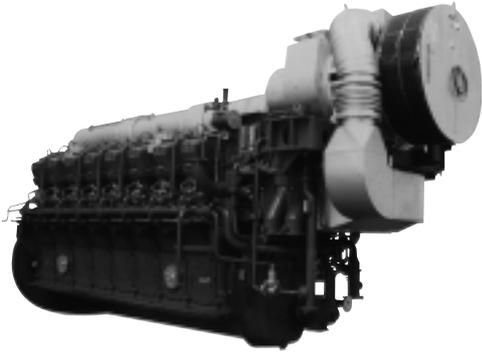


三菱重工における分散型電源

Distributed Generation of Mitsubishi Heavy Industries

小田直芳 角田明 嘉戸貴志



大口需要である産業部門におけるエネルギー需要の伸びの低迷は、従来の大規模集中電源の導入を遅らせている。大規模集中電源は熱の使用先とは離れた遠隔地に設置されるために熱の利用は容易でなく、投入された一次エネルギーの約60%を排熱として放出している。替わって分散型電源システムは、地球温暖化及びエネルギー産業の規制緩和という変革の流れに沿って普及が期待されている。分散型電源は大規模集中電源に対する電源であって需要地に密着した電源（オンサイト性）、再生可能なりサイクル型電源、小容量な電源としてとらえられている。これまでエネルギーの有効利用とCO₂削減から電気と熱を同時に有効利用するコージェネレーションが分散型電源の代表として多数市場に導入されてきた。本稿では、当社のガスタービン、ガスエンジン、ディーゼルエンジン及び次世代の分散型電源機器として再生可能エネルギー・新エネルギーである太陽光、風力及び実用段階に入った燃料電池等について紹介する。

1. はじめに

本稿では、分散型電源で実績の多いガスタービン、ガスエンジン、ディーゼルエンジンを主体に分散型電源での役割と当社分散型電源機器の電力・熱エネルギーとしての市場における位置付け、最新型ガスエンジン、ディーゼルエンジンそして再生可能エネルギー・新エネルギーである太陽光、風力

及び実用段階に入った燃料電池等について実績及び開発状況を紹介します。

2. 当社分散型電源機器のラインナップ

2.1 当社分散型電源機器のラインナップ

図1に発電出力10 000 kW以下のガスエンジン（以下GE）、ディーゼルエンジン（以下DE）、ガスタービン（以下GT）

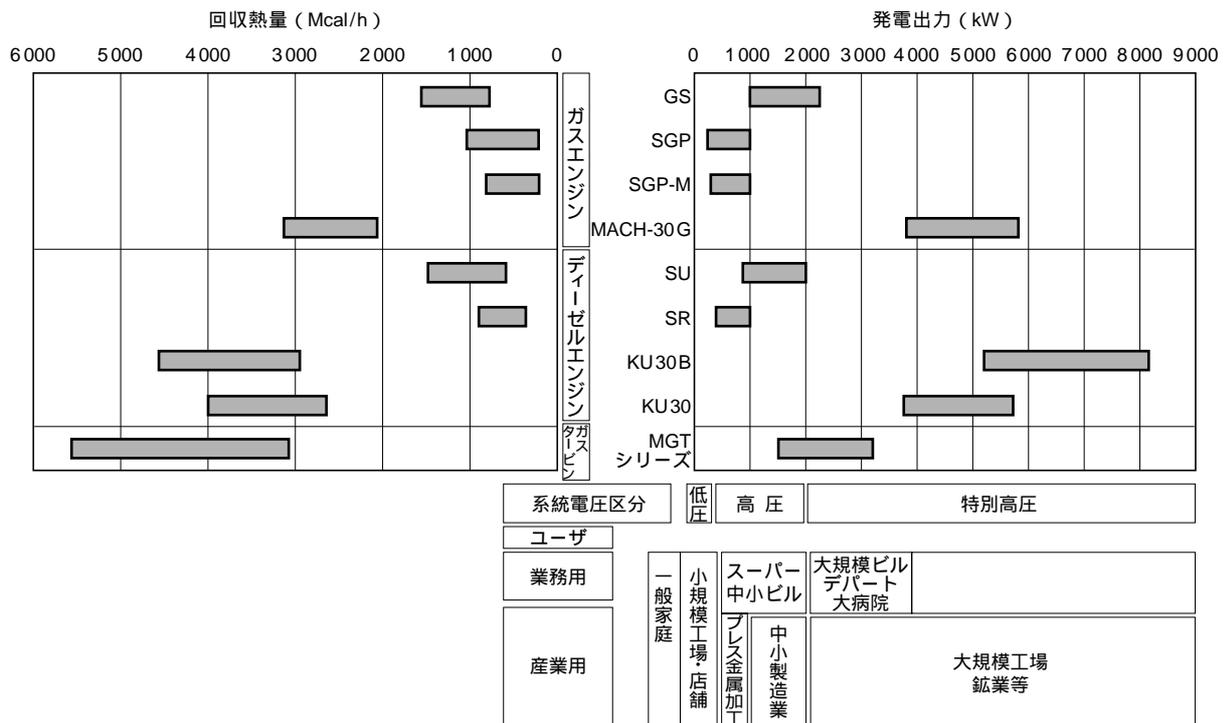


図1 分散型電源の構成と規模・当社の対応製品ラインナップ 当社分散型電源機器の型番ラインナップを用途別に発電出力と回収熱量で示す。系統電圧、発電出力とユーザはおおむね対応している。

