

多種多様なエネルギーニーズにソリューションで応える

ガスタービン・機械カンパニー

ガスタービンビジネスセンター長 執行役員 久山 利之
機械ビジネスセンター長 理事 大畑 健



まえがき

2011年3月に発生した東日本大震災は、国内観測史上最大級の地震であり、大規模な津波を伴い未曾有の大災害を引き起こした。東京電力福島第一原子力発電所の事故や火力発電所の停止により、東京電力管内では計画停電の実施に至った。また、国内の原子力発電所が全て停止するというかつてない事態により、被災地区のみならず全国規模で電力不足に直面した。国内におけるエネルギー安定供給の脆弱性が露見し、エネルギー政策の見直しを我が国の喫緊の課題として認識させることとなった。

一方、世界経済はその歩みを止めることはなく、中国、インドをはじめとした新興国を中心に世界のエネルギー消費はますます増大している。国際エネルギー機関（IEA）によると、2030年には中国が世界のエネルギー消費の4分の1程度を占め、世界一になる。地球温暖化防止のため、各国は温室効果ガス排出量の低減をエネルギー政策の方針に掲げている。また、東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故は、脱原発、縮原発の流れをもたらし、世界的にエネルギー政策の再構築が迫られている。一方で環境問題は一層深刻化しており、石炭や石油に変えてCO₂排出量の少ない化石燃料であるガスを使う動きも拡大している。今後は、ガスを利用した分散型発電の重要性がさらに増すこととなる。

2012年8月、経済産業省は、資源エネルギー庁に熱電併給推進室（通称：コージェネ推進室）を設置するとともに、各経済産業局に担当窓口を設置した。これにより、コージェネレーション（熱と電力の両方を供給するエネルギーシステム、以下「CGS」）の導入促進に向けた行政の機能を強化し、CGSの導入拡大を目指すとしている。

当社は、ガスタービン、ガスエンジン、ディーゼル、蒸気タービンといった発電装置をはじめ、排熱回収ボイラ、吸収冷凍機といった排熱利用機器も製品群として取りそろえており、さらに、CGSとしての納入実績も多数有している。本特集号では、多種多様なお客様のエネルギーニーズに応える、分散型発電システム関連のシステムソリューションと製品について紹介する。

1 お客様のニーズに応えるシステムソリューション提供

当社は、お客様の多種多様な電気と熱のエネルギーニーズに対して、ライフサイクルコストや環境性能を最適化するソリューションで応える。

例えば、プロセスや塗装工程・工業炉の熱源、製紙工場の紙乾燥工程、給湯や暖房用として、CGSから得られた蒸気を利用したり、システムに吸収冷凍機を加えることで、低温排熱から一般空調用や夏場のガスタービン発電出力を増加させるための吸気冷却用の冷水をつくることができる。また、この低温排熱をバイナリータービンで回収・利用すれば、システムの熱効率を向上することができる。さらに、排熱回収蒸気と各種蒸気タービンを組み合わせて、季節や時間帯による蒸気需要の変動にあわせた熱電可変システムを構築できる。このようにさまざまな機器を組み合わせ、高温から低温まで熱をカスケード利用（多段階利用）することで、高い総合効率を実現し省エネルギーやCO₂削減に大きく貢献できる。

以上のようなソリューションをお客様へご提案する際には、導入メリットを最大にするシステム構成とその運用方法を迅速にご提示できることが非常に重要である。今後のCGS導入促進に伴って、お客様のニーズの多様化からシステム構成の複雑化が予想され、ニーズに迅速に対応できるよう、当社はソリューション提案力の一層の強化を図っていく。

2 非常用発電ガスタービン

当社は、1972年に自社技術による産業ガスタービンの開発に着手、1977年に我が国初の純国産ガスタービン発電装置を納入して以降、多数のガスタービン発電装置を製作、納入してきた。ガスタービンの特徴である軽量、小型、高始動信頼性を活かし、現在、150～4,800kWクラスまで全21機種をシリーズ化している。1974年に消防法の改正により、ビルや大型店舗などに対する防災用発電設備の設置義務が強化された。非常用ディーゼル発電装置に比べて小型、軽量、冷却水が不要、低振動といったガスタービンのメリットが評価され、急速に市場へ浸透した。

