

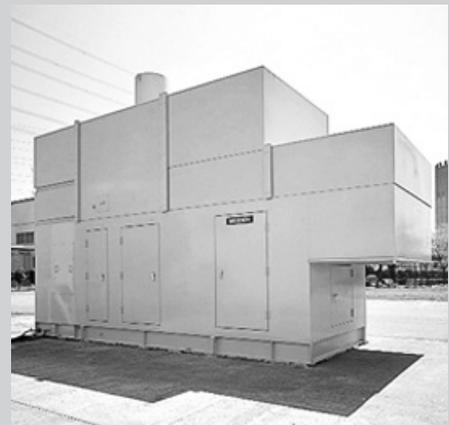
これからのコージェネレーションシステム

🔊 コージェネレーション，スマートグリッド，分散電源

* 山口克昌 Katsumasa Yamaguchi

概要

再生可能エネルギーの導入が促進される中，スマートグリッドによる効率的なエネルギー利用の普及に向けた検討が進んでいる。低炭素社会を実現するために，再生可能エネルギーの導入は必要不可欠であるが，風力発電・太陽光発電などは，自然エネルギーを使用するゆえの電力供給不安定さという課題を抱えている。コージェネレーションシステム（CGS）は，スマートグリッドを安定化させるために必須な分散型電源デバイスである。



メイバック
MEIPAC 801G（645kWガスエンジンCGS）

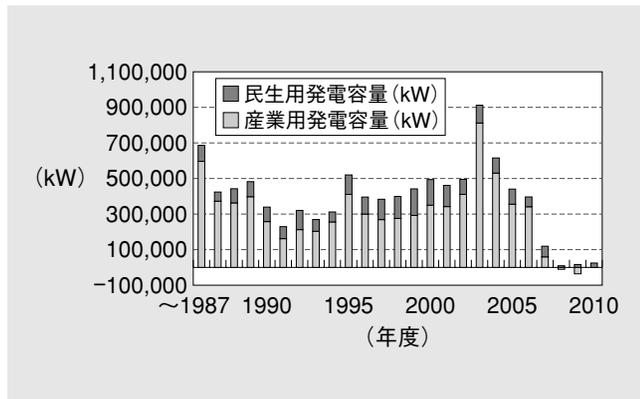
1. ま え が き

2012年9月に政府が主催する「エネルギー・環境会議」で，これからの国内エネルギーのあり方が検討されている中，次の三本柱が示された。「原発に依存しない社会の一日も早い実現」，これを達成するための柱として，再生可能エネルギーの大量導入やスマートコミュニティの実現といった「グリーンエネルギー革命の実現」，そしてコージェネレーションを最大限普及させエネルギーの有効利用を促進させる「エネルギーの安定供給」である。本稿では，2030年電源構成比率15%を目指す高効率分散型電源「コージェネレーションシステム（CGS）」の普及拡大と今後の取り組みについて紹介する。

2. コージェネレーションシステムの変遷

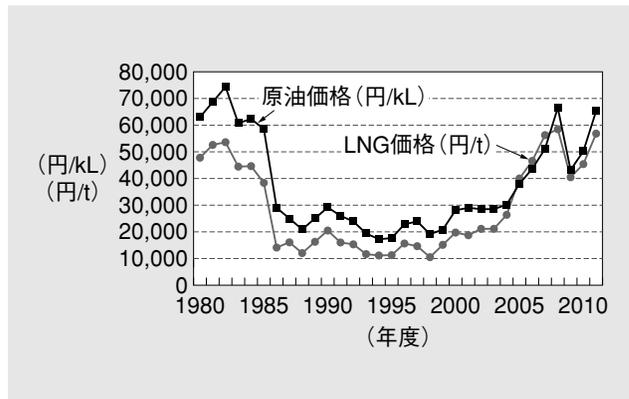
CGSが導入された当初は，A重油を使用したディーゼルエンジンCGSが主流であった。1990年以降インフラ整備及び環境意識の高まりから，クリーン燃料である都市ガスを使用したガス内燃機関CGSが主流となっている。