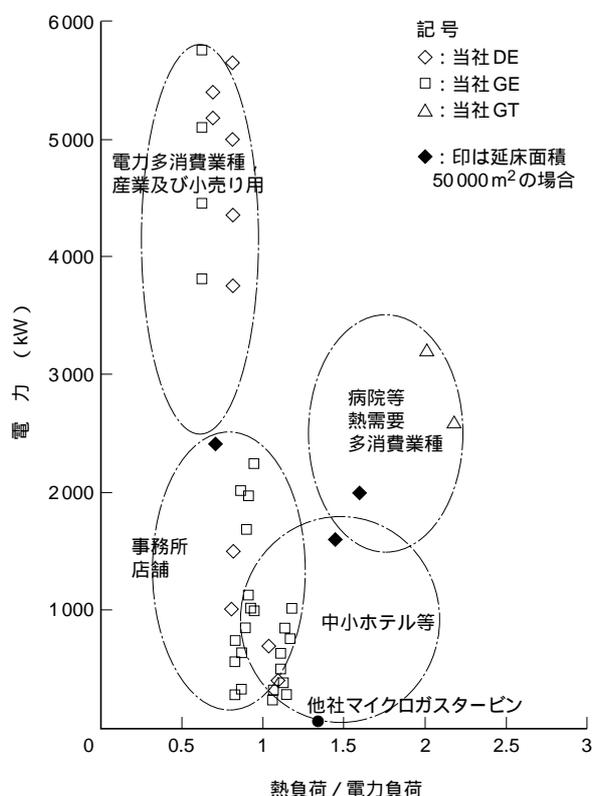


図2 熱電比と当社原動機出力レンジ 当社原動機は熱電比0.5～2のほぼ全域をカバーしていることが分かる。

の発電出力と回収熱量の関係のマップを示す。

図2は横軸に熱負荷を熱量換算電力負荷で割った値、縦軸に発電出力を取り、これに当社の分散型電源機器の性能を入れたマップである。

これによると、ホテル、病院、事務所、ビル、店舗等での熱負荷/電力負荷は季節にもより異なるが概ね0.5～2.0の範囲にある。

ホテル、病院等は熱需要が主体であり、事務所、店舗、ビル等は電力負荷が主体であり、中小規模電源である当社GE、DE、GTはほぼ熱負荷/電力負荷0.5～2.0の全域をカバーしている。

2.2 原動機別の発電効率と排熱利用率

図3に日本コージェネレーションセンター発行“コージェネレーション民生用に関する運用実態分析”1998年10月の分析グラフ(塗り潰しマーク)に当社の原動機の性能(白枠マーク)を重ねて原動機種別の発電効率と排熱利用率を分析した結果を整理した。

一般的に約200～1500kWクラスの原動機の発電効率(低位発熱量基準)は、GTで20～24%、GEで26～34%、DEで37～40%であり、発電効率が高いと排熱利用率は低下する。

当社はGTについては、航空・船用・産業用で500台以上、累積使用時間500万時間以上の実績のあるAS4055エンジンをベースに、都市ガス・LPG・軽灯油を燃料としたガスタービンMGT 2000及びMGT 3000をシリーズ化している。このタービンはそれぞれ定格発電出力が2600kW及び3200kWの単純開放2軸式タービンで、発電効率は25.2～

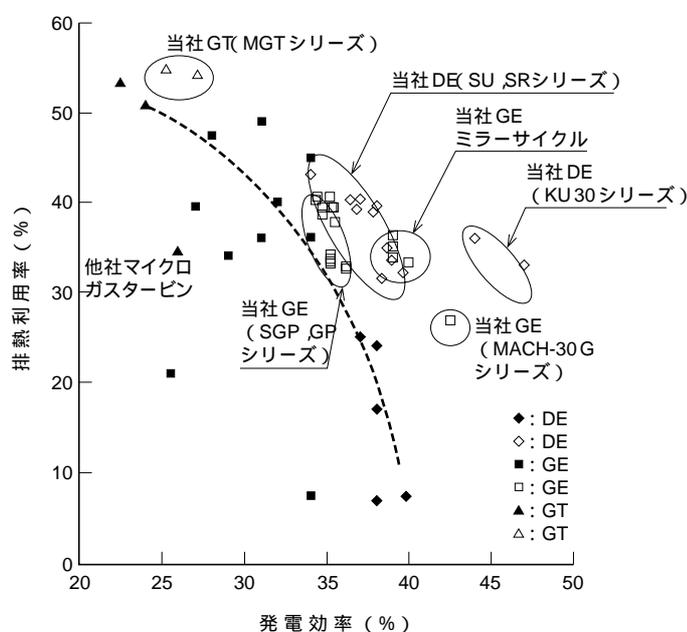


図3 発電効率と排熱利用率の関係 ガスタービン、ガスエンジン、ディーゼルエンジンは高効率、高排熱利用率であることが分かる。

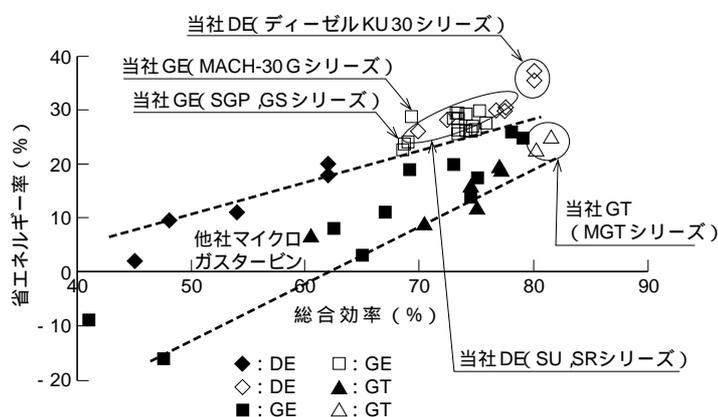


図4 総合効率と省エネルギー 総合効率の増加とともに省エネルギー率は増加することが分かる。

27.1%、熱回収率は約55%、総合効率は約80%以上である。このガスタービンはモジュール構造、小型軽量で中大規模病院、ビル、産業用として熱需要が大きい用途に向いている。

