

コージェネの普及状況と 今後の導入見通し

①

9月号から連載として、近年注目されているコージェネレーションシステムについて、その特徴や導入事例を紹介します。1回目と2回目は、一般財団法人コージェネレーション・エネルギー高度利用センター業務・広報部長の武智和志氏に執筆頂きました。

本連載では、コージェネレーションの概要、利点を解説し、さらにその導入事例を連載し、コージェネレーションの普及促進に貢献することを目的としています。特に、都市ガスを用いたコージェネレーションシステムは、省エネルギー・排ガスクリーン化のみならず、燃料供給系統が地震に対して強いという理由から、大震災による電気・熱エネルギー供給の継続と言う観点からも注目されています。

東日本大震災以降、資源エネルギー庁の基本問題委員会等においてエネルギー基本計画の見直しに向けた検討が行われ、総発電量に占めるコージェネレーションの割合を現在の約3%に対して、2030年までに15%（約1,500億kWh）にまで引き上げることを目標として掲げられています。資源エネルギー庁は2013年8月1日付で電力・ガス事業部政策課に熱電併給推進室（通称：コージェネ推進室）を設置し、各経済産業局に担当窓口を設置してコージェネの導入促進に向けた行政機能の抜本的強化も図りました。

1. コージェネレーションの定義

コージェネレーション（Cogeneration）とは、燃料から電気と熱など2種類以上のエネルギーを同時かつ連続的に発生させる操作をいい、JIS B 8121コージェネレーションシステム用語においては、「単一又は複数のエネルギー資源から、電力及び/又は動力、並びに有効な熱を同時に発生させる操作」と定義されている。また、操作を行う設備の呼称については、「コージェネレーションシステム（以下「CGS」という。）」

と表すことが多いが、「熱電併給システム」、「熱併給型発電システム」等と示される場合もある。なお、欧州では、“CHP（Combined Heat & Power）”と示されることが多い。

2. コージェネレーションの概要

コージェネレーションシステムは、主として9ページの図-1に示す如く、内燃機関と燃料電池を用いる方法がある。国内では、主に内燃機関による方法が用いられることから、ここでは、国内で使用されている内燃機関について説明する。

内燃機関を用いたコージェネレーションシステムの基本構成を9ページの図-2に示す。発生した電力は商用系統と連系して供給され、廃熱はプロセス利用（蒸気）や廃熱利用吸収冷凍機の熱源とし、冷水を製造して冷房に利用、また、熱交換器を介して暖房や給湯に使用される。発電と同時に熱を回収・利用するので、65～85%（LHV基準）と極めて高い総合効率が得られる（LHV：燃料の低位発熱量^{注1)}）。

注1) 高位発熱量^{注2)}から燃焼によって発生した水蒸気の蒸発熱を差し引いた残りの熱量をいう。

注2) 単位重量あるいは単位体積あたりの燃料を空気中で完全燃焼したとき発生する熱の総量をいう。

3. コージェネレーションの種類

8ページの2. コージェネレーションの概要での記述の如くコージェネレーションは、内燃機関を原動機として用いた回転型発電機のタイプと電気化学的に発電する燃料電池のタイプに大別される。前者の発電機を駆動する原動機の種類としてガスエンジン、ガスタービン、ディーゼルエンジンがある。（9ページの図-1参照）

