

カーボンニュートラルの達成に向けた 水素・アンモニア焚きガスタービンの取組み

Hydrogen/Ammonia-fired Gas Turbine Initiatives for Carbon Neutrality



江川 拓*¹
Taku Egawa

長橋 裕明*¹
Hiroaki Nagahashi

林 明典*²
Akinori Hayashi

福場 信一*³
Shinichi Fukuba

佐藤 賢治*⁴
Kenji Sato

中村 聡介*⁵
Sosuke Nakamura

三菱重工業株式会社(以下、当社)は、2050年カーボンニュートラルに向けてカーボンフリー発電システムのラインアップの拡充を進めている。水素利用のガスタービンは、天然ガスに水素を30vol%混ぜて使用できるガスタービン燃焼器の開発を完了し、水素100%専焼(ドライ)の燃焼器についても燃焼試験を実施して実用化へ向けた開発を進めている。さらにアンモニア利用のガスタービンでは、中小型ガスタービンにてアンモニア100%専焼の燃焼システムを鋭意開発中である。今後2025年にかけて、これら発電システムの実機実証試験を順次実施し、早期の実用化を目指す。

1. はじめに

世界では二酸化炭素(CO₂)の排出量を2050年前後にネットゼロにする共通目標が共有されつつあり、各国が高い目標を掲げるだけでなく、目標達成に向けた実行段階に入っている。日本では温室効果ガス排出の8割以上を占めるエネルギー分野の取組みとして、一次エネルギーの主な変換先である電力については、第6次エネルギー基本計画の中で2030年度に電源構成の1%を水素・アンモニア発電でまかなう目標が設定された⁽¹⁾。

当社は、“MISSION NET ZERO”を宣言し、カーボンニュートラルの達成に向け、エナジートランジションと、社会インフラのスマート化の両面において脱炭素化を推進している。図1に示すようにエナジートランジションにおける脱炭素化では、火力発電で排出されるCO₂を“減らす”・“回収する”・“出さない”取組みを進めている。即ち、①石炭火力から低炭素・高効率であるガス火力(ガスタービン複合発電(以下、GTCC: Gas Turbine Combined Cycle))への置換え、ならびにガスタービンでの水素混焼、石炭火力でのアンモニア、バイオマス混焼を進めてCO₂を減らす。②GTCCとCO₂回収装置を備えた発電所の全体最適化による、CO₂の回収・貯留・有効利用(CCUS: Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage)を進める。そして、③CO₂を排出しない水素(H₂)専焼やアンモニア(NH₃)専焼へのガスタービン導入燃料への転換を進める。これまで、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)のご支援のもと、大型ガスタービンにおいて燃料の天然ガスに水素を30vol%混ぜて使用する水素混焼燃焼器の開発、及び、水素専焼(ドライ)燃焼器の開発を進めてきている。さらにアンモニア利用GTCCシステムの開発にも着手して、表1に示すカーボンフリーガスタービンシステムのラインアップを拡充してきている。これら発電システムにて2030年のエナジートランジションによる脱炭素化を目指している。

*1 エナジードメイン GTCC 事業部 ガスタービン技術部

*2 エナジードメイン GTCC 事業部 ガスタービン技術部 首席技師

*3 総合研究所 燃焼研究部

*4 エナジードメイン GTCC 事業部 ガスタービン技術部 グループ長

*5 エナジードメイン GTCC 事業部 ガスタービン技術部 次長

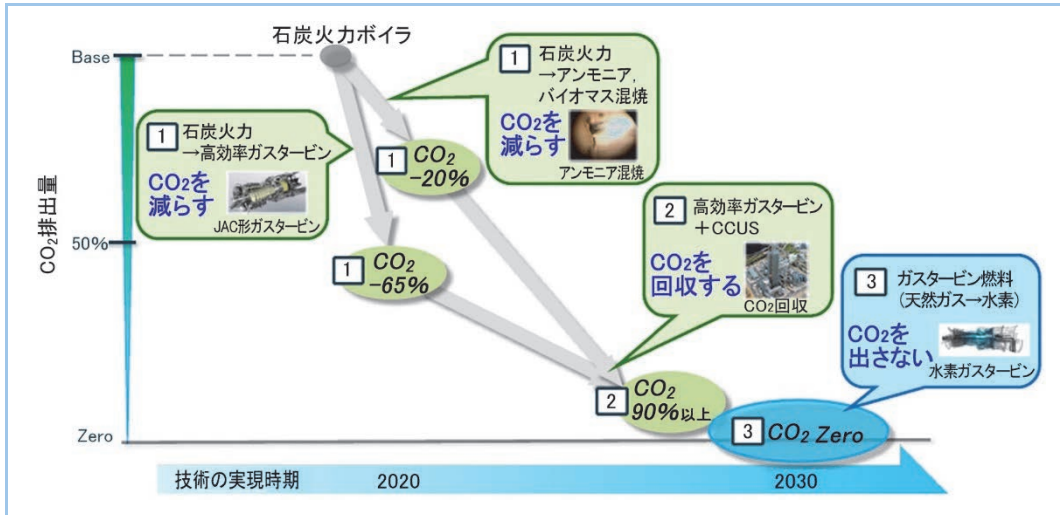


図1 火力発電インフラの脱炭素化に向けた当社の取組み

表1 当社のカーボンフリーガスタービンシステムのラインアップ

| 機器 | 概要 | 適用時期 |
|----------------|---|----------------------------------|
| 水素ガスタービン | 30%混焼 天然ガス焼き低 NOx 燃焼器に 30vol%の水素混合天然ガスを供給するもの。既設ガスタービンをそのまま、あるいは最小の改造で適用可能。 | 2018年 開発完了 |
| | 専焼 マルチクラスタ燃焼器による水素専焼燃焼器を開発中。 | 開発完了予定 大型機:2025年 小型機:2023年 |
| アンモニア分解 GTCC | ガスタービンの排熱を利用しアンモニアを H ₂ +N ₂ に分解し、それをガスタービンの燃料とする。 天然ガスとアンモニア分解ガス(H ₂ +N ₂)の混焼, アンモニア分解ガスの専焼に対応し, 排ガス温度の高い大型機に向く。 | 開発中 |
| アンモニア直接燃焼 GTCC | 分解装置が不要でありシステムが簡素になる。 アンモニア燃焼に伴う NOx の発生量が多く, 専用燃焼器の開発が必要。また, 排ガス脱硝装置も必須となる。 | 2024年に開発を完了し, 実証を目指す。 |