一方GEはGTとDEの中間に位置し、しかも排熱の利用率も高い。特に、当社最新型MACH-30 Gシリーズガスエンジンは世界最高の発電効率42.5%、総合効率69%以上及び100ppm(O₂=0%)の超低NO_xレベルを達成することにより、世界的に問題となっている地球環境問題の解決に大きく寄与する。

2.3 総合効率と省エネルギー率

図4は総合効率(発電効率+排熱利用率)と省エネルギー率の関係を示す。

総合効率の上昇と省エネルギー率の関係は比例しており、総合効率が約70%以上ないと地域新エネルギー等導入(普及)促進事業交付要件である省エネルギー性を評価する目安である省エネルギー率10%以上の達成は難しい。

$$\text{省エネルギー率} = \left(\frac{[\text{従来システムの一次エネルギー投入量}] - [\text{コージェネシステムの一次エネルギー投入量}]}{[\text{従来システムの一次エネルギー投入量}] \times 100} \right)$$

ここで、従来システムとは、事業用火力発電所を示す。

当社GE、DEとも総合効率で約70～80%に分布、また当社GTでは省エネルギー率が約25%前後である。さらに、当社GEでは約20%、DEでは約35～40%となっている。

省エネルギー率を評価するために省エネルギー率が10%以上となる発電効率及び排熱利用率の限界を考察してみると、(図5参照)図の破線が各原動機での省エネルギー率10%を結んだ限界線である。これによると、10%以上の省エネルギー率を達成するためには、発電効率、排熱利用率は表1のような値を確保する必要があることが分かる。

排熱回収率の高い当社GTでは、総合効率が約80%を超え、省エネルギー率は約25%前後である。発電出力が小さい小容量GTは発電効率も低いため、一般的に排熱利用率が約50%以上を越さないで大規模集中電源に比べエネルギー利用効率が悪く、発電分のCO₂原単位も高い。発電効率の値の約2倍の排熱利用率が無いと経済性・環境性から従来電源より劣ることになるといわれている。

発電容量が大きい病院、ホテル、ビル等において電力需要に合わせた運用では、排熱回収熱を十分に利用できないため、排熱回収率が低下する。しかしながら、発電効率が向上すると総合効率も大きく改善される。

特に、当社最新型ガスエンジン(MACH-30G)は発電効率が42.5%と高く、電力需要量が多いにもかかわらず排熱の利用のニーズが少なく自家発電依存率を低目に設定せざるを得

ない需要家や余剰電力が出る場合には小売りの用途に廻すなど、顧客のニーズに合った機種となっている。

3. 最新型ガスエンジン

3.1 主要目

環境規制値が厳しくなるなか、これまでのエネルギー源の主流であった液体燃料に対し、CO₂排出が少なく、NO_x、煤塵等の有害排出物の少ないガス燃料が注目されている。ガスエンジン市場においてもガスを燃料とする4000kW以上の大型ガスエンジンがここ数年需要を伸ばしており、低NO_x化と高効率と同時に達成できる希薄燃焼方式が高い評価を得ている。

当社では従来、副室内に濃い混合気を形成し点火プラグにより着火する電気着火の副室希薄燃焼ガスエンジンを開発してきたが、今回その後継機種として、微量な液体燃料を火種として希薄混合気を確実に着火するパイロット着火方式の低公害高効率ガスエンジン(KU30GA)を開発し、MACH-30Gシリーズ(Mitsubishi Advanced engine of Clean High efficiency)コージェネレーション設備として導入、これにより大幅な出力向上及びNO_x低減を達成した。

表2に主要目を、図6に機関の断面図を示す。本機関はV形4サイクル過給機関でシリンダ数12～18の機関を揃え、3.7～5.8MWの出力範囲をカバーする。

3.2 開発要素

図7に従来の電気着火方式と今回開発したパイロット着火方式の比較を示す。従来のガスエンジンでは主燃焼室とは別に設けた副室の内部に濃い混合気をつくり、点火プラグによりこの着火性の良い混合気に点火し、ここで発生する強力な火炎を主燃焼室に噴射させる方式で希薄混合気を着火していた。

しかし、さらに低NO_xかつ高効率なガスエンジンを開発するには副室内の濃い混合気の燃焼により生成するNO_xが無視できなくなる。そこで今回開発したガスエンジンでは、副室内に微量の液体燃料を噴射し自己着火させることで燃料ガスの火種とするパイロット着火方式を採用した。これにより副室内を主燃焼室と同様に希薄な状態にしても液体燃料により確実に着火でき、従来よりも大幅な低NO_xが実現できた。