起動停止を毎日行いかつ電力需要が高い場合はガスエンジン、ディーゼルエンジンを、産業

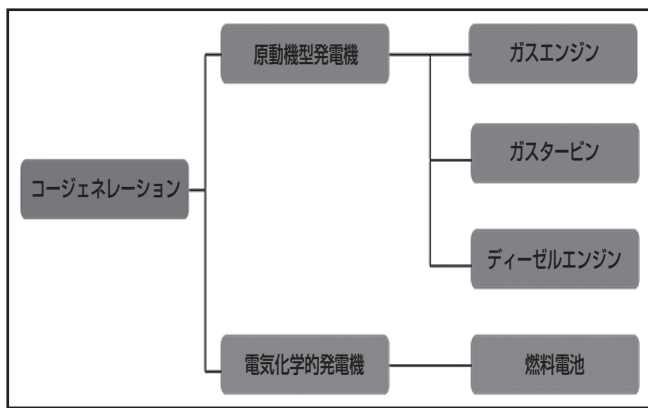


図-1 コージェネレーションの分類

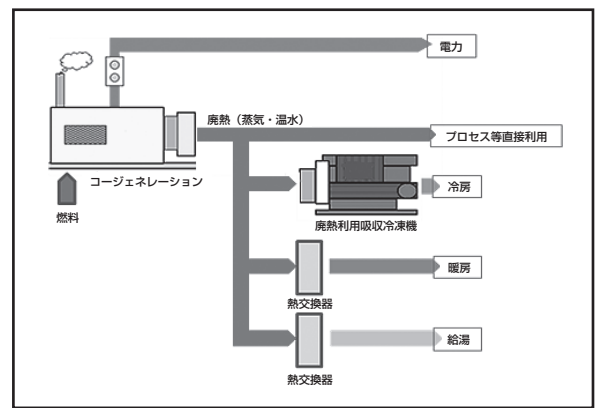


図-2 コージェネレーションの概念図

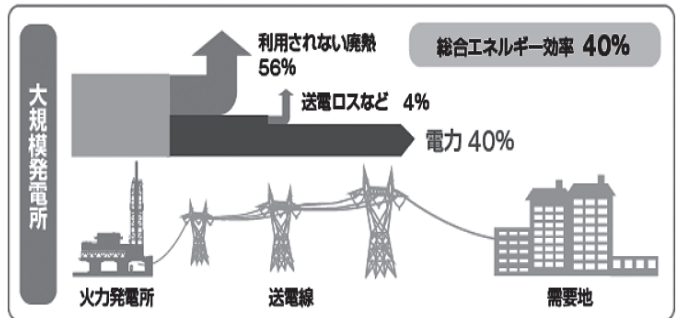
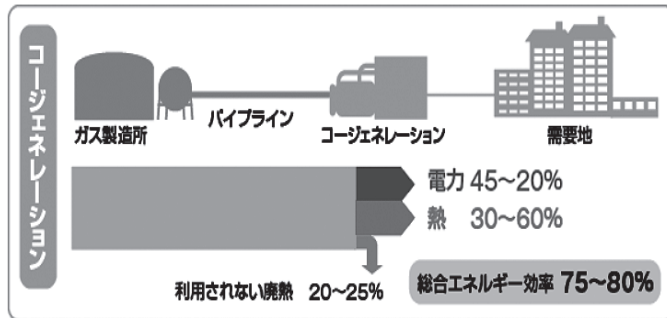


図-3 コージェネレーションと従来型システム

用などの多量に熱を消費するサイトにはガスタービンをを用いることが多い。また、主として個人住宅向けとして燃料電池によるコージェネレーションについても開発・実用化が急速に進んできている。

4. コージェネレーションの特徴

コージェネレーションは、需要地において燃料の熱エネルギーでガスエンジンやガスタービンに回転力を与え、発電機を回して電気をつくるとともに廃熱を回収して、工場の熱利用やビルの冷暖房や給湯などに利用する分散型システムである。

図-3に示す如く従来の大規模発電システム（従来型システム）では、廃熱を捨ててしまうため、需要端でのエネルギー効率は約40%（LHV基準）である。これに対し、分散型発電システムであるコージェネレーションでは廃熱を有効に利用することができ、75~85%（LHV基準）の総合効率を得ることができる。コージェネレーションの特長をまとめると次のとおりである。

