

コージェネレーションシステム (CGS)

石原 宗 So Ishihara

キーワード 省エネ、防災・BCP対応システム

概要



648kW ガスエンジン発電装置

次世代エネルギーシステムとしてのコージェネレーションシステム (CGS) の位置付けは、(1)省エネルギーの推進、(2)再生可能エネルギーの有効利用、(3)防災用・BCP用電源設備を実現する利用価値の高い分散型電源デバイスである。

東日本大震災後、原子力発電所の停止、火力発電所の化石燃料使用量増加による温室効果ガス排出量増加からも省エネルギー効果が高く、災害などの非常時でも発電できる防災用・BCP用の信頼性が高いエネルギー供給システムを構築できるCGSが改めて見直されている。

次世代エネルギーの構築に重要なことは、情報通信技術 (ICT) を生かしてCGSを電力の面的利用、熱融通のデバイスとして積極的に活用していくことである。

1 まえがき

2011年3月の東日本大震災以降、コージェネレーションシステム (CGS) の導入目的が大きく変わった。震災直後は停電時の電源確保が急務となり、都市部では計画停電の実施や、郊外の工場では生産活動継続のため、自家発電設備での対応が求められ、非常用発電設備の需要が急加速した。しかし、翌年の夏には電力供給力不足による電力使用制限令が発令され、節電要請という形で需要家の努力が求められ、非常用発電設備だけでなく、常用発電設備の導入が増えた。

常用発電設備では、都市ガス燃料を使用する環境性に優れたガスエンジン発電設備の導入が増加した。常用発電設備の導入は、建設時のインシヤルコストやランニングコストなどの投資回収の面から、排熱を有効活用したCGSとしての導入が望ましく、

CGSが停電時に自立運転することで、防災・事業継続計画 (BCP: Business Continuity Plan) 用としても活用できる。本稿ではCGSの基本となる事項及び省エネ、防災・BCP、情報通信技術 (ICT) による活用例及びCGSの有効性を紹介する。

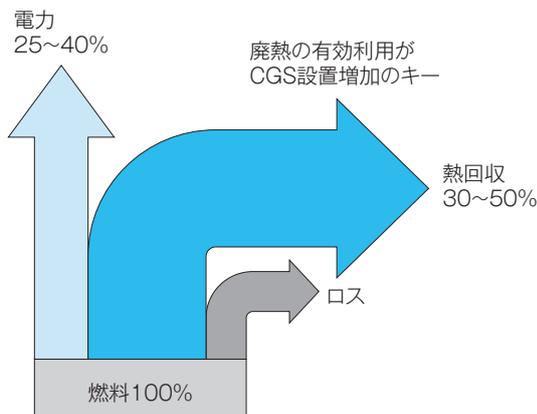
2 CGSの技術動向

第1表にCGSの原動機別仕様と特長を示す。CGSは重油や都市ガスといった燃料で原動機を駆動させ、その駆動力によって発電機を回転させて電気エネルギーを得る。同時に原動機の廃熱から蒸気や温水を回収して有効利用する。投入燃料100%に対して、電気及び熱として利用できる総合エネルギー効率は60～80%で、エネルギー効率が高いことが特長である。現在の技術開発状況は、以下のとおりである。