CGSの導入は，2000年前後にESCO（Energy Service Company）事業・オンサイト発電事業といった省エネ及び経費削減をサービスとする事業によって，産業界を中心に増加した。第1図にその推移を示す。CGSの設置容量は，2004年以降減少し，2009年，2010年にはマイナス（撤去）に転じている。2004年以降の減少は，第2図に示す原油価格の急激な高騰による影響と考えられ，この燃料高騰によってCGS導入メリットが損なわれた。また，2009年以降では世界的な経済環境悪化，い



第1図 年度別CGS導入推移

2005年以降CGSの導入量は、燃料高騰の影響で減少した。2009年には、リーマンショックで新規設置容量より撤去容量が増加しマイナスとなる。



第2図 日本における原油とLNGの輸入価格推移

2005年以降、原油・LNGともに急激に高騰し、CGS経済性が減少する要因となった。

わゆるリーマンショックが影響したと考えられる。

3. CGSの技術動向について

第1表にCGSの原動機別仕様及び特徴を示す。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可能な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。

- (1) 高効率システムの開発
 - (2) 環境重視型低NO_x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エネルギーマネジメントシステム(EMS)の開発・実用化が進んでいる。

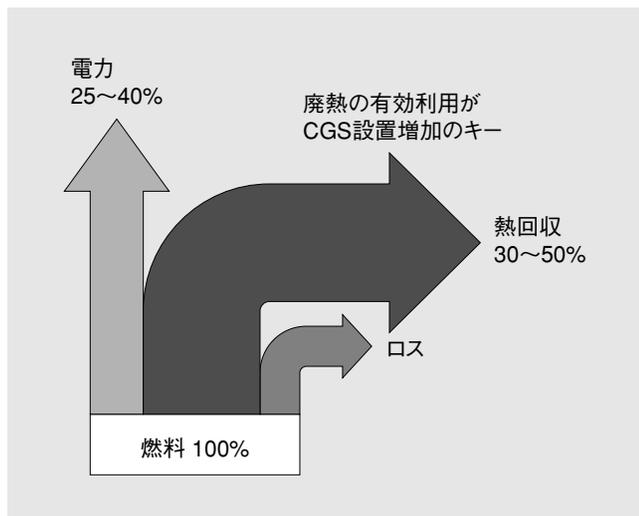
第3図に一般的なガスエンジンの熱効率を示す。この熱効率では、原動機からの廃熱が30~50%回収される。CGSでは、この廃熱を十分に有効利用できていないという、又は利用できる需要が少ないため導入効果が低減するという課題がある。例えば、電力負荷のピークと熱需要のピーク時間帯が合致しない場合や、熱需要が

第1表 原動機別仕様及び特徴

CGSを代表する原動機別にそれぞれの特徴を有している。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(kW)	約15~40,000	約20~20,000	約20~15,000
発電効率(%)	約30~45	約25~50	約20~43
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	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(A特性)	約110dB	約105dB	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	回転機関閉びのため小
特徴	<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"> • 発電効率が低いため、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
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NO _x 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)

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のケースである。CGSの省エネ性や経済効果を高め、導入促進を図るための鍵の一つと



第3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、この廃熱利用を効果的に行うことが重要である。

して、廃熱の有効利用が挙げられる。

4. CGS普及に対する課題と対策

前述のとおり、CGSの導入件数は2004年をピークに減少傾向となっている。これは燃料価格高騰による経済効果の減少によると考えられ、経済性の向上が普及のための最重要課題である。また、電力と熱の相互融通を含む制度面での対応も重要である。

(1) 経済性の向上

(a) 燃料価格の安定化 原油価格・天然ガス価格の安定化のため、各エネルギー会社では共同調達や上流権益確保など価格低減に向けた活動が実施されている。また最近注目されているのが、シェールガス購入による価格低減である。一部報道によると、各エネルギー会社が本格的に2017年以降輸入するという計画が示された。こうした、消費国と産ガス国との継続的対話による価格安定化が重要であると考えられる。

(b) システム効率の更なる向上 CGSの分野では、原動機及び発電機の高効率化による燃費の改善や廃熱利用技術、特に低温温水など扱い難いとされている廃熱の利用技術の開発が必要であり、各メーカーは高効率化開発を進めている。