近年、金融関係や情報通信関連企業の大規模データセンターが新設され、ガスタービン発電装置はデータセンター向けの



図1 データセンター向け3500kVA非常用発電装置



図3 30MW級PUC300コージェネレーション設備

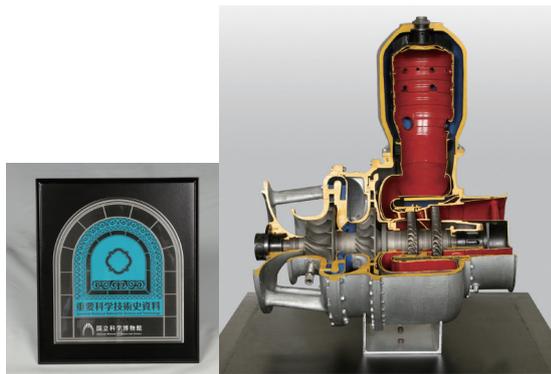


図2 非常用発電用ガスタービン普及の祖
(重要科学技術史資料)

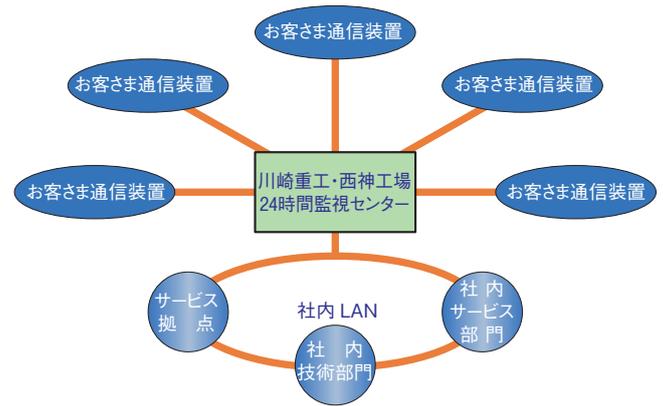


図4 テクノネットシステム (イメージ図)

バックアップ電源としても幅広く使用されている (図1)。

東日本大震災では、99.9%の始動信頼性が確認されており、被災地支援の一助となった。

東日本大震災以降、電力不足対策に向けたお客様の要望として、長時間運用が求められ、停電時には液体燃料で始動し、その後ガス燃料に切り替えるデュアルフューエル仕様の要請が多くなってきている。また、災害時や大規模停電時などの非常電源、配電線工事や点検時などの臨時電源として威力を発揮する移動電源車の要請も増えている。

1977年に非常用市場に進出して以来、2011年2月にはガスタービン販売1万台を達成した。また、2011年9月には、1975年に当社が開発した150kW級S1A-01型ガスタービンが、「非常用発電用ガスタービン普及の祖」として、国立科学博物館(東京)の重要科学技術史資料(未来技術遺産)に登録されている(図2)。

3 常用発電ガスタービン

社会的な省エネルギーニーズに応えるため、非常用での経験も活かして、ガスタービンと排熱回収ボイラからなるCGSを開発し、1984年には1,000kWのCGS初号機を納入した。さらに、蒸気タービンと組み合わせ、発電効率を向上させたコンバインドサイクル発電市場に進出した。その後、M7A(7MW級)、L20A(18MW級)と順次大型化したガ

スタービンを開発、市場投入してきた。さらに、L30A(30MW級)を開発し、2012年10月には商用初号機の運用を開始した(図3)。これにより、現在、650~30,000kWまで幅広い機種をシリーズ化している。

従来、CGSは、省エネルギーや温室効果ガス排出量削減の目的で導入されることが多かったが、東日本大震災以降、電力不足や停電リスクに備え、事業継続性の観点から導入検討される動きも出ている。

地球環境維持の観点からは、クリーンな排ガス特性(CO₂排出削減、NO_x排出削減)のニーズが高まっている。当社では、すでにNO_x排出レベル15ppm(O₂=15%換算)のガスタービンを製品化し、10ppm未満の製品も開発を終え実証運転中である。また、低カロリーガス、水素、副生ガスなどの多種多様な燃料に対応できる燃焼システムを開発中である。

アフターサービス面では、自社開発のガスタービンと独自の通信ネットワークを用いた遠隔監視システム「テクノネット」を構築し、お客様の運転状況を24時間把握することで、予防保全、運用サポート、万一の不具合発生時の即時対応を行い、迅速かつ的確なサービスを提供している(図4)。