第 1 表 原動機別仕様と特長

CGSを代表する原動機別にそれぞれの特長を有している。現在では、クリーンな燃料であるガス燃料を使用したガスエンジンとガスタービンの適用が多い。

	ディーゼルエンジン	ガスエンジン	ガスタービン
出力範囲	約 15 ~ 15,000kW	約 20 ~ 9000kW	約 20 ~ 40,000kW
発電効率	約 30 ~ 45%	約 25 ~ 50%	約 20 ~ 46%
熱回収効率	約 25 ~ 40%	約 50 ~ 55%	約 40 ~ 50%
コージェネ総合効率	約 60 ~ 80%	約 60 ~ 80%	約 60 ~ 80%
燃料	A 重油・灯油・軽油	ガス	灯油・A 重油・ガス
負荷投入耐量	強い (50 ~ 70%)	弱い (希薄燃焼方法は約 25%、三元触媒方式 30 ~ 50%)	一軸式は強い (100%) 二軸式は弱い (約 60%) ただし、20,000kW 級以上では 25%
軽負荷運転	未燃カーボン付着のため Min. 約 30%	未燃カーボン付着のため Min. 約 30% ただし、希薄燃焼方式では Min. 約 50%	問題なし
騒音	約 110dB(A)	約 105dB(A)	高周波域で高く、防音エンクロージャが必要
振動	往復動機関のため 大	往復動機関のため 大 ただし、ディーゼルエンジンより少ない	回転機関のため 小
特長	<ul style="list-style-type: none"> ・発電効率が高い ・燃料単価が安い ・大都市では排ガス処理が必要 ・騒音 (低周波)、振動大 ・温水回収に適する 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電効率がやや低い ・排ガスがクリーン ・騒音 (低周波)、振動大 ・温水回収に適する 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電効率が低いと、熱利用がないと経済性が劣る ・排ガスがクリーン ・低騒音 (高周波)、低振動 ・蒸気回収に適する ・小形軽量コンパクト
熱回収方式	温水回収に適する	温水回収に適する	蒸気回収が最適
現状レベルの NOx 対策	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料噴射時期の遅延 (950ppm at 13% O₂) ・排煙脱硝法 (110ppm at 13% O₂) 	<ul style="list-style-type: none"> ・三元触媒 (200ppm at 0% O₂) ・希薄燃焼 (200ppm at 0% O₂) 	<ul style="list-style-type: none"> ・水噴射 (25 ~ 35ppm at 16% O₂) ・排煙脱硝法 (25 ~ 35ppm at 16% O₂) ・希薄燃焼 (9 ~ 35ppm at 15% O₂)



第 1 図 一般的なガスエンジンの熱効率

発電効率は 25 ~ 40%、エンジンからの廃熱回収率は 30 ~ 50% と多く、この廃熱利用を効率的に行うことが重要である。

- (1) 高効率システムの開発
- (2) 環境重視型低 NOx 原動機の開発

さらに、この CGS を有効かつ効果的に利用するための EMS (Energy Management System) の開発・実用化が進んでいる。

第 1 図に一般的なガスエンジンの熱効率を示す。

この熱効率では、原動機からの廃熱が 30 ~ 50% 回収される。CGS では、この廃熱を十分に有効利用できていない又はできる需要が少ないため導入効果が低減するという課題がある。例えば、電力負荷のピークと熱需要のピーク時間帯が合致しない場合や、熱需要が空調しか存在せず、中間期に熱需要がなくなるといった場合である。CGS の省エネ性や経済効果を高め、導入促進を図るための課題解決の鍵の一つとして、廃熱の有効利用が挙げられる。

3 省エネ、防災・BCP 対応のシステム

3.1 ThinkPark Tower のガスコージェネレーションシステム

ThinkPark Tower は万全の防災計画と優れた環境性、及び省エネルギー性を両立したオフィスビル

で、当社はこのビルに特別高圧変圧器・受変電設備・ガスエンジンコージェネレーションシステム（以下、ガスエンジンCGS）、非常用ガスタービン発電設備（以下、非常用発電設備）を納入した。特にガスエンジンCGS及び非常用発電設備を災害時の電源バツ