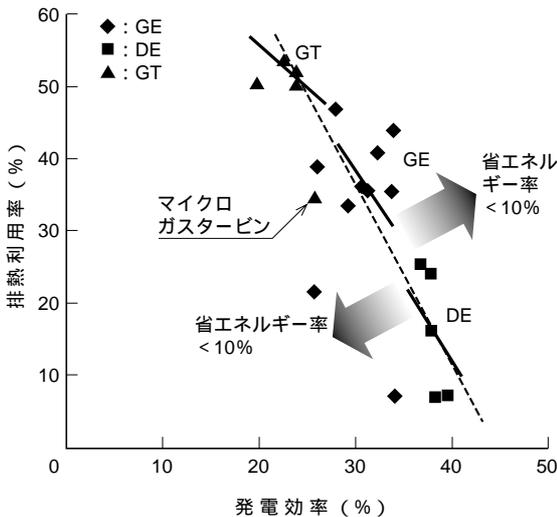


図5 原動機種別と省エネルギー率の関係 原動機種別に省エネルギー率が10%以上となる限界の発電効率が分かる。

表1 省エネルギー率10%以上の条件

	単位	DE	GE	GT
発電効率	%	> 38	> 30	> 25
排熱利用率	%	> 15	> 35	> 50

表2 主要目

シリンダ数	12	14	16	18
発電出力(50Hz)(kW)	3800	4450	5100	5750
(60Hz)(kW)	3650	4250	4900	5500
形式	4サイクルV型ガスエンジン 過給機及び空気冷却器付			
シリンダボア径 (mm)	300			
行程 (mm)	380			
機関回転数 (min ⁻¹)	720 / 750			
ピストン速度 (m/s)	9.1 / 9.5			
燃料ガス	都市ガス、天然ガス			
燃焼方式	副室付希薄燃焼方式			

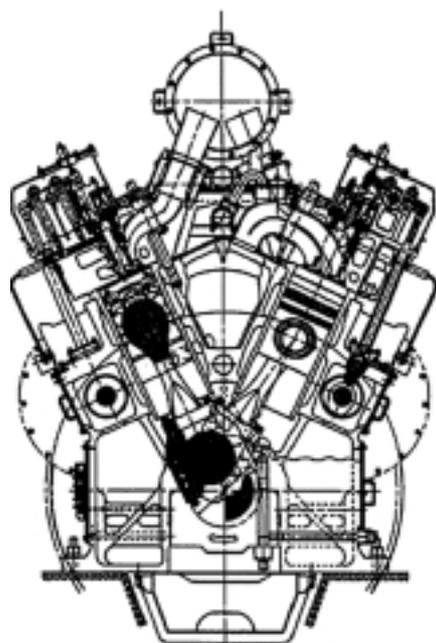


図6 KU 30 GAの断面 KU 30 GA機関の横断面。

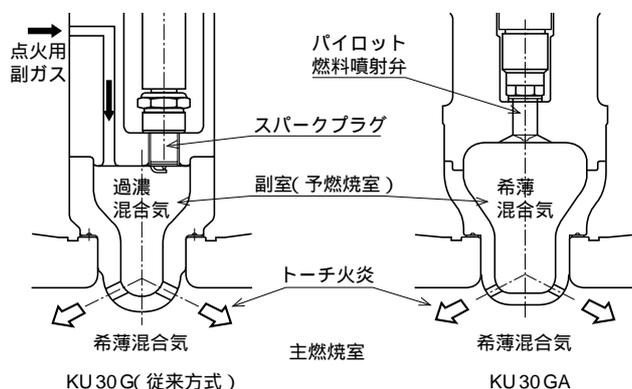


図7 燃焼室構造の比較 従来型との燃焼室構造を比較する。副室内は希薄な混合気を作る構造であることが分かる。

パイロット燃料の噴射システムとしてコモンレールシステムを採用した。

高圧ポンプがエンジンのカム軸駆動ギアを介して駆動され、レール内の燃料が電磁弁駆動の噴射弁により各シリンダの副室内に噴射される。これにより各シリンダのバラツキも制御できるので全シリンダとも一定した着火を実現できる。

各シリンダの燃焼のバラツキが大きいと、最もノッキングしやすいシリンダにて効率制限されるため、高効率化には、各シリンダの燃焼のバラツキを抑制し、均一化を図ることが是非とも必要である。

そこで、各シリンダの筒内圧力及び排気温度を常時監視し、パイロット燃料の噴射や燃料ガス供給量を個別に制御できるシステムを構築した。本システムによって各シリンダの燃焼が均一化され、高効率が可能となった。

さらに本システムは、ノッキングや消炎・失火といった異常燃焼も検出でき、これらが生じた際にもエンジンを止めることなく、安全に回避することを可能とした。

表3 従来の電気着火方式とパイロット着火方式の比較

	従来	新型
着火方式	電気着火	パイロット着火
発電出力 (kW)	2.7~4.2	3.7~5.8
軸平均有効圧	14.1	19.6
最高熱効率 (%)	40.5	43.8
NOx(O ₂ = 0%) (ppm)	200	100