水素はカーボンフリーな燃料として、化石燃料を代替あるいは補完するために最も有効であると考えられる。それは、現在化石燃料を利用している分野で使われている設備やシステムを活用しながらカーボンフリーに転換できる可能性が高いからである。大容量・高効率の水素焼きのガスタービンには、水素の製造から輸送・貯蔵・利用も含めたバリューチェーンにおいて、①既設のガスタービン設備を最小限の改造で、低炭素化あるいは脱炭素化することができ投資コストを抑制できること、②出力50万kWクラスの大型水素焼きガスタービン(水素専焼)は、1つの発電設備で燃料電池車200万台相当の水素を必要とするため、大規模な水素需要が喚起され水素コスト低減が期待されること、③液体水素のみの利用にとどまらず、メチルシクロヘキサンやアンモニアといった多様な水素キャリアに対応可能なこと、④再生可能エネルギーの急激な供給力変動(気象・季節)に追従できるガスタービンの高い起動・負荷変化特性を生かし、電力需要と再生可能エネルギーのギャップを柔軟に埋めることが可能なこと、といったカーボンニュートラル社会の達成に向けて大きなメリットがある。

一方、水素の大量輸送・貯蔵には課題があり、エネルギーの大部分を輸入に頼る日本で水素社会を実現するためには、アンモニアの活用も有効な手段と考えられる。水素を運搬・貯蔵するためのキャリアの中で、アンモニアは液体水素やメチルシクロヘキサンに比べて体積あたりの水素密度が大きく、水素を効率良く運搬・貯蔵できる。また、既存の運搬・貯蔵インフラの転用が可能でありハンドリングに優れた点がある。更に、カーボンフリーな燃料として直接燃焼することも可能であることから、GTCCへ早期に導入することにより将来のカーボンフリー燃料としての活用が期待される。

本報では、これらカーボンニュートラル達成に向けた当社取組みの中で、水素・アンモニア焼き

ガスタービンに焦点をあて、主な開発項目となるガスタービン燃焼器、燃焼技術の開発状況と、今後の検証スケジュールについて紹介する。

2. 水素・アンモニア焚きガスタービンの開発状況

2.1 水素燃焼・アンモニア燃焼の課題

天然ガス焚ガスタービンから水素・アンモニア焚きガスタービンへの改造は、燃焼器、燃料供給システムの追加で対応可能であり、本体は流用できるため改造範囲が最小限にとどまることが特徴である。従って、水素・アンモニア焚きガスタービンの開発におけるキーポイントは、ガスタービン燃焼器、燃焼技術の開発である。

図2に当社ガスタービン用燃焼器に採用される燃焼方式と特徴を示す。拡散燃焼方式は、燃料と燃焼用の空気を別々に燃焼器内に噴射する。予混合燃焼方式に比べて、燃焼器内の火炎温度が局所的に高くなり窒素酸化物(NOx)排出量が増えるため、蒸気・水噴射によるNOx低減対策が必要になる。一方、比較的、安定燃焼範囲が広く、燃料性状変動への許容範囲は大きい。

予混合燃焼方式は、燃料と空気を予め混合して燃焼器内に投入する。この方式は、拡散燃焼方式に比べて、燃焼器内の局所火炎温度を低減できるため、蒸気・水噴射によるNOx低減手法を用いる必要が無く、サイクル効率の低下もない。低NOx化とCO₂削減(高効率)を両立できるため、燃焼器開発のベースとなる。一方で、安定燃焼範囲が狭く、燃焼振動や逆火(フラッシュバック)の発生リスクがあり、未燃分も排出しやすい傾向がある。

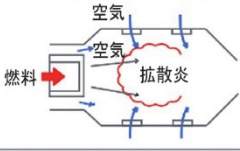
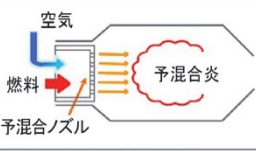


| 形式 | 拡散燃焼方式 | 予混合燃焼方式 |
|------|---|---|
| 構造 |  |  |
| 燃焼特性 | <ul style="list-style-type: none"> 燃料と燃焼用空気を別々に噴射 高温スポットが生じやすい(NOx高) 火炎が安定 | <ul style="list-style-type: none"> 燃料は空気と混合され噴射 高温スポットが生じにくい(NOx低) 火炎が不安定:燃焼振動,フラッシュバックリスク |
| 特徴 | <ul style="list-style-type: none"> 燃料性状変動への許容範囲が大きい 燃料系統が簡素 NOx対策(蒸気/水噴射)による性能低下 | <ul style="list-style-type: none"> CO₂削減(高効率)と低NOx化を両立 燃料系統が複雑 |
| 燃焼器 | <p>拡散燃焼器</p>  | <p>マルチノズル燃焼器 マルチクラスタ燃焼器</p>  |

図2 拡散燃焼方式と予混合燃焼方式

ガスタービン燃料として主に使用される天然ガス(主成分:メタン(CH₄))と、水素、アンモニアの低位発熱量、燃焼速度の比較を図3に示す。水素は、メタンに比べて発熱量、燃焼速度ともに高く、燃焼速度は約7倍である。そのため、予混合燃焼器にて天然ガスと水素を混焼、あるいは水素専焼させた場合、天然ガスのみを燃焼させた場合よりも火炎位置が上流に移動し、空気と十分に混合する前に高い火炎温度で燃焼するため、NOxが増加する。また火炎が燃焼器の上流に遡上し当該部が焼損する逆火(フラッシュバック)の発生リスクが高くなる。そのため、水素焚きガスタービン燃焼器は、逆火発生の防止に向けた改良を中心に、低NOx化や安定燃焼化を図る必要がある。