1) 省エネルギー・環境保全性

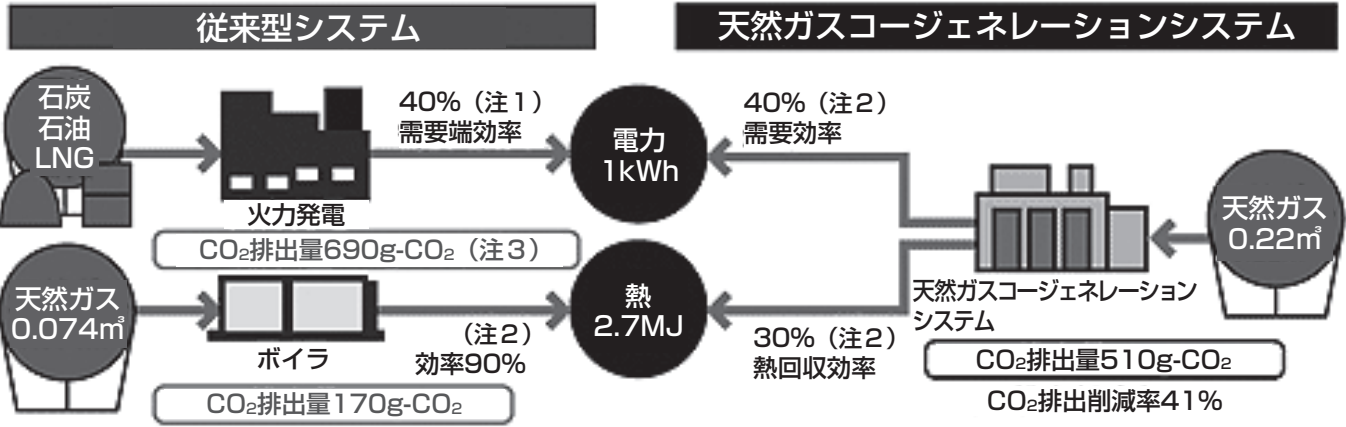
コージェネレーションの省エネルギー・環境保全性は、火力発電所とボイラからなる従来システムとの比較で議論される。10ページの図-4に天然ガスコージェネレーションと従来システムの比較を一例として示す。

コージェネレーションで得られる発電量（1 kWh）と熱回収量（2.7MJ）を従来システムでまかなった場合と比較すると、一次エネルギー消費量を約24%削減、また、CO₂排出量については約40%削減できる。

【計算条件】 ガス：45MJ/m³N、2.29kg-CO₂/m³N、電気：9.76MJ/kWh、0.69kg-CO₂/kWh、ボイラ効率：90%。

2) 電力負荷平準化効果

コージェネレーションは、電力需要のピーク時に稼働させることにより、電力システムの負荷平準化に寄与するシステムである。これは、自家発電による電力ピークカット効果に、電気冷房から吸収冷凍機等の廃熱利用機器を中心に構成される空調システムに変更した場合の効果が加わったものである。電力負荷平準化効果について10ページの図-5に示す。



(注1) 火力発電所の熱効率および各種損失は、9電力会社および卸電気事業者の平成15年度運転実績（省エネ基準部会2005年9月）から算定
 (注2) 天然ガスコージェネレーションシステムの効率は一例
 (注3) 火力発電所 CO₂排出量は中央環境審議会地球環境部会目標達成シナリオ小委員会中間とりまとめ（2001年）