4 低濃度メタン燃焼ガスタービン

石炭は、発電用や産業用の燃料として、また、製鉄用の原料として広く利用されており、中国やインドなどの新興



図5 低濃度メタン燃焼ガスタービン発電装置

国では発電を中心としての需要が急速に伸びている。

一方、石炭採掘時には、石炭層中に含有しているメタンガスが湧出する。メタンガスの温室効果はCO₂の約21倍であり、CO₂に次ぎ地球環境への影響負荷が高い。特に、炭鉱メタンの内、メタン含有量が1%未満と希薄なVAM (Ventilation Air Methane) は利用方法がなく、現状では大気中に放出されている。当社ではVAMなどの低濃度メタンを燃料とするガスタービンを開発した(図5)。今後、石炭生産国などに販売し地球温暖化防止に貢献していく。

5 ディーゼル発電設備

当社は、ディーゼル機関メーカーとして長い歴史を持っており、1911年、ドイツのMAN社と技術提携して以来、商船用・艦艇用および陸用に数多くの優れた機関を供給してきた。そして2011年にMAN社との技術提携100周年の記念の年を迎えた。

川崎-MAN 4 サイクルディーゼル機関は、軽量小型で高出力のL型およびV型がある。これらの機関は、重質油で長時間の無開放運転が可能であり、かつ保守整備作業の簡略化が図られていることから、船用主機・発電プラントなどに広く用いられている。



図6 沖縄電力向けディーゼル発電設備

陸上発電分野においては、これらMAN型や1993年に完成したS.E.M.T. Pielstick PA6CL型の4サイクル機関を適用し、事業用離島発電設備をはじめ原子力発電所用非常用発電設備および産業用発電設備にも納入実績があり、好評を博している(図6)。

6 ガスエンジン

当社は、世界最高性能を持つ発電出力8MW級ガスエンジンを開発した(図7)。2007年、18シリンダの実証機を完成させ、世界最高効率となる発電効率48.5%を達成するとともに、NO_x排出値についても世界最高レベルの環境性能を実現した(O₂=0%換算にて200ppm以下)。このガスエンジンは、燃焼室形状の最適化に加えて、シリンダごとの個別制御により耐ノッキング性とサイクル効率を向上させているのが特長で、排熱を利用したCGSへ展開した場合には、総合効率は約85%となる。2010年には神戸工場に出力5MWのガスエンジン発電設備を設置し、可変ノズル式過給機を搭載して発電効率を49.0%まで向上させるなど、さまざまな開発に取り組んでおり、2011年2月、初号機を受注した。近年、国内では電力の安定供給のため、中小規模発電所や自家発電設備などのニーズが一層高まっており、2011年7月、セントラル自動車(株)(現在、トヨタ自動車東日本(株))宮城工場向けガスエンジンを受注、さらに2011年9月には、新電力である日本テクノ(株)の「日本テクノ袖ヶ浦グリーンパワー」プロジェクト向けにガスエンジン14基からなる国内初の発電容量11万kWのガスエンジン発電所建設工事を受注し、いずれも本格稼働を開始した。現在、「日本テクノ袖ヶ浦グリーンパワー」では、低粘度潤滑油の採用などにより、発電効率49.5%で運用されている。また、海外でも経済発展に伴う電力需要の増加に対応して引き合いが急増している。2011年12月には、シンガポールのLNGターミナル向けにガスエンジン2基を受注し、海外向け初受注を成し遂げるなど、国内外で30基以上のガスエンジンを受注している。