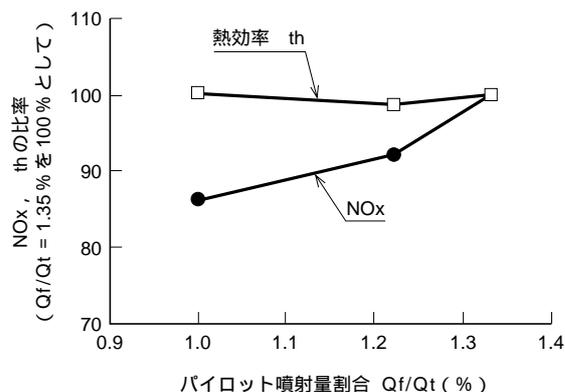


図8 パイロット噴射量の影響 パイロット噴射量のガス燃料に対する発生熱量割合を低減することでNOxが低減でき、なお、熱効率は高水準に維持できることが分かる。

表3に本機関と従来の電気着火機関との性能比較を示す。電気着火に比べ同じエンジンサイズで平均有効圧力BMEPが飛躍的に向上し、これにより12から18シリンダで1台当たり3.7~5.8MWの出力をカバーする。また、パイロット着火方式の導入による燃焼改善、高出力化による機械効率向上、燃焼診断・制御システムの採用により熱効率は従来の40.5%から43.8%に大幅に向上した。図8にパイロット燃料噴射量のガス燃料に対する発熱量割合を1.35%から1.00%まで低減した際のNOxと熱効率の変化率を示す。パイロット噴射量を低減することで熱効率を維持したままNOxを低減していることが分かる。今回開発したガスエンジンではパイロット噴射系にコモンレールシステムを採用することで1%以下の噴射量制御を可能とし100ppm(O₂ = 0%)以下のNOxを達成した。

一方、当社は小容量ガスエンジンとして出力280~1015kWをカバーするSGP-Mモデルガスエンジンを商品化している。

このクラスでは従来、燃焼方式は、リーンバーン(希薄燃焼)方式とストイキ(量論比燃焼)方式とに大別される。比較的low出力はストイキ方式で、中大型になるとリーンバーン方式が採用されている。従来のエンジンはストイキ方式のエンジンを基本としているため、高い効率を実現化されなかったが、当社は副室式リーンバーンガスエンジンをベースに圧縮比をノッキングの発生しないレベルに抑えて、膨張比を大きく取ることで、高効率が可能ミラーサイクルを適用し、エンジン軸端で42.2%(発電端で40%)の高い熱効率を実現化した。この実現のために、低流量高圧力比での過給機を

必要としたが、低流量高圧力比で過給機械効率の高いものが存在しなかったため、過給機はタービン、コンプレッサそれぞれの各構成要素の最適化を行い、新型三次元動翼の採用、ノズルの翼形状とスクロール形状の最適化を図るなど、このクラス世界最高レベルの過給機総合効率62%達成の技術開発を行った。

4. 最新型ディーゼルエンジン (KU 30 B)

4.1 主要目

最新型ディーゼルエンジン KU 30 B は、納入台数 250 台、単機運転時間 10 万時間以上に及ぶ実績を持った KU 30 A シリーズディーゼルエンジンをベースに、出力を約 40%、効率を約 5% (相対値) 向上させるべく開発されたもので、発電出力は、5 200 ~ 8 100 kW をカバーしている (表 4)。

4.2 開発要素

出力と効率を同時に向上させる技術はシリンダ内の最高圧力を 250 bar に、燃料噴射圧力を 1 600 bar に、ディーゼルエンジンとして世界最高レベルまで上昇することで達成、発電効率を約 47% とすることに成功した。他社との効率を比較しても世界的にトップレベルにあることが分かる (図 9)。

環境対策技術としては、6 年以上の運用実績を持った燃料と水を噴射する電子制御燃料噴射システムを採用している。

潤滑油や冷却水ポンプ等はモジュール化して発電機とパッケージ化することで、据付期間を短縮した。

メンテナンス間隔は、従来の約 2 倍に延長することを視野に入れ、燃料弁の高度化等を図る設計を取り入れている。

実証試験は単シリンダ機関、6 シリンダ機関で行われ性能と信頼性の確認を終了し、平成 15 年 1 月には当社長崎造船所にて発電出力 7 780 kW、18 シリンダの初号機をオンサイ

ト発電用として運用開始予定である。

さらに、超重質油も燃焼可能な特殊仕様も開発中である。

5. 小容量発電装置と 24 時間遠隔監視システム

5.1 小容量発電装置

5.1.1 ディーゼル発電パッケージ

出力 180 kW、300 kW 及び 500 kW の発電パッケージをシリーズ化し、導入先の条件に応じて最適な出力及び発電機台数を選択できる。

冷却方式はエンジン直結ファンによるラジエータ冷却方式を採用。また電力制御保護装置もパッケージ内に搭載し、最小限の現地配管・配線により発電装置の自立運転を可能としている。

屋外型パッケージは建屋工事の必要がなく、空きスペースを利用して簡単に発電設備が設置できる。またパッケージの防音性能向上により、屋外設置で問題となる近隣への騒音の影響を減少させている。

ディーゼル発電装置は、低発電コストのメリットを生かして、発電のみで運用するケースが多かったが、エンジン冷却水及び排ガスからの熱回収を行うコージェネレーションシステムとするケースも最近では増えている。

5.1.2 ガスエンジン発電パッケージ

ガスエンジンは、排ガスがクリーンという特徴から、特に都市部でコージェネレーションシステムとして導入されるケースが多い。

当社ガスエンジンは、独自の燃焼技術による超希薄燃焼方式を採用することにより排ガスの低 NOx 化と高効率化を達成している。さらに、有効仕事を増大する高効率ミラーサイクルガスエンジンを製品化し、40% 以上の発電端効率を実現している。