図-4 天然ガスコージェネレーションシステムと従来型システムの比較

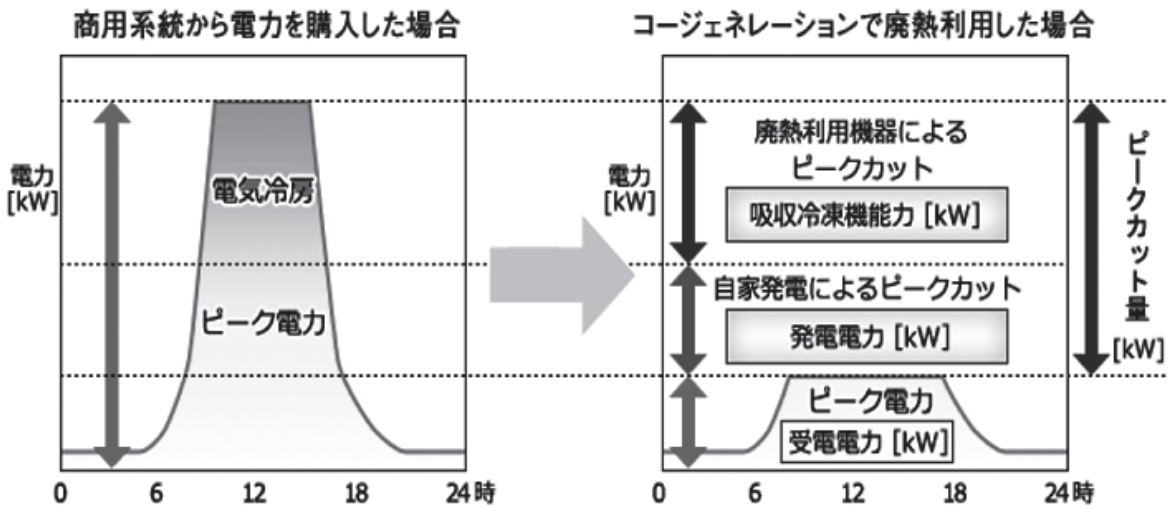


図-5 コージェネレーションの電力負荷平準化効果

3) エネルギーセキュリティの向上

コージェネレーションと商用電力が連系することにより電源の二重化、安定化を図ることができる。特にブラックアウトスタート仕様にするにより、商用システムの停電時における重要負荷への電力確保が可能となる。また、エネルギー源の多様化により電気だけではなく熱の安定確保も可能となり、信頼性の高いエネルギー供給システムが構築できる。

さらに、一定の条件を満たせば予備燃料（液体燃料、LPガス等）をもたなくても防災兼用^{注1)}とすることも可能である。

注1) 常用防災兼用発電設備は消防法、建築基準法の規制あり。各条件（非常時の防災負荷への電力供給時間など）を満たす必要あり。

4) 経済性

コージェネレーションによる常用発電設備

を備えることにより契約電力を低減できる。電気の基本料金が下がるとともに、発電量に応じて従量料金も下がり、電力料金を削減できる。

また、燃料使用量は、発電用として燃料を使用するので、発電に関わる燃料使用量は増加する一方で廃熱利用により、他の熱源設備では燃料使用量は削減される。従ってコージェネレーションシステムを導入することで電力と燃料の両面でのエネルギーコストが削減できる。

さらに、従来システムに対してコージェネレーションシステムの設備費の増加や電力会社との自家発補給契約による費用増加があるが、条件によっては特別高圧受電の回避による受電変電設備の低減、常用防災兼用発電設備としてコージェネレーションシステムを導入