一方、アンモニアはメタンに比べて発熱量が1/3、燃焼速度が1/5程度と低いいため燃焼が不安定になりやすく、火炎を安定に保持することが課題となる。また、表2に示すようにアンモニアは窒素分(N)を含んでいるため、燃焼の過程で大量のFuel NOxが生成される。これは、天然ガス等の燃焼時に生成されるサーマルNOxと比較して桁違いに多い。NOxの発生メカニズムが異なるため、これまでのNOx低減手法とは異なるアプローチが必要となる。

これら異なる特徴を有する水素、アンモニア燃料に対応する当社ガスタービン燃焼器および燃

焼技術の開発状況について、次節に紹介する。

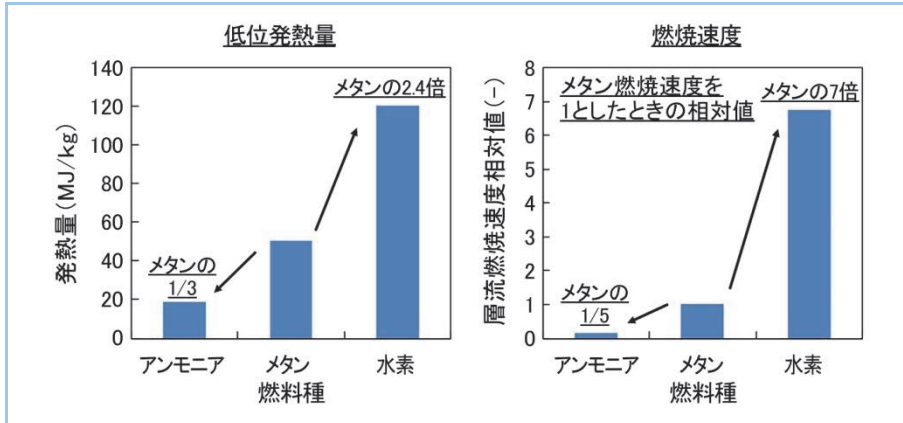


図3 メタン、水素、アンモニアの低位発熱量、燃焼速度の比較

表2 NOx 発生メカニズム

| 燃料 | NOx 発生メカニズム | NOx 発生量 (未対策時) |
|--------------------------|--|----------------|
| 通常燃料 (LNG 等) | 高温燃焼場にて空気中の窒素が酸化反応することで窒素酸化物が生成 (Thermal-NOx) $N_2(\text{空気}) + O_2 \rightarrow NOx$ ※NOx 発生要因は N_2 の熱分解 | 数百 ppm オーダー |
| アンモニア (NH ₃) | 燃料の酸化反応により窒素酸化物が生成 (Fuel-NOx) $NH_3(\text{燃料}) + O_2 \rightarrow N_2 + H_2O + NOx$ ※NOx 発生要因は燃料の化学反応 | 数千 ppm オーダー |

2.2 水素焚き燃焼器の開発

(1) 水素混焼用 Dry Low NOx (DLN) マルチノズル燃焼器

水素混焼による逆火発生リスクの上昇を防ぐことを目的として、従来の DLN マルチノズル燃焼器をベースとして、新たに開発された水素混焼燃焼器の概要を図4に示す。マルチノズルタイプの予混合燃焼器は、予混合方式の燃料ノズルと8本と、それらの中心に燃焼の安定化を図るパイロット火炎用の燃料ノズル1本を有する。ノズル部には旋回翼(スワラー)が設置され、スワラーを通過した空気とノズルから噴射された燃料がより均一に混合される。旋回流の中心部には、流速の低い領域(以下、渦芯)が存在し、ここを火炎が遡上することで逆火が発生すると考えられる。そこで新型燃焼器ではノズルの先端から空気を噴射して渦芯の流速を上昇させ、渦芯の低流速領域を補うことで逆火の発生を防止している。

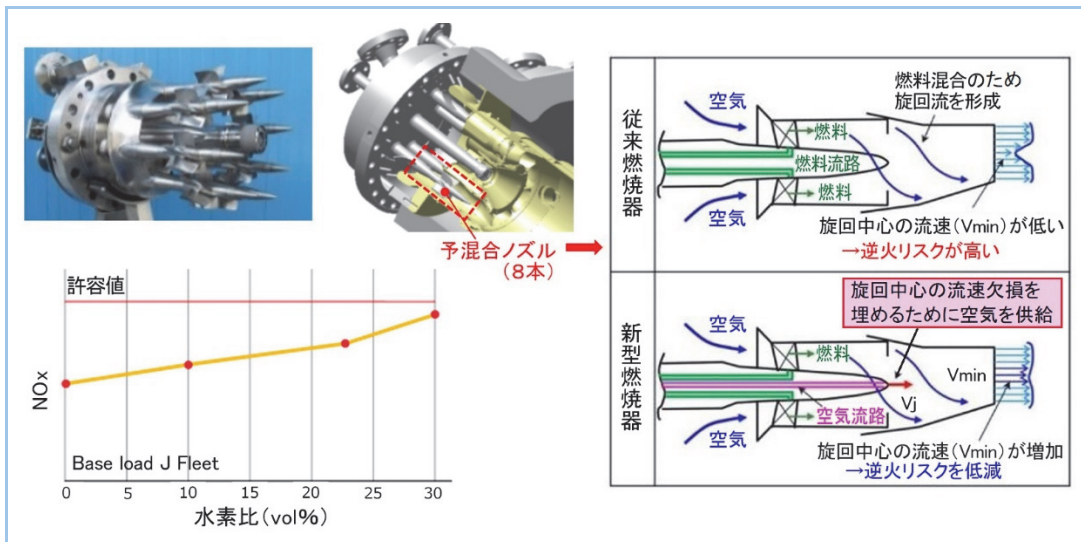


図4 水素混焼燃焼器と水素 30vol%混焼試験時のNOx

この燃焼器1本を使用して、タービン入口温度 1600℃級の大型ガスタービン相当の運転条件(圧力, 温度)で、燃焼試験(以下, 実圧試験)を実施した(図4左下)。定格負荷にて水素 30vol%まで天然ガスに混ぜて燃焼させても課題である逆火の発生はなかった。燃焼振動の著しい上昇も無く安定に燃焼し、また NOx 排出量も許容値以下であり、実機運用が可能である目途が得られた。

