

事業名：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/
ドライ低NOx水素専焼ガスタービン技術開発・実証事業

発表者名：川崎重工業株式会社、株式会社大林組、国立大学法人大阪大学、学校法人関西大学

○事業概要

◎背景

2017年12月策定の「水素基本戦略」には、「将来的に水素専焼発電を実現するためには、NOx 値の低減、高い発電効率、高濃度な水素混焼などを同時に達成可能とする新たな燃焼技術の早期の実用化を目指す」ことが謳われており、「水素・燃料電池戦略ロードマップ」には2020年頃にNOx排出値35ppm(残存酸素16%換算値)以下および発電端効率27%以上の達成を目標として掲げられている。

◎研究内容・目的

ガスタービン発電において、水素専焼運転による更なる高効率化とNOx排出量の低減の達成を目指した、水を使用しないドライ方式の低NOx水素専焼ガスタービンの運転実証を実施する。また、液化水素の冷熱利用によるガスタービンの発電出力、発電効率向上効果を定量的に確認することで、水素発電の普及に向けた水素専焼運転での更なる高効率化、低コスト化運用に向けた研究を行う。

◎最終目標

A：「ドライ低NOx水素専焼ガスタービンの運転実証」ー川崎重工業/大林組

- ①安定燃焼の達成 ②発電効率27%以上(定格)を達成
- ③NOx排出値35ppm以下の達成 ④環境性や事業性の優位性の確認

B：「冷熱活用システム検討」ー大林組

- ①冷熱利用熱交換器の基礎検討 ②蒸発器の着霜防止効果を定量評価
- ③空気冷却器着霜発生条件を把握 ④冷熱利用の経済合理性の定量評価

◎成果・進捗概要

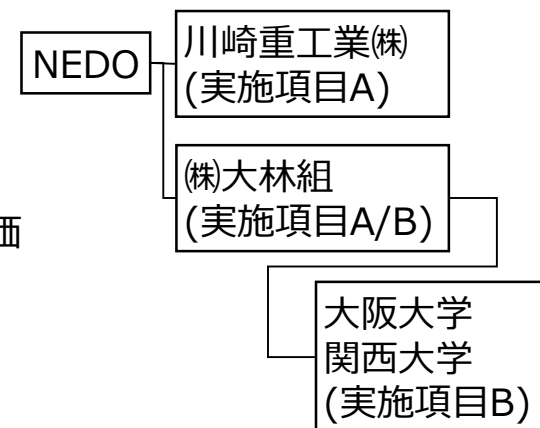
A：「ドライ低NOx水素専焼ガスタービンの運転実証」

- ①燃焼安定性の確認を完了 ②発電端効率27%以上を達成
- ③NOx排出値35ppm以下の部分達成 ④事業性の優位性の確認を完了

B：「冷熱活用システム検討」

- ①熱利用熱交換器の基礎検討を完了 ②蒸発器の着霜防止効果の定量的確認を完了 ③空気冷却器の着霜発生境界条件の確認を完了 ④発電出力向上効果の定量的確認を完了

◎実施体制及び分担等



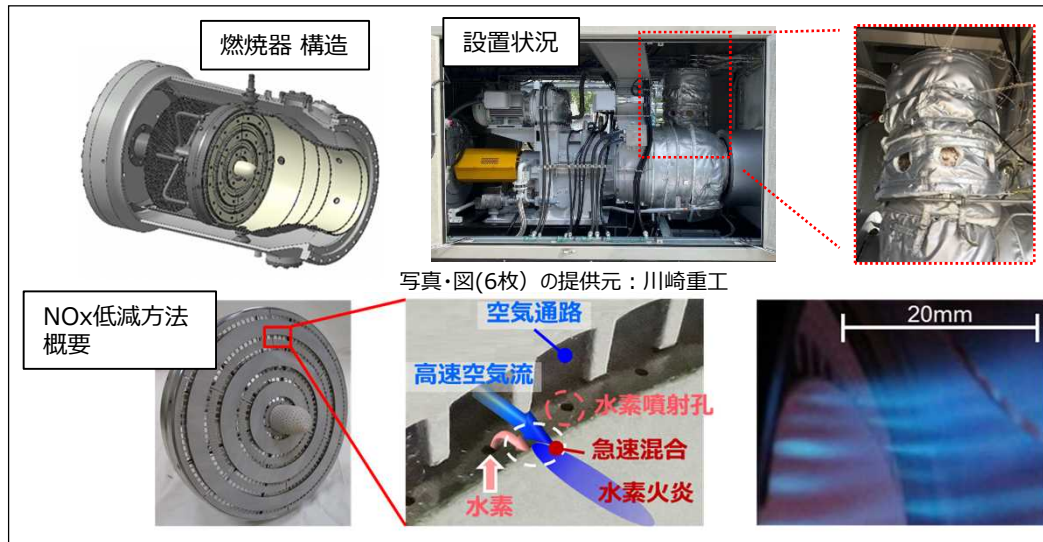
連絡先
川崎重工業株式会社 山口
E-mail: yamaguchi_masato@khi.co.jp
TEL: 078-921-1615