1 000 kW 以下の出力範囲について、ディーゼル発電装置同様パッケージ化を図りシリーズ化している。

コージェネレーションシステムとして導入される場合が多いことから、エンジン冷却は別設置の冷却塔等による方式とし、また様々な熱回収システムに対応できるように、熱交換器、ポンプ等を独立したユニットにまとめた構造としている。

5.1.3 導入事例

食品工場が導入したコージェネレーションシステムは工場敷地内に防音壁で区画した発電所とし、500 kW 屋外型ディーゼル発電パッケージ 2 台と、その他熱回収補機を設置している。発電所外観を図 10 に示す。

発電パッケージ外観を図 11 に示す。パッケージには、ディーゼルエンジン駆動同期発電機及び発電機制御盤等、自立運転に必要な機器をすべて収めている。またボンネットには当社独自の防音構造を採用し、70 dB 超低騒音パッケージとしている。

発電機出力は 6 600 V 高圧受電の商用電力と系統連系し、工場負荷の増減に応じて発電機の自動運転・停止及び連系中の商用受電電力の一定制御を行う。

コージェネレーションシステムフローを図 12 に示す。

ディーゼルエンジンの排ガスは、アンモニア式脱硝装置

表 4 三菱 KU 30 B 機関要目

シリンダ数	12	14	16	18
シリンダ内径 (mm)	300			
行程 (mm)	420			
周波数 (Hz)	60 / 50			
機関回転数 (rpm)	720 / 750			
発電機出力 (kW)	5180 / 5400	6050 / 6300	6910 / 7200	7780 / 8100

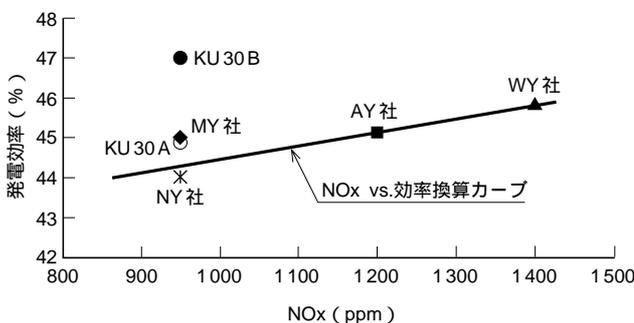


図 9 ディーゼルエンジンの NOx 濃度と発電効率の関係 (NOx 950 ppm ベース) 当社 KU 30 B ディーゼルエンジンは、同じ NOx 換算ベースで世界トップレベルの発電効率であることが分かる。



図10 発電所



図11 発電パッケージ

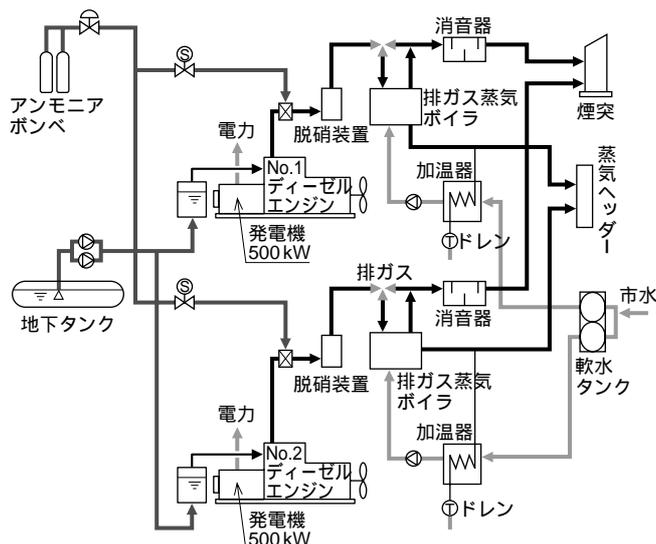


図12 システムフロー 小型発電設備はディーゼルエンジン発電機、排ガスボイラなどから構成され、電力と蒸気を供給している。

(図13)により、NO_x濃度を規制値以下に低減する。

また、排ガス蒸気ボイラ(図14)で蒸気回収し、工場内への冷暖房や温水の供給を行っている。

5.2 24時間遠隔監視システム

分散型発電システムの故障による電力供給停止を最小限に抑えるため、設備の運用管理やメンテナンス等のソフトウェア開発を進め、スーパーマーケット、病院、ホテル、工場等に納入した発電システムの運転状態は全国7箇所の販社を基点にリアルタイムで監視しており、その発電規模は540台のエンジン発電機で20万kWに達している。

図15に24時間監視システムを示す。

本システムの特徴は、発電システムの機側に設置した監視装置と販社のパソコンを公衆電話回線で、販社のパソコンと販社のサーバをLANで接続、販社のサーバと24時間監視センターのサーバをインターネットでそれぞれ接続した3階層から構成される遠隔監視システムであり、発生した警報は24時間監視センターとサービスマンの携帯電話へEmail形式にて送信され、24時間監視センターは警報発生履歴と運転データを一元管理している。

また、監視センターでは故障時の原因分析や復旧対策マニュアルの整備、累積運転時間によるメンテナンススケジュールの立案、重大故障を未然に防ぐための故障診断や予知機能



図13 脱硝装置



図14 排ガス蒸気ボイラ

の開発等、ソフトウェアの充実に努めている。

6. 再生可能エネルギー・新エネルギー

地球温暖化対策のための炭酸ガス排出削減の観点から、再生可能エネルギー(自然エネルギー)利用型の発電技術が注目されている。当社では、風力発電、太陽光発電装置を製造しており、バイオマスエネルギーの利用技術開発にも取り組んでいる。また、新エネルギー機器である燃料電池、マイクロガスタービンの開発を進めており、次世代の分散電源機器としての適用が期待される。