さらに、水素混焼率を増加させるための施策の一つとして図5に示すように、燃焼器中央に配置されたパイロット火炎用の燃料ノズルを、フラッシュバックのリスクを伴わない拡散燃焼方式とし、そこから水素 100vol%を投入する方式の検討を進めている。予混合ノズル(8本)からは水素 30vol%の燃料を投入して、燃焼器全体で合わせて 50vol%水素まで水素混焼率を増加させることが可能になる。また、拡散燃焼部分での NOx 生成量の増加は、当該部に水を噴射することで抑制可能である。実圧試験では、この方式にて NOx が許容値以下で運用可能な範囲内であり、逆火の発生や燃焼振動の著しい上昇を伴わずに安定に運用できることが確認された。水素混焼率を増加させる施策は今後も引き続き検討が必要であり、実機検証に向けて開発を進める。

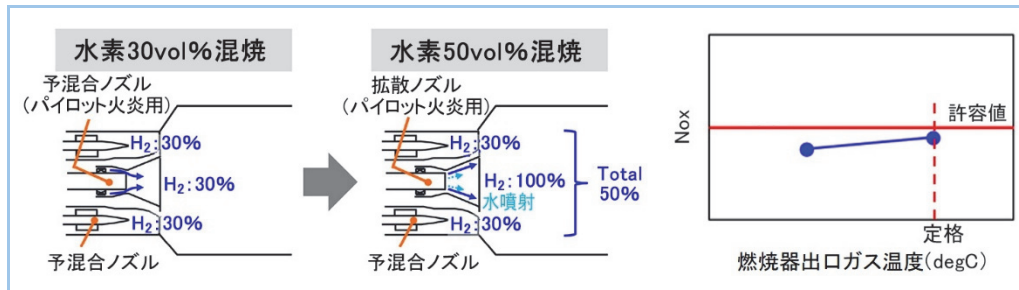


図5 水素混焼率を増加させるための施策と、水素 50vol%混焼時の NOx

(2) 水素専焼用マルチクラスタ燃焼器

水素が更に高濃度になると、逆火発生リスクは更に高くなる。前項のマルチノズルにおける旋回流を用いた比較的低流速かつ大きな空間で空気と水素の混合させる方式と較べて、より高流速で小さなスケールで空気と水素を混合させる方が混合距離の短縮が可能であり、逆火への耐性が高いと考えられる。図6に、現在開発中の水素専焼用マルチクラスタ燃焼器を示す。燃焼器に多数の孔(予混合管)が設けられており、そこで空気と燃料が急速混合される。また、火炎が多数に分散されることで NOx 低減が図られる。

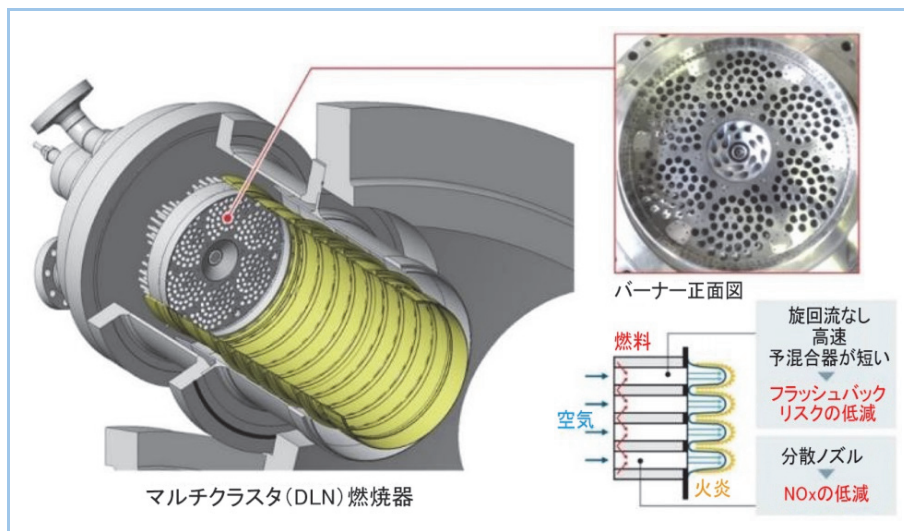


図6 水素専焼用マルチクラスタ燃焼器

上述の燃焼コンセプト, ならびに燃焼性を確認する目的のため, マルチクラスタノズルの一部分を取り出した試験用モデルバーナにて実機相当圧力の燃焼試験を実施した。図7に燃焼試験装置と燃焼時の火炎の画像を示す。水素火炎は人間の目に見える可視領域の発光が殆ど無く, 紫外領域に特有の発光が見られる。紫外光を映した画像では, バーナの単孔ノズル出口から少し離れた位置に火炎が均一に安定して存在する。試験では計画された条件にてフラッシュバックの発生が無く, 安定燃焼することが確認された。

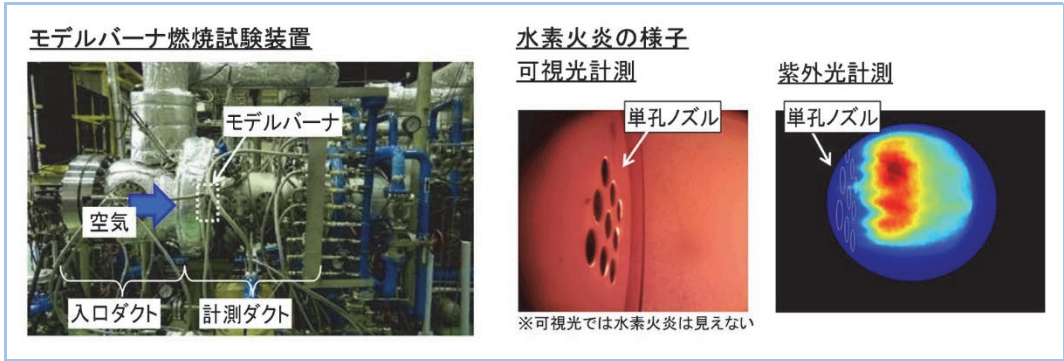


図7 マルチクラスタ燃焼器のモデルバーナ燃焼試験装置と水素火炎の様子

さらに, 中小型 H-25 ガスタービン向けに, 開発中の水素専焼用マルチクラスタ燃焼器1本を用いたフルスケールの実圧試験を実施し, 水素専焼で実機運転を模擬した温度・流量条件のもと負荷を上昇させたところ, 逆火の発生や, 燃焼振動レベルの急激な上昇も無く, 実機定格負荷相当の燃焼温度に到達した。図8に負荷上昇時の NOx 計測値を示す。引き続き, 更なる NOx 低減を図りつつ実機検証に向けて開発を進める。