ックアップ用として用いることで万全を期している。

- (1) CGS ガスエンジンCGS635kW×2基
- (2) 非常用 ガスタービン発電設備2500kVA×1基

第2図にガスエンジンCGSパッケージを、第3図にガスエンジンCGS補機・熱回収装置を示す。

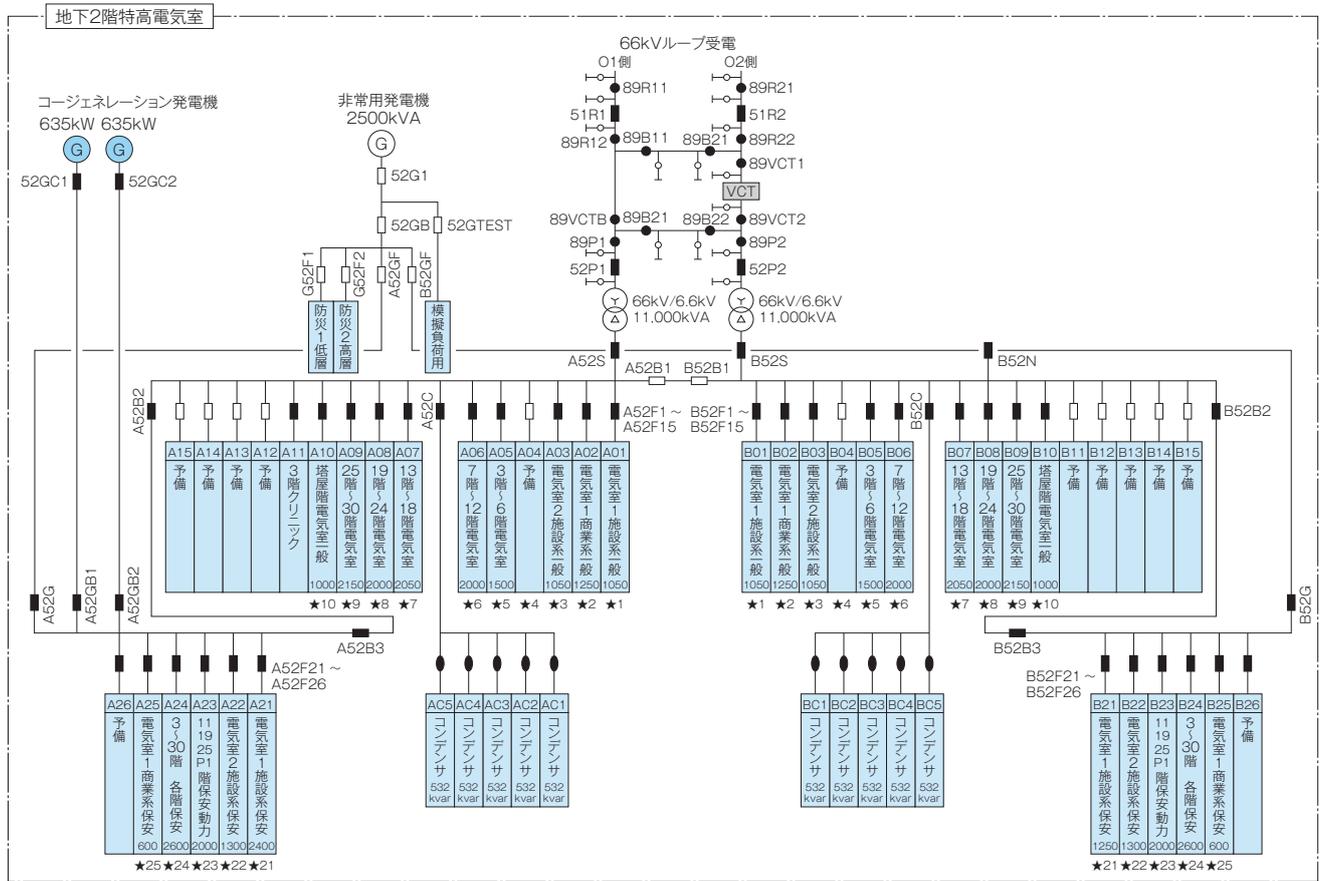


第2図 ガスエンジンCGSパッケージ

ガスエンジンCGSパッケージの外観を示す。

第3図 ガスエンジンCGS補機・熱回収装置

ガスエンジンCGS補機・熱回収装置の外観を示す。



第4図 電気設備全体系統図

電気設備全体系統図を示す。

3.2 システム概要

第4図に電気設備全体システム図を示す。ガスエンジンCGSは、635kW ミラーサイクルガスエンジンとの組み合わせで防音パッケージタイプ2台を採用している。また尿素水を用いた脱硝装置を設け、排出NO_xを500ppmから200ppm (O₂=0%) にまで低減した環境性に優れたシステムである。

運用は系統連系で構内負荷に電力を供給するとともに、排熱利用は全量温水で取り出し、夏期は冷房用として排熱投入型吸収式冷凍機を介して冷水を供給、冬期は暖房用として熱交換器を介して温水を供給している。また、貯湯槽への熱交換によって給湯熱源としても利用している。