6.1 風力発電

風力発電は、再生可能エネルギーの中では最も大規模化に適しており、急速に導入が進みつつある。当社は唯一の国産大型風車メーカーであり、1980年の40kW風車の自主開発以来、20年以上にわたり風車の製造と技術開発を進めてきている。

最近の技術動向は 大型化、同期化、低風域化である。限られた敷地を有効活用して発電量を稼ぐには、単機容量の増加が必要であり、急速に風車の大型化が進んでいる。当社は、1999年に当時国内最大の1000kW機を開発し、図16に示す室蘭市祝津風力発電所に納入した。さらに2002年10月には国内最大の2000kW機の運転を開始する予定である。

日本では電力システムの弱さが風車導入を制約している。このためシステムに優しい同期風車への期待が大きい。

当社は300kWの可変速ギヤレス永久磁石式同期発電機風車を三菱電機(株)と共同開発し、2000年7月から東北電力(株)竜飛ウインドパークにて運転を実施している。ギヤが無いので、保守が容易で騒音も小さい利点がある。2002年3

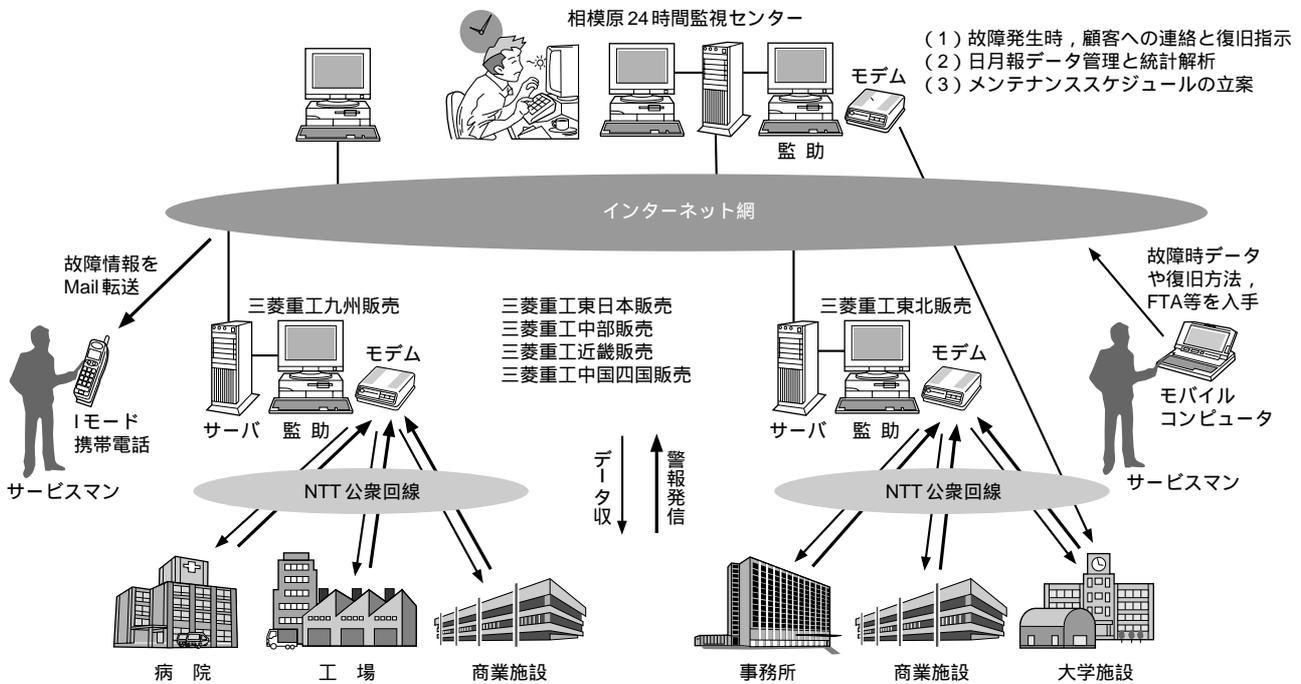


図15 24時間遠隔監視システム インターネット網とNTT公衆回線網を接続し、エンジンの運転データの24時間一元管理をしている。



図16 室蘭490 kW及び1 000 kW風車

月には600 kW機が運転する。先に述べた2 000 kW機もこの方式である。

風力開発の進行に伴い好風況の立地の確保が難しくなっている。したがって弱風でも発電量を確保できる低風速域用の風車が必要になり、実績のある1 000 kW機の翼長を伸展した改良型風車を開発して、このニーズに応えている。

6.2 太陽光発電

太陽光発電は、家庭でもできる再生可能エネルギー利用の発電である。電卓等の電源用としては古くから用いられてきたが、近年発電用として急速に導入が進みつつある。個人住宅の屋根に3 kW程度の太陽電池を設置して、昼間は家の電力をまかない余剰分を売電する形で用いられている。

当社が市場投入するアモルファスシリコン太陽電池は、従来の結晶型と比べてシリコン厚さが1 000分の1の0.4 μm程度で原料使用量、製造に要するエネルギーが少なく、製造段階も含めて環境にやさしい。当社では、プラズマCVD装置