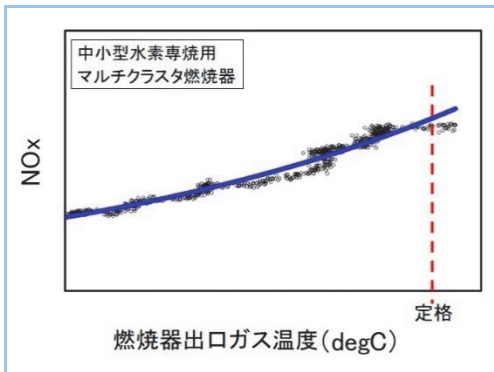


図8 水素専焼時の NOx

これら得られた知見は, 大型ガスタービン向けマルチクラスタ燃焼器にも展開中であり, 現在, 実機検証に向けてフルスケール燃焼器1本を用いた実圧燃焼試験を実施している。試験は, 水素混焼の試験と同様に図9に示す当社高砂工場の実圧燃焼試験設備で実施する。水素専焼の試験では, 大容量の水素燃料が必要であり, 同工場内の高砂水素パーク(後述)に新たに設置された水素貯蔵設備から供給を受ける。また, 実圧燃焼試験では, 燃焼試験用空気を空気圧縮機から供給しており, その駆動源として中小型 H-25 ガスタービンを使用している。中小型ガスタービンの水素専焼実証時には, 本機が試験機として使用される。

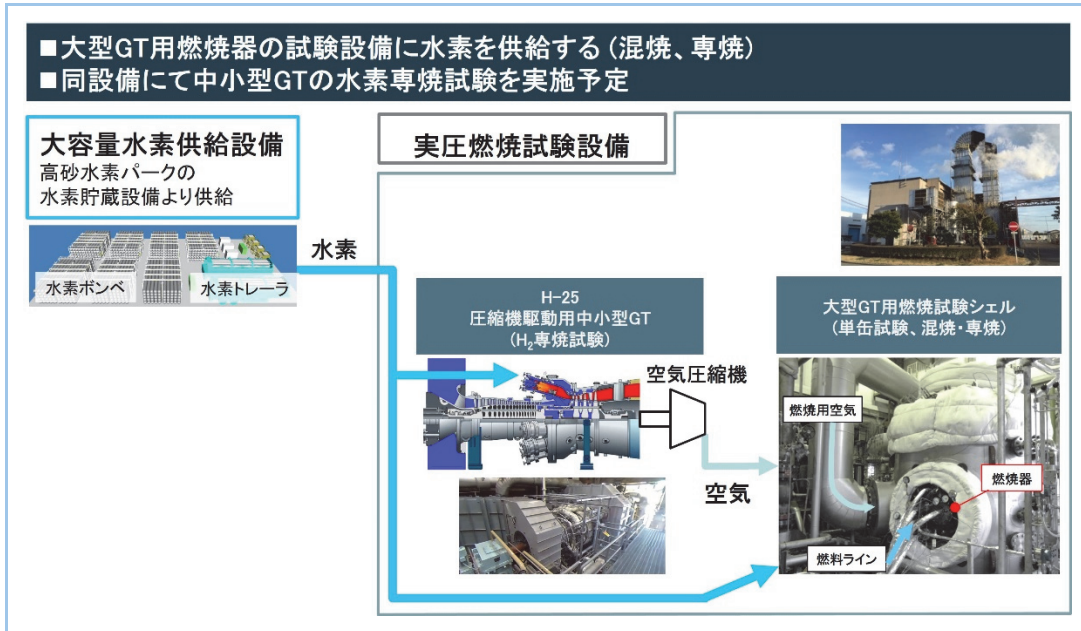


図9 水素専焼試験が実施される実圧燃焼試験設備

2.3 アンモニア焼き燃焼システムの開発状況

アンモニアをガスタービン燃料として燃焼させる際は、先述 2.1 節のとおり、燃焼器内で火炎を安定保炎させること、Fuel NO_x(アンモニア燃料中の窒素が酸化して発生するNO_x)の排出量をコントロールすることが課題となる。そこで当社では、アンモニアを利用する GTCC システムとして、**図 10** に示す2つの方式を検討している。