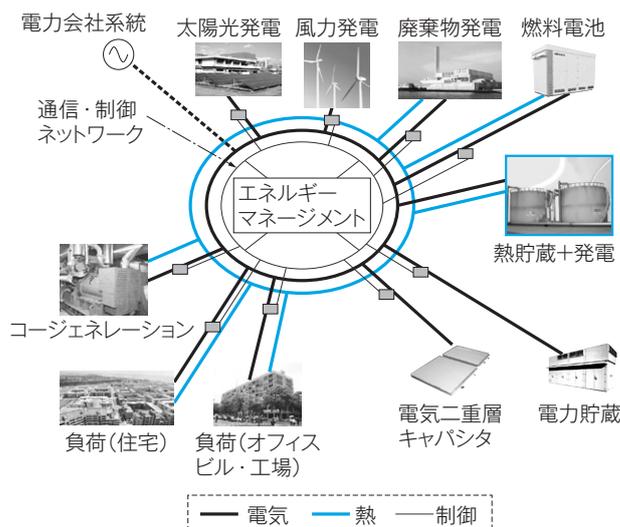
非常用発電設備は、2500kVA ガスタービンエンジンとの組み合わせを1台、燃料小出槽を1基設置し、地下1階に地下タンク80,000Lを2基設置した。

中央監視装置へは軽故障を含む全項目の故障表示や、地下タンクの燃料残量・運転時間の計測信号、給換気ファン・ポンプの状態信号を出力し、システムフロー上に表示している。

これらの非常用発電設備の特長は、構内火災信号で待機運転をする点と停電時にガスエンジンCGSと同期並列運転を行い、重要・保安負荷へ給電するシステムとした点である。

4 ICTによるCGS活用

エネルギーをより効率的に最適利用する技術として、スマートグリッドが注目されており、スマートグリッドを構成する電源として、再生可能エネルギーの活用が不可欠である。「再生可能エネルギー固定価格買取制度」が2012年7月からスタートし、太陽光・風力をはじめとする再生可能エネルギーの普及が促進される中、この普及拡大の課題は電力供給の不安定さである。スマートグリッド内における電力供給の安定性を実現するために、電力調整用分散型電源が不可欠であり、高効率であるCGSは必須の分散型エネルギーデバイスである。第5図にスマートグリッドのイメージを示す。スマートグリッドにおける面的利用の拡大で、CGSの利点を最



第5図 スマートグリッドのイメージ

電力・熱を面的に有効活用し、ICTで効率的に制御する。エネルギーを蓄積する電力貯蔵や蓄熱技術の導入で、更にグリッド内の安定化と高効率化を実現できる。

大限に生かせるものである。

(1) スマートグリッドにおける電力の面的利用
電力はEMSなどICTによって制御され、電力の面的利用が実現できる。CGSに期待される効果を以下に示す。

- (a) 再生可能エネルギーの電力変動吸収
- (b) 自立運転によるBCPとLCP (Life Continuity Power) への対応発電量の調整が可能のため、不安定さを補い安定した電力供給を実現できる。

(2) スマートグリッドにおける熱の面的利用
CGSや他設備から回収される廃熱をEMSによって効率的に制御することで、熱の面的利用を実現できる。しかし、前述したように電力需要と熱需要のピークは、面的利用を実施した場合でも合致しない可能性が高い。したがって、熱エネルギーを有効に利用するために蓄熱が必要になる。熱需要が少ない時に蓄熱し、需要増加に伴い熱を供給する制御を面的に行うことで、CGSの特長が最大限に発揮されるシステムを構築することができる。

5 むすび

当社は1968年のCGS納入開始以降、社会情勢の変化に伴う社会の要求に応えた製品及びシステムを

提供している。

今後も省エネ，防災・BCPといった社会インフラの重要なシステム製品であるCGSを，ICTとの複合によって次世代の要求を捉えた製品及びシステムへ進化させていく所存である。

- ・本論文に記載されている会社名・製品名などは，それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



石原 宗
So Ishihara

発電事業部企画部
常用発電設備・コージェネレーション設備のエンジニアリング業務に従事