での高速均一大面積製膜技術を活用し、世界最高レベルのモジュール効率8%を実現している。

また、アモルファスシリコン太陽電池は、結晶型と比べ、外気温の影響を受けにくく夏場の発電量が多くなり、年間では約10%多い発電量を確保できる。太陽電池の設置例を図17に示す。また、図18には風力発電と太陽光発電の組合わせた例を示す。

6.3 燃料電池

燃料電池は、天然ガス等化石燃料の持つ化学エネルギーを直接電力に変換する発電装置である。

当社では、900～1000の高温で作動する固体酸化物形燃料電池(SOFC: Solid Oxide Fuel Cell)と80～120の低温で作動する固体高分子形燃料電池(PEFC: Polymer Electrolyte Fuel Cell)の開発を進めている。

SOFCは、高温作動の特性を生かしてガスタービンにトッピングが可能で、発電効率70%(低位発熱量基準)の高効率発電プラントを構成することができる。

また、コージェネレーションとしては、発電効率が高いために電熱比が高く、排熱温度が高いために良質の熱(高温高圧の蒸気、吸収冷凍機による冷熱)が得られるシステムとなる。

当社では、これまでに10 kW級の発電試験を完了しており、実用規模へのスケールアップを進めている。

PEFCは、作動温度が低温であるため取扱いが容易で、コンパクトであることから、100 kW程度までの小規模な発電装置に向いており、例えば、家庭用コージェネレーションシステムへの適用が考えられる。

6.4 マイクロガスタービン

マイクロガスタービンは米国の軍事技術から民生用に転用され、また、欧州の自動車向けに開発されたガスタービンを



図17 太陽光発電システム（工場用10 kW） 工場屋根の上に設置の10 kW太陽光発電システム。

基に、小型軽量でメンテナンスが容易でしかも既存技術の延長で製作でき、価格的にはまだ高いが量産化効果があり、今後に期待される。

発電効率はまだ低いですが、排熱をうまく利用すれば約70%の総合効率も可能であり、熱需要の多いホテル、病院、スポーツ施設等での利用、デシカント空調、生ごみ乾燥等の排熱用途の開発が注目される。今後は、効率の高い排ガス直接加熱吸収冷温水機等の周辺機器との組み合わせで高い排熱利用が望まれる。

当社は発電出力75 kW、発電効率30%以上を目標に開発中である。マイクロガスタービンは、排熱温度が高い固体酸化物型燃料電池（SOFC）とのハイブリッド化の開発においても、高効率化技術として有用である。

7.ま と め

このように、当社は幅広い分野で分散型電源に取り組んでいる。その中でこれまで高中低速ディーゼルエンジンを始め内燃機関の燃焼技術、材料技術、ターボ機械の回転機技術、ターボチャージャの技術、航空機用及び陸用ガスタービンの技術、ボイラ・蒸気タービンの技術、DCSを含めた遠隔監視制御技術、騒音・防振技術等の独自要素技術をベースに、量産化や生産技術を駆使し、国産自社開発で各種製品を送り出して来ました。

電力のみならず、蒸気、排熱、冷熱等の熱利用を組み合わせた各種プロセスをシステムとして取り纏めて来た総合システムエンジニアリングの技術は、これからの地球温暖化問題と電力の自由化という変革の流れに乗って、また災害時の緊

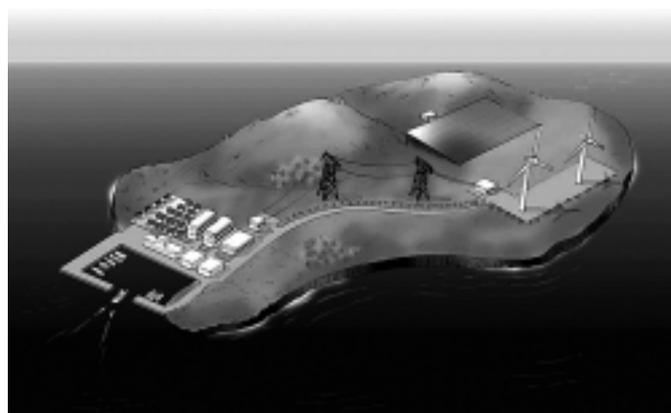


図18 風力発電 太陽光発電ハイブリッドシステム 風力発電と太陽光発電の組み合わせられたシステム例。

急電源として地域環境（産業構成、交通、ゴミ、自然環境、防災、病院等）に適した需要地密着型の電源として分散型電源普及に大いに期待されうるものと考えられる。

参 考 文 献

- (1) “コージェネレーション民生用に関する運用実態分析”，日本コージェネレーションセンター発行（1998-10）
- (2) 創立10周年記念コージェネレーションシンポジウム'94（第10回）発表抄録集，日本コージェネレーション研究会，'94.11.29～30
- (3) 中野ほか，高出力ガス機関KU30GAの開発，三菱重工技報 Vol.38 No.4（2001-7）
- (4) 低公害・高効率パイロット着火方式ガスエンジンの開発，三菱重工業，新製品紹介，コージェネレーション Vol.16 No.2（2001）
- (5) 福澤ほか，“高効率ミラーサイクルガスエンジの開発”三菱重工技報，“ピストンエンジン特集” Vol.38 No.4（2001-7）



小田直芳
原動機事業本部
エネルギーシステム
技術部主席



角田 明
横浜製作所
原動機技術部
次長



嘉戸貴志
汎用機・特車事業本
部
エンジン・ターボ技
術部
プラント技術課長