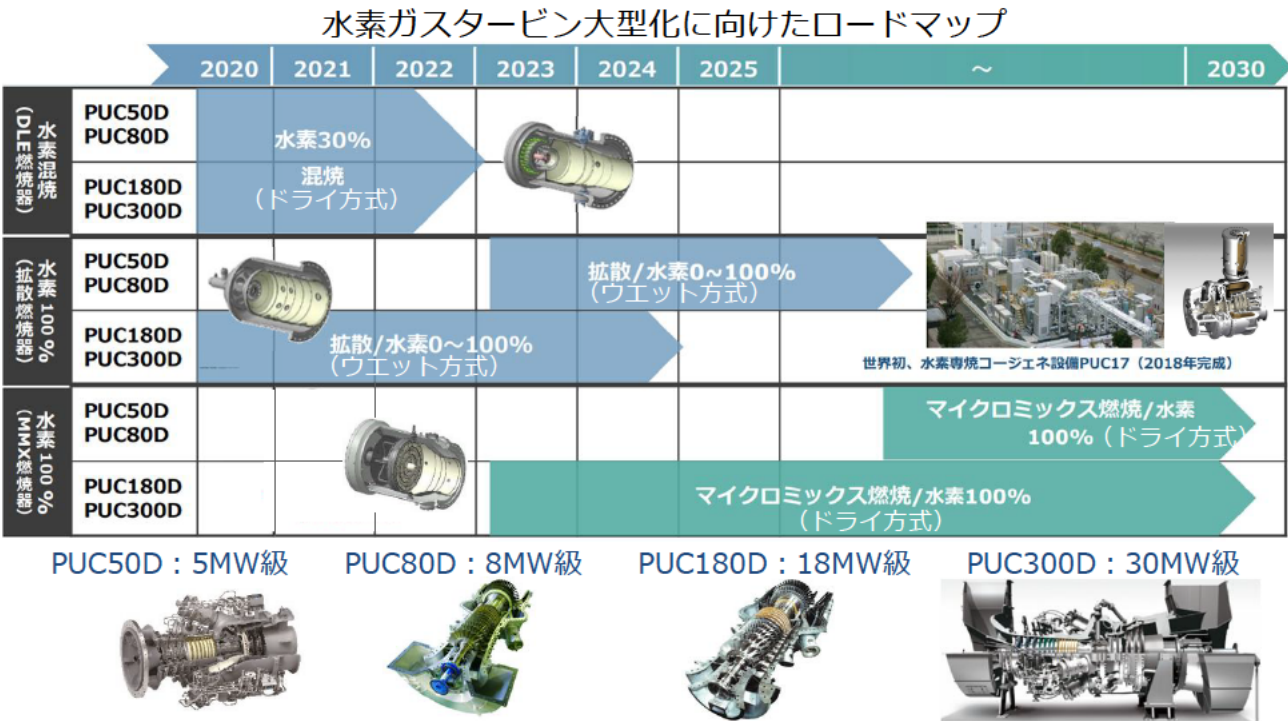
	川崎重工	神戸製鋼
特許出願(国内)	1件	

- 国内外より多数の視察者を受入れ。
(設備完成後の2018年2月からの累計で延べ約1,350回・93ヶ国・13,700名以上)
- 2024年度 日本機械学会賞(技術)を受賞。
- 水素エネルギー活用の普及啓発、社会受容性の向上に向けて積極的に発信・展開。

4. 今後の見通しについて

水素CGS設備への燃料供給システム

- 「液化水素」のポンプ昇圧と冷熱回収ができる「中間媒体式気化器」を組み合わせた燃料供給システムの設備運用データを蓄積し、従来設備とのコスト面や総合効率の比較・評価によってその有効性の検証を2026年度までに完了する見込み。
- 将来的なガスタービン発電の大型化に向けて、本燃料供給システムにおける各種のデータ取得とともに、システム構成や運用ノウハウの獲得を2026年度までに完了する見込み。



4. 今後の見通しについて

中間媒体式液化水素気化器IFV

- 本実証で得られた成果に基づき、中大規模水素利用に向けた大容量気化器の市場投入を図る。

