

MISSION NET ZERO

エナジートランジション

三菱重工グループは、カーボンニュートラル社会の実現に向けて、国や地域によって異なるお客さまの事情や課題に応じ「リアリティのあるエナジートランジション」を提案しています。

当社グループが推進するエナジートランジションの3つの柱は、「既存インフラの脱炭素化」「水素エコシステムの実現」「CO₂エコシステムの実現」です。「既存インフラの脱炭素化」では、火力発電の高効率化やカーボンフリー燃料への転換を中心として、原子力発電の最大活用への貢献や、製鉄などの産業分野での脱炭素化にも取り組んでいます。「水素エコシステムの実現」では、水素発電の燃料ともなる水素の製造、輸送・貯蔵、利用に至るまでのバリューチェーン構

築に取り組みます。「CO₂エコシステムの実現」では、当社が有するCO₂回収技術を強みとして、脱炭素化が難しい産業分野を対象としたCO₂の回収、輸送・貯留、利用までのソリューションを提供していきます。

この特集では、現代社会を支える重要な電力インフラの一つである火力発電システムのエナジートランジションについて説明します。

歴史と実績に裏付けされた三菱重工グループの技術力

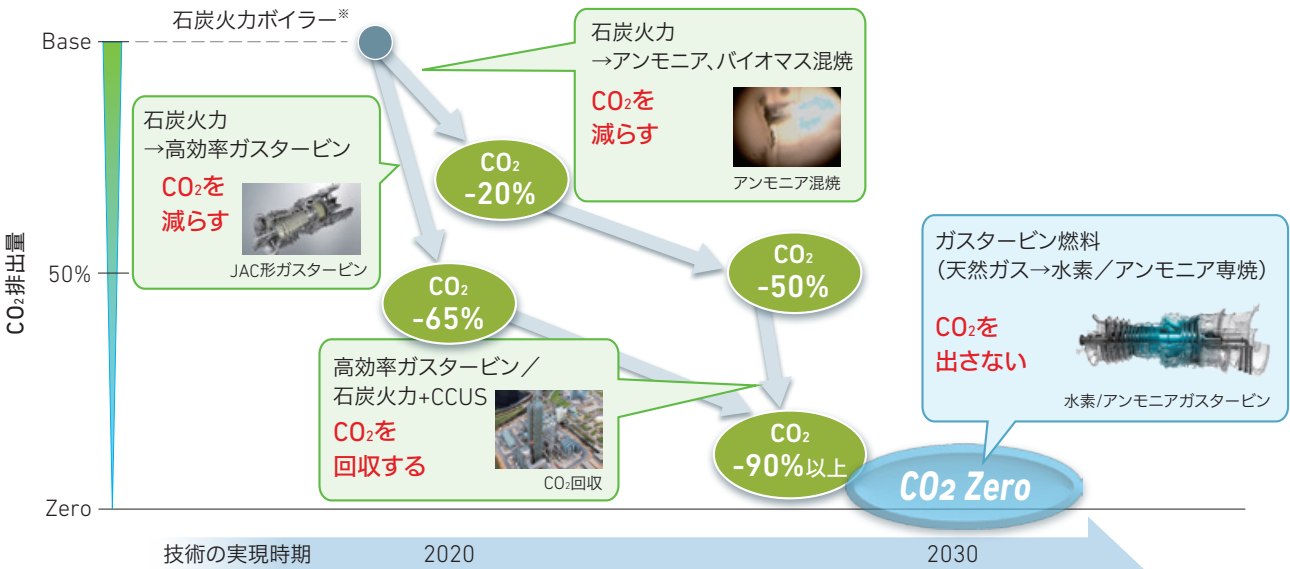
当社グループの火力発電システム事業は、1908年に日本で初めて国産の蒸気タービンを製造したことに遡り、電力需要の高まりとともに発展してきました。一世紀以上にわたる開発・製造の歴史を経て、発電用ガスタービンの分野では世界でもトップクラスのメーカーに成長しています。現在の主力製品であるガスタービンの高効率化には高温での燃焼が必要不可欠ですが、当社グループは、空力設計技術、冷却設計技術、材料技術などの最新技術の開発に取り組み、2011年には世界初となる1,600℃級J形ガスタービンの商用化を実現しました。

エナジートランジションの推進において、既存インフラの高効率化をはじめ、化石燃料からの燃料転換による脱炭素化や排出されたCO₂の回収などのソリューションをあまねく普及させるためには、既存インフラを段階的に置き換える期間が必要です。また、技術開発にも長期間のタイムスケールで取り組む必要があります。数十年にも及ぶアフターサービスによって得られた運転データの分析や、連綿と発展させてきた技術基盤と人材基盤、それらを支える安定した財務基盤が、当社グループの強みとして発揮されています。