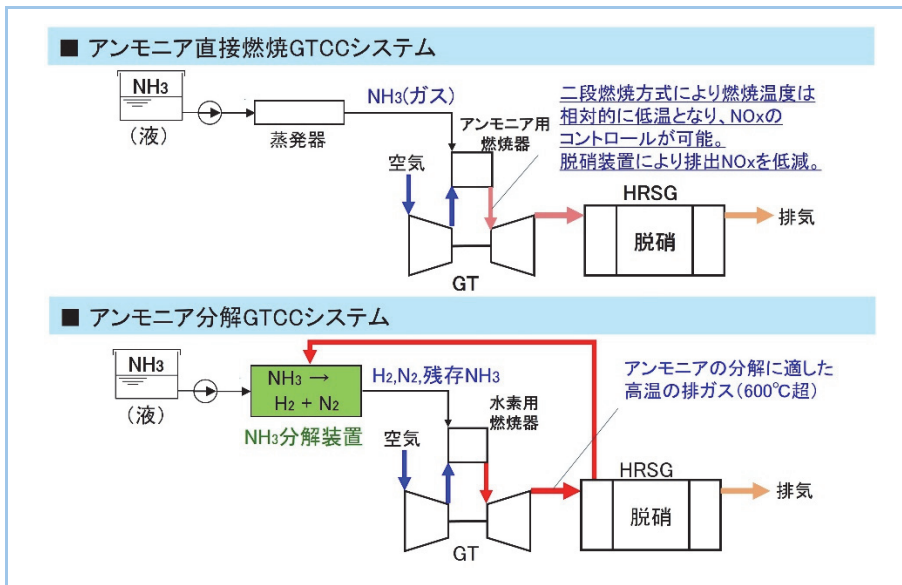


図 10 アンモニア焼き燃焼システム

(1) アンモニア直接燃焼 GTCC システム

NO_x 排出量を低減するアンモニア用燃焼器と高効率の脱硝装置を組み合わせたガスタービンシステムであり、燃焼器は、**図 11** に示す拡散燃焼器をベースとしたリッチ・リーン二段燃焼方式の検討を進めている。**図 12** にはアンモニア燃焼時の Fuel NO_x の排出特性イメージを示す。当量比 $\phi = 1$ (化学量論：アンモニアと空気が過不足なく完全燃焼する) に近い領域で Fuel NO_x 発生量のピークがあるが、リッチ・リーン二段燃焼方式では、燃焼器の上流域で燃料アンモニアと空気(一次燃焼空気)を当量比 $\phi = 1$ 以上の燃料過濃の状態(Rich Zone)で燃焼させた後、二次燃焼空気との混合により希薄燃焼の状態(Lean Zone)に移行させて NO_x の発生を抑える。

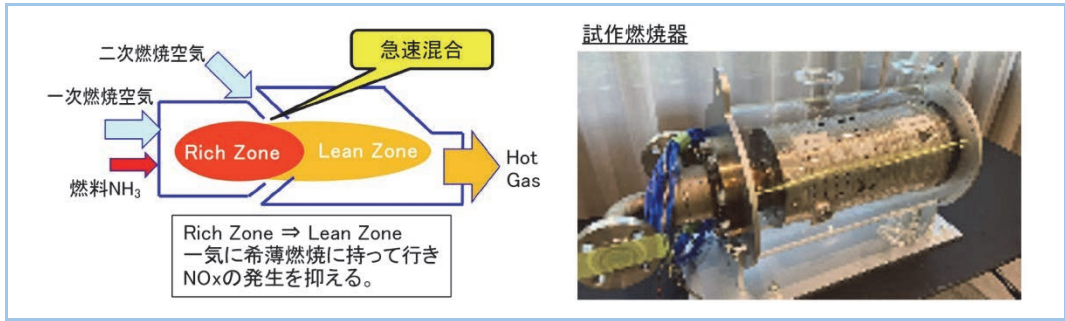


図 11 アンモニア二段燃焼方式の燃焼器

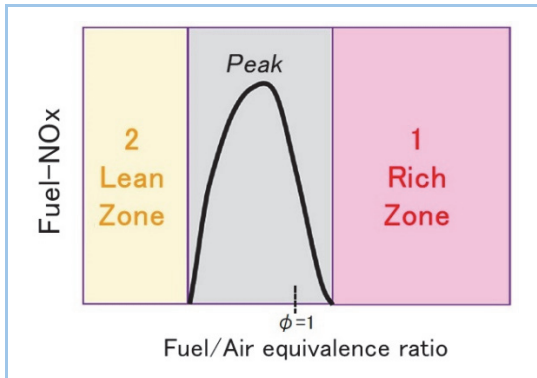


図 12 アンモニア燃焼時の Fuel NOx 排出特性

本システムの開発は、中小型 H-25 形ガスタービンを対象にしたものから進められる。当社総合研究所長崎地区に設置されたアンモニアの燃焼試験設備にて、フルスケールの試作燃焼器(1本)の大気圧燃焼試験を実施し、保安性、NOx 排出量、炭化水素燃料からアンモニア燃料切替え時の特性などが確認される。図 13 に炭化水素燃料とアンモニア燃料燃焼時の燃焼器内の可視画像を示す。炭化水素燃焼時の青色炎に対して、アンモニア燃焼特有のオレンジ色の火炎が観察される。今後は、高圧のアンモニア供給設備を有する当社日立工場(勝田)の実圧燃焼試験設備にて、実機圧力相当の燃焼試験を実施し、2025 年以降の実機運転、商用化を目指し、開発を進める。

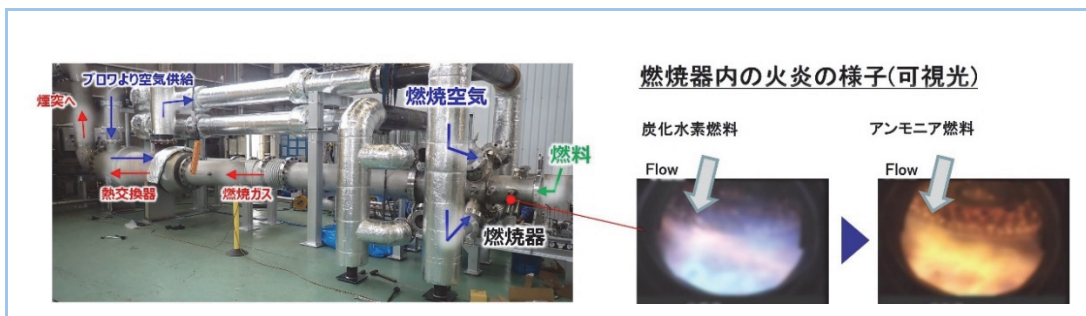


図 13 アンモニア大気圧燃焼試験装置と燃焼器内の火炎の様子

(2) アンモニア分解 GTCC システム

アンモニア分解 GTCC は、ガスタービンから排出される高温の排熱を利用してアンモニアを水素と窒素に分解したものを水素混焼用燃焼器(2.2 節(1)), 又は、開発中の水素専焼燃焼器(2.2 節(2))により燃焼させるシステムである。本システムの主要機器であるアンモニア分解装置は、水素キャリアとして輸送されたアンモニアから水素を取り出して他の水素利用設備や機器に供給するシステムとしての利用も考えられ、実用化に向けて、発電システムとの熱の授受やシステム全体の運用性と合わせて引き続き検討が進められる。

3. 実証スケジュール

水素・アンモニア焼きガスタービンの早期商用化に向けて、今後は実機ガスタービンを用いた実証が進められる。当社は自社設備での実証を通じて製品の信頼性を向上させるため、高砂工場に水素製造から発電までの技術を世界で初めて一貫して検証できる“高砂水素パーク”(図14)を整備し、2023年から順次運用を開始している。