(c) イニシャルコストの低減 普及が進むことで、メーカーでは量産によるパッケージ製品のコスト低減を図ることができる。また、部品共通化や簡素化の検討や海外メーカー部品の積極的な採用などによるコスト低減も重要である。しかし、メー

カの製造コストにも限界があり、これを補うものとして、補助金制度や特別償却などの支援補助制度の拡充が望まれる。

(2) 制度面での課題 CGSの普及には、より導入しやすく、より効率的に運用しやすい制度の整備が必要である。以下に、制度面における現状と課題を記す。

(a) 電力供給システムの緩和・整備など 分散型電源として適正に評価される制度面での緩和などが必要であり、既に幾つかの制度緩和が実現され、また検討されている。こうした制度面の改革でCGS普及が促進されると考えられる。

(i) 特定供給要件緩和 密接な関係を有する需要家間で、自家発による特定供給は、供給先需要を100%賄うことが必要であった。現在、この要件を50%に緩和する方向で検討されている。

(ii) 小規模発電の売電市場整備 従来、売電量制限が設けられ、手数料が発生していた小規模発電の売電市場を緩和する措置として、2012年6月に「分散型電源取引市場」が開設された。

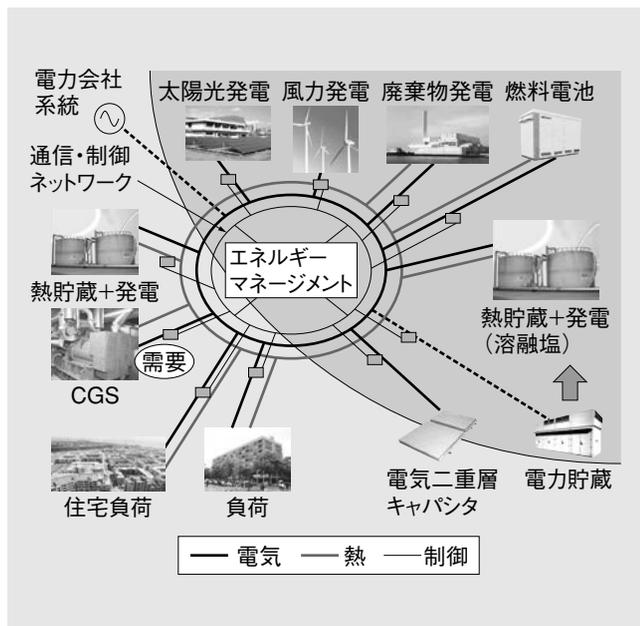
(iii) 自家発補給電力料金の緩和 自家発補給電力料金低減が期待される本緩和は、2012年3月「自家発補給契約における運用に係わる指針」として公表された。

実質、補給電力契約に競争原理が働くことで、料金低減が期待できる。

(b) 熱融通のための施策 前述のとおり、廃熱の有効利用はCGS普及の鍵の一つである。従来、CGSは同一需要家内で電力と廃熱も消費してきた。これを地域内で融通し冷暖房など面的に利用することで、CGSの導入効果を高めることが可能である。そのために、熱融通の許認可緩和が必要である。

5. スマートグリッドにおけるCGS

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有効である。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



第4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。

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。スマートグリッドにおける面的利用の拡大で、CGSの利点を最大限に生かせるものである。

第4図にスマートグリッドのイメージを示す。

(1) スマートグリッドにおける電力の面的利用
電力はEMSなど情報通信技術（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（Business Continuity Plan：事業継続計画）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。

6. む す び

当社は、1968年のCGSの納入開始以降、現在までに416件、724台の中小形CGSを納入してきた。持続可能社会の実現と強じんな低炭素社会の実現のため、スマートグリッドの普及が重要である。それを支える分散型電源がCGSであり、当社が培った多くの実績や経験を基に、課題の克服・システムの最適化により一層の努力をし、社会貢献していく所存である。

・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》



山口克昌 Katsumasa Yamaguchi
コージェネレーション・常用発電設備に関するエンジニアリング業務に従事