火力発電分野におけるエナジートランジションのロードマップ

火力発電の脱炭素化を実現するために、当社グループはCO₂を減らす、回収する、出さないという3つのアプローチで

取り組んでいます。下図に示すように、それぞれのソリューションが着実にCO₂の排出量削減に貢献します。



※ 亜臨界圧石炭焼きボイラーCO₂排出量を基準

石炭火力の脱炭素燃料への転換とGTCCへの置き換え


当社グループでは、ガスタービンの研究開発、設計、実証、製造、据付、試運転、アフターサービスに至るまで、すべての工程においてお客さまに信頼されるものづくりを行っています。既存の石炭火力発電システムについても、低炭素・脱炭素燃料(アンモニア、バイオマス)の混焼や高効率ガスタービンへの置き換えによって、CO₂の排出を削減すること

が可能です。最新鋭のJAC^{※1}形ガスタービンを適用したGTCC発電システムの発電効率は、世界最高水準の64%以上を達成しており、従来型の石炭火力発電システムと比較して、CO₂の排出量を65%削減できます。このように、高効率で信頼性の高い当社のJAC形ガスタービンは、石炭火力に代わる低炭素な主力電源としてのニーズに応えています。

※1 JAC: J-series Air-Cooled

最新鋭のJAC形ガスタービン

石炭火力をガス焼きGTCCに置き換えるだけで、CO₂排出量を65%削減できる

 <p>“JAC” Gas Turbine</p>	<p>GT/GTCC</p> <p>M701JAC (50Hz) 574MW/840MW</p> <p>M501JAC (60Hz) 453MW/664MW</p>	<p>高効率: 64%のCC効率</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 高圧力比圧縮機 (25:1) ■ 強制空冷燃焼器 ■ 先進TBC (遮熱コーティング) の超厚膜化
	<p>信頼性: 99.5%の信頼性</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 累積運転時間: 240万時間超 ■ 受注台数: 136台 (Jシリーズ2024年7月末時点)
	<p>燃料柔軟性: 多様な燃料への対応性</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 化石燃料 (天然ガス・石油) ■ クリーン燃料 (水素)

MISSION NET ZERO

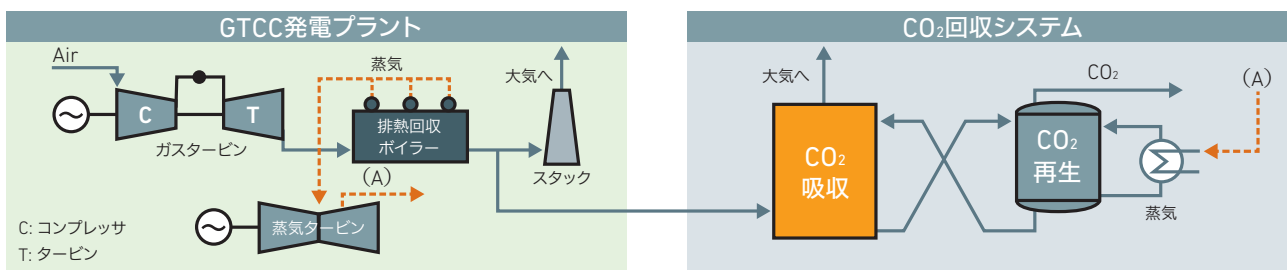
高効率GTCC+CO₂回収

当社グループは、1990年から関西電力株式会社と共同で、アミン吸収液を用いた化学吸収法によるCO₂回収技術であるKM CDR Process™やAdvanced KM CDR Process™の開発に取り組んできました。これまでに化学プラントや発電プラント向けのCO₂回収システムを世界各地のプロジェクトに納入しており、2024年9月現在、商用CO₂回収プラントにおける排ガスからのCO₂回収設備容量ベースで世界トップシェアを誇ります。

現在、米国のインフレ抑制法(IRA)などの脱炭素化を支援する法制度の整備を追い風に、高効率GTCC発電システ

ムにCO₂回収システムを組み合わせるニーズが世界的に増加しており、北米・欧州を中心にGTCC発電システム向けにCO₂回収システムを設置する基本設計を受注しています。また、2024年1月には関西電力姫路第二発電所に新たなCO₂回収パイロット設備を設置することに合意し、GTCC排ガスを用いてExxonMobil社と共同開発中の次世代CO₂回収技術を実証する計画です。今後もさらなる競争力強化を図り、独自のCO₂回収技術を活用したCCUS事業を強力に推進していきます。