自社開発した世界最高の発電効率を誇る発電用ガスエン



図7 7.8MWカワサキグリーンガスエンジン

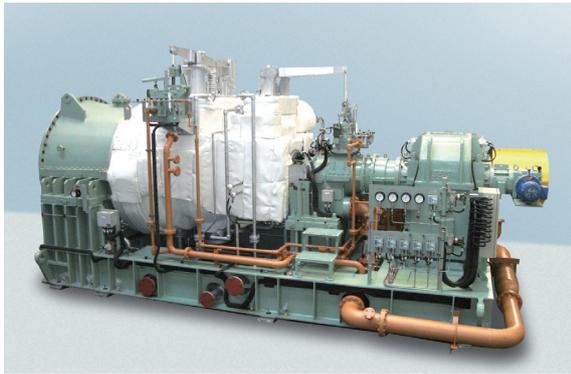


図8 発電用蒸気タービン



図9 グリーンバイナリータービン

ジンをベースに、船用ガスエンジンの開発に着手した。ガス専焼で大出力(2 MW以上)の主機用となる船用ガスエンジンの開発は、国内初となる。また、このエンジンは脱硝装置などの特別な装置を用いることなく国際海事機関(IMO) 3次規制を満足できる。船用ならではの負荷変動により生じるノッキングへの対応技術の開発や、エンジンの出力でプロペラを直接駆動させる直結推進方式と、エンジン出力で推進モータを回しプロペラを駆動させる間接推進(電気推進)方式の両方への適用技術の開発を行う。

2013年度中に約2.5MW(6シリンダ)の船用エンジンの実証機を完成させ、船級承認を取得した上で、2~8 MW(5~18シリンダ)の出力レンジから順次、市場投入する予定である。

7 発電用蒸気タービン

陸用蒸気タービンは、発電用とメカニカルドライブ用に区分され、当社は発電用として減速式(RP型・RC型)と直結式(DP型・SC型)、メカニカルドライブ用としてHP型・HC型をそれぞれシリーズ化しており、その出力範囲は1,000~150,000kWにまで及んでいる(図8)。

特に発電用途としては、従来の化石燃料焚きボイラ、タービン、発電機の組み合わせによる自家発電プラントのほかに、工場排熱利用による排熱回収プラント、ごみ焼却プラント、バイオマス発電プラントおよび地熱発電プラントなどの各種蒸気プラント分野において広範な実績を有するとともに、ガスタービンとの組み合わせによりエネルギーの有効活用を図るコンバインドサイクル発電プラントにも適した軸流排気式高効率タービンも生産している。

8 炉頂圧回収発電タービン

炉頂圧回収発電タービンとは、製鉄所の高炉から発生する高炉ガスの圧力エネルギーを電気エネルギーとして回収する機器である。このタービンを用いた炉頂圧回収発電設備は、高炉ガスの有効利用が可能で省エネ効果が高いことに加え、高炉ガス流れの流体騒音低減や除塵などの機能も備えており、環境対策にも効果があることから、日本国内

の大型高炉には100%設置されている。

当社の炉頂圧回収発電設備は、高炉の炉頂圧制御を従来の調速弁方式ではなく、タービンの入口静翼の角度を自由に変えることにより制御する可変静翼方式を採用しており、タービン内を通過するガスの量および圧力が変動する状況でも、低騒音で高効率に発電できる。当社は、炉頂圧回収発電設備のトップメーカーとして、すでに国内外で約50基の納入実績を有し、海外では、韓国、台湾、米国のほかに、中国やブラジルにも納入している。また、国内では更新案件の引き合いが活発である。

9 バイナリータービン

バイナリー発電とは、沸点の低い媒体を利用することで低温熱源からエネルギーを取り出し、タービン発電機を稼働させることで、電力を生み出す省エネルギーシステムである。工場などにおいて、これまで未利用であった排温水(80~120℃)や排ガス、および地熱・温泉熱水を有効利用して電力を得ることから、CO₂排出量削減に貢献する。当社が2010年6月から製造・販売するグリーンバイナリータービン(図9)は、同様のシステムであるフロンタービン発電設備で培った技術を活用するとともに、新たな低沸点媒体の採用により優れた環境性能、高い経済性を実現している。

なお、九州電力㈱と共同で、同社の山川発電所構内にて地熱バイナリー発電設備(250kW)の実証試験を開始し、地熱条件下での熱回収技術や経済性、耐久性などの確認・検証を行う予定である。

あ と が き

脱・縮原発の流れ、再生可能エネルギーの拡大、地球環境維持、CGSの導入や、分散型発電の拡大など、世界的にエネルギー政策が大幅に見直される状況にある。

当社は、地球環境維持のため、ならびに電力の安定供給に向け、これからも絶え間ない技術向上を図り、お客様からの多種多様なエネルギーニーズに応えた、効率的かつ実用的なエネルギーシステムや、エネルギー関連機器をお客様へ提案していく所存である。