○研究開発成果について – 川崎重工業

A : 「ドライ低NOx水素専焼ガスタービンの運転実証」

◎実施内容

「水素ガスタービン燃焼技術の研究開発」で要素開発に目途がついた「水素専焼ドライ低NOx燃焼器」を「水素CGS活用スマートコミュニティ技術開発事業」で整備した実証設備に実装し、水素専焼運転での水素ガスタービン・コージェネレーションシステム（水素CGS）のフィールド実証を行う。



◎実施成果

- 顧客へ納入する製品と同等の社内／法定検査に全て合格し、**世界初となるドライ方式燃焼器を適用した「水素専焼ガスタービン発電所」**として落成を完了し、実運用を開始。



- 設計予想値である26.8%を大幅に超える、チャレンジングな目標値である**発電端効率27.0%以上を達成**
- NOxについては法律上の制限値（70ppm以下-16%O2換算）は十分クリア
- 400時間以上の負荷運転後に耐久性を評価し、問題なし

事業終了（2021年2月末）時点のドライ方式での運転実績

運転回数：約120回

運転時間：約450時間

総発電電力量：約500MWh

・総等価運転時間※：約1,700時間

※連続運転相当時間

○研究開発成果について - 大林組

A : 「ドライ低NOx水素専焼ガスタービンの運転実証」 (統合型EMSの改修)

○事業概要

◎研究内容・目的

ドライ方式の経済性・環境性を定量的に評価できるEMSを構築する。

◎成果・進捗概要

改造したEMSによりガスタービン補機動力の運転実績データの計測や、需要家の電力・熱需要データの計測を継続して行った。通年データ取得後、総合評価を行う。

B : 「冷熱活用システム検討」

◎研究内容・目的

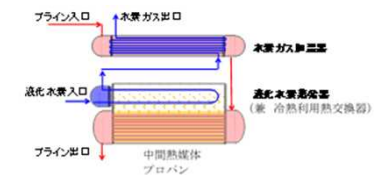
液体水素は大気圧における沸点が約-250℃とLNGの約-160℃より低く、化学エクセルギーに対する低温物理エクセルギーの比率 (同一質量流量にて) は、LNGの 1.8 %に対して12.5%ある。冷熱を利用することで、ガスタービンの高効率化 (目標効率2ポイントアップ)、高稼働率化システム (外気温度に影響を受けない) を提案する。

◎成果・進捗概要

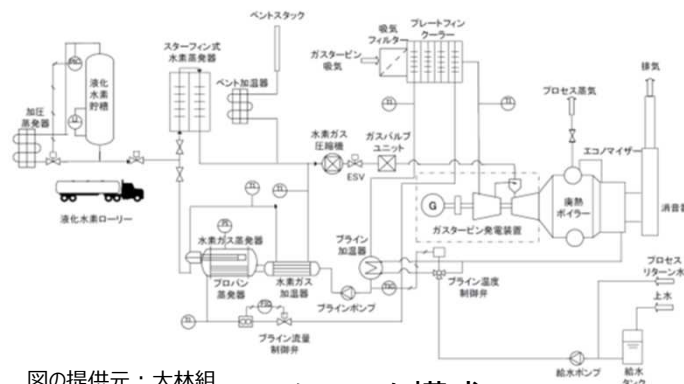
・システム構成

既存のLNG気化器の構造にならい水素用気化器を試設計した。プロセスシミュレーションでこのモデルを構築し、発電出力向上効果 (概算) を確認した。液化水素冷熱を直接冷却媒体と熱交換させると、媒体の凍結や着霜の問題が生ずるため、プロパン等を中間媒体とし、タービン給気を冷却のためにブラインを介して取得した熱でプロパン蒸気を気化させ、気化したプロパン蒸気を水素冷熱で冷却するというシステム構成とした。なお、中間媒体やブラインは各種比較検討し、本実証に最適な材料を選定した。

図の提供元：大林組



水素用気化器の構成



図の提供元：大林組

システム構成

・定量評価の結果

1MW級ガスタービンの場合では、

発電出力 およそ年間平均 130kW 増加 (8%増加)

発電量 およそ年間あたり 1200MWh/年 増加 (8%増加)

発電効率 およそ年間平均 0.8ポイント 向上

が得られることが確認できた。

○成果の普及について

	2019年度	2020年度	計
論文（査読付き）	1	0	1件
研究発表・講演	21	21	42件
新聞・雑誌等への掲載	14	4	18件
プレスリリース	0	2	2件
展示会への出展	4	0	4件
その他（パンフレット、動画、HP、報告書等）	6	12	18件
現地視察	111	62	173件

- 事業期間中の2019年5月～2021年2月末までの成果公表実績は上表の通り。
- 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305回・46ヶ国・2,800人以上）
- 国内外で新聞・雑誌の記事として多数掲載された。
- 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・展開した。