高効率GTCC発電システムにCO₂回収システムを適用することにより、排出されるCO₂の90%以上を回収できる



水素・アンモニア焚きガスタービンの開発

当社グループは、1970年代から、製油所や製鉄所などの副生ガスを有効活用したいというお客さまのニーズに応え、水素を含む副生ガスを扱うガスタービンを手掛けてきました。1980年代からは、15,000kWクラスの高圧ガスタービンを用いて水素を燃焼する技術の開発に取り組んできました。これらの産業用の燃焼器開発やオペレーションの経験を活かし、水素特有の燃焼速度の速さなどに起因する課題をクリアして100%水素専焼を実現する、次世代の燃焼方式についても鋭意開発を進めています。

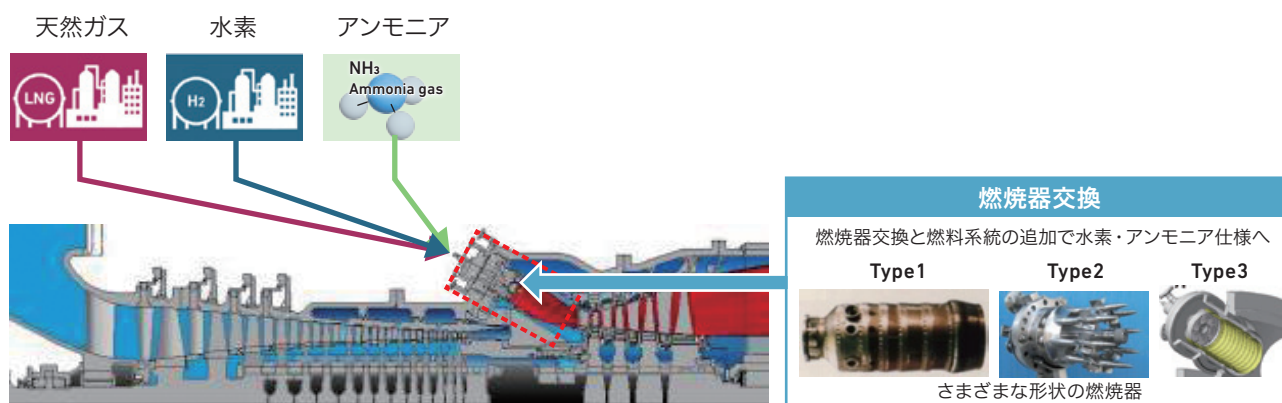
大型ガスタービン向けの燃焼器では、30%水素混焼の開発が完了し、2022年には50%水素混焼の燃焼試験に成功しました。これは、270g/kWhというEUタクソノミーのCO₂排出量の基準をクリアするものです。

この燃焼器単体での試験成功に続き、2023年11月には

高砂製作所内のGTCC実証発電設備でタービン入口温度1,650℃級の最新鋭JAC形ガスタービンを使い、都市ガスに水素を30%混ぜた混合燃料による実証運転に成功しました。同設備にて引き続き水素50%混合燃料での実証運転を行う準備をしていくとともに、2030年以降に新型のマルチクラスタ燃焼器を使った水素専焼ガスタービンの商用化に向けて開発を進めています。

また、水素よりもキャリアとしてのハンドリングに優れたアンモニアの活用も有効です。アンモニアの活用は、エネルギー安定供給と環境問題解決の両方に貢献し、エネルギー転換の着実な推進につながると考えています。燃料としてアンモニアを100%直接利用する40MW級ガスタービンシステムの開発にも着手し、2025年の実機運転・商用化に向けて燃焼器の開発と実証試験を進めています。

天然ガス焼きガスタービンの燃焼器を水素・アンモニア仕様 (Type1~3) に交換、燃料系統の追加のみで、水素・アンモニア焼きガスタービンが実現でき、脱炭素を達成できる



Type1 (拡散)	100%水素	開発完了
Type2 (予混)	30%水素混焼	大型ガスタービン向け開発完了
	50%水素混焼	2022年 大型ガスタービン向けの燃焼試験成功
Type3 (マルチクラス)	100%水素	2025年以降 中小型ガスタービン向けの商用化を目指す 2030年以降 大型ガスタービン向けの商用化を目指す
Type1 (拡散)	100%アンモニア	2025年以降の実機運転、商用化に向け検証中

脱炭素化技術開発の拠点が本格稼働

当社グループは、脱炭素化技術の開発拠点として、兵庫県高砂市の「高砂水素パーク」と長崎県長崎市の「長崎カーボンニュートラルパーク」を整備しました。高砂水素パークでは、水素の製造から利用(発電)まで、商用規模のGTCC実証発電設備を用い、最新の要素技術を実際の運転状況下で