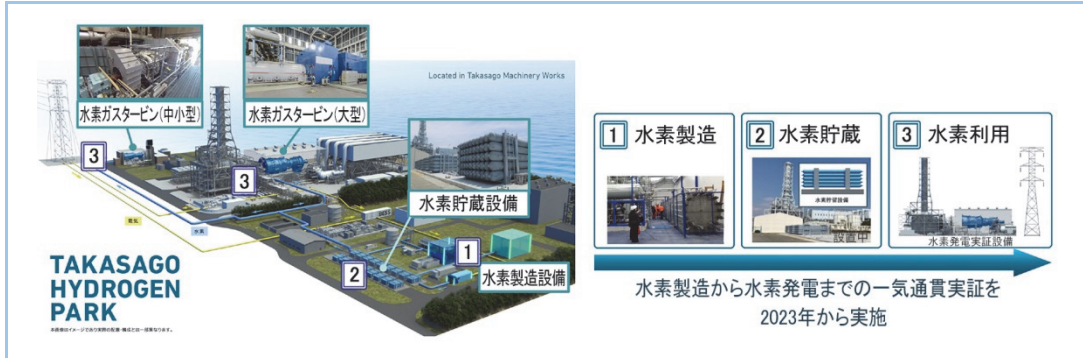


図14 高砂水素パーク

図15に実機検証スケジュールをガスタービンから排出されるCO₂の削減スケジュールとともに示す。これまで大型ガスタービン向けに開発した水素混焼用マルチノズル燃焼器を用いた燃焼器一缶試験では水素混焼(～50vol%)運転を確認しており、欧州のCO₂排出規制(EUタクソミーで設定されている‘2030年末までに建設が認められたガス火力発電事業についてCO₂排出量270[g/kWh]を超えない’⁽²⁾)という審査基準⁽²⁾の達成目途を得ている。2023年より高砂水素パーク内の水素供給設備を利用して水素混焼の実機検証を行い、製品化に向けて信頼性を確認する。また、マルチクラスター燃焼器を用いた中小型ガスタービン水素専焼の実機検証も行う。試験機として図9に記載した実圧試験設備のH-25ガスタービンを使用する。2025年には、後述の米国プロジェクトを含めた水素混焼(30vol%)の実用化を開始し、更に大型ガスタービンは2030年の水素専焼の実証を目指す。アンモニア焼きについても、同様に中小型H-25ガスタービンで実証を行い、実用化を目指す。

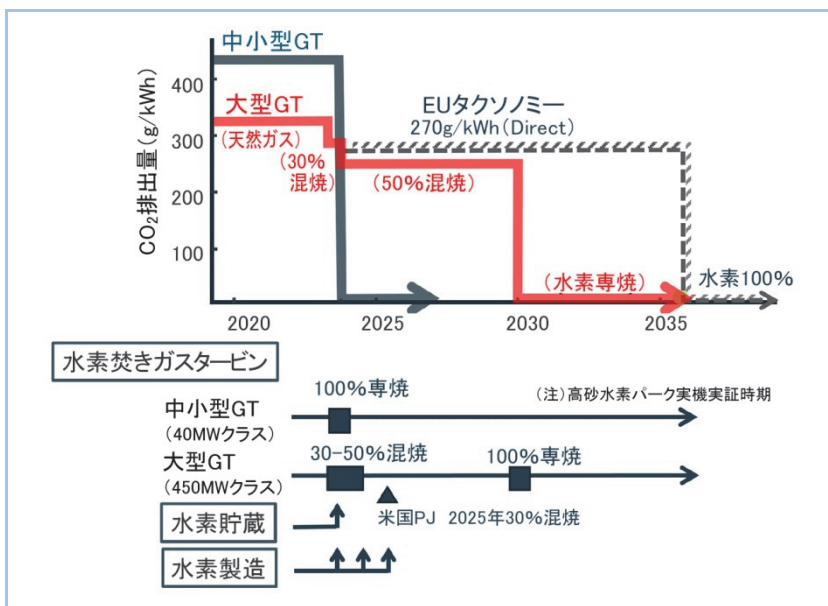


図15 実機検証スケジュール

4. 海外での水素・アンモニア焚きガスタービンプロジェクト

前章の実機検証スケジュールと並行し、当社は国内外の水素・アンモニアの利活用が先行する地域での事業開発などに参画し、社外との協業を推進しながら製品の実用化を目指している。以下にその一例を紹介する。

4.1 米国ユタ州の Advanced Clean Energy Storage プロジェクト

アメリカ西海岸の豊富な再エネ電力からグリーン水素を製造し、地下岩塩空洞にそのグリーン水素を貯蔵、電力必要時にグリーン水素を取り出してガスタービンで発電する。電力は、カリフォルニア州、及びユタ州に幅広く供給され、この地域における中長期間の電力需給安定化を図る。当社は 84 万 kW 級の M501JAC 形ガスタービン2基を中核とする GTCC 発電設備を受注し、2025 年に 30vol%水素混焼、2045 年までに水素専焼での発電が計画されている。30vol%水素混焼による発電で最大で年間 460 万トンの CO₂ 排出量削減に寄与できる見込みである。