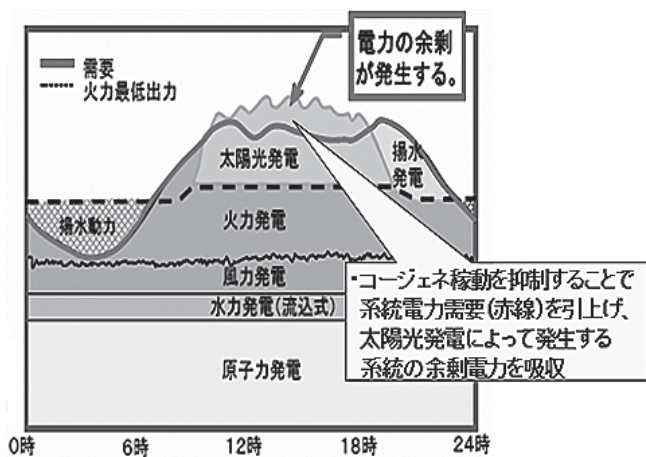


図-6 コージェネレーションシステムと再生可能エネルギーの発電組み合わせ時の出力イメージ

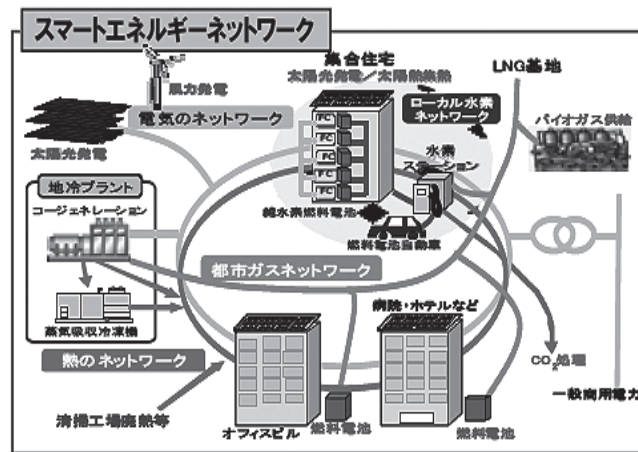


図-7 コージェネレーションシステムを核としたスマートエネルギーネットワーク

入することで非常用発電設備の設置及び維持管理費用の削減を図ることができる。

5) 再生可能エネルギーの調整電源としての役割

コージェネレーションは、今後普及拡大が見込まれる再生可能エネルギー由来の電源（太陽光発電、風力発電等）の出力変動を補完し安定した電力に調整する電源としての役割が期待されており、実証研究が進められている。コージェネレーションと再生可能エネルギーの発電組み合わせ時の出力イメージを図-6に示す。

6) 分散型エネルギーシステムの展開

電気や熱の需要地で発電を行い、排出された熱も上手く使い切ることができれば、総合的なエネルギー効率の向上を図ることが可能である。需要地にコージェネを核とした電源設備を設置し電気と熱を供給し、太陽光など自然エネルギーによる発電も付加することで、省エネ・省CO₂実現を目的としたエネルギーのベストミックスを図る分散型エネルギーシステムの導入（スマートエネルギーネットワークの構築）が進められている。（図-7参照）

5. コージェネレーションの高効率化の方向性

図-8に、天然ガスコージェネレーションの市場イメージを示す。コージェネレーションの最大の特長である高い総合効率を活かし、電力と熱両方でバランスの取れた需要がある市場を中心に普及が進んできた。

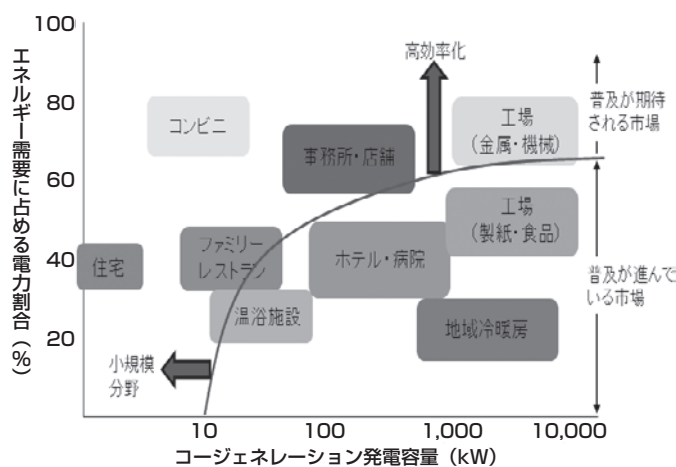


図-8 天然ガスコージェネレーションの市場イメージ

一方、エネルギー需要に占める電力割合が高い市場では、廃熱が使い切れず導入が進んでこなかったが、高効率の原動機開発により今後の普及が期待される。また、商品単価が高く効率も低い小規模市場への導入も進んでいなかったが、マイクロコージェネレーションの効率向上、コストダウンにより小規模分野や住宅レベルにまで今後の普及が期待される。

このように、市場のニーズに合わせて高効率化、小型化の方向へ開発が進んできている。

今後の低炭素社会の構築に向けた取り組みの中で、いずれの原動機についても発電効率や総合効率を向上する技術開発が行われているが、業務用・工業用分野向けにおける高効率化技術開発の主役は、ガスエンジンであろう。

(つづく)