長期実証することができます。長崎カーボンニュートラルパークは、これら要素技術の開発を推進する拠点です。一連の要素技術開発から商用運転レベルの実証過程を経た製品を市場投入していくプロセスが、開発製品の信頼性向上につながっています。

高砂水素パーク

2022年、当社のガスタービンの開発・設計・製造・実証拠点である高砂製作所に、世界で初めて水素の製造から利用(発電)までを一貫して検証できる「高砂水素パーク」を整備しました。

水素製造設備については、2023年秋にアルカリ水電解装置の稼働を開始しました。次世代の高効率水素製造技術である高温水蒸気電解(SOEC^{※2})は、当社グループが培ってきた燃料電池の技術を応用し、他社にはない高圧化を可

能にする技術として開発を推進、2024年春よりデモ機が稼働しています。また、装置の低コスト化と小型化を可能にするAEM^{※3}水電解装置の開発も進めており、高砂水素パークでの実証を経て商用機への展開を目指しています。さらに、メタンを水素と固体炭素に熱分解する次世代ターコイズ水素の製造技術も開発中です。今後は、高砂水素パークにて実証運転を行い、大規模水素製造の商用化に向けて歩みを進めていきます。

MISSION NET ZERO

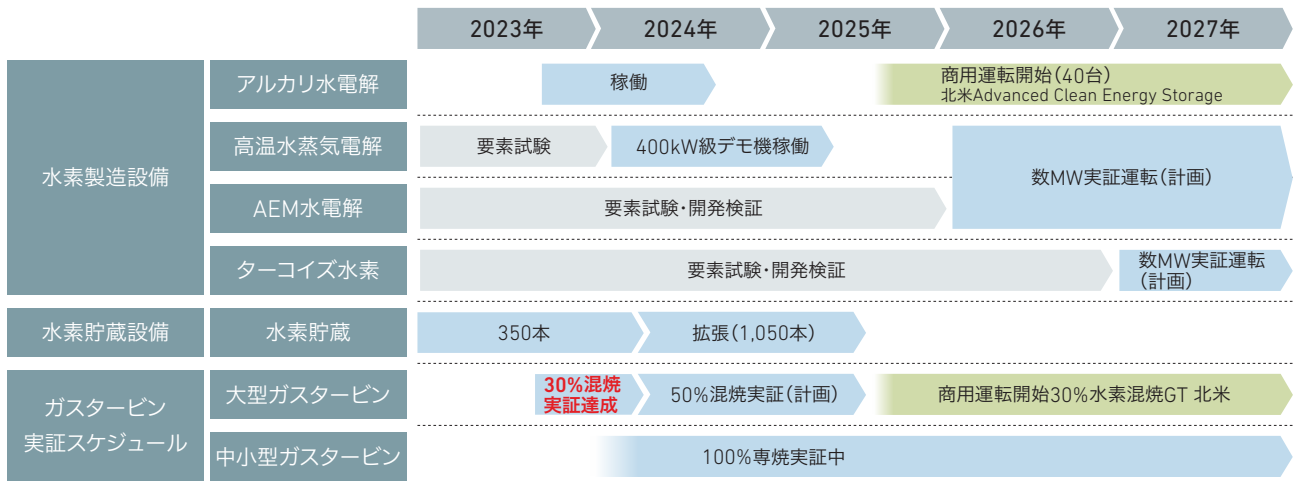
前述した水素を燃料とするガスタービンの実証試験に加え、水素製造設備、水素貯蔵設備の増強も進めており、本実証設備を活用することで、水素の本格普及および水素発電の社会実装に大いに貢献できると考えています。

※2 SOEC: Solid Oxide Electrolysis Cell

※3 AEM: Anion Exchange Membrane(アニオン交換膜)



高砂水素パークの実証スケジュール



長崎カーボンニュートラルパーク

長崎カーボンニュートラルパークは、2023年に長崎造船所および総合研究所長崎地区内に整備しました。高砂水素パークで実証する水素製造技術のほかに、アンモニア燃焼、CO₂回収、バイオマス合成燃料製造に関する要素技術の研究開発を行っています。長年にわたり培ってきた各種熱エネルギー機器の設計・製造の機能を活用しつつ、製品化や事業化を加速していきます。

アンモニア燃焼技術は、発電分野においてボイラー、ガスタービン、ガスエンジンへの適用を推進するほか、船舶エンジンへの適用について、研究・実証に取り組んでいます。