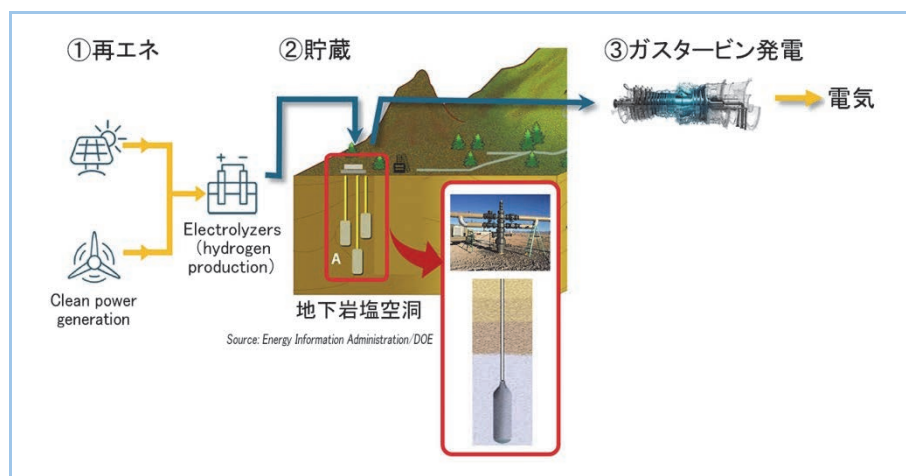


図 16 米国ユタ州の Advanced Clean Energy Storage プロジェクト

4.2 米国マクドノフ・アトキンソン発電所での水素燃料混焼実証プロジェクト

既設ガスタービン発電プラントにおける水素混焼の実証プロジェクトとして、当社グループは、2022 年に米国電力会社ジョージア・パワー (Georgia Power) 及び電力研究所 (The Electric Power Research Institute: EPRI) とともに、[図 17](#) に示すジョージア州のマクドノフ・アトキンソン発電所で、当社納入の M501G 形天然ガス焚きガスタービン (燃焼器は DLN マルチノズル燃焼器) を使い、水素と天然ガスの混合燃料による燃焼実証試験に成功した⁽³⁾。高効率・大型 GTCC 発電設備では、世界で初めて行われた 20vol%の水素混合燃料による燃焼実証であり、この種の試験としては史上最大規模のものである。天然ガス燃焼時に比べて、タービン入口温度・エミッション・メンテナンス間隔の影響を及ぼさずに CO₂ 排出量は約 7%削減される。全負荷領域で水素混合比率 20vol%の運転を達成し、天然ガスの運転と同じ NO_x レベルを維持できること、また、水素混焼により部分負荷で発生する一酸化炭素 (CO) の排出量が低減され燃焼効率が改善して、エミッション規定を遵守しつつ運転できる最低負荷を 10% (絶対値) 下げる効果が確認された。

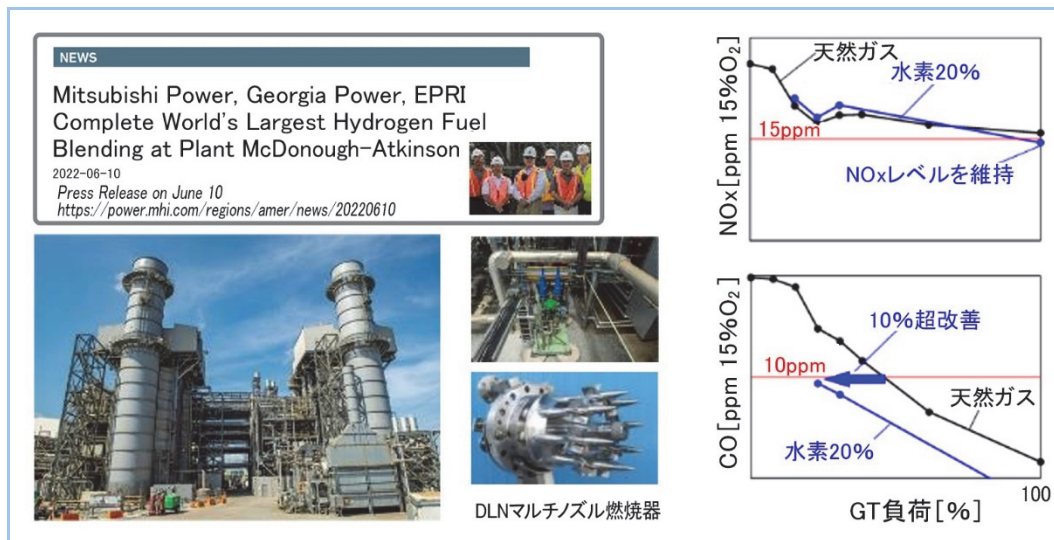


図 17 米国マクドノフ・アトキンソン発電所と水素混合燃料による燃焼実証試験結果

4.3 アンモニア焼きガスタービンの実装計画

既設火力発電所にアンモニアを導入する計画が各国で進められている。石炭焼きボイラでの混焼利用計画が先行しているが、GTCC についても事業化調査(Feasibility Study:FS)が実施されるなどアンモニア焼きガスタービンのニーズは世界各国で高まっており、当社も参画している。

5. まとめ

本報では、当社がカーボンニュートラルの達成に向けて取組み中の水素・アンモニア焼きガスタービンに焦点をあて、主な開発項目となるガスタービン燃焼器の開発状況と、今後の検証スケジュールについて紹介した。

水素・天然ガス混焼方式では一缶燃焼試験にて、水素 30~50vol%の混焼条件において運転が可能な目途を得ており、今後の開発は実用化に向けた実機検証の段階に進む。水素専焼方式についても、まず中小型ガスタービンから実機検証を開始する。また、アンモニアを利用したガスタービンシステムについても引き続き実用化に向けた開発を進め、これらカーボンフリー発電システムのラインアップを拡充して 2030 年のエナジートランジションによる脱炭素化を目指す。

当社は CO₂ 削減に貢献できる水素・アンモニア焼き GTCC の開発・実用化を通して世界中のパートナーと協調し、カーボンニュートラルの早期達成に向けて今後も取組みを続ける。

(謝辞)

本報の第2章 2.2 節に記載された水素混焼燃焼器、水素専焼燃焼器の内容は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成事業(水素社会構築技術開発事業:JPNP14026)の成果の一部です。また、2.3 節に記載したアンモニア分解 GTCC システムの開発は、NEDO の助成事業(水素社会構築技術開発事業:JPNP14026)により進められました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- (1) 資源エネルギー庁, 2030 年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料)
https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20211022_03.pdf
- (2) EU taxonomy: Complementary Climate Delegated Act to accelerate decarbonisation
https://finance.ec.europa.eu/publications/eu-taxonomy-complementary-climate-delegated-act-accelerate-decarbonisation_en
- (3) 三菱重工業株式会社, プレスリリース, 三菱重工, ジョージア・パワー, 米国電力研究所が世界最大の水素燃料混焼実証 マクドノフ・アトキンソン発電所の GTCC 発電設備で成功, (2022)
<https://www.mhi.com/jp/news/220